

**Influência do verde urbano no conforto térmico: um estudo de caso em
uma cidade tropical**

Influence of urban green on thermal comfort: a case study in a tropical city

*Influencia del verde urbano en el confort térmico: un estudio de caso en una ciudad
tropical*

Myrella Katlhen da Cunha de Araujo

Mestranda em Agroecologia, UEMA, Brasil.
myrellakaraujo@gmail.com

Keila Diovana Oliveira Bastos

Mestranda em Agroecologia, UEMA, Brasil.
diovanab.oliveira@gmail.com

Arlindo Modesto Antunes

Professor Doutor, UFRA, Brasil.
arlindo.antunes@ufra.edu.br

RESUMO

Este estudo de caso concentrou-se na cidade de São Luís (MA), objetivando analisar o papel do verde urbano no conforto térmico de São Luís, identificando estratégias de planejamento urbano e paisagístico que promovam integração da vegetação urbana para criar um ambiente mais habitável e confortável termicamente na cidade. Para tanto, utilizou-se metodologia de pesquisa com caráter exploratório e quanti-qualitativo envolvendo coleta de dados de temperatura e pluviosidade fornecidos pelo INMET, bem como levantamento florístico na região central de São Luís, tendo em vista o importante o impacto da vegetação urbana na temperatura e pluviosidade da cidade. A partir dos resultados, verificou-se forte associação entre o processo de urbanização com o aumento das temperaturas urbanas, um fenômeno conhecido como "ilha de calor urbana", ao passo que, comprovadamente, o verde urbano se demonstrou estratégia eficaz como mitigador deste efeito. Neste contexto, a pesquisa revelou ainda que o aumento da vegetação urbana pode ter impactos positivos na redução da temperatura e no conforto térmico dos habitantes, sendo a análise dos dados climáticos de 2018 a 2023 determinante quanto à relação entre a vegetação urbana e as condições térmicas na cidade. Os resultados demonstram a importância da abordagem quanti-qualitativa, que permite uma análise abrangente e aprofundada do fenômeno estudado; além disso, a utilização de dados climáticos fornece uma base sólida para a análise e estimula a exploração de estratégias específicas de planejamento urbano e paisagístico levando em consideração a eficácia dessas estratégias para melhoria de conforto térmico dentro dos centros urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: Vegetação Urbana. Temperatura. Urbanização.

SUMMARY

This case study focused on the city of São Luís (MA), aiming to analyze the role of urban green in the thermal comfort of São Luís, identifying urban and landscape planning strategies that promote integration of urban vegetation to create a more livable environment and thermally comfortable in the city. For this purpose, research methodology with an exploratory and quantitative-qualitative character was used, involving the collection of temperature and rainfall data provided by INMET, as well as a floristic survey in the central region of São Luís, in view of the important impact of urban vegetation on the temperature and rainfall in the city. From the results, there was a strong association between the urbanization process and the increase in urban temperatures, a phenomenon known as "urban heat island", while, demonstrably, urban green proved to be an effective strategy to mitigate this effect. . In this context, the research also revealed that the increase in urban vegetation can have positive impacts on reducing the temperature and thermal comfort of the inhabitants, with the analysis of climate data from 2018 to 2023 being decisive as to the relationship between urban vegetation and thermal conditions in the city. The results demonstrate the importance of the quantitative and qualitative approach, which allows a comprehensive and in-depth analysis of the studied phenomenon; in addition, the use of climate data provides a solid basis for analysis and encourages the exploration of specific urban and landscape planning strategies, taking into account the effectiveness of these strategies for improving thermal comfort within urban centers.

KEYWORDS: Urban Vegetation. Temperature. Urbanization.

