

Reflorestamento Urbano em Manaus: Avaliação do Crescimento e Sobrevivência de Espécies Amazônicas em Áreas Urbanas

Aline Cristina Dos Santos Rabelo^a, Matheus Gustavo Vieira Nunes^b, Brenna Paula Boaventura Corrêa Cavalcanti^c, Yêda Maria Boaventura Corrêa Arruda^d

Received: 04/03/2025

Reviewed: 06/03/2025

Accepted: 06/03/2025

Published: 07/03/2025

^a Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, Brasil; matheus.nunes@ufam.edu.br, brennacavalcanti@ufam.edu.br, yedaarruda@ufam.edu.br

*Autor correspondente: aline.rabelo@ufam.edu.br

Citação: RABELO, A. C. S., NUNES, M. G. V., CAVALCANTI, B. P. B. C., ARRUDA, Y. M. B. C. (2024) Reflorestamento Urbano em Manaus: avaliação do crescimento e sobrevivência de espécies amazônicas em áreas urbanas. *Sustentabilidade International Scientific Journal*, v. 1, n. 3. Special Edition Forest Week. Disponível em: <https://doi.org/10.70336.17154>

ISSN ONLINE: 2966-280X

Resumo: O crescimento urbano acelerado, impulsionado por avanços nas técnicas agrícolas, produção de alimentos e aumento populacional em áreas densamente povoadas, tem gerado impactos negativos como poluição, doenças, condições sanitárias precárias e desigualdades sociais. As cidades enfrentam transformações estéticas, climáticas e ecológicas que afetam a qualidade de vida e a fauna local. A arborização urbana, essencial para a qualidade ambiental, desempenha papéis fundamentais, como a purificação do ar, controle térmico e redução da poluição. Contudo, persiste uma lacuna de conhecimento sobre as espécies nativas mais adequadas, especialmente em regiões como a Amazônia. Este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a sobrevivência de mudas de espécies nativas plantadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) em três áreas de Manaus. O estudo foi realizado em três áreas distintas, denominadas Áreas 1, 2 e 3, sendo monitorados 359 indivíduos de 20 espécies. A área 3, com maior cobertura arbórea, apresentou os melhores resultados de sobrevivência e crescimento, enquanto a área 2, com campo aberto, apresentou alta taxa de mortalidade. A área 1, afetada pela construção de um viaduto, também registrou perdas significativas. A metodologia incluiu o inventário das mudas plantadas, análise dos fatores fitossanitários e cálculo dos índices de diversidade e equabilidade. A análise dos dados permitiu identificar os fatores que influenciaram o crescimento e a sobrevivência e das mudas, oferecendo subsídios para futuras iniciativas de arborização em ambientes urbanos.

Palavras-chave: Arborização urbana, Manaus, Diversidade de espécies, Taxa de sobrevivência, Fatores ambientais.

1. Introdução

A intensificação da expansão urbana, fenômeno indissociável do processo de modernização global, tem desempenhado papel central nas transformações das dinâmicas territoriais e ambientais. Este processo, como discutido por Menzori (2021), Neto *et al.* (2022) e Ozório (2022), é impulsionado tanto pela inovação nas técnicas agrícolas quanto pela crescente capacidade de produção e armazenamento de alimentos, fomentando a urbanização e o aumento populacional em áreas densamente habitadas. As consequências ecológicas e sociais da expansão urbana são significativas, promovendo reconfigurações profundas das paisagens naturais e urbanas, bem como modificações estruturais nos sistemas climáticos e socioambientais. Reigada e Reis (2004) destacam que essas transformações ultrapassam a dimensão estética das cidades, interferindo diretamente na qualidade de vida urbana e na conservação da biodiversidade local, elementos essenciais para o desenvolvimento sustentável das metrópoles.

