

ESPÉCIES ARBÓREAS URBANAS E SUA INFLUÊNCIA NA REGULAÇÃO CLIMÁTICA

Marcus Vinicius Favacho Carréra¹; Altem Nascimento Pontes²; Edjanne Lorena da Silva de Souza de Lima³; Henriqueta da Conceição Brito Nunes⁴

¹ Engenheiro Ambiental e Sanitarista. Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará. marcussespa@gmail.com.

² Doutor em Ciências Físicas. Universidade do Estado do Pará.

³ Especialista em Educação de Jovens e Adultos. Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera

⁴ Mestre em Agronomia e doutoranda em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará

RESUMO

As grandes cidades estão propensas ao efeito de ilha de calor e desastres naturais, como inundações, o que fica cada vez mais evidente devido à impermeabilização do solo em virtude do concreto e asfalto. A vegetação nas cidades tem um papel crucial no conforto térmico urbano, pois as características das árvores influenciam o sombreamento, temperatura, umidade e poluentes. Logo, a realização de estudos e pesquisas que estabeleçam uma relação entre as características morfoanatômicas das espécies arbóreas e a sua capacidade de regulação térmica, foi alvo desse estudo que teve por objetivo realizar um levantamento das características morfoanatômicas de diferentes espécies arbóreas urbanas e analisar sua influência na regulação térmica. Em termos metodológicos, foi realizada uma revisão bibliográfica a partir das bases de dados Google Acadêmico, Scopus, Science Direct e SciELO, onde foram usadas as seguintes palavras-chave: "mudança do clima", "regulação climática", "arborização urbana" e "morfoanatomia vegetal" para encontrar artigos publicados em português e inglês, no intervalo de 2015 a 2025. Os resultados indicam que a vegetação urbana é importante na melhoria do microclima das cidades, regulando a temperatura do solo e do ar em até 5 °C, podendo contribuir para um ambiente mais confortável, porém a presença de árvores em áreas urbanas deve ser considerada parte integrante de uma infraestrutura verde essencial à adaptação das cidades à mudança do clima, promoção da saúde urbana e valorização da biodiversidade. No entanto, as diversas características das espécies arbóreas como: forma da copa, morfologia das folhas, o tipo de casca, a densidade estomática e a presença de estruturas como tricomas e cutículas devem nortear as práticas de implantação da arborização urbana e para a escolha das espécies mais eficientes na interceptação da radiação solar e na produção de sombra. Espécies como andiroba, ipê roxo e ingá, podem ser alternativas de espécies nativas para a arborização de vias e parques urbanos. Por isso, a valorização das espécies nativas da Amazônia deve ser considerada principalmente por sua adaptabilidade e a contribuição para a resiliência ambiental das cidades da região.

Palavras-chave: Morfoanatomia vegetal. Mudança do clima. Planejamento urbano.

1) INTRODUÇÃO

A mudança do clima e a urbanização acelerada têm provocado impactos significativos nos ecossistemas urbanos e têm afetado o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas (Sumanta *et al.*, 2024). Dentre esses impactos a impermeabilização do solo e a redução das áreas verdes elevam as temperaturas nos centros urbanos intensificando o fenômeno conhecido como ilhas de calor, com isso essas cidades se transformaram em grandes áreas com concreto e asfalto, criando microclimas hostis (Hamdi *et al.*, 2020).

Os extremos climáticos, como ondas de calor, secas, queimadas e inundações, impactam diretamente a saúde da população, aumentando os riscos de doenças térmicas e transmitidas por vetores ou água (Fernandes; Hacon, 2021; Iess, 2022; Norat, 2023). Nesse contexto, a presença de árvores é essencial para minimizar esses efeitos, proporcionando sombra, regulando a temperatura e prevenindo mortes relacionadas ao calor extremo (Silva; Oliveira, 2021; Fernandes *et al.*, 2022; The Lancet, 2023).

