**CIDADES INTELIGENTES CRESCEM COM AS SUAS ÁRVORES: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO ARBORIZAÇÃO URBANA PARA UMA PARAGOMINAS RESILIENTE À CRISE DO CLIMA**

Madson Alan Rocha de Sousa 1; Gabriel Sousa Cabral2; Natalia do Nascimento Matos³; Isis Kálita Soares Coelho4; Nathaly de Sousa Botelho5; Lucas Gabriel Gomes Menezes 6; Raphael Lobato Prado Neves7

1 Mestre em Biodiversidade Tropical. Universidade do Estado do Pará

madsonalan@uepa.br

2 Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do Estado do Pará gabriel.s.cabral@aluno.uepa.br
3 Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do Estado do Pará natalia.dn.matos@aluno.uepa.br

4 Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará isis.coelho@aluno.uepa.br
5 Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará n.sousabotelho@aluno.uepa.br

6 Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do Estado do Pará lucas.gg.menezes@aluno.uepa.br

7 Doutor em Ciências Florestais, Universidade do Estado do Pará

prado.neves@uepa.br

**RESUMO**

A arborização urbana influencia diretamente no bem-estar, saúde das populações e mitigação dos efeitos da mudança do clima. O objetivo desta comunicação científica é apresentar as interfaces metodológicas do Projeto Arborização Urbana Paragominas como estratégia para a construção de uma cidade mais resiliente à crise climática contemporânea. A metodologia é composta pela descrição das etapas do projeto, realização de *brainstorming* com equipe de execução para a utilização de Diagrama de *Ishikawa* para analisar relações causais entre as ações propostas e a mitigação dos efeitos da mudança climática em âmbito municipal. O Projeto Arborização Urbana Paragominas é dividido em etapas que contemplam inventário diagnóstico, qualificação de equipe e material de comunicação com orientações voltadas à comunidade e gestores públicos, contendo recomendações sobre plantio, manejo e conservação de espécies em áreas verdes. As ações estratégicas elencadas como essencias para combate aos impactos da mudança climática foram planejamento ineficiente de plantio, escolha inadequada de espécies arbóreas, manutenção ineficaz das árvores urbanas, e conflitos com infraestrutura urbana. A gestão integrada e a participação coletiva nas decisões de arborização urbana são essenciais para garantir que as árvores sejam aliadas no enfrentamento da crise climática. Planejamento técnico, escolha informada de espécies, manutenção contínua, integração com infraestrutura e participação da sociedade civil são pilares para construir cidades mais resilientes e sustentáveis.

**Palavras-chave:** Floresta.Clima. Cidades.

**Área de Interesse do Simpósio**: Cidades sustentáveis, Biodiversidade. Mudança Climática.

**1. INTRODUÇÃO**

 O acelerado crescimento das cidades tem gerado implicações diretas no ambiente urbano, como a redução significativa das áreas verdes, o uso inadequado do solo e o aumento das temperaturas urbanas. Esse fenômeno da expansão urbana, frequentemente desordenada, ocorre de modo a negligenciar o planejamento territorial, resultando em um déficit de espaços verdes que contribuem para o conforto ambiental e a qualidade de vida (Pinheiro; Souza, 2017; Morais; Pereira; Oliveira, 2024). O impacto negativo se reflete diretamente na saúde dos cidadãos, exacerbando problemas relacionados ao estresse térmico e à poluição atmosférica (Coutinho; Silva; Nascimento, 2023), o que reforça a necessidade de um planejamento urbano mais eficaz, com vistas à melhoria do bem-estar social.

 No entanto, se planejada de forma estratégica, coletiva e integrada às novas demandas do século XXI, as áreas verdes urbanas serão peças-chaves na mitigação e combate a crise climática contemporânea, visto que essas áreas atuam na manutenção da qualidade ambiental citadina, promovendo a regulação do microclima por meio da absorção de gás carbônico, filtragem de poluentes atmosféricos, contenção de processos erosivos, infiltração da água pluvial, além de proporcionarem conforto acústico, promoverem a biodiversidade urbana e resiliência econômica das cidades (Nascimento; Chaves, 2023; Silva, Nascimento, Cunha, 2023; Sota et al., 2019; Adesina et al., 2024). A arborização urbana contribui de forma direta para o alcance de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) relacionados a saúde e bem-estar (ODS 3), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), ação contra a mudança global do clima (ODS 13), trabalho decente e crescimento econômico (ODS 8) e vida terrestre (ODS 15), e pequenos ajustes nas práticas de gestão podem melhorar a alocação de recursos para essas metas a um custo mínimo para os municípios (Tapiador et al., 2021).