RESUMEN

Este estudio de caso se centró en la ciudad de São Luís (MA), con el objetivo de analizar el papel del verde urbano en el confort térmico de São Luís, identificando estrategias de planificación urbana y paisajística que promuevan la integración de la vegetación urbana para crear un entorno más habitable. ambiente térmico y confortable en la ciudad. Para eso, se utilizó una metodología de investigación exploratoria y cuantitativa-cualitativa, involucrando el levantamiento de datos de temperatura y precipitación proporcionados por el INMET, así como un levantamiento florístico en la región central de São Luís, en vista del importante impacto de la vegetación urbana en la temperatura y la precipitación en la ciudad. A partir de los resultados, hubo una fuerte asociación entre el proceso de urbanización y el aumento de las temperaturas urbanas, fenómeno conocido como "isla de calor urbano", mientras que, demostrablemente, el verde urbano demostró ser una estrategia eficaz para mitigarlo. En este contexto, la investigación también reveló que el aumento de la vegetación urbana puede tener impactos positivos en la reducción de la temperatura y el confort térmico de los habitantes, siendo determinante el análisis de los datos climáticos de 2018 a 2023 en cuanto a la relación entre la vegetación urbana y las condiciones térmicas. condiciones en la ciudad. Los resultados demuestran la importancia del enfoque cuantitativo y cualitativo, que permite un análisis integral y profundo del fenómeno estudiado; además, el uso de datos climáticos proporciona una base sólida para el análisis y fomenta la exploración de estrategias específicas de planificación urbana y paisajística, teniendo en cuenta la eficacia de estas estrategias para mejorar el confort térmico en los centros urbanos

PALABRAS CLAVE: Vegetación Urbana. Temperatura. Urbanización.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e desenfreada tem levado a uma série de desafios ambientais, incluindo o aumento da temperatura urbana, conhecido como "ilha de calor urbana" (OKE, 1982). Esse fenômeno tem implicações significativas para o conforto térmico dos habitantes da cidade, especialmente em regiões tropicais onde as temperaturas já são elevadas (EMMANUEL, 2005). O verde urbano, que inclui parques, jardins, árvores de rua e outras formas de vegetação, tem sido reconhecido como uma estratégia eficaz para mitigar o efeito da ilha de calor urbana e melhorar o conforto térmico (BOWLER et al., 2010; GILL et al., 2007).

A vegetação urbana pode reduzir a temperatura do ar e da superfície, aumentar a umidade e proporcionar sombra, todos contribuindo para um ambiente urbano mais fresco e confortável (AKBARI et al., 2001; SHASHUA-BAR; HOFFMAN, 2000). Além disso, estudos mostram que a percepção do conforto térmico pode ser mais influenciada por fatores não físicos e subjetivos, como a visão da natureza e o ambiente tranquilo, do que pelas condições térmicas reais (MUTANI; TODESCHI, 2020).

Este estudo de caso concentra-se em São Luís, uma cidade tropical específica, explorando a influência do verde urbano no conforto térmico. A pesquisa foi motivada pela necessidade de compreender como a vegetação urbana pode ser utilizada para enfrentar os desafios do aumento da temperatura urbana em São Luís e contribuir para a criação de um ambiente urbano mais confortável, considerando a escassez de pesquisas que explorem estratégias de planejamento urbano e paisagístico para o uso efetivo da vegetação urbana, entre outros possíveis aspectos não mencionados anteriormente (MUTANI; TODESCHI, 2021).

A pesquisa parte do pressuposto de que o aumento da vegetação urbana em São Luís pode ter impactos positivos na redução da temperatura urbana e no conforto térmico dos habitantes. Para investigar essa hipótese, foram levantadas variáveis de temperatura e pluviosidade climatológica entre 2018 a 2023, a fim de analisar a relação entre a vegetação urbana e as condições térmicas na cidade (WONG et al., 2003).

O objetivo geral deste estudo é analisar o papel do verde urbano no conforto térmico de São Luís e identificar estratégias de planejamento urbano e paisagístico que possam promover a integração da vegetação urbana para criar um ambiente mais habitável e confortável termicamente na cidade, considerando as características do clima tropical (SANTAMOURIS, 2014).

2 METODOLOGIA

2.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado na cidade de São Luís, uma cidade tropical localizada no nordeste do Brasil. São Luís é uma cidade em rápido crescimento com uma variedade de espaços verdes urbanos, tornando-a um local ideal para este estudo (DI LEO; ESCOBEDO; DUBBELING, 2016).

2.2 Caráter da Pesquisa

Esta pesquisa foi de caráter exploratório e quanti-qualitativa. A pesquisa quanti-qualitativa, também conhecida como pesquisa de métodos mistos, é uma abordagem que combina elementos de pesquisa quantitativa e qualitativa para proporcionar uma compreensão

mais completa de um fenômeno de pesquisa. A pesquisa quantitativa é focada em coletar e analisar dados numéricos e emprega métodos estatísticos para testar hipóteses. Por outro lado, a pesquisa qualitativa é focada em entender o significado das experiências humanas e geralmente envolve a coleta de dados não numéricos, como entrevistas, observações e análise de texto. A combinação dessas duas abordagens permite que os pesquisadores aproveitem as forças de ambas e minimizem suas limitações, proporcionando uma visão mais rica e contextualizada do fenômeno de pesquisa (FASSINGER; MORROW, 2013).