A vegetação urbana desempenha papel fundamental no conforto térmico, pois características morfoanatômicas das árvores, como formato e densidade das folhas, estrutura das copas e densidade estomática, influenciam a eficiência da evapotranspiração e a interceptação da radiação solar (Carvalho; Nascimento; Dias, 2019; Silva; Silva, 2025). Estudos apontam que espécies bem selecionadas podem reduzir significativamente a temperatura ambiente, enquanto escolhas inadequadas podem comprometer a eficácia da sombra e da evapotranspiração (Smithers *et al.*, 2018).

No Brasil, diversas espécies se destacam na atenuação da radiação solar, como: cassia, aroeira salsa, pata-de-vaca, jambolão, sombrairo, cedro-rosa, ficus, mangueira e oiti, com efeitos variáveis sobre diferentes tipos de superfície urbana (Ribeiro *et al.*, 2018). A morfoanatomia das árvores, incluindo cutícula, tricomas e densidade estomática, está diretamente relacionada à adaptação ao ambiente urbano e à eficiência na regulação do microclima (Jang; Loung, 2022; Petrik *et al.*, 2023).

A partir da análise de estudos e pesquisas existentes sobre a relação entre a morfoanatomia das árvores urbanas e sua capacidade de regulação térmica, esse estudo teve por objetivo realizar um levantamento das características morfoanatômicas de diferentes espécies arbóreas urbanas e analisar sua influência na regulação térmica. Essa revisão bibliográfica buscou fornecer subsídios para o planejamento urbano, considerando a relevância das árvores na melhoria do microclima das cidades.

2) METODOLOGIA

Este trabalho consistiu de uma pesquisa qualitativa, descritiva e exploratória, com delineamento baseado em revisão de literatura, voltada à compreensão das características morfoanatômicas de espécies arbóreas urbanas e sua influência na regulação térmica. A abordagem qualitativa foi escolhida por permitir uma análise aprofundada dos fenômenos ecológicos e morfológicos relacionados à arborização urbana e ao microclima, considerando aspectos subjetivos e interpretativos sobre os efeitos das árvores na melhoria do conforto térmico em ambientes urbanos.

A revisão bibliográfica foi realizada como uma ferramenta viável metodologicamente e envolveu etapas descritas a seguir. A primeira incluiu a busca bibliográfica em publicações científicas, abrangendo as bases de dados Google Acadêmico, Scopus, Science Direct e SciELO. Foram usadas as seguintes palavras-chave como "mudança do clima", "regulação climática", "arborização urbana" e "morfoanatomia vegetal" para encontrar artigos publicados em português e inglês, no intervalo de 2015 a 2025. Essa busca se concentrou na identificação de artigos de revisão em estudos e pesquisas acadêmicas. A segunda etapa consistiu na definição de critérios de inclusão e exclusão para refinar a busca, e a terceira etapa consistiu da sistematização dos resultados de busca.

3) RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 57 bibliografias entre artigos e livros, posteriormente foi realizada a leitura e exclusão dos materiais que não abordavam os assuntos pertinentes a esta revisão, resultando em 46 artigos que foram utilizados nesta revisão.

3.1 Características morfoanatômicas das espécies arbóreas e sua relação com o conforto térmico

A análise da literatura revelou que diversas características morfoanatômicas das espécies arbóreas exercem influência direta sobre a modulação microclimática em áreas urbanas. A forma da copa, o tamanho e a espessura das folhas, o tipo de casca, a densidade estomática e a presença de estruturas como tricomas e cutículas espessas estão entre os fatores mais relevantes para o desempenho térmico dessas plantas (Konijnendijk *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2018; Paiva; Oliveira; Isaias, 2019; Catelli *et al.*, 2023; Hamada; Mendes, 2023).

