

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024

Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"



IMPACTO DA ARBORIZAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO: ESTUDO NA PRAÇA DO ROSÁRIO, BARBALHA – CEARÁ

Maria Amanda Nobre Lisboa¹, Maria Rayssa Alves Teixeira², Sara Cardoso Ferreira da Silva³, Leonardo Vitor Alves da Silva⁴, Arthur da Silva Nascimento⁵, Mardonio Freitas Rodrigues Ferreira⁶, Antônio César Vieira da Silva⁷, Clarine Vieira Gonçalves⁸, Alana de Oliveira Silva⁹, João Tavares Calixto Júnior¹⁰

Resumo: O estudo buscou analisar o impacto da arborização no conforto térmico na Praça do Rosário, município de Barbalha, ao sul do Estado do Ceará. Temperatura e umidade foram medidas por um ano, entre maio de 2023 e abril de 2024, em áreas sob sombra (ASS) e expostas ao sol (AES), utilizando-se o Índice de Calor (IC) para avaliar o conforto térmico. Foram aplicados 185 questionários aos visitantes das praças. Outubro foi o período mais quente e seco em ambos os ambientes. A temperatura média foi de 35,2°C em AES e 33,8°C em ASS, a umidade média foi de 37,7% em AES e 41,4% em ASS. Os ICs foram mais elevados em dezembro, janeiro e fevereiro, chegando a 36°C. A praça apresentou ICs na categoria "Cautela" durante oito meses, passando para "Cautela extrema" entre dezembro e março. Uma parcela dos entrevistados (56,7%) considera a praça termicamente confortável. A arborização demonstrou reduzir o estresse térmico e melhorar o conforto, reforçando a necessidade de mais cobertura arbórea e estratégias urbanas sustentáveis.

Palavras-chave: Áreas verdes urbanas. Índice de calor. Mudanças climáticas.

1. Introdução

Desde a Revolução Industrial as atividades humanas têm desempenhado um papel significativo no aumento das emissões de gases de efeito estufa, resultando no aquecimento da superfície terrestre (Park et al., 2024). McCulloch et al. (2024) afirmam que as temperaturas globais já excederam 1,5°C de aquecimento, indicando que a meta principal do acordo de Paris, de limitar o aumento da temperatura média global a menos de 2°C, agora corre o risco de ser ultrapassada até o final da década de 2020.

As transformações urbanas decorrentes da rápida expansão das cidades têm apresentado desafios significativos para a sustentabilidade ambiental

¹ Universidade Regional do Cariri, email: amanda.lisboa@urca.br

² Universidade Regional do Cariri, email: rayssa.teixeira@urca.br

³ Universidade Regional do Cariri, email: sara.ferreira@urca.br

⁴ Universidade Regional do Cariri, email: leonardo.vitorads@urca.br

⁵ Universidade Regional do Cariri, email: Arthurk2012@hotmail.com

⁶ Universidade Regional do Cariri, email: mardonio.freitas@urca.br

⁷ Universidade Regional do Cariri, email: cesar.silva@urca.br

⁸ Universidade Regional do Cariri, email: clarine.goncalves@urca.br

⁹ Universidade Regional do Cariri, email: alana.oliveira@urca.br

¹⁰ Universidade Regional do Cariri, email: joao.calixto@urca.br

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

(Castro e Alvin, 2024). No contexto brasileiro, essa tendência é especialmente evidente, com mais de 85% da população residindo em áreas urbanas, destacando um elevado índice de urbanização no país, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). O crescimento acelerado das cidades brasileiras alterou as condições climáticas pelas modificações das propriedades da cobertura do solo (Santos et al., 2012).

Essas mudanças climáticas, combinadas com o crescimento populacional e a rápida urbanização, aumentaram o estresse térmico humano nos ambientes urbanos (Ullah et al., 2024). As mudanças no uso e cobertura do solo no ambiente urbano intensificam os problemas de saúde humana que afetam a qualidade de vida e alteram o clima local (Zaldo-Aubanell et al., 2021; Kruger et al., 2024). Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, podem resultar em danos à saúde física e mental das populações afetadas, aumentando o risco de estresse térmico, doenças cardiovasculares e doenças respiratórias (Ferreira et al., 2023).

Nesse contexto, a percepção da população sobre o ambiente urbano, especificamente em relação às áreas verdes, é essencial para melhorar sua qualidade, dependendo do valor atribuído a esses espaços e da forma como são percebidos e utilizados em termos de condições ambientais (Costa e Colesanti, 2011).

2. Objetivo

Este estudo visou avaliar o conforto térmico na praça do Rosário, município de Barbalha, ao sul do Ceará, enfocando a influência da arborização nos níveis de temperatura e umidade.

