


INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO MICROCLIMA DA REGIÃO DE ANANINDEUA-PA

INFLUENCE OF AFFORDABILITY ON THE MICROCLIMATE OF THE ANANINDEUA-PA REGION

INFLUENCIA DE LA ASEQUIBILIDAD EN EL MICROCLIMA DE LA REGIÓN DE ANANINDEUA-PA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-192>

Data de submissão: 18/09/2025

Data de publicação: 18/10/2025

Thales de Souza Garcia

Especialista em Geociências e Geotecnologias
Instituição: Faculdade Unyleya
E-mail: thalesg25@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6046-7743>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9444012585015099>

Erika Souza Guimarães Pacheco

Graduada em Engenharia Ambiental
Instituição: Universidade Estácio de Sá
E-mail: guimaerika@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1979-304X>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6884713925681228>

Maurício Castro da Costa

Doutor em Ciências Agrárias
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
E-mail: mauricio.costa@estacio.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0602-4920>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6033026062600712>

Luan Daniel Silva Ferreira

Doutorando em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)
E-mail: luan.ferreirabio@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9187-6988>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6033026062600712>

Dayana Caroliny da Silva Alves

Graduanda em Direito
Instituição: Universidade da Amazônia (UNAMA)
E-mail: dayliny133@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6701-9926>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5429301697281267>

Flávia Eliany Santos de Lima

Mestranda em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

E-mail: flavialima.engcarto@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-9222-5884>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5092199983097971>

Julia Gabriele Correa Ferreira

Graduada em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

E-mail: juliaferreira910@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5162-0028>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9385493591661926>

Ana Carolina Hackbarth

Graduada em Engenharia Agrônômica

Instituição: Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5042-3931>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9185286023936462>

RESUMO

Este estudo analisa a influência da cobertura vegetal sobre o microclima urbano, com foco nos parâmetros de temperatura e umidade relativa do ar. As medições foram realizadas em duas áreas com diferentes níveis de arborização no município de Ananindeua, PA, permitindo a comparação entre ambientes arborizados e não arborizados. Os resultados indicam que a vegetação contribui significativamente para a regulação térmica, promovendo redução nas temperaturas máximas diurnas e aumento da umidade relativa, especialmente em períodos de maior incidência solar. Além disso, observou-se que fatores como nebulosidade, pavimentação e uso do solo interferem nas variações microclimáticas, podendo até inverter tendências esperadas. A pesquisa reforça a importância da arborização urbana como estratégia eficaz para mitigar os efeitos das ilhas de calor, melhorar o conforto térmico e promover maior equilíbrio ambiental nas cidades.

Palavras-chave: Microclima. Temperatura. Umidade.

ABSTRACT

This study analyzes the influence of vegetation cover on the urban microclimate, focusing on temperature and relative humidity parameters. Measurements were taken in two areas with different levels of afforestation in the municipality of Ananindeua, Pará, allowing for comparison between forested and non-forested environments. The results indicate that vegetation contributes significantly to thermal regulation, promoting a reduction in maximum daytime temperatures and an increase in relative humidity, especially during periods of greater sunlight. Furthermore, it was observed that factors such as cloud cover, paving, and land use influence microclimate variations, potentially even reversing expected trends. The research reinforces the importance of urban afforestation as an effective strategy for mitigating heat island effects, improving thermal comfort, and promoting greater environmental balance in cities.

Keywords: Microclimate. Temperature. Humidity.

RESUMEN

Este estudio analiza la influencia de la cobertura vegetal en el microclima urbano, centrándose en los parámetros de temperatura y humedad relativa. Se realizaron mediciones en dos zonas con diferentes niveles de forestación en el municipio de Ananindeua, Pará, lo que permitió comparar entornos forestados y no forestados. Los resultados indican que la vegetación contribuye significativamente a la termorregulación, promoviendo una reducción de las temperaturas máximas diurnas y un aumento de la humedad relativa, especialmente durante los períodos de mayor insolación. Además, se observó que factores como la nubosidad, la pavimentación y el uso del suelo influyen en las variaciones del microclima, pudiendo incluso revertir las tendencias esperadas. La investigación refuerza la importancia de la forestación urbana como estrategia eficaz para mitigar los efectos de isla de calor, mejorar el confort térmico y promover un mayor equilibrio ambiental en las ciudades.