Nesse contexto, a qualidade ambiental urbana emerge como um componente imprescindível para o bem-estar das populações e a sustentabilidade das cidades. A arborização, em particular, figura como uma das estratégias centrais para a promoção de ambientes urbanos equilibrados, oferecendo uma ampla gama de serviços ecossistêmicos. De acordo com Nucci e Cavalheiro (1999), Sampaio (2006) e Albuquerque e Lopes (2016), a vegetação urbana contribui não só para a melhoria da qualidade do ar, mas também desempenha funções como a modulação do microclima, a provisão de habitats para a fauna, e o aprimoramento estético dos espaços urbanos. Tais benefícios são especialmente cruciais em áreas de alta densidade populacional, onde o verde urbano representa uma ponte para a promoção da saúde ambiental e social, mitigando os impactos da poluição e de outros fatores ambientais adversos.

Contudo, a expansão da cobertura vegetal nas áreas urbanas enfrenta desafios complexos, sobretudo em regiões de alta biodiversidade como a Amazônia. A especificidade edafoclimática amazônica demanda abordagens planejadas e criteriosas na seleção e manejo das espécies vegetais. Conforme Martelli e Barbosa Júnior (2010) argumentam, os projetos de arborização urbana exigem

um entendimento detalhado da ecologia local para poderem considerar a diversidade dos biomas presentes e assegurar a adaptabilidade das espécies escolhidas. A efetividade dessas iniciativas depende da aplicação de dados científicos que respeitem as particularidades ambientais de cada área urbana e promovam a viabilidade de espécies nativas e exóticas no longo prazo.

Diante desses desafios, o presente estudo visa aprimorar as práticas de arborização urbana em Manaus ao investigar o desenvolvimento de mudas plantadas pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Manaus (SEMMAS) em diferentes áreas da cidade. A avaliação da adaptabilidade das espécies vegetais no ambiente urbano – especialmente em áreas de condições ambientais adversas – é de crescente relevância, uma vez que as cidades contemporâneas enfrentam altos níveis de poluição, temperaturas extremas e recursos limitados. Nesse sentido, uma análise da resiliência das espécies, tanto nativas quanto exóticas, pode fornecer subsídios valiosos para otimizar as práticas de arborização, promovendo tanto a resiliência ambiental quanto o bem-estar da população.

Para isso, o estudo utiliza os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J) como métricas centrais para a avaliação da diversidade e uniformidade das espécies vegetais nas áreas analisadas. Estes índices, amplamente reconhecidos na literatura ecológica (Almeida; Rondon Neto, 2010; Stern; Molinari, 2013; Bobrowski; Biondi, 2016; Dantas; Gomes; Pinheiro, 2016; Aquino; Silva; Maestri, 2021), permitem uma análise detalhada da composição das comunidades vegetais, favorecendo a identificação das dinâmicas de sucessão e do desempenho adaptativo das espécies em diferentes contextos urbanos. Adicionalmente, a avaliação da distribuição fitogeográfica, aliada a parâmetros biológicos como o crescimento relativo e a taxa de mortalidade, fornece uma visão abrangente do comportamento das plantas em áreas urbanizadas (Durigan & Nogueira, 1990; Pereira *et al.*, 2005; García-Hoyos *et al.*, 2011; Aquino; Silva; Maestri, 2021). Esses indicadores constituem ferramentas fundamentais para o monitoramento da viabilidade das espécies e o êxito das práticas de manejo a longo prazo.

Paralelamente, a análise fitossanitária desempenha papel essencial na identificação precoce de pragas e doenças que comprometam a saúde das plantas. Esse tipo de monitoramento, como observado por Coelho e Silva (2022), permite a implementação de medidas corretivas que assegurem o desenvolvimento sustentável das espécies e a conservação da biodiversidade urbana. Assim, o presente estudo pretende avaliar o desenvolvimento e a adaptação das mudas de arborização urbana em diferentes contextos urbanos de Manaus, comparando o desempenho das espécies em áreas com distintas características ambientais e desafios fitossanitários.

