

**Influência do verde urbano no conforto térmico: um estudo de caso em
uma cidade 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, mesmo sob condições agravadas pelo fenômeno El Niño. 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.

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 e 2023, a fim de analisar a relação entre a vegetação urbana e as condições térmicas na cidade (Wong *et al.*, 2003).

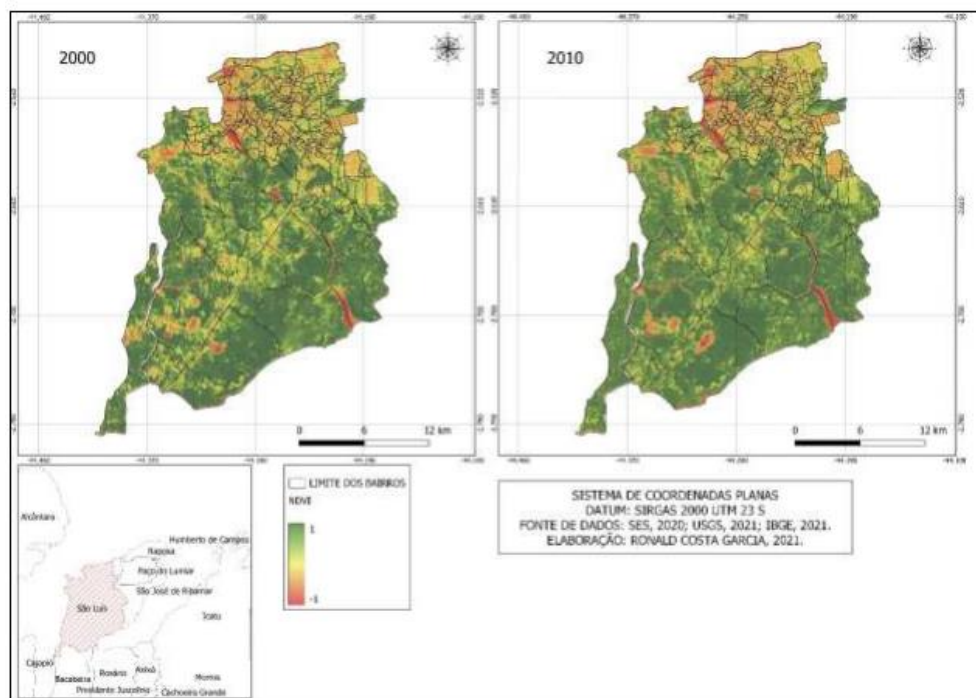
O objetivo geral deste estudo é analisar o papel do verde urbano no conforto térmico de São Luís e identificar estratégias de planejamento urbano e paisagístico que possam promover a integração da vegetação urbana para criar um ambiente mais habitável e confortável termicamente na cidade, considerando 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 (Figura 1). 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).

Figura 1 – Mapa do NDVI da cidade de São Luís-MA, gerado a partir das bandas 3 e 4 do satélite LANDSAT, 2021.



Fonte: Garcia e Araujo (2021).