Palabras clave: Microclima. Temperatura. Humedad.

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno da urbanização é crescente e global. Nas últimas décadas, as cidades apresentaram grande crescimento da população, do espaço e de atividades, transformando drasticamente tanto o ambiente natural como o ambiente construído (PEREIRA, 2025).

O processo de urbanização, definido como o aumento da população das zonas urbanas em detrimento das rurais, vem ocorrendo no Brasil desde o início do século XX em todas as regiões e biomas do País. Na grande maioria dos casos, esse processo se dá a partir de um planejamento inadequado, gerando crescimento desordenado, acompanhado da falta da infraestrutura capaz de garantir a mínima qualidade ambiental (OLIVEIRA, 2021).

Esse novo ambiente construído vem sofrendo significativa alteração climática, com prejuízo para a qualidade de vida das populações (LABAKI *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Esse crescimento desordenado favorece a remoção de grande parte da vegetação para a ampliação ou construção de vias, edifícios e de parcelamentos de terra, aumentando a cobertura pavimentada dessa área (ABREU, 2008; PEREIRA, 2023).

Neste sentido, o ambiente urbano deveria ser um local onde a sensação de conforto do usuário fosse alcançada, no entanto, em muitos casos, esses ambientes não oferecem condições adequadas para tal, seja o conforto térmico, acústico, luminoso ou visual (GUSMÃO, 2025).

A cidade é por si só, um grande modificador do clima, devido às grandes áreas pavimentadas e diminuição das áreas verdes, a camada de ar tende a ser mais quente em áreas urbanas do que em áreas rurais (FORMIGA, 2022). Além disso, a atividade humana desenvolvida nas cidades cria mudanças profundas no clima local, podendo também alterar a temperatura e o regime de chuvas da região (GONÇALVES *et al.*, 2012).

A cobertura vegetal proporciona vários serviços ecossistêmicos que auxiliam na mitigação dos efeitos das ilhas de calor (UHI), formadas pelo processo de urbanização e redução das áreas de vegetação, auxiliando na elevação da qualidade de vida dos habitantes urbanos e da sustentabilidade das cidades (ZHANGA, ESTOQUE, MURAYAMA, 2017). A transpiração das árvores promove resfriamento e umidificação dos ambientes onde estão inseridas, além de serem uma fonte para o fluxo de calor latente (ZHENG *et al.*, 2021).

O efeito das UHIs é caracterizado pelo desenvolvimento de temperaturas mais altas, entre as faixas 3,4 a 4,5 °C, no meio urbano quando comparadas com as zonas rurais (ZHANGA, ESTOQUE, MURAYAMA, 2017). Esse efeito é resultado da remoção da cobertura vegetal e por consequência da diminuição da evapotranspiração, aumentando a liberação de calor sensível (STONE *et al.*, 2010; ZHENG *et al.*, 2021).

Esse aumento da liberação do calor sensível provoca grandes ondas de calor que atuam negativamente nos ecossistemas urbanos e conforto humano, além de auxiliarem no crescimento do consumo de eletricidade e água para resfriamento; (HATVANI-KOVACS et al., 2016; ESTOQUE; MURAYAMA; MYINT, 2017). Portanto, a presença ou ausência de florestas urbanas causam, respectivamente, grandes impactos positivos ou negativos para sociedade e sustentabilidade das cidades.