2. Materiais e Métodos

Adotando uma abordagem quantitativa e descritiva, o estudo visa avaliar a diversidade, a taxa de mortalidade, o crescimento relativo e a fitossanidade de mudas em áreas urbanas de Manaus. A opção por essa metodologia foi motivada pela necessidade de obter dados numéricos precisos sobre a composição florística e o comportamento das espécies ao longo do tempo, em condições de campo, permitindo uma análise do desempenho das plantas em ambientes urbanos.

2.1. Área de Estudo

Este estudo foi realizado no município de Manaus, Amazonas, abrangendo três áreas de plantio (Figura 1, 2 e 3) promovidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS). Cada área foi selecionada por sua diversidade ambiental e acessibilidade, para representar diferentes contextos urbanos e proporcionar uma análise comparativa significativa. A primeira área de estudo localiza-se na Rua Rio Preto, Bairro Aleixo, com coordenadas geográficas 3° 5' 16,49" S e 59° 59' 29,05" W. O terreno se estende por 594 metros de comprimento e 13,5 metros de largura, totalizando uma área aproximada de 7.146 m². Deste total, cerca de 1.500 m² são compostos por superfícies impermeáveis, e os 5.646 m² restantes representam áreas permeáveis aptas para o plantio de mudas. A Figura 1 oferece uma vista aérea da Área 1, ilustrando a configuração do terreno e destacando seu potencial para projetos de paisagismo e práticas sustentáveis de gestão ambiental.

Figura 1. Vista aérea da Área 1 (Rua Rio Preto, Aleixo; 3° 5' 16,49" S, 59° 59' 29,05" W).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.1.2. Área 2 (A2)

- **Localização:** Parque Urbano Desembargador Paulo Jacob, Bairro Centro
- **Coordenadas:** 3° 7' 56,64" S, 60° 1' 1,92" W
- **Características do Terreno:** Área total de 32.535 m², com 22.000 m² de áreas verdes, 815 m² de superfície de igarapé e 9.720 m² de superfícies impermeáveis. A baixa cobertura vegetal natural permitiu observar o impacto dessas condições no crescimento das mudas.

Figura 2 - Vista aérea da Área 2 (Parque Paulo Jacob, Centro; 3° 7' 56,64" S, 60° 1' 1,92" W).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.1.3. Área 3 (A3)

- **Localização:** Parque Municipal dos Bilhares, Bairro Chapada
- **Coordenadas:** 3° 5' 16,49" S, 60° 1' 1,92" W
- **Características do Terreno:** Possui aproximadamente 50.350 m², dos quais 37.350 m² são áreas verdes e 13.000 m² são áreas impermeáveis. A maior cobertura vegetal oferece condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas.

Figura 3. Vista aérea da Área 3 (Parque dos Bilhares, Chapada; 3° 5' 16,49" S, 60° 1' 1,92" W).



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.2. Coleta de Dados

A coleta de dados foi planejada em duas campanhas consecutivas, realizadas com um intervalo de seis meses (agosto de 2023 a agosto de 2024), para registrar a condição inicial das mudas e observar o progresso do seu desenvolvimento, como será apresentado a seguir:

- **Campanha 1:** Condição Inicial - Após o plantio, foram registrados o número de indivíduos vivos e mortos em cada área, além de medições das variáveis dendrométricas mudas.
- **Campanha 2:** Progresso das Mudas - Após seis meses, realizou-se a segunda coleta para avaliar o crescimento relativo e observar alterações em fitossanidade.