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 e discussão

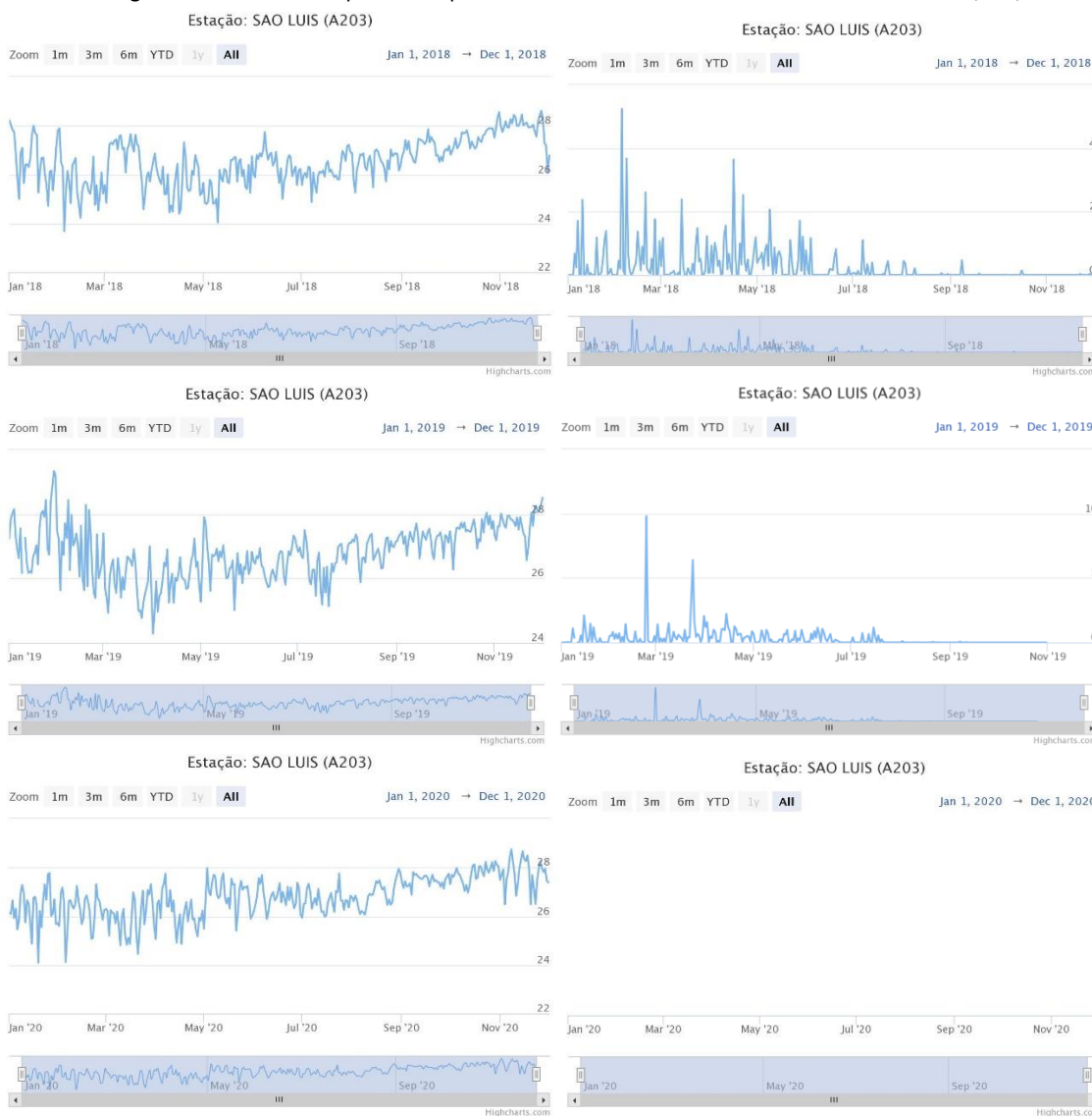
A discussão a seguir é baseada na análise dos dados climáticos (temperatura e pluviometria) de 2018 a 2023 em São Luís, com foco no papel do verde urbano no conforto térmico. A urbanização acelerada tem sido associada ao aumento das temperaturas urbanas, um fenômeno conhecido como "ilha de calor urbana" (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