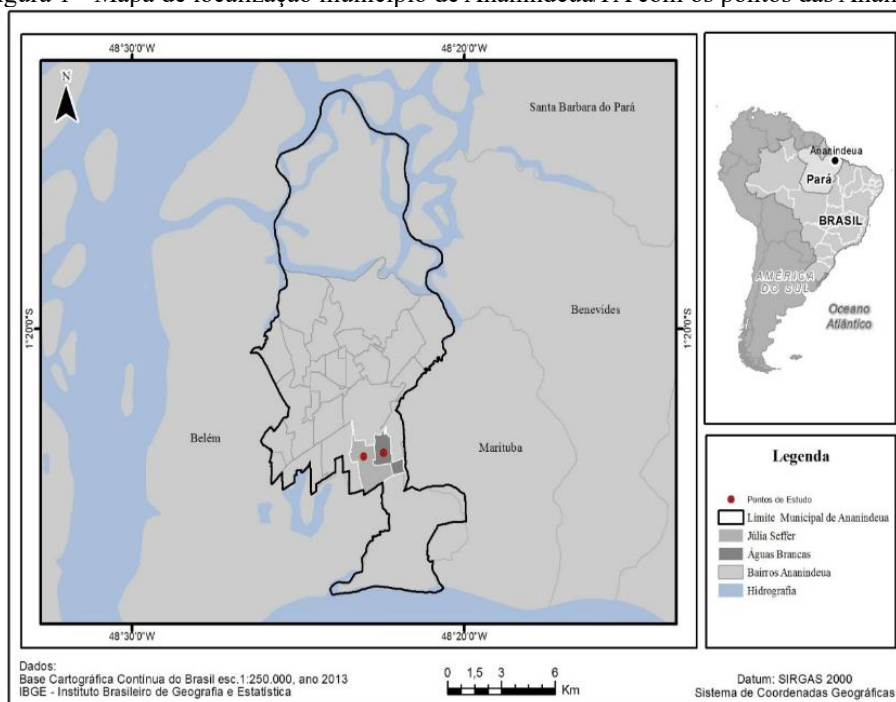
Por todos esses fatores, esta pesquisa veio da necessidade de quantificar a contribuição da arborização urbana para o conforto térmico, ou seja, a atenuação da radiação solar pela vegetação e as influências desta sobre a temperatura e umidade do ar. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar em dois bairros distintos do município de Ananindeua com características semelhantes de área, destacando-se pela diferença da vegetação arbórea existente, de modo a subsidiar a discussão da arborização urbana como medida mitigadora do aumento da temperatura e o favorecimento do conforto térmico.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Com uma superfície de 191,4 km², o município de Ananindeua está situado entre as coordenadas geográficas 01° 13' e 01° 27' de latitude sul e 48° 19' e 48° 26' de longitude oeste (IBGE, 2010). O estudo foi desenvolvido em dois pontos distintos (Figura 1), a primeira coleta de dados foi realizada na área do Bosque Uirapuru, área de abundante vegetação e aparentemente preservada e, o segundo ponto foi a área do Residencial Jardim Amazônia 2, o qual possui ação antrópica significativa.

Figura 1 - Mapa de localização município de Ananindeua/PA com os pontos das Análises.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Para avaliar a influência da vegetação sobre o conforto térmico, temperatura e umidade do ar, foram realizadas medições em dois pontos distintos situados na região central do município de Ananindeua, PA. As áreas selecionadas apresentam diferenças significativas quanto à densidade vegetal e aos tipos de pavimentação, embora compartilhem características topográficas semelhantes (Figura 2). Com uma distância aproximada de 1.500 metros entre elas, é possível considerar que ambas estão expostas a condições climáticas comparáveis, o que favorece a análise dos efeitos da cobertura vegetal sobre o microclima local.

Figura 2 - Áreas selecionadas para o estudo



*Área 1: Bosque Uirapuru, localizado na R. Coletora Oeste, Águas Lindas, Ananindeua – PA, conjunto Júlia Seffer. Local bem arborizado apresenta uma composição vegetal variada, com árvores de médio e grande porte bem distribuídas, arbustos e flores. Planejado pela caixa econômica federal do Pará.