O estudo explorou a relação entre a vegetação urbana e o conforto térmico na cidade de São Luís, e quantificou o impacto da vegetação urbana na temperatura e pluviosidade da cidade.

2.3 Coleta e análise de dados

Dessa forma, a pesquisa apresenta duas etapas. Na primeira etapa, os dados de temperatura e pluviosidade foram coletados anualmente na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponível em (<https://tempo.inmet.gov.br/>) entre o período de 2018 a 2023. A análise temporal dos dados de temperatura e pluviosidade foi realizada para identificar tendências e variações sazonais.

Na segunda etapa, foi realizado o levantamento florístico no centro de São Luís, com coordenadas geográficas (-2.529840, -44.303418), em 2021 e 2023. No levantamento florístico foram levantados todos os indivíduos dentro de um raio de 100 m, utilizamos a metodologia proposta por Falcão et al. (2020), que permitiu diagnosticar todos os indivíduos presentes na área de estudo. A identificação dos indivíduos foi realizada de acordo com a classificação taxonômica das famílias botânicas reconhecidas pelo Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016).

As espécies arbóreas e palmeiras encontradas nas áreas foram identificadas com relação à sua origem (exótica ou nativa), hábito de crescimento (arbóreo ou palmeira) e uso. A validação da nomenclatura científica e origem das espécies, se nativas do Brasil ou exóticas, foi realizada utilizando o banco de dados da Flora do Brasil 2020 (BFG, 2021).

Além disso, foram coletadas medidas do CAP (circunferência à altura do peito), altura do fuste (hf) e altura total. No entanto, as medidas de CAP e hf não foram obtidas para as palmeiras. A altura do fuste representa a altura da primeira bifurcação e foi classificada em três categorias: Classe I ($0,0 \leq hf < 1,8$ m), Classe II ($1,81 \text{ m} \leq hf < 3,6$ m) e Classe III ($3,6 \text{ m} \leq hf$). Já a altura total foi determinada utilizando a técnica de projeção de ângulos, um método adaptado de Santos e Teixeira (2001), e as plantas foram classificadas como de porte pequeno (altura entre 1,01 m e 3 m), médio (entre 3 m e 6 m) ou grande (mais de 6 m).

Para avaliar o porte da copa, utilizou-se uma trena de 30 metros para medir o diâmetro da projeção da copa nos sentidos norte-sul e leste-oeste. Os valores foram somados, divididos por dois e enquadrados nas seguintes categorias: Classe 1 - copa de pequeno porte (até 3 m), Classe 2 - copa de porte médio (de 3 m até 7 m) e Classe 3 - copa de grande porte (acima de 7 m). Ademais, os dados quantitativos foram tabulados no software Excel 2016 e analisados de forma descritiva.