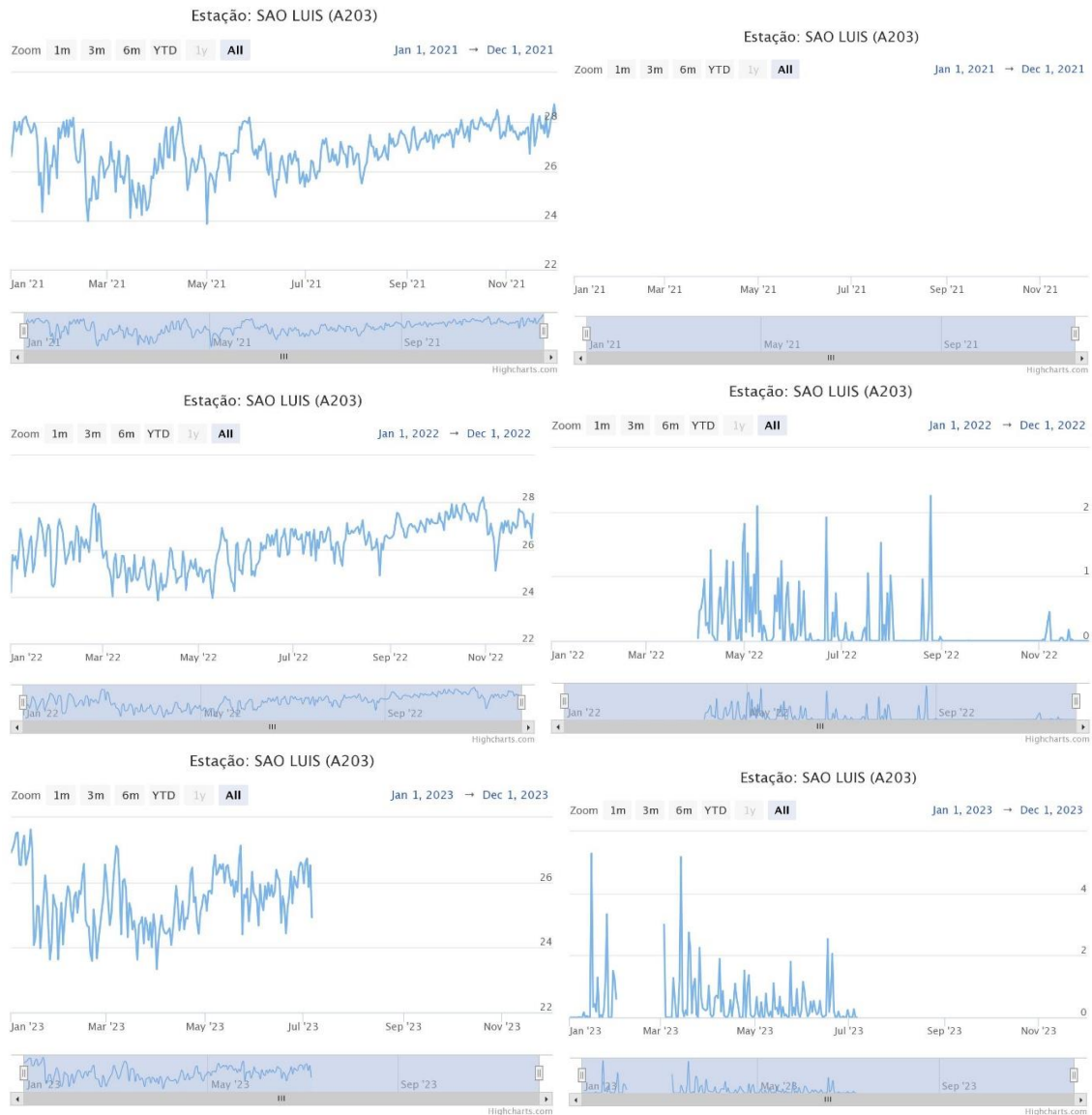
o conforto térmico (Bowler *et al.*, 2010; Cao *et al.*, 2010; Kong *et al.*, 2014).

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 2 mostra os dados de temperatura e pluviosidade, coletados durante 5 anos em São Luís a fim de analisar as variações climáticas locais.

Figura 2 – Dados de Temperatura e pluviosidade entre os anos de 2018 a 2023 em São Luís, Ma, 2023.





Fonte: INMET (2023a).

Segundo o relatório do INMET (2023b), agosto de 2023 em São Luís teve precipitações abaixo da média. A estação meteorológica convencional registrou apenas 17,0 milímetros (mm) de chuva, representando apenas 76% da média histórica de agosto, que é de 22,5 mm, calculada com base no período de 1991 a 2020. O maior volume de chuva em um único dia foi de 6,8 mm, ocorrido em 04 de agosto de 2023.

Em relação às temperaturas, as médias mínimas e máximas registradas em agosto de 2023 foram de 24,6°C e 31,9°C, respectivamente. A temperatura mínima mais baixa do mês foi de 23,0°C, observada nos dias 18, 24 e 25 de agosto. É importante notar que, até o momento, a menor temperatura já registrada em agosto nos últimos 34 anos foi de 20,9°C, ocorrida em 05 de agosto de 2006. Por outro lado, a temperatura máxima mais alta atingiu 32,5°C, sendo observada nos dias 17, 21, 22 e 29 de agosto. Nos últimos 34 anos, a maior temperatura máxima já registrada em agosto foi de 35,5°C, ocorrida em 2012.

No entanto, é crucial destacar a influência do fenômeno El Niño de 2023 a 2024 na região maranhense. Isso resultará em níveis baixos de água no solo devido à previsão de redução das chuvas nas regiões Nordeste e parte da Região Norte, incluindo áreas do Matopiba, que abrange os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (INMET, 2023c).

O fenômeno El Niño exerce impactos substanciais na vegetação e nos ecossistemas globais, documentado em vários estudos. Dai (2013), Moreira *et al.* (2018), Nascimento e Senna (2020) e Aires *et al.* (2023) apontam que o aquecimento global intensifica a seca durante eventos de El Niño, elevando o risco de incêndios florestais. Alterações nos padrões de chuva relacionadas ao El Niño, mencionadas por Ropelewski e Halpert (1987), Trenberth *et al.* (1998) e McPhaden *et al.* (2006), também impactam a agricultura, conforme Adam *et al.* (1999) e Izumi e Sakuma (2014) discutem. Além disso, tais alterações climáticas podem afetar o alcance de diversas espécies (Chen *et al.*, 2011; Junk *et al.*, 2020; Lucon, 2022).