3. Metodologia

O município de Barbalha, situado na Região Metropolitana do Cariri (RMC), ao sul do estado do Ceará, possui cerca de 80 mil habitantes distribuídos em uma área de 606 km² (IBGE, 2023). As temperaturas médias anuais variam entre 24 °C e 26 °C, com precipitação média anual de 1.153 mm (INMET, 2023). O estudo foi conduzido na Praça do Rosário (Fig. 01), que abriga a Igreja Nossa Senhora do Rosário, localizada no Centro Histórico da cidade (coordenadas: 7° 18' 43.47" S, 39° 18' 11.08" W; altitude: 412 metros; área: 0,38 hectare). A Praça do Rosário é um espaço essencial para lazer, cultura e encontros, refletindo a diversidade e a riqueza histórica de Barbalha. Sua escolha se baseou em sua localização estratégica e importância histórico-cultural.

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024

Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"



Figura 01. Vista aérea da praça do Rosário, em Barbalha, Ceará.



As variáveis meteorológicas temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%), foram medidas com um termo-higrômetro. A coleta de dados foi realizada em duas configurações distintas: áreas sob sombra (ASS) e áreas expostas ao sol (AES). Este monitoramento ocorreu ao longo de um ano, de maio de 2023 a abril de 2024. Foi adotada a metodologia de Steadman (1979), que integra temperatura e umidade relativa para avaliar a sensação térmica percebida pelos humanos por meio do Índice de Calor (IC). Com os resultados obtidos do IC foram indicados os níveis de alerta e as consequências para a saúde humana, conforme adaptado por Nóbrega e Lemos (2011) (Tab. 01).

Tabela 01. Níveis de alerta e suas consequências à saúde humana do índice de calor.

Nível de alerta	Índice de calor	Síndrome de calor (sintomas)
Perigo extremo	54°C ou mais	Insolação ou ação e risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC) iminente.
Perigo	$41,1 - 54^{\circ}\text{C}$	Câimbras, insolação e provável esgotamento. Possibilidade de dano cerebral (AVC) para exposições prolongadas com atividades físicas.
Cautela extrema	$32,1^{\circ} - 41^{\circ}\text{C}$	Possibilidade de câimbras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física.
Cautela	$27,1 - 32^{\circ}\text{C}$	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física.
Não há alerta	Menor que 27°C	Não há problemas.

Fonte: Nobrega e Lemos, 2011.

Para avaliar a percepção da população sobre o conforto térmico proporcionado pela arborização nas praças foram aplicados 185 questionários estruturados aos transeuntes estacionários na praça. Foi realizada uma série de perguntas para coletar dados sobre a experiência dos entrevistados com a praça, incluindo a frequência de visitas, razões para frequentá-la e os horários em que costumam ir. Em seguida, analisou-se o conhecimento dos entrevistados sobre conforto térmico, especialmente sobre a capacidade das copas das árvores urbanas em reduzir a temperatura local. Para entender a percepção sobre conforto térmico nas praças, foram feitas perguntas diretas sobre a sensação térmica, ventilação, sombreamento e vegetação presentes. Também foi investigada a preferência dos usuários em relação ao ambiente térmico ideal da

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



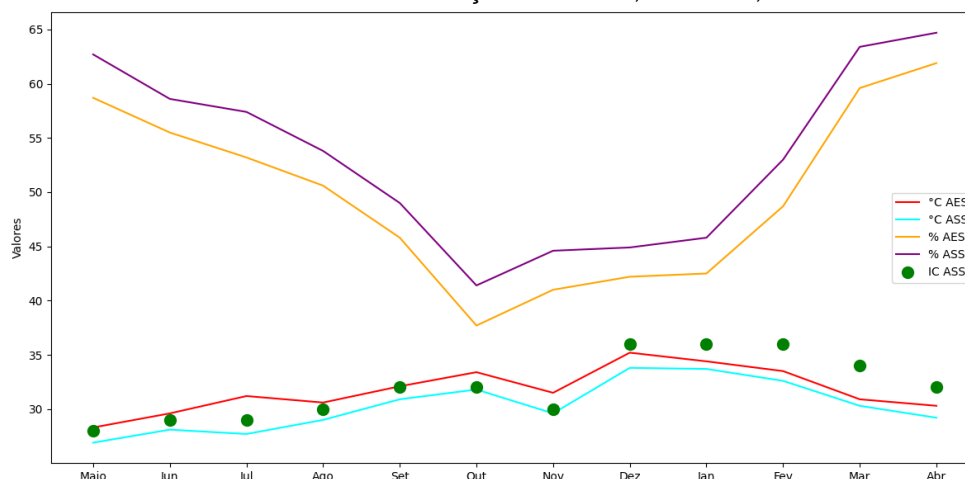
Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

praça. Em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNS 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, este estudo foi submetido à Plataforma Brasil e recebeu a identificação CAAE 70312423.7.0000.5055.