 Nesse contexto, o Projeto Arborização Urbana Paragominas, realizado na área urbana do município de Paragominas/PA, visa identificar, mapear e quantificar as áreas verdes urbanas de Paragominas, como estratégia para compreender o estado atual desses espaços e fornecer subsídios para políticas públicas voltadas à preservação e expansão da vegetação urbana. Destaca-se que o mapeamento e diagnóstico de áreas verdes urbanas é uma ferramenta fundamental para a gestão ambiental, pois possibilita a visualização da distribuição e extensão desses espaços, promovendo uma gestão mais eficiente e integrada dos recursos naturais (Sturiale; Scuderi, 2019; Caspersen;Olafsson, 2010).

 Assim, o objetivo desta comunicação científica é apresentar as interfaces metodológicas do Projeto Arborização Urbana Paragominas como contribuição para a construção de uma cidade mais resiliente à crise climática contemporânea.

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

O Projeto Arborização Urbana é desenvolvido no município de Paragominas e nasceu de uma parceira institucional entre Universidade do Estado do Pará e Prefeitura Municipal de Paragominas, por meio do Convênio nº 02/2023-UEPA, Processo nº 2023/119786-UEPA.

Os objetivos do projeto são propostos por meio de uma abordagem integrada que combine levantamentos de campo, formação técnica e atividades educativas, assim englobam nove objetivos, a saber: Inventariar dados qualiquantitativos da arborização urbana de Paragominas nos bairros Guanabara (100.783 m²), Promissão I (589.090 m²), Promissão II (660.626 m²) e Promissão III (719.961 m²) a fim de subsidiar a elaboração de treinamentos e documentos técnicos; Qualificar os alunos e profissionais envolvidos na agenda de arborização urbana em identificação botânica de espécies florestais; Aperfeiçoar os alunos e profissionais na realização de inventários de arborização urbana utilizando o aplicativo Avenza Maps; Promover aos participantes do projeto habilidades e competências em técnicas de avaliação e intervenção na arborização urbana; Oferecer qualificação em geoprocessamento, voltada aos alunos e profissionais envolvidos no projeto; Experienciar aos participantes do projeto a pilotagem e mapeamento com drones; Fomentar a autonomia dos alunos e profissionais na produção de mudas de espécies utilizadas para arborização urbana; Elaborar uma cartilha com orientações técnicas sobre a arborização urbana em Paragominas, abordando boas práticas de plantio, manejo e conservação das áreas verdes, a fim de disseminar informações para a comunidade e promover a conscientização ambiental.

As etapas metodológicas do projeto serão apresentadas de forma descritiva. Foi realizado um *brainstorming* com a equipe do projeto, a fim de elencar ações/causais associadas ao combate aos impactos da mudança climática (efeito/problema). Essas relações foram sistematizadas utilizando-se um Diagrama de *Ishikawa* adaptado de Almeida et al. (2019).A equipe do projeto envolve cinco alunos de graduação (três de Engenharia Ambiental e Sanitária e dois de Engenharia Florestal), dois alunos de iniciação científica do ensino médio (Pibic Júnior) e dois professores da Uepa Paragominas, coordenadores do projeto (um Doutor em Ciências Florestais e um Mestre em Biodiversidade Tropical).

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A metodologia do projeto é estruturada para alcançar os objetivos propostos por meio de uma abordagem integrada que combine levantamentos de campo, formação técnica e atividades educativas. O primeiro passo foi o inventário qualiquantitativo da arborização urbana nos bairros Guanabara, Promissão I, Promissão II e Promissão III, totalizando uma área de 2.070.460 m². A coleta de dados foi realizada por meio de vistorias sistemáticas nas áreas mapeadas, realizando censo de todos os indivíduos arbóreos independente de tamanho (mudas a adultos). Durante o inventário, foram registrados dados sobre a quantidade, diversidade e estado de conservação das árvores, bem como suas relações com equipamentos públicos, considerando orientações de boas práticas para arborização urbana em cidades brasileiras (Confea, 2024). As informações coletadas serão georreferenciadas e integradas em um sistema de informações geográficas (SIG) para análise posterior.

Como um dos resultados do projeto houve o inventário de 1.577 indivíduos arbóreos e suas relações com a distância do poste de iluminação pública. Apenas uma (1) árvore estava localizada a menos de 1 metro, enquanto 13 árvores estavam a uma distância de 1 a 2 metros e 19 árvores entre 2 e 3 metros. Outras 67 árvores estavam a 3 a 4 metros dos postes. Por fim, a maioria, 1.477 árvores, encontrava-se a distâncias superiores a 4 metros. Isso demonstra que a arborização urbana em Paragominas tem, em grande parte, seguido os parâmetros de distanciamento recomendados em relação aos postes (Paragominas, 2020).

A segunda etapa envolveu a qualificação dos alunos na realização de inventários de arborização urbana utilizando o aplicativo Avenza Maps, uma ferramenta de georreferenciamento móvel que permitiu a coleta eficiente de dados em campo, facilitando a criação de mapas e a organização das informações (Teleginski et al., 2019).