*Área 2: Área 2: Residencial Jardim Amazônia 2, Estr. p/ Indústria - Águas Brancas, Ananindeua – PA. Conjunto habitacional onde observou-se mais pessoas se locomovendo em seus carros, com pouca movimentação de pessoas durante o dia, com um aumento de transeuntes no fim da tarde.

Fonte: Autores.

Para a captura das variáveis o aparelho foi posicionado a uma altura de 2,00 metros do solo. Seguindo a metodologia de Gonçalves *et al.* (2012) modificada, os dados – temperatura e umidade relativa do ar – foram registrados a cada 1 hora, durante 15 minutos na parte central de cada área, iniciando as medições na primeira área às 08:00 horas e término às 18:00h da noite. Para o levantamento de dados, foi utilizado um Higro-thermometer digital (modelo Instrutemp ITHT-2220) com faixa de temperatura 0°C a 50°C, faixa de umidade relativa 1,0% RH a 99% UR, precisão com temperatura: $\pm 0,5$ °C ($\pm 1,8$ °F) e umidade relativa $\pm 3\%$ UR. As coletas de dados da primeira e segunda área foram nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro do ano de 2017, sempre no dia 28 dos respectivos meses, a partir das 08:00h às 18:00h, com variações de tempo atmosférico, situação de céu limpo pela parte da manhã e chuva pela parte da tarde, nos meses mais chuvosos como novembro e dezembro houve nuvens e rajadas de vento, os quais estão relacionados direta e indiretamente com as variáveis analisadas neste estudo. Por fim, os dados coletados foram tabulados em Excel, analisados e elaborados os gráficos que compuseram a discussão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A regulação do clima pela cobertura vegetal consiste em interferências nas condições climáticas próximas da superfície, como calor sensível e latente e, consequentemente, temperatura e umidade do

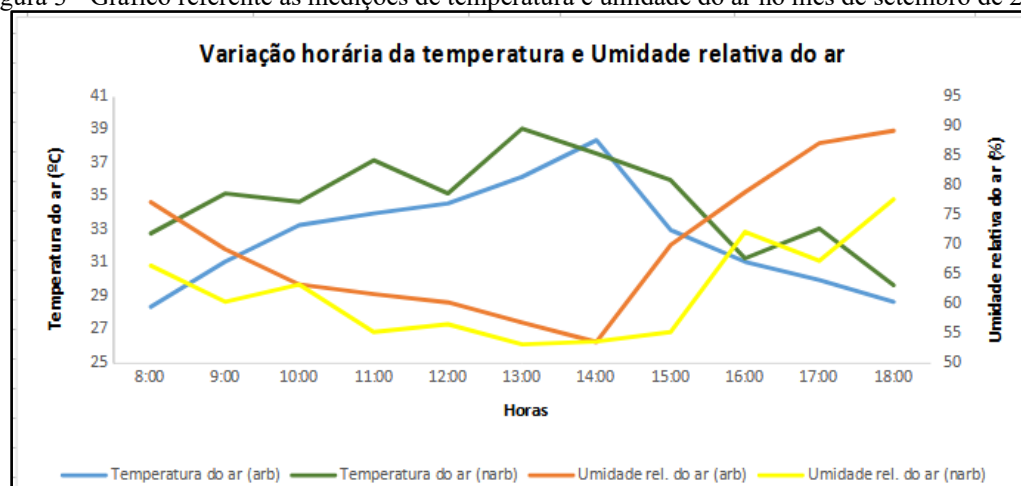
ar. A quantidade de radiação que uma superfície absorve ou reflete resulta em um clima mais quente ou frio em determinada região (OLIVEIRA, 2021).