Alinhado aos dados meteorológicos, o levantamento florístico revelou a predominância de espécies que contribuem para a mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbanas, promovendo 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.

Contraponto os achados, Ramalho *et al.* (2020) observaram que a Praça Dr. Hélio Rocha Guimarães em Almenara, Minas Gerais, apresentou predominância de espécies exóticas (55,6 %) em relação às nativas (44,4 %), fenômeno comum em municípios brasileiros, como indicado por Martins e Correia (2016). 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).

A diversidade de espécies é vital no planejamento da arborização urbana para minimizar ameaças de perda de vegetação por pragas (CEMIG, 2011). No entanto, na praça estudada, a *Licania tomentosa* foi a espécie mais prevalente, representando 55,3 % de todas as árvores, o que vai contra as recomendações de diversidade de espécies. A pesquisa de Ramalho *et al.* (2020) ressalta que a praça apresentou boa cobertura arbórea e bom estado sanitário das árvores, proporcionando condições ambientais favoráveis e conforto térmico, mas sublinha a necessidade de um planejamento mais apropriado para a substituição gradativa de espécies exóticas por nativas.

Considerando o porte das árvores, 68 % foram classificadas como grandes (mais de 7m), 21 % como médias (2 a 7m) e 11 % como pequenas (com até 3 m), com a maioria dos indivíduos apresentando altura entre 7 e 14 m. A manutenção das copas das árvores grandes, incluindo práticas como podas, é essencial, embora deva ser realizada com cuidado para evitar danos à planta e consequências para sua sanidade (CEMIG, 2011). No estudo mencionado, apenas 2% das árvores estavam em declínio devido à poda, enquanto a maioria sofreu podas leves (Ramalho *et al.*, 2020).

Em 2023, Santos *et al.* (2021) destacaram a relevância de espécies nativas para práticas de florestamento e reflorestamento no Peru, especialmente considerando a ocorrência de eventos climáticos anômalos, como o El Niño, devido à capacidade de adaptação dessas espécies a tais condições. Paralelamente, o levantamento florístico de São Luís não apenas revelou a influência positiva do verde urbano no conforto térmico da cidade, mas também a imperatividade de pesquisas adicionais para desvendar integralmente a composição da vegetação urbana local e seu potencial uso para atenuar os efeitos das ilhas de calor urbanas.

Em um contexto relacionado, La Barrera *et al.* (2019) exploraram a relação entre urbanização e vegetação na Área Metropolitana de Santiago, enfocando os serviços ecossistêmicos providenciados por El Panul, uma área periférica biodiversa. O estudo, ao quantificar serviços ecossistêmicos, permite entender como áreas verdes urbanas podem ser impactadas por variáveis climáticas e como elas, por sua vez, podem mitigar certos impactos climáticos em áreas urbanas.

Ademais, a integração da vegetação urbana, através de estratégias de planejamento urbano e paisagístico que incluem a preservação de árvores maduras e a adoção de estratégias alternativas de mobilidade (Kong *et al.*, 2014), se apresenta como um desafio significativo, especialmente sob a ótica das mudanças climáticas (Jim; Chen, 2003). A pesquisa em São Luís, embora valiosa pela sua abordagem quanti-qualitativa e uso de dados climáticos num período quinquenal, possui uma aplicabilidade limitada devido ao seu foco geográfico restrito, sugerindo que investigações futuras podem expandir seu escopo para outras cidades tropicais e explorar estratégias específicas de integração da vegetação urbana, avaliando, simultaneamente, sua eficácia na promoção do conforto térmico.