Posteriormente, o projeto ofereceu uma formação em geoprocessamento, com carga horária de 60 horas, com foco no uso de softwares como o QGIS para o processamento e análise espacial dos dados coletados. Essa etapa é fundamental para auxiliar o planejamento e manejo das áreas arborizadas, já que o geoprocessamento permite identificar padrões espaciais e áreas prioritárias para intervenções (Ahmad;Goparaju, 2016).

A arborização urbana desempenha um papel crucial na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, contribuindo para o sequestro de carbono, a redução de ilhas de calor e o aumento da resiliência nas cidades (Sturiale; Scuderi, 2019; Mendes, 2021). No entanto, quando ações fundamentais como planejamento de plantio, escolha de espécies, manutenção das árvores e integração com a infraestrutura urbana não são realizadas de forma estratégica e coletiva, elas podem agravar a crise climática em vez de mitigá-la. No Diagrama de *Ishikawa* apresenta-se a relação dessas ações como possiveis fontes contribuidoras para aumento no impacto da mudança climática (Figura 1).

Figura 1. Ações de gestão da arborização urbana necessárias para mitigar e combater a crise climática em Paragominas.



Fonte: Autores, 2024.

O plantio desordenado ou sem embasamento técnico pode gerar áreas verdes mal distribuídas, incapazes de reduzir significativamente o aquecimento urbano. Por exemplo, a falta de priorização de áreas críticas, como zonas de calor, resulta na concentração do impacto climático nessas regiões. Além disso, o espaçamento inadequado entre as árvores compromete o sombreamento, reduz a capacidade de resfriamento e, em alguns casos, provoca competição entre as espécies, prejudicando seu crescimento e funcionalidade (Lopes et al., 2022). Essa abordagem fragmentada negligencia o potencial da arborização como reguladora microclimática.

A seleção de espécies não adaptadas ao ambiente urbano ou ao clima regional pode trazer impactos severos. Árvores exóticas invasoras, por exemplo, competem com espécies nativas, reduzindo a biodiversidade e comprometendo o equilíbrio ecológico local. Além disso, espécies com baixa tolerância às condições climáticas urbanas demandam maior manutenção, aumentando custos e emissões associadas à sua gestão (Dylewski et al., 2023). Esse tipo de escolha negligente pode gerar áreas verdes menos resilientes às mudanças climáticas, reduzindo sua capacidade de capturar carbono e contribuir para o conforto térmico.

A falta de podas técnicas ou a ausência de monitoramento contínuo da fitossanidade pode diminuir a expectativa de vida das árvores, reduzindo seus benefícios a longo prazo. Árvores doentes ou mal cuidadas frequentemente precisam ser removidas, gerando emissões associadas ao transporte e descarte dos resíduos (Lopes et al., 2021; Martins et al., 2010). Além disso, a ausência de manutenção pode comprometer a segurança, levando à retirada de árvores em situações preventivas, diminuindo a densidade verde e os serviços ecossistêmicos prestados

A ausência de planejamento integrado entre arborização e infraestrutura urbana é uma das principais causas de conflitos. Raízes que danificam calçadas ou redes elétricas geram custos de reparo e incentivam a remoção de árvores, diminuindo a cobertura vegetal urbana. Além disso, podas agressivas em áreas de conflito, como sob redes elétricas, reduzem a capacidade das árvores de sequestrar carbono e regular a temperatura (Bellezoni et al., 2021). Esse tipo de intervenção, muitas vezes emergencial, limita o potencial das árvores como soluções baseadas na natureza para combater os impactos climáticos.

**4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao conectar o conhecimento acadêmico com as demandas ambientais e sociais da cidade, o Projeto Arborização Urbana Paragominas desempenha um papel fundamental no fortalecimento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana, promovendo a reflexão sobre uma gestão integrada e participativa dos recursos naturais. Além disso, a iniciativa contribui diretamente para a formação técnica e cidadã dos estudantes envolvidos, ao engajá-los em ações que aliam teoria e prática, reforçando o papel da universidade como agente de transformação social e ambiental em Paragominas.

Essas quatro ações/causas avaliadas são interdependentes e devem ser planejadas e executadas estrategicamente para evitar que se tornem agentes agravantes da crise climática. A gestão integrada e a participação coletiva nas decisões de arborização urbana são essenciais para garantir que as árvores sejam aliadas no enfrentamento da crise climática. Planejamento técnico, escolha informada de espécies, manutenção contínua, integração com infraestrutura e participação da sociedade civil são pilares para construir cidades mais resilientes e sustentáveis.