A presença de vegetação em ambientes urbanos contribui significativamente para a atenuação das temperaturas máximas diurnas, ao reduzir as trocas radiativas na superfície do solo. Esse efeito se manifesta tanto de forma indireta, por meio da diminuição do fluxo de calor sensível oriundo de superfícies mais frias, quanto de forma direta, através do resfriamento evaporativo promovido pela transpiração das plantas. Diversos estudos na área corroboram a hipótese de que a escassez de cobertura vegetal nas cidades está associada ao aumento da temperatura do ar durante o dia. Em contrapartida, iniciativas de arborização em larga escala têm potencial para mitigar o aquecimento urbano diurno (ERELL *et al.*, 2010).

Na área arborizada, há uma redução na temperatura do ar e um incremento na umidade relativa na área arborizada, possivelmente associado à maior densidade de cobertura vegetal. Contudo, observa-se uma inversão desse padrão às 14 horas, com aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa. Tal variação indica que, embora vegetada, a área está inserida no tecido urbano, sendo influenciada por fatores antrópicos como pavimentação, edificações adjacentes e alterações no uso e ocupação do solo. Esses elementos contribuem para a modificação do microclima local, evidenciando a complexa interação entre o ambiente natural e as dinâmicas urbanas (Figura 3).

Gonçalves e Paiva (2004), afirmam que o excesso de asfalto e cimento, juntamente com a impermeabilização do solo fazem com que ocorra excesso de calor em determinados ambientes urbanos. Assim sendo, a temperatura elevada será oriunda da incidência direta dos raios solares nesses elementos e do grau de absorção, retenção e reflexão desse calor nessas estruturas.

Figura 3 - Gráfico referente às medições de temperatura e umidade do ar no mês de setembro de 2017.



*Linhas azuis e laranja são referentes ao ponto 1; Linhas verde e amarela são referentes ao ponto 2.

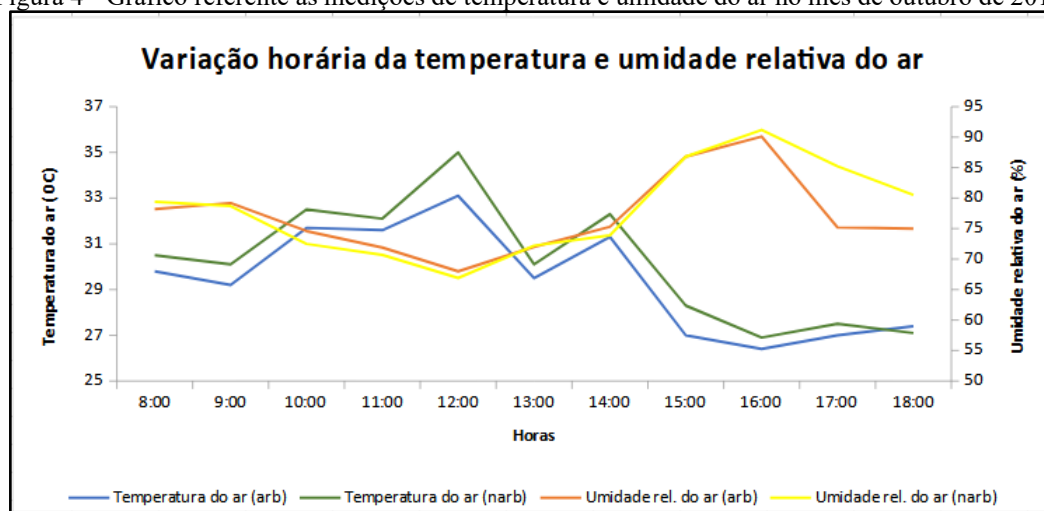
Fonte: autores, 2018.

A insolação recebida em um determinado local da superfície terrestre pode variar, e um dos fatores responsáveis por essa variação é a nebulosidade (SILVA, 2011). Pois, as nuvens fazem com que ocorra uma variação na intensidade da radiação solar incidente na superfície, e por conta dessa variação de radiação explica-se a variabilidade de radiações incidente de uma região (BASTOS *et al.*, 2002). Adicionalmente, somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido a transmissividade atmosférica (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011).