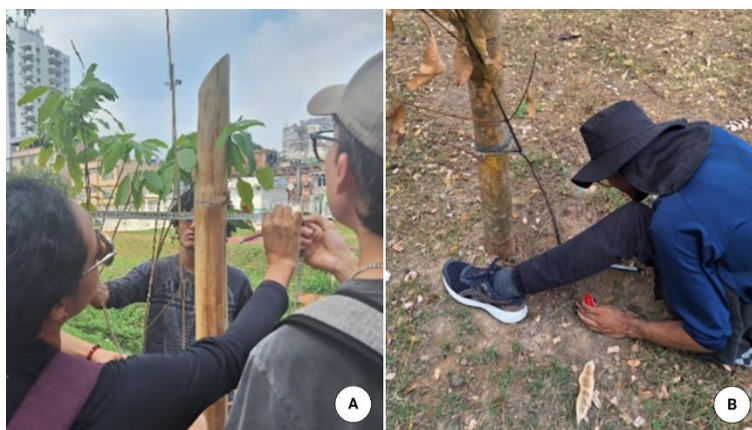
Durante as campanhas, também foram registradas a diversidade de espécies e a composição florística.

2.3. Procedimentos de Coleta

Para a realização da pesquisa, foram empregados instrumentos como paquímetro digital, trena e fitas métricas. As variáveis coletadas foram escolhidas para possibilitar uma análise do desenvolvimento estrutural das mudas em diferentes ambientes urbanos. As variáveis incluem:

- **Diâmetro do Colo:** Medido a 2 cm acima do solo, utilizando esmalte colorido para marcar as mudas e facilitar a identificação entre as campanhas.
- **Altura da Muda:** Determinada a partir do nível do solo até o meristema apical, proporcionando uma medida precisa do crescimento vertical.
- **Diâmetro da Copa:** Avaliado nas direções norte-sul e leste-oeste, com a média dessas medições utilizada para caracterizar o crescimento “horizontal” das mudas.

Figura 4. Procedimentos Metodológicos para Coleta de Dados: (A) Mensuração das dimensões da copa juvenil utilizando fita métrica; (B) Demarcação do colete para facilitar identificação e medições futuras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.4. Inventário e Caracterização Ecológica de Espécies

Nesse subitem adotamos uma metodologia sistemática para a parametrização e categorização de espécies arbóreas, buscando assegurar rigor científico e padronização na análise de aspectos relacionados à sucessão ecológica e à origem geográfica das espécies. Fundamentada em uma revisão abrangente da literatura especializada e em critérios metodológicos sólidos, esta abordagem visa mitigar ambiguidades frequentemente encontradas nas classificações científicas, promovendo consistência e comparabilidade dos resultados.

A categorização das espécies segundo os estágios de sucessão ecológica foi estruturada em um continuum composto por três fases principais: pioneira, secundária e clímax. Essa definição abrange os diferentes estágios de colonização e estabilização ecológica.

- **Espécies Pioneiras:** São aquelas que colonizam áreas perturbadas nas fases iniciais da sucessão ecológica. Caracterizam-se por alta tolerância à luz direta, rápido crescimento e capacidade de prosperar em ambientes com recursos limitados. A classificação nessa categoria exigiu suporte direto na literatura científica, evitando interpretações subjetivas ou inconsistentes entre autores.
- **Espécies Secundárias:** A categoria secundária integra as antigas subdivisões de secundária inicial e secundária tardia, permitindo uma análise coesa que abrange espécies com características intermediárias entre as fases pioneira e clímax. São incluídas aqui espécies que se adaptam a ambientes parcialmente sombreados (transicionais) e aquelas que se estabilizam em condições mais avançadas do processo sucessional, como áreas com dossel mais denso. Essa integração não apenas reflete a variabilidade funcional das espécies, mas também contribui para uma classificação mais abrangente e menos segmentada.
- **Espécies Clímax:** Representam o estágio final da sucessão ecológica, associadas a florestas maduras e ambientes de sombra intensa. Sua inclusão nesta categoria baseia-se em evidências que indiquem adaptação a ecossistemas estabilizados, reforçando a confiabilidade da categorização.

Em situações de ambiguidade nas descrições encontradas na literatura — como tolerância simultânea a condições de luz direta e sombra — opta-se por posicionar a espécie na categoria secundária, explicitando a amplitude de suas características ecológicas em uma estrutura unificada.