No entanto, a eficiência da arborização na regulação térmica está diretamente relacionada a fatores como a densidade do dossel, a espécie arbórea utilizada e o planejamento paisagístico adotado, pois espécies com copas amplas, densas e arredondadas são mais

eficientes na interceptação da radiação solar e na produção de sombra, atuando como barreiras físicas contra a insolação direta, o que reduz significativamente a incidência de radiação solar sobre superfícies pavimentadas, como calçadas e vias urbanas (Pereira *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2024).

A presença de estômatos em maior número e a capacidade de abertura estomática em condições de alta radiação também são fundamentais para o processo de troca gasosa e regulação térmica (Taiz *et al.*, 2017; Larcher, 2000). No nível anatômico, estruturas como cutícula espessa e presença de tricomas glandulares desempenham um papel protetor contra a radiação solar intensa e perda hídrica excessiva, conferindo às espécies uma maior resistência às condições climáticas extremas comuns em áreas urbanas (Paiva; Oliveira; Isaias, 2019; Silva; Biondi, 2020). Também podemos destacar que a biossíntese e a deposição da cutícula são diferentes aspectos de uma estratégia defensiva comum adotada pelas plantas para se protegerem de estresses ambientais (Berhin; Nawrath; Hachez, 2021).

Quando a análise passa a ser sobre a casca rugosa e espessa das árvores estas demonstram maior eficiência na proteção contra o calor e na manutenção da umidade interna do caule, o que as torna mais resilientes ao estresse térmico urbano (Rosselli *et al.*, 2019; Melo; Biondi, 2021; Catelli, *et al.*, 2023). A espessura da casca é um indicador anatômico importante para a seleção de espécies urbanas resistentes às ilhas de calor (Silva; Andrade, 2022). Segundo Rosselli *et al.* (2019), espécies que possuem casca mais espessa tendem a ocorrer em ambientes mais secos, como uma estratégia adaptativa contra a seca. Esse autor reforça a importância de incluir a casca em análises funcionais e modelos ecológicos, especialmente em cenários de mudança do clima, pois a estrutura da casca influencia diretamente a temperatura do câmbio vascular, afetando o metabolismo da planta.

A literatura aponta que a compreensão das características morfoanatômicas deveria nortear as práticas de implantação da arborização urbana, com foco na escolha das espécies que aliem adaptação e resistência às condições climáticas locais, capacidade de sombreamento e benefícios ecossistêmicos ao espaço urbano (Biondi; Melo, 2019; Ribeiro *et al.*, 2018; Hamada; Mendes, 2023). Tais características devem ser especialmente observadas em espécies nativas ou exóticas que venham a ser utilizadas nos projetos de arborização urbana, muitas dessas espécies já estão adaptadas aos diferentes microclimas dos ecossistemas brasileiros, o que pode facilitar a escolha e seleção das espécies e suas respectivas influências em áreas urbanas (Silva; Silva, 2020).

Alguns autores afirmam que há relação entre a presença e as diferentes espécies de

árvores e sua influência na regulação da temperatura (Neres; Silva; Pereira, 2021). Moraes *et al.* (2021), ao analisarem as características anatômicas internas, como o tamanho e a distribuição dos tecidos vasculares notaram uma influência da condução de água e nutrientes na eficiência da evapotranspiração. Segundo Liang *et al.* (2023), esses fatores no planejamento urbano devem ser considerados para selecionar espécies que não apenas resistam às condições adversas, mas também atuem de forma ativa na mitigação do calor urbano, pois a expansão urbana geralmente induz modificações significativas em múltiplos fatores ambientais.

3.2. Espécies arbóreas com potencial para regulação térmica em ambientes urbanos

A escolha adequada de espécies arbóreas é um fator determinante para o sucesso de projetos de arborização urbana voltados à mitigação de efeitos climáticos adversos, como as ilhas de calor, que podem ser mensuradas por sensoriamento remoto (Freitas *et al.*, 2022; Cavalcante *et al.*, 2025). Na região amazônica, diversas espécies nativas demonstram alto potencial para contribuir com a regulação térmica, climáticas locais (Menezes *et al.*, 2020). Dentre essas espécies, destaca-se a andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), que é uma árvore de grande porte e copa ampla, com folhas compostas, promovendo um sombreamento eficiente, favorecendo processos de evapotranspiração e que pode ser usada no enriquecimento e composição de parques urbanos devido à sua robustez, resistência à pragas, além de seu valor ecológico e paisagístico (Embrapa, 2020).

O ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) também é amplamente citado na literatura por sua adaptabilidade ao clima tropical úmido e pela densidade de sua copa, que gera sombra eficaz e reduz a temperatura de superfícies expostas (Almeida *et al.*, 2021). Além de sua beleza ornamental, essa espécie contribui com serviços ecossistêmicos importantes, como a atração de polinizadores e a melhoria da qualidade do ar (Muñoz Braz; Silva; Souza, 2022).

Outra espécie nativa com forte atuação na regulação microclimática é o Ingá (*Inga edulis*), que além de proporcionar sombra, é reconhecido por seu crescimento rápido e contribuição para a ciclagem de nutrientes no solo urbano. Suas folhas compostas e disposição ramificada favorecem o sombreamento de vias públicas e calçadas, tornando-a apropriada para corredores verdes (Oliveira; Morais, 2018). Além disso, seus frutos atraem a fauna, auxiliando na dispersão de sementes e no restabelecimento da biodiversidade local (Santos *et al.*, 2017).

Segundo Lima *et al.* (2022), a munguba (*Pachira aquatica*) tem sido incorporada em diversos projetos paisagísticos urbanos amazônicos devido ao seu crescimento vigoroso, copa densa e floração ornamental. Essa espécie possui alta taxa de transpiração, o que contribui significativamente para a amenização térmica de áreas abertas, como o Parque Natural Municipal de Castanhal.

No entanto, a incorporação dessas espécies à paisagem urbana deve considerar, além do desempenho climático, fatores como a compatibilidade com a infraestrutura urbana, o potencial de causar danos a calçadas e redes elétricas e aéreas, e as necessidades de manutenção. A valorização das espécies nativas, adaptadas às condições edafoclimáticas locais, reforça não apenas a eficiência ecológica da arborização, mas também a preservação da biodiversidade amazônica no contexto urbano (Biondi; Melo, 2019; Hamada; Santos, 2023).

3.3. Benefícios ecológicos e socioambientais da vegetação arbórea em parques urbanos

A vegetação arbórea presente em parques urbanos desempenha um papel fundamental na promoção do equilíbrio ambiental e na melhoria da qualidade de vida da população (Loboda; Angelis, 2019; Hamada; Santos, 2023). No contexto amazônico, marcado por altas temperaturas, elevada umidade e urbanização crescente, esses espaços verdes atuam como verdadeiros refúgios climáticos, contribuindo para a redução do estresse térmico, a purificação do ar, a regulação do ciclo hidrológico e o bem-estar físico e psicológico dos usuários (Silva *et al.*, 2019; Souza; Guimarães, 2021).

Do ponto de vista ecológico, as árvores contribuem diretamente para a retenção de carbono, auxiliando no combate à mudança do clima por meio da fixação de CO₂ atmosférico (IPCC, 2021). Além disso, as árvores promovem a manutenção da biodiversidade, oferecendo abrigo, alimento e rotas de deslocamento para inúmeras espécies de fauna urbana, incluindo aves, insetos polinizadores e pequenos mamíferos, como demonstrado por Lima e Andrade (2018) em estudo realizado em áreas verdes urbanas de Belém. No aspecto socioambiental, a vegetação arbórea em parques públicos promove oportunidades de lazer, contemplação e atividade física, contribuindo para a saúde mental e o convívio social (Loboda; De Angelis, 2019; Silva; Biondi, 2020).

A presença de vegetação densa e variada também favorece a infiltração da água da chuva no solo, ajudando a prevenir enchentes, erosões e o assoreamento de corpos hídricos urbanos (Berland *et al.*, 2017). A arborização urbana também pode desempenhar um papel substancial na redução do escoamento de águas pluviais, aumentando a taxa de infiltração hídrica em áreas impermeabilizadas, especialmente quando associada a gramíneas e espécies

herbáceas (Alivio *et al.*, 2025).