Em determinados períodos, a temperatura do ar na área arborizada (linha azul) apresentou valores superiores aos da área não arborizada (linha verde), o que contraria a tendência esperada. Essa anomalia pode ser explicada pela presença de cobertura de nuvens sobre a área não arborizada, que reduziu a incidência de radiação solar e, consequentemente, a temperatura local. Considera-se ainda que o mês de outubro marca o início do período chuvoso na região (Figura 4), o que pode ter provocado variações microclimáticas pontuais e interferido nos resultados obtidos.

A intensidade de radiação solar que atinge uma superfície horizontal é variável, devido à atenuação sofrida ao atravessar a atmosfera, em função da presença de nuvens, poeira, poluição e outros. Naturalmente que num dia nublado, a intensidade da radiação solar será menor e, consequentemente, o desempenho do módulo será prejudicado. Ocorre o contrário num dia claro ou com céu sem nuvens (MARQUES; PEREIRA; ASSIS, 2000).

Figura 4 - Gráfico referente às medições de temperatura e umidade do ar no mês de outubro de 2017.



*Linhas azuis e laranja são referentes ao ponto 1; Linhas verde e amarela são referentes ao ponto 2.

Fonte: autores, 2018.

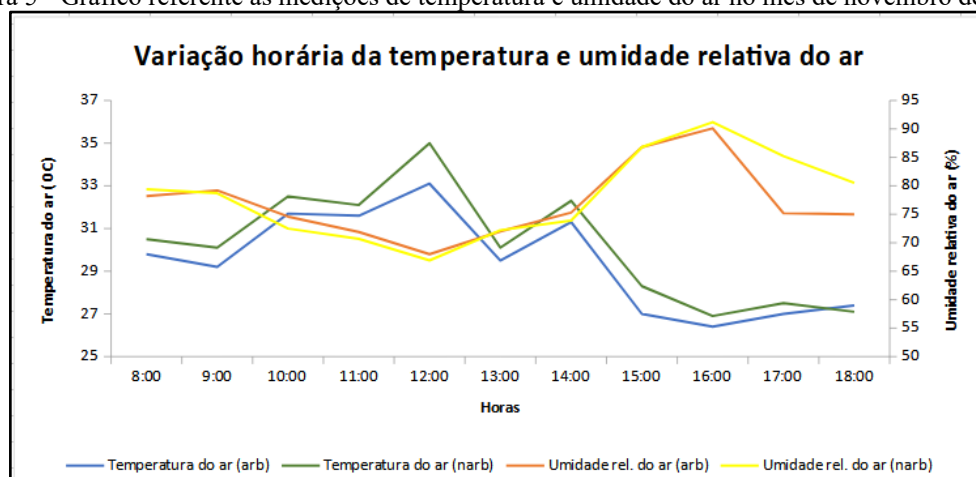
Foi observado no período de novembro e dezembro, que a temperatura do ar no local arborizado (área 1) em comparação com o não arborizado (área 2), foi de maior divergência no início da manhã até o meio-dia, onde vemos maior concentração de calor. Percebeu-se acentuado aumento de

temperatura na área 1, variando até 2 °C graus de diferença até o início da chuva em ambas as áreas. A partir das 13h a chuva começou fazendo com que o calor fosse controlado e dissipado na área 1, chegando próximo ao valor de temperatura do ar da área 2, de 0,5°C graus como mostra a figura 5.

Durante o período chuvoso, há predominância de precipitações e intensa cobertura de nuvens em toda a área, o que resulta em níveis reduzidos de irradiação solar. Em contraste, na estação seca ou de menor pluviosidade, observa-se um aumento na incidência de radiação solar, favorecido pela diminuição da nebulosidade e pela ocorrência menos frequente de chuvas, isso faz com que haja uma diferença entre as primeiras horas do dia até o pico, em torno de meio-dia (FERREIRA *et al*, 2023).