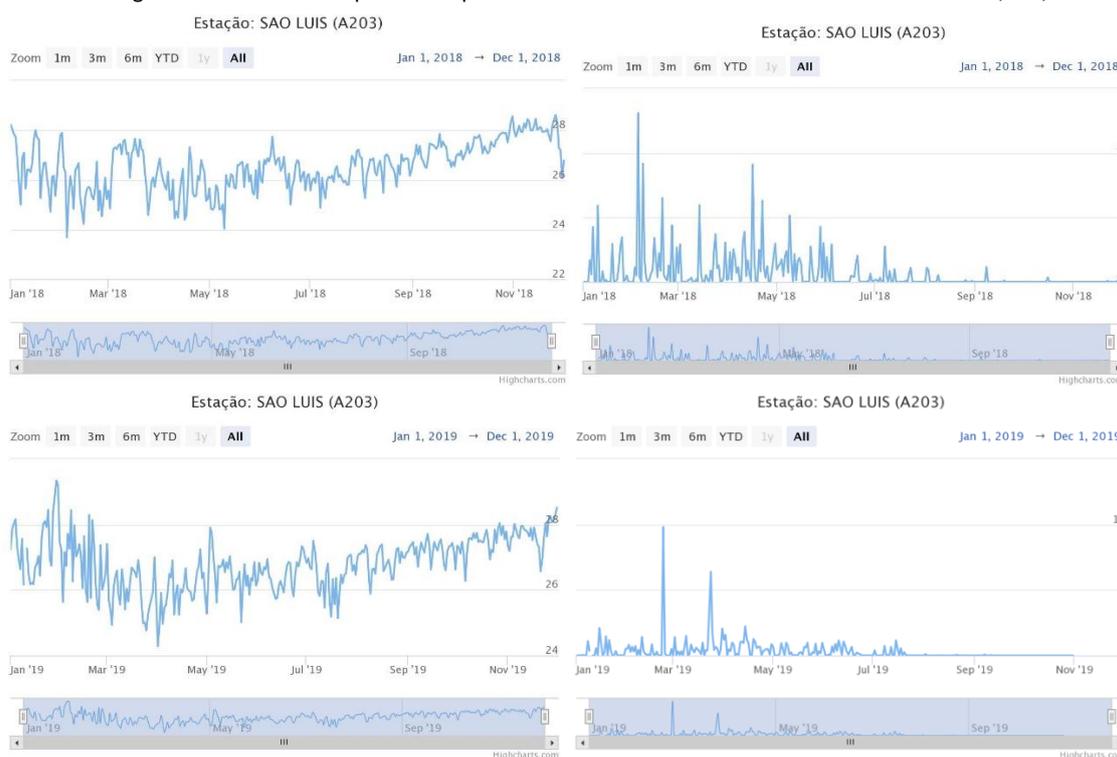
3 RESULTADOS

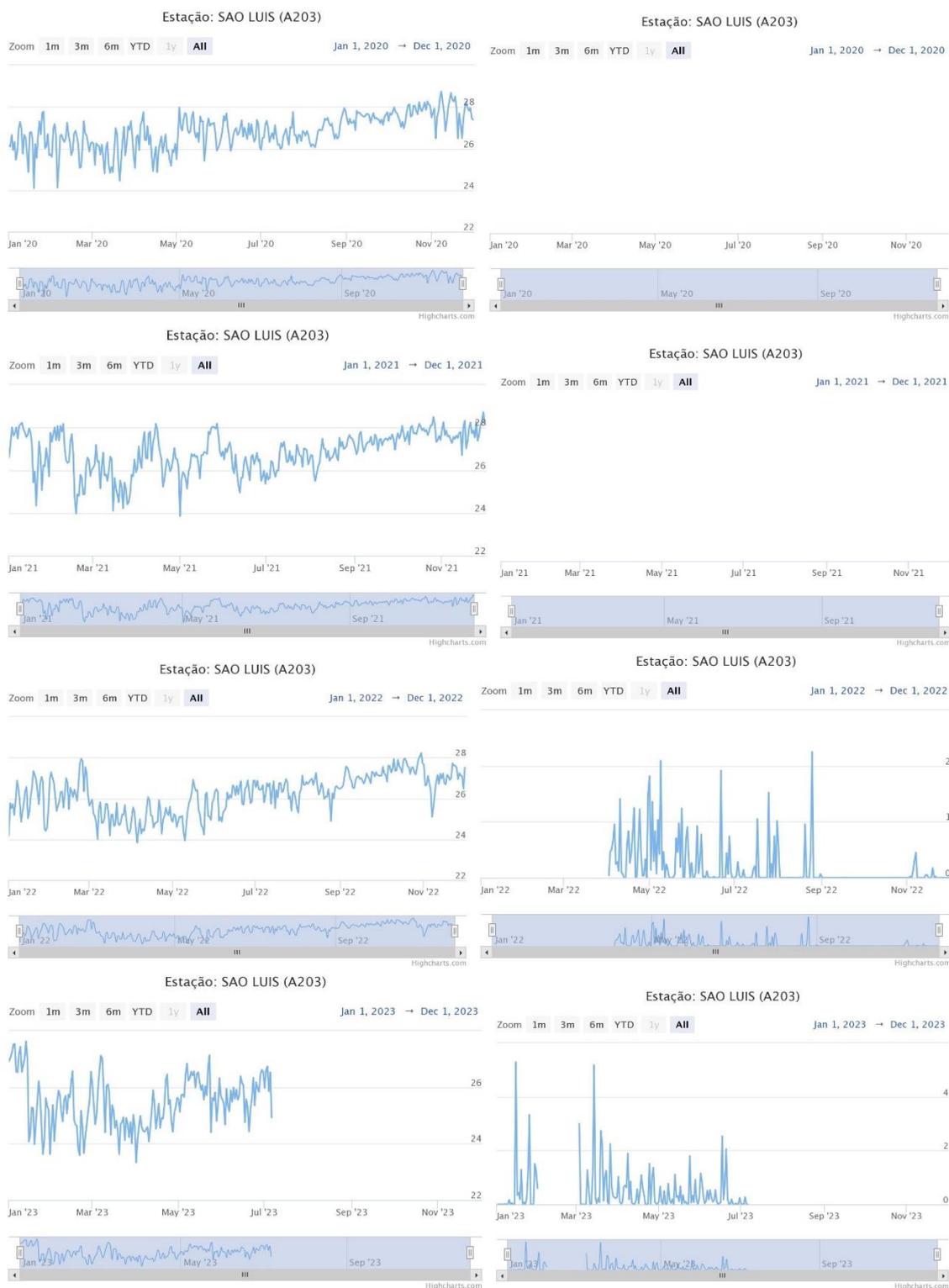
A discussão a seguir é baseada na análise dos dados climáticos (temperatura e pluviometria) de 2018 a 2023 em São Luís, com foco no papel do verde urbano no conforto térmico. A urbanização acelerada tem sido associada ao aumento das temperaturas urbanas, um fenômeno conhecido como "ilha de calor urbana" (OKE, 1982). Este fenômeno é particularmente preocupante em regiões tropicais, onde as temperaturas já são elevadas (SANTAMOURIS, 2014). O verde urbano, que inclui parques, jardins, árvores de rua e outras formas de vegetação, tem sido reconhecido como uma estratégia eficaz para mitigar o efeito da ilha de calor urbana e melhorar o conforto térmico (BOWLER et al., 2010; CAO et al., 2010; KONG et al., 2014).