Entretanto, estudos apontam que, para manter esses benefícios, é essencial o manejo adequado da vegetação, com planejamento paisagístico, manutenção contínua e participação popular. A ausência de políticas públicas voltadas à valorização desses espaços pode comprometer seu potencial ecológico e social, reforçando a importância da articulação entre poder público, universidades e sociedade civil na gestão da arborização urbana (Biondi; Melo, 2019; Santos; Lima; Gomes, 2021).

Outro fator relevante é a arquitetura da copa, que determina a forma como a luz solar é interceptada ao longo do dia. Copas mais amplas e densas são capazes de oferecer sombreamento contínuo e uniforme, reduzindo significativamente a temperatura de superfícies expostas e proporcionando conforto térmico à população urbana. Ferreira e Mendes (2019) ressaltam que árvores com copas em forma de guarda-chuva ou esféricas promovem uma distribuição mais eficiente da sombra, o que é essencial em espaços públicos como praças e calçadas.

Além disso, as características anatômicas internas, como o tamanho e a distribuição dos tecidos vasculares, influenciam a condução de água e nutrientes, afetando indiretamente a eficiência da evapotranspiração (Moraes *et al.*, 2021). Tais fatores devem ser considerados no planejamento urbano, de modo a selecionar espécies que não apenas resistam às condições adversas, mas também atuem de forma ativa na mitigação do calor urbano.

4) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma relevância da vegetação arbórea na regulação térmica de ambientes urbanos, com ênfase nas características morfoanatômicas das espécies e sua atuação nos microclimas urbanos amazônicos. Evidenciou-se que aspectos como o formato da copa, densidade foliar, presença de estruturas anatômicas especializadas e a escolha adequada de espécies são determinantes para o desempenho climático da arborização urbana.

Algumas espécies já foram estudadas do ponto de vista da arborização urbana, no entanto, há necessidade de estudos dos benefícios dessas espécies para a regulação climática. A arborização planejada com base em critérios ecológicos e morfoanatômicos representa uma ferramenta eficaz de enfrentamento da mudança do clima, promoção da saúde urbana e valorização da biodiversidade. A valorização das espécies nativas da Amazônia deve ser priorizada, considerando sua adaptabilidade e contribuição para a resiliência ambiental das cidades da região.