A influência que a vegetação exerce sobre o clima é frequentemente abordada em diversos estudos, embora a avaliação dos parâmetros envolvidos ainda represente um desafio complexo. As trocas de energia entre a vegetação e a atmosfera — realizadas por meio do balanço de radiação (Rn) e dos fluxos de calor sensível (H) e latente (LE) — são fundamentais para entender a dinâmica ambiental. Esses componentes refletem processos físicos que ocorrem tanto em escala local quanto global (FERREIRA *et al*, 2023).

Figura 5 - Gráfico referente às medições de temperatura e umidade do ar no mês de novembro de 2017.



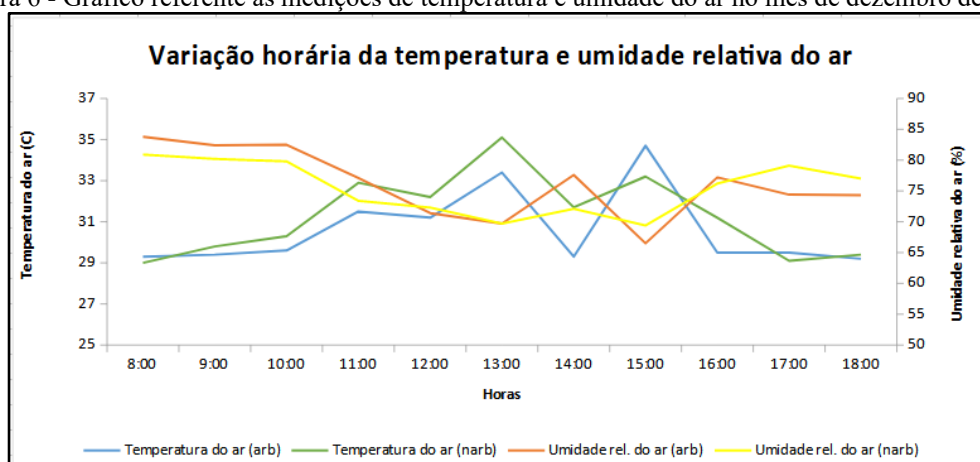
*Linhas azuis e laranja são referentes ao ponto 1; Linhas verde e amarela são referentes ao ponto 2.

Fonte: autores, 2018.

Quanto à temperatura medida em graus Celsius (°C), na área 2, a região bem arborizada com árvores de médio e grande porte a temperatura apresentou uma média de 30,4°C enquanto que na área 1, desprovida e com pouca arborização, apresentou uma temperatura média de 31,2°C, no mês de dezembro. Para a temperatura do ar, nota-se que a área com arborização, manteve-se abaixo da não arborizada. Os valores referentes à umidade relativa do ar, a área 1, apresentou média de 76,0%, área 2, média de umidade é 62,2%. Os valores relativos às medições de temperatura e umidade relativa do ar podem ser visualizados na figura 6.

Áreas arborizadas tendem a apresentar níveis mais elevados de umidade relativa, especialmente após o período de rebrota das folhas, quando as temperaturas são mais altas e há maior incidência de chuvas (GOTARDO *et al.*, 2019). Nesses ambientes, a água acumulada nas folhas favorece a evaporação direta, contribuindo para o aumento da umidade local. Em contraste, regiões pouco arborizadas ou desprovidas de vegetação não oferecem o mesmo suporte à retenção de água, o que pode resultar em um microclima mais seco e menos estável.

Figura 6 - Gráfico referente às medições de temperatura e umidade do ar no mês de dezembro de 2017.



*Linhas azuis e laranja são referentes ao ponto 1; Linhas verde e amarela são referentes ao ponto 2.
Fonte: autores, 2018.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a presença de vegetação em ambientes urbanos exerce influência direta na regulação do microclima, especialmente na redução da temperatura do ar e no aumento da umidade relativa. Áreas arborizadas apresentam maior capacidade de retenção de água nas folhas e promovem o resfriamento evaporativo por meio da transpiração das plantas, o que contribui para a amenização do calor. No entanto, variações pontuais, como o aumento de temperatura em horários específicos, indicam que fatores urbanos — como pavimentação, edificações e uso do solo — também interferem significativamente na dinâmica térmica, mesmo em locais com cobertura vegetal.