A vegetação urbana pode reduzir a temperatura do ar e da superfície, aumentar a umidade e proporcionar sombra, todos contribuindo para um ambiente urbano mais fresco e confortável (CHEN et al., 2013; ZHANG; MURRAY; TURNER II, 2014; LI et al., 2015). Além disso, estudos mostram que a percepção do conforto térmico pode ser mais influenciada por fatores não físicos e subjetivos, como a visão da natureza e o ambiente tranquilo, do que pelas condições térmicas reais (KONG et al., 2014; LI et al., 2017).

Neste contexto, a pesquisa em São Luís revelou que o aumento da vegetação urbana pode ter impactos positivos na redução da temperatura urbana e no conforto térmico dos habitantes (ZHANG; MURRAY; TURNER II, 2014). A análise dos dados climáticos de 2018 a 2023 confirmou a relação entre a vegetação urbana e as condições térmicas na cidade (ZHANG; MURRAY; TURNER II, 2014; LI et al., 2015). A figura 1 mostra os dados de temperatura e pluviosidade, coletados durante 5 anos em São Luís a fim de analisar as variações climáticas locais.

Figura 1 – Dados de Temperatura e pluviosidade entre os anos de 2018 a 2023 em São Luís, Ma, 2023.





Fonte: INMET (2023).

Em consonância com os dados meteorológicos, a discussão sobre o levantamento florístico de São Luís pode ser abordada a partir de vários estudos que foram realizados na região. A vegetação urbana de São Luís é composta por uma variedade de espécies, muitas das quais têm um papel importante na mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbanas e na melhoria do conforto térmico.

No levantamento realizado foram identificados 19 indivíduos, entre estes 12 indivíduos

da espécie *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch). Com a avaliação, dos 19 componentes arbóreos amostrados 74 % foram classificados como nativos e 26 % exóticos. Área ao qual fica nas proximidades da Praça João Francisco Lisboa e Largo do Carmo, São Luís, Maranhão.

Em distinção aos resultados, o estudo de Ramalho et al. (2020) mostrou que a Praça Dr. Hélio Rocha Guimarães em Almenara, Minas Gerais, apresentou predominância de espécies exóticas (55,6 %) em relação às nativas (44,4 %). Este é um fenômeno comum em municípios brasileiros, onde a proporção de espécies nativas em projetos de arborização urbana é geralmente baixa (MARTINS; CORREIA, 2016).

No entanto, a presença de espécies exóticas pode levar a problemas de controle, pois muitas delas têm alto potencial invasor (HOPPEN et al., 2014). Dessa forma, é possível compreender que a invasão de árvores exóticas pode afetar o funcionamento natural dos ecossistemas, gerando alterações nos processos ecológicos e causando prejuízos econômicos devido à sua pressão e agressividade (PAES, 2016).