REFERÊNCIAS

- ALIVIO, M. N.; RADINJA, M.; SRAJ, M; BEZAK, N. An evaluation of the stormwater runoff reduction of two distinct tree species to support urban greening as nature-based solutions. *Urban forestry & urban Greening* 107 (2025).
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.128792>;
- ALMEIDA, F. J. *et al.* Espécies nativas e sua eficiência térmica em parques urbanos amazônicos. *Revista de Ecologia Aplicada*, v. 11, n. 3, p. 65–77, 2021;
- ALMEIDA, T. S. *et al.* Potencial de espécies arbóreas nativas para arborização urbana em regiões tropicais úmidas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 16, n. 2, p. 45-60, 2021;
- BERHIN, A.; NAWRATH, C.; HACHEZ, C. Subtle interplay between trichome development and cuticle formation in plants. *New Phytologist*, v. 233, n. 5, p. 2036-2046, 2021;
- BERLAND, A. *et al.* The role of trees in urban stormwater management. *Landscape and urban planning*, v. 162, June 2017, p. 167-177.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>;
- BIONDI, D.; MELO, F. A. Planejamento da arborização urbana: critérios para seleção de espécies em áreas públicas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 14, n. 2, p. 65-82, 2019;
- CARVALHO, M. A.; NASCIMENTO, L. M.; DIAS, R. M. Influência da vegetação na mitigação do calor urbano: uma análise térmica em áreas urbanas arborizadas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 2, p. 341–355, 2019;
- CATELLI, M.; HERRERA, R.; OLIVEIRA, R. S. Bark traits drive thermal buffering capacity of tropical trees under extreme heat. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, 2023;
- CAVALCANTE, L. L. *et al.* Influência da floresta urbana no microclima urbano do município de Tucuruí-PA. *REVSBAU*, Curitiba, v. 20, e2011, 2025. e-ISSN 1980-7694. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v20.98763>;
- EMBRAPA. Espécies Arbóreas Brasileiras: Andiroba (*Carapa guianensis*). Brasília: *Embrapa Florestas*, v. 5, 2020. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1140287/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-5-Andiroba.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2025;
- FERNANDES, L. G. *et al.* Impactos das mudanças climáticas em ambientes urbanos. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. 25, p. 1–19, 2022;
- FERNANDES, R. M.; HACON, S. S. Mudanças climáticas e saúde pública: desafios e estratégias de adaptação. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, n. 7, p. 2739–2746, 2021;
- FERREIRA, L. C.; MENDES, P. R. Arquitetura de copa e sombreamento de espécies urbanas: contribuição para o conforto térmico. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 14, n. 1, p. 55–65, 2019;
- FREITAS, C. A. S. *de et al.* Sensoriamento remoto aplicado à análise do fenômeno ilhas de calor urbanas. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 12, e237111234265, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34265
- HAMADA, M. O. de S.; MENDES, F. J. da C. (2023). Influência da arborização urbana no microclima na cidade de Altamira – PA. *Revista foco*, 16(02), e1137.

<https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-184>;

HAMADA, M. O. de S.; SANTOS, R. M. Influência da arborização urbana no microclima local. *Revista Foco*, v. 16, n. 1, p. 45-59, 2023;

HAMDI, R. *et al.* The state-of-the-art of urban climate change modeling and observations. *Earth Systems and Environment*, v. 4, p. 631–646 (2020).
<https://doi.org/10.1007/s41748-020-00193-3>;

IESS. *Impactos das mudanças climáticas na saúde e estratégias de adaptação no Brasil*. São Paulo: Instituto de Estudos de Saúde Suplementar, 2022;

IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: *Cambridge University Press*, 2021;

KONIJNENDIJK, C. C.; WU, J.; JOHNSTON, M.. *The future of urban forestry and green infrastructure*. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 21, p. 1-6, 2017;

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000;

LI, H.; WANG, W.; YANG, J. *et al.* Cooling efficacy of trees across cities is determined by tree traits, urban morphology, and climate. *Communications Earth & Environment*, v. 5, art. 754, 2024. doi:10.1038/s43247-024-01908-4;

LIANG, H.; HE, Y.D.; THEODOROU, P.; YANG, C. F., 2023. The effects of urbanization on pollinators and pollination: a meta-analysis. *Ecol. Lett.* v. 26, n. 9, p. 1629–1642. <https://doi.org/10.1111/ele.14277>;

LIMA, J. R. B.; SOUZA, F. C.; MORAES, A. R. O.; SILVA, M. A. Serviços ecossistêmicos da arborização urbana: o papel de *Pachira aquatica* em Castanhal, Pará. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 17, n. 1, p. 55-70, 2022;

LIMA, M. R.; ANDRADE, W. J. Biodiversidade da fauna urbana em áreas verdes de Belém (PA): implicações para conservação e planejamento urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 13, n. 4, p. 85-101, 2018;

LIMA, R. F. *et al.* Potencial evaporativo de espécies nativas em parques urbanos na Amazônia Oriental. *Revista de Botânica e Clima*, v. 5, n. 2, p. 49–61, 2022;

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. de. Benefícios da arborização urbana para a qualidade de vida. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 14, n. 3, p. 23-39, 2019;

MELO, F. A.; BIONDI, D. Casca e copa como fatores de resiliência de árvores urbanas em ambientes de estresse térmico. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 16, n. 1, p. 45-60, 2021;