4. Resultados

Considerando as temperaturas médias registradas em cada mês, observou-se que dezembro foi o período mais quente e seco em ambos os ambientes (Fig. 02), com temperatura média de 35,2°C em AES e 33,8°C em ASS, enquanto a umidade média foi de 37,7% em AES e 41,4% em ASS. Dezembro, janeiro e fevereiro, que coincidem com o verão no Hemisfério Sul, os ICs foram mais elevados, chegando a 36°C. A praça apresentou ICs na categoria "Cautela" durante oito meses, passando para "Cautela extrema" entre dezembro e março. As temperaturas matinais variaram de 27,6 a 34,3°C e vespertinas de 29,1 a 36,1°C, com umidade relativa de 42,5% a 73,7% pela manhã e 35,7% a 70,4% à tarde.

Figura 02: Média de variação de temperatura (°C), umidade (%) e índice de calor (IC) ao longo de maio de 2023 a abril de 2024 na Praça do Rosário, Barbalha, Ceará.



Nas entrevistas realizadas, 56,7% dos entrevistados consideram a praça termicamente confortável, enquanto cerca de 37,8% relataram uma sensação levemente fresca. A avaliação do sombreamento indica que 46,4% dos participantes o consideram bom, embora acreditem que poderia ser aprimorado. Em relação à ventilação, 55% afirmam que ela é boa. Quanto à vegetação da praça, a percepção é predominantemente positiva, com 45% dos entrevistados considerando-a boa e 43% avaliando-a como muito boa.

5. Conclusão

O presente estudo demonstrou que a arborização pode atenuar o estresse térmico, tornando os ambientes mais confortáveis para a população. Embora a população reconheça os benefícios do sombreamento, ainda há oportunidades para melhorar a cobertura arbórea, o que reforça a necessidade de estratégias urbanas focadas na sustentabilidade e no bem-estar.

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

6. Agradecimentos

Universidade Regional do Cariri – URCA. Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP.

7. Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- CASTRO, A. C. V. de; ALVIM, A. T. B. Sustainable Urbanization in Valley-Bottom Areas in Urban Settings: The Case of the Jaguaré Stream Basin, São Paulo, Brazil. *Sustainability*, v. 16, n. 7, p. 3018, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16073018>.
- FERREIRA, M. A. M.; LEITE, Y. L. R.; JUNIOR, C. C.; VICENTE, C. R. Impact of climate change on public health in Brazil. *Public Health Challenges*, v. 2, e62, 2023. <https://doi.org/10.1002/puh2.62>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Panorama do Estado do Ceará, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/CE/panorama>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normas Climatológicas do Brasil, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- KRÜGER, E.; GOBO, J. P. A.; TEJAS, G. T.; SOUZA, R. M. da S. de; NETO, J. B. F.; PEREIRA, G.; MENDES, D.; DI NAPOLI, C. The impact of urbanization on heat stress in Brazil: A multi-city study. *Urban Climate*, v. 53, p. 101827, 1 jan. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101827>.
- MCCULLOCH, M. T.; WINTER, A.; SHERMAN, C. E.; TROTTER, J. A. 300 years of sclerosponge thermometry shows global warming has exceeded 1.5 °C. *Nature Climate Change*, v. 14, n. 2, p. 171-177, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01919-7>.
- NÓBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Recife. *Revista de Geografia*, v. 28, n. 1, p. 93-109, 2011.
- PARK, B. J.; LEE, D. K.; YUN, S. H.; KIM, E. S.; LEE, J. H.; KIM, S. H. Assessing the impact of green infrastructure on thermal comfort in relation to humidity: A case study in Korea. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 95, p. 128305, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128305>.
- SANTOS, J. S. dos; SILVA, V. de P. R. da; LIMA, E. R. V.; ARAÚJO, L. E. de; COSTA, A. D. L. Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida (Thermal Urban Field and its Relation to the Use and Land Cover in a Humid Tropical City). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, n. 3, p. 540-557, 2012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i3.232851>.
- STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness: Part I: A temperature humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v. 18, p. 861-884, 1979.
- ULLAH, S.; ALDOSSARY, A.; ULLAH, W.; AL-GHAMDI, S. G.. Augmented human thermal discomfort in urban centers of the Arabian Peninsula. *Scientific Reports*, v. 14, n. 3974, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54766-7>.
- ZALDO-AUBANEL, Q.; SERRA, I.; SARDANYÉS, J.; ALSEDÀ, L.; MANEJA, R. Reviewing the reliability of Land Use and Land Cover data in studies relating human health to the environment. *Environmental Research*, v. 194, p. 110578, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110578>.