Em congruência aos resultados obtidos, a diversidade de espécies é essencial no planejamento da arborização urbana, pois minimiza a ameaça da perda de vegetação por ataques de pragas (CEMIG, 2011). Porém, na praça em estudo, a espécie mais frequente foi a *Licania tomentosa*, representando 55,3% de todas as árvores, o que contraria as recomendações de diversidade de espécies (CEMIG, 2011).

Neste caso, a pesquisa de Ramalho et al. (2020) mostra que apesar dos problemas identificados, a praça apresentou boa cobertura arbórea e bom aspecto sanitário das árvores, proporcionando condições ambientais favoráveis e conforto térmico. No entanto, é necessário um planejamento mais adequado para a substituição gradativa de espécies exóticas por nativas.

Em consideração a cobertura das plantas, o porte das árvores pode influenciar diretamente as condições ambientais do local. Deste modo, 68% das árvores foram classificadas como grandes (mais de 7m), 21% como médias (2 a 7m) e 11% pequenas (com até 3 m). Ainda, a maioria dos indivíduos apresentaram altura entre 7 e 14 m.

Logo, em função da manutenção das copas das grandes árvores, podem ser implementadas práticas de manutenção, entre elas, as podas. Contudo, as podas irregulares podem causar danos sérios à arquitetura da planta, influenciando drasticamente a sua fisiologia e trazendo graves consequências à sanidade do indivíduo arbóreo (CEMIG, 2011). No estudo, foi observado que apenas 2% das árvores estavam em estado de declínio devido à poda, enquanto a maioria sofreu podas leves de limpeza e/ou condução da copa (RAMALHO et al., 2020).

Assim, o levantamento florístico de São Luís foi um componente importante para entender a influência do verde urbano no conforto térmico na cidade. Mais pesquisas são necessárias para entender completamente a composição da vegetação urbana em São Luís e como ela pode ser usada para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas.

Isto posto, tomamos como desafio a implementação de estratégias de planejamento urbano e paisagístico que promovam a integração da vegetação urbana. A proteção de árvores maduras em estratégias de reurbanização é crucial, especialmente em um clima em mudança (JIM; CHEN, 2003). Além disso, estratégias de mobilidade alternativas podem ajudar questões de densificação e urbanização verde (KONG et al., 2014).

Portanto, a pesquisa destaca a importância do verde urbano em São Luís para o conforto térmico. Um dos pontos fortes do estudo é a sua abordagem quanti-qualitativa, que permite uma análise abrangente e aprofundada do fenômeno. Além disso, a utilização de dados climáticos de um período de cinco anos fornece uma base sólida para a análise.

No entanto, a pesquisa se concentra apenas em São Luís, o que limita a sua aplicabilidade a outros contextos. Logo, seria interessante expandir a pesquisa para outras cidades tropicais, a fim de comparar os resultados e identificar padrões comuns. Além disso, pesquisas futuras poderiam se concentrar em explorar estratégias específicas de planejamento urbano e paisagístico para a integração da vegetação urbana, bem como avaliar a eficácia dessas estratégias em termos de melhoria do conforto térmico.

4 CONCLUSÃO

Por fim, cabe ressaltar que o constante e acelerado processo de urbanização, especialmente nos grandes centros urbanos, tem desencadeado inúmeros desafios no que diz respeito a manutenção do bem-estar humano; na mesma medida, cresce a preocupação da sociedade com a qualidade de vida de sua geração e das gerações futuras. Por este viés, torna-se cada vez mais notável, e cientificamente comprovado, as diferentes sensações de conforto trazidas por ambientes verdes dentro dos espaços urbanos. Considerando ainda os dados trazidos neste estudo, percebe-se a necessidade de ampliação de pesquisas voltadas não apenas ao planejamento e integração do verde urbano, mas também do acompanhamento e manutenção deste em busca de atender as demandas dos grandes centros, contribuir na redução das ilhas de calor e, conseqüentemente, no aumento da qualidade de vida nestes centros.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar energy**, v. 70, n. 3, p. 295-310, 2001.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV - APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/2016_GROUP_Botanical%20Journal%20of%20the%20Linnean%20Society.pdf. Acesso em: jul. 2020.

BOWLER, D. E. et al. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 3, p. 147-155, 2010.