MENEZES, T. S. *et al.* Arborização urbana em cidades amazônicas: desafios e oportunidades. *Revista Amazônica de Urbanismo Sustentável*, v. 8, n. 1, p. 103–118, 2020;

MORAES, A. R. *et al.* Características anatômicas foliares e seu papel na adaptação de espécies arbóreas em ambientes urbanos. *Revista de Biologia Vegetal*, v. 10, n. 2, p. 125–138, 2021;

MUÑOZ BRAZ, E.; SILVA, J. N. M.; SOUZA, D. V. Ocorrência e crescimento de *Handroanthus* spp. na Amazônia: ocorrência natural, fases de crescimento e manejo florestal. Colombo: *Embrapa Florestas*, 2022. (Documentos, 370);

- NORAT, M. S. L. Evidências do aquecimento global e seus impactos nos ecossistemas e na sociedade. *Scientia et Ratio*, v. 5, n. 2, p. 45-67, 2023;
- OLIVEIRA, J. P.; MORAIS, R. D. Avaliação da arborização urbana em corredores verdes de cidades amazônicas. *Revista Verde de Meio Ambiente*, v. 6, n. 1, p. 23-34, 2018;
- PAIVA, E. A. S.; OLIVEIRA, D. C.; ISAIAS, R. M. S. How to study secretory structures in plants: an integrative approach. *Methods in Molecular Biology*, v. 1992, p. 1-23, 2019;
- RIBEIRO, K. F. A. *et al.* Efeito do sombreamento arbóreo na temperatura superficial e no fluxo de energia em diferentes coberturas urbanas em Cuiabá-MT. *Scientia Naturalis*, v. 40, n. 3, p. 12-20, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-8>;
- ROSSELLI, P. F. S.; VETTORAZZI, C. A.; PEREIRA, M. G. Bark structure and functional traits in tropical trees: ecological strategies against heat and drought. *Trees*, v. 33, p. 1547-1559, 2019;
- SANTOS, D. F.; OLIVEIRA, A. L.; SOARES, M. T. O papel da vegetação na recuperação de áreas degradadas por pastagens na Mata Atlântica. *Floresta e Ambiente*, v. 24, n. 1, p. 29-42, 2017.
- SANTOS, R. M.; LIMA, C. F.; GOMES, P. R. Políticas públicas e gestão participativa da arborização urbana: desafios e perspectivas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 16, n. 1, p. 77-92, 2021;
- SILVA, A. L. T.; SILVA, M. E. S. Influence of tree species on the urban microclimate of Brazilian municipalities. *Geosp Espaço e Tempo*, v. 29, n. 1, e-222664, jan./apr. 2025. Available at: <<https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/222664>>. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2025.222664>. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geosp/article/view/222664>.. Acesso em: 5 set. 2025;
- SILVA, J. V. M.; BIONDI, D. Arborização urbana e bem-estar: funções sociais e ecológicas das áreas verdes. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2020;
- SILVA, J. F.; OLIVEIRA, L. M. A vegetação urbana como estratégia de resiliência climática. *Revista de Planejamento Ambiental*, v. 11, n. 4, p. 50-62, 2021
- SMITHERS, R. J. *et al.* Comparing the relative abilities of tree species to cool the urban environment. *Urban Ecosystem* v.21, p. 851-862, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0761-y>;
- SOUZA, M. F.; GUIMARÃES, P. T. Parques urbanos amazônicos como refúgios climáticos: funções ecológicas e benefícios sociais. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 13, n. 2, p. 55-72, 2021;
- SUMANTA, P. *et al.* Urban ecosystems and climate change: risks and mitigation strategies. *International Journal of Urban Ecology*, v. 3, n. 1, p. 14-29, 2024;
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017;
- THE LANCET. Heat-related mortality in urban areas and the role of urban vegetation. *The Lancet Planetary Health*, Londres, v. 7, n. 2, p. e85-e92, 2023.