**REFERÊNCIAS**

ADESINA, A.A.; OKWANDU, A.C.; NWOKEDIEGWU, Z.Q.S. Towards sustainable urban development: Conceptualizing green infrastructure and its impact on urban planning. **International Journal of Applied Research in Social Sciences**, Volume 6, Issue 7, July 2024.

AHMAD, F.; GOPARAJU, L. Geospatial Technology in Urban Forest suitability: Analysis for Ranchi, Jharkhand, India. ***Ecological Questions***24: 45 – 57, 2016.

ALMEIDA, L.C.; SALLES, S.A.F.; CARVALHO, R.L.; MORAIS, A.S.C.; SILVA, S.V. BPMN e ferramentas da qualidade para melhoria de processos: um estudo de caso. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, nº 4, p. 156 - 175, 2019.

BELLEZONI, R.A.; MENG, F.; HE, P.; C. SETO, K.C. Understanding and conceptualizing how urban green and blue infrastructure affects the food, water, and energy nexus: A synthesis of the literature. **Journal of Cleaner Production,** 289, 2021.

CASPERSEN, O.H.; OLAFSSON, A.S. Recreational mapping and planning for enlargement of the green structure in greater Copenhagen. **Urban For.** Green. 2010

CONFEA-Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Manual de boas práticas na arborização urbana em municípios brasileiros**:** A Engenharia das Infraestruturas Verdes para a Sustentabilidade e Resiliência às Mudanças Climáticas. CONFEA, 2024.

COUTINHO, J. R.; SILVA, E. P.; NASCIMENTO, M. P. Environmental impacts of urban sprawl on medium-sized cities. **Environmental Research Letters**, v. 18, n. 3, p. 103-121, 2023.

DYLEWSKI, L.; BANASZAK‑CIBICKA, W.; MAĆKOWIAK, L.; DYDERSKI, M.K.How do urbanization and alien species affect the plant taxonomic, functional, and phylogenetic diversity in different types of urban green areas? **Environmental Science and Pollution Research** 30:92390–92403, 2023.

LOPES, E.S.; RORIZ, J.W.; HARBICH, L.A.; HORA, K.E.R. Abordagens sobre supressão arbórea em Goiânia frente às mudanças climáticas: uma revisão bibliográfica (2015 a 2022). **Revista Jatobá**, Goiânia, v.4, 2022.

LOPES,F.S.; CRUZ,F.V.; WANZERLEY, M.S.S.; RODRIGUES, J.I.M.; BARROS, W.S.; MARTINS, W.B.R. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização de três avenidas de Marabá - Pará, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba – PR, v.16, n.3, p. 63-75, 2021.

MARTINS, L. F. V.; ANDRADE, H. H. B.; ANGELIS, B. L. D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v. 5, n. 4, p. 141-155, 2010.

MENDES, F. H. **Quantificação dos serviços ecossistêmicos da arborização urbana**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Recursos Florestais. Universidade de São Paulo: USP, 2021.

MORAIS, P. R.; PEREIRA, D. S.; OLIVEIRA, J. M. Urban growth and green space reduction: Challenges for sustainable development. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 1, p. 45-62, 2024.

NASCIMENTO, L.; CHAVES, S. F. Benefits of urban green spaces for ecosystem services. **Journal of Environmental Management**, v. 301, p. 1-18, 2023.

PARAGOMINAS. Manual Prático para Arborização Urbana no Município de

Paragominas. 2020. Disponível em: Manual prático para arborização

Urbana no município de paragominas. Acesso em: 11 nov. 2024

PINHEIRO, A. M.; SOUZA, T. C. Urban expansion and environmental impacts: Case study in medium-sized cities in Brazil**. Sustainable Cities and Society**, v. 10, p. 85-95, 2017.

SILVA, L.; NASCIMENTO, J.; CUNHA, D. Urban green areas and ecosystem services: A critical review. **Landscape Ecology**, v. 38, p. 112-130, 2023.

SOTA, C. D. la; RUFFATO-FERREIRA, V.J.; RUIZ-GARCÍA, L., ALVAREZA, S. Urban green infrastructure as a strategy of climate change mitigation. A case study in northern Spain. **Urban Forestry & Urban Greening**, 40, 2019.

STURIALE, L.; SCUDERI, A. The Role of Green Infrastructures in Urban Planning for Climate Change Adaptation. ***Climate*** *7*, 119, 2019**.**

TAPIADOR, F.J.; NAVARRO, A.; MEZO, J.; DE LA LLAVE, S.; MUÑOZ, J. Urban Vegetation Leveraging Actions. **Sustainability** 13, 4843, 2021

TELEGINSKI, E.; FILHO, P.C. PESCK, V.A.; FILHO, A.F.; TELEGINSKI, F. Utilização de mapa de intensidade de kernel na análise espacial da infestação de *Hovenia dulcis* Thunb. em floresta ombrófila mista. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE – Santos, 2019.