4 Conclusão

Por fim, cabe ressaltar que o constante e acelerado processo de urbanização, especialmente nos grandes centros, tem desencadeado inúmeros desafios no que diz respeito a manutenção do bem-estar humano e, na mesma medida, cresce a preocupação da sociedade com a qualidade de vida de sua geração e das gerações futuras. Dentro deste contexto é válido ainda considerar as constantes mudanças nos padrões climáticos globais, como por exemplo a ocorrência de fenômenos como o El Niño que está diretamente relacionado com o aumento da temperatura uma vez que, durante os eventos deste fenômeno, algumas regiões podem experimentar temperaturas mais altas decorrentes do aquecimento da superfície do oceano no Pacífico Equatorial, gerando mudanças nos padrões de precipitação, impacto na saúde pública e, conseqüentemente, agravando as ilhas de calor urbanas. Em contraponto, tem se comprovado cientificamente 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 ao planejamento e integração do verde urbano, bem como do acompanhamento e manutenção deste tendo em conta o entendimento das interações geradas pelas mudanças nos padrões climáticos como uma ferramenta para o planejamento urbano, 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

ADAMS, R. M.; MCCARL, B.; SEGERSON, K.; ROSENZWEIG, C.; BRYANT, K.; DIXON, B., . . . OJIMA, D. **The economic effects of climate change on US agriculture**. In: **The impact of climate change on the United States economy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. p. 18-54.

AIRES, M.; PARRA, L. M. P.; DA SILVA, M. R. V.; CUNHA, A. P. M. do A.; DA SILVA, R. M. Secas extremas no nordeste brasil: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 3025–3050, 2023.

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, I. C.; Hill, J. K.; Ohlemüller, R.; Roy, D. B.; Thomas, C. D. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. **Science**, v. 333, n. 6045, p. 1024-1026, 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.

DAI, A. Increasing drought under global warming in observations and models. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 1, p. 52-58, 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.

GARCIA, R. C.; ARAUJO, R. C. Uso de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para estimativa de áreas vegetadas e não vegetadas nos bairros de maior crescimento em São Luís-MA, durante os anos de 2000 e 2010. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e27110515013, 2021

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.

IIZUMI, T.; SAKUMA, H. Large-scale forcing of the European slope current and associated inflows to the North Sea. **Journal of Climate**, v. 27, n. 24, p. 8882-8900, 2014.

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

Instituto Nacional de Meteorologia - INMETb. **Balanço: Em agosto/2023, São Luís (MA) teve chuva abaixo da média**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/noticias/balan%3%A7o-em-agosto-2023-s%3%A3o-lu%3ADs-ma-teve-chuva-abaixo-da-m%3%A9dia>>. Acesso em: Set. de 2023.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMETc. **BOLETIM MENSAL No. 01: PAINEL EL NIÑO 2023-2024**. Disponível em:
< https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/El-Ni%3%B1o-2023_boletim-setembro.pdf>. Acesso em: Set. 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.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. **Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável**. Manaus : Editora do INPA, 2020. 310 p.
- 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.
- LA BARRERA, F.; HENRÍQUEZ, C.; COULOMBIÉ, F.; DOBBS, C.; SALAZAR, A. Periurbanization and conservation pressures over remnants of native vegetation: impact on ecosystem services for a Latin-American capital city. **Change Adaptation Socioecol. Syst.**, v. 4, p. 21–32, 2018.
- 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.
- LUCON, O. **Mudanças Climáticas: roteiro de estudos**. São Paulo: IEE - USP, 2022. 80p.
- MCPHADEN, M. J.; ZEBIAK, S. E.; GLANTZ, M. H. ENSO as an Integrating Concept in Earth Science. **Science**, v. 314, p. 1740-1745, 2006.
- 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.
- MOREIRA, S. F.; CONCEIÇÃO, C. S.; CRUZ, M. C. S.; PEREIRA JÚNIOR, A. A influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a dinâmica climática da região Amazônica. **Multidisciplinary Reviews**, v. 1, p. e2018014, 2018.
- 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.
- NASCIMENTO, G. C.; SENNA, M. C. A. A influência de eventos El Niño e La Niña na avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios no Pará. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p.189-201, 2020.
- 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. **Paubrasília**, 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.
- ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, v. 115, n. 8, p. 1606-1626, 1987.
- 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.
- SANTOS, E.; ROJAS, O.; MAYTA, R. A.; PARRAGA, M.; VIVAR, L.; ÁLVAREZ, E. O. Modelo de forestación y/o reforestación con plantas cuyas raíces protejan al suelo de la erosión usando riego por goteo solar en terrenos eriazos. *In: Memorias de la Vigésima Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2021)*, XX, 2021. **Anais [...]** CISCI, 2021. p. 24-29.

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.

TRENBERTH, K. E.; BRANSTATOR, G. W.; KAROLY, D.; KUMAR, A.; LAU, N.-C.; ROPELEWSKI, C. Progresso durante o TOGA na compreensão e modelagem de teleconexões globais associadas às temperaturas da superfície do mar tropical. **J. Geophys. Res.**, v. 103, n.7, p. 14291 – 14324, 1998.

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.