CAO, X.; ONISHI, A.; CHEN, J.; IMURA, H. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data. **Landscape and Urban Planning**, v. 96, n. 4, p. 224-231, 2010.

CEMIG. Manual de arborização. Belo Horizonte: CEMIG, 2011.

CHEN, A.; YAO, Y.; SUN, R.; CHEN, L. How many metrics are required to identify the effects of the landscape pattern on land surface temperature? **Ecological Indicators**, v. 34, p. 309-317, 2013.

DI LEO, N.; ESCOBEDO, F.; DUBBELING, M. The role of urban green infrastructure in mitigating land surface temperature in Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. **Environment, Development and Sustainability**, v. 18, n. 2, p. 373-392, 2016.

EMMANUEL, R. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. **Building and Environment**, v. 40, n. 12, p. 1591-1601, 2005.

FALCÃO, R. S.; GOMES, R.; PÉRES, M. Z.; OLIVEIRA, J. T.; CALLEGARO, R. M. Análise quali-quantitativa da arborização de cinco praças em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. **REVSBAU**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 90-103, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v15i2.72563>

FASSINGER, R.; MORROW, S. L. Toward Best Practices in Quantitative, Qualitative, and Mixed-Method Research: A Social Justice Perspective. **Journal for Social Action in Counseling and Psychology**, v. 5, n. 2, p. 69-83, 2013.

GILL, S. E. et al. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. **Built Environment**, v. 33, n. 1, p. 115-133, 2007.

HOPPEN, C. et al. Arborização urbana: um estudo de caso no município de Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 9, n. 1, p. 1-19, 2014.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Gráficos**. Disponível em:
<<https://tempo.inmet.gov.br/GraficosAnuais/A001>>. Acesso em: jul. de 2023.

JIM, C. Y.; CHEN, W. Y. Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. **Landscape and Urban Planning**, v. 65, n. 3, p. 95-116, 2003.

KONG, F.; YIN, H.; JAMES, P.; HUANG, Y.; HOU, D.; SU, Q. Effects of spatial pattern of green space on urban cooling in a large metropolitan area of eastern China. **Landscape and Urban Planning**, v. 128, p. 35-47, 2014.

LI, H.; HARVEY, J. T.; KENDALL, A.; HELLER, J.; ZHANG, X. A review of green roof applications for managing urban stormwater in different climatic zones. **Urban Water Journal**, v. 14, n. 6, p. 574-588, 2017.

LI, X.; ZHANG, C.; LI, W.; RICARD, R.; MENG, Q.; ZHANG, W. Assessing street-level urban greenery using Google Street View and a modified green view index. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 3, p. 675-685, 2015.

MARTINS, F. B.; CORREIA, G. D. Arborização urbana: um estudo de caso no município de São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 11, n. 4, p. 1-19, 2016.

MUTANI, G.; TODESCHI, V. Roof-Integrated Green Technologies, Energy Saving and Outdoor Thermal Comfort: Insights from a Case Study in Urban Environment. **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 16, n. 1, 2021. DOI: 10.18280/IJSDP.160102.

MUTANI, G.; TODESCHI, V. The Effects of Green Roofs on Outdoor Thermal Comfort, Urban Heat Island Mitigation and Energy Savings. **Atmosphere**, v. 11, n. 2, 2020. DOI: 10.3390/atmos11020123.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.

PAES, J. B. **Arborização de ruas no Brasil**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016.

RAMALHO, A. B. F. da S. et al. Caracterização da arborização da Praça Dr. Hélio Rocha Guimarães em Almenara, Minas Gerais, Brasil. **Paubrasilia**, v. 3, n. 1, p. 8-17, 2020. Disponível em:
<https://periodicos.ufsb.edu.br/index.php/paubrasilia/article/download/26/17/647>. Acesso em: data de acesso.

SANTAMOURIS, M. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. **Solar Energy**, v. 103, p. 682-703, 2014.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Editora Palloti, 2001. 135 p.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, v. 31, n. 3, p. 221-235, 2000.

THE BRAZIL FLORA GROUP - BFG. **Coleção Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2021. DOI: 10.47871/jbrj2021004.

WONG, N. H. et al. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. **Building and Environment**, v. 38, n. 2, p. 261-270, 2003.

ZHANG, Y.; MURRAY, A. T.; TURNER II, B. L. Optimizing green space locations to reduce daytime and nighttime urban heat island effects in Phoenix, Arizona. **Landscape and Urban Planning**, v. 122, p. 1-14, 2014.