Além disso, a distribuição da radiação solar é afetada por elementos atmosféricos como nebulosidade, poluição e umidade, que alteram a intensidade da irradiância recebida. A comparação entre áreas arborizadas e não arborizadas evidencia que a vegetação atua como um moderador climático, reduzindo os impactos do aquecimento urbano. Portanto, estratégias de arborização planejada são essenciais para mitigar os efeitos das ilhas de calor, melhorar o conforto térmico e promover maior equilíbrio ambiental nas cidades.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Documentos, 128).
- ERREL, E.; PEARLMUTTER, D.; WILLIAMSON, T. Urban microclimate: designing the spaces between buildings. London: Earthscan, 2010.
- FERREIRA, L. D. S.; CRUZ, M. S.; COELHO, R. Análises da média diária e anual de incidência de radiação solar e medidas relacionadas à umidade do ar no ano de 2021 em Novo Repartimento - Pará. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 17, n. 1, p. 7–129, 2023.
- FORMIGA, A. A. Influência da arborização urbana nas variáveis climáticas da cidade de Pombal-PB. 2022.
- GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. Árvores para o ambiente urbano. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2004.
- GOTARDO, R.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V.; PIAZZA, G. A.; TORRES, E. Comparação entre variáveis microclimáticas de local aberto e florestal em um bioma da Mata Atlântica, sul do Brasil. Ciência Florestal, v. 29, n. 3, 2019. Nota Técnica. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509834832>.
- GUSMÃO, M. N. B. Avaliação do clima urbano e conforto térmico: um estudo da Avenida Maria Lacerda Montenegro e a percepção dos moradores sobre trânsito e calor. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- HATVANI-KOVACS, G.; BELUSKO, M.; SKINNER, N.; POCKETT, J.; BOLAND, J. Heat-stress risk and resilience in the urban environment. Sustainable Cities and Society, v. 26, p. 278–288, 2016.
- MARQUES, K.; PEREIRA, T. P.; ASSIS, S. V. Análise do comportamento mensal do Índice de Limpeza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: SBMET, 2000.
- OLIVEIRA, H. M. Avaliação dos efeitos da arborização no Índice de Conforto Térmico Ambiental em residências na cidade de Manicoré-AM. 2022. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas.
- OLIVEIRA, N. A. A influência da cobertura vegetal no conforto térmico urbano em uma região do semiárido norte mineiro. 2021. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros.
- PEREIRA, F. A. S.; OLIVEIRA, M. A. S. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. Portugal: Publindústria, 2011.
- PEREIRA, F. J. S. A cidade mercadoria e os vazios urbanos em Teresina-Piauí. 2023. 131 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí. Orientadora: Prof.^a Dra. Giovana Mira de Espindola.

PEREIRA, J. V. S. O processo de urbanização e sua influência no aumento da temperatura média na cidade de Natal. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Natal.

SILVA, V. A. M. Influência da cobertura do céu na estimativa da radiação solar utilizando modelo digital de elevação. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

STONE, B.; HESS, J. J.; FRUMKIN, H. Urban form and extreme heat events: are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities?. *Environmental Health Perspectives*, v. 118, n. 10, p. 1425–1428, 2010.

ZHANGA, X.; ESTOQUE, R. C.; MURAYAMA, Y. An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables. *Sustainable Cities and Society*, v. 32, p. 557–568, 2017.

ZHENG, S. et al. Experimental and theoretical study of urban tree instantaneous and hourly transpiration rates and their cooling effect in hot and humid area. *Sustainable Cities and Society*, v. 68, 2021.