Também, a classificação da origem das espécies foi delineada em duas categorias principais: nativa e exótica, ambas definidas com precisão para promover clareza e objetividade.

- **Espécies Nativas:** Consideram-se nativas as espécies que ocorrem naturalmente na região, sem intervenção humana. A definição fundamenta-se em evidências de sua presença autóctone, com base em descrições que as caracterizem como “naturais” ou “endêmicas” nas fontes científicas consultadas.
- **Espécies Exóticas:** Espécies exóticas correspondem àquelas introduzidas por atividades humanas, sejam estas intencionais ou acidentais. São incluídas nesta categoria as espécies descritas como “introduzidas”, “cultivadas” ou “naturalizadas”. A sua presença é analisada com base no impacto potencial sobre a biodiversidade e as interações ecológicas locais.

Os critérios definidos foram elaborados com base em fontes reconhecidas pela comunidade científica, incluindo instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), além de artigos publicados em periódicos

de elevado impacto. Em casos de divergências taxonômicas ou funcionais, a decisão final considera a robustez metodológica e a autoridade das fontes consultadas.

2.5. Análise da Mortalidade e Crescimento das Espécies

Foram avaliadas as taxas de mortalidade e o crescimento relativo das mudas, considerando o número de indivíduos vivos e mortos. Para cada espécie, o crescimento relativo foi calculado com base nas fórmulas de crescimento em diâmetro, altura e copa, fundamentado na metodologia de Maia Júnior *et al.* (2013).

2.6. Análise da Diversidade e Distribuição Uniforme das Espécies

Para medir a diversidade e a uniformidade na distribuição das espécies nas áreas de estudo, foram aplicados o Índice de Shannon-Weaver e a Equabilidade de Pielou, reconhecidos por sua eficácia na análise da distribuição de espécies. Essas metodologias, amplamente aceitas para estudos em áreas urbanas, são recomendadas em pesquisas, como as de Floriano (2009) e Brobowski e Biondi (2016), garantindo a relevância dos dados obtidos.

2.7. Análise Fitossanitária

A análise fitossanitária das mudas para arborização urbana foi conduzida a partir de uma metodologia estruturada, que envolveu a coleta de dados in loco, abrangendo tanto observações diretas das características físicas das plantas quanto a aplicação de critérios qualitativos rigorosos. Essa abordagem permitiu a categorização dos diferentes tipos de injúrias, bem como a identificação das causas potenciais desses danos, contribuindo para a formulação de estratégias de manejo mais eficientes e adequadas ao contexto urbano. Os parâmetros utilizados para a avaliação estão em consonância com as especificações do Plano Diretor de Arborização Urbana, que estabelece normas detalhadas para o plantio de mudas em vias públicas, visando assegurar a adaptação das espécies ao ambiente urbano e garantir sua longevidade.

O estado fitossanitário das mudas foi classificado com base em oito indicadores principais, permitindo uma avaliação abrangente de sua saúde e viabilidade. Esses indicadores são:

- **Injúria ao Caule:** Refere-se aos danos causados por maquinários de manutenção urbana, que afetam diretamente o caule das mudas, podendo comprometer seu desenvolvimento estrutural. A presença de tais injúrias representa um risco significativo para o crescimento vertical da planta.
- **Injúria ao Colo:** Engloba as lesões no ponto de conexão entre a raiz e o caule, área crítica para a estabilidade da muda. Danos a essa região podem comprometer a fixação no solo e reduzir a capacidade de absorção de nutrientes, afetando diretamente a saúde da planta.
- **Desidratação ou Necrose do Meristema Apical:** Este indicador é utilizado quando o ápice de crescimento da planta apresenta sinais de desidratação ou danos irreversíveis. A necrose do meristema apical compromete o crescimento da planta e pode inviabilizar seu desenvolvimento futuro.
- **Exposição Radicular:** A exposição das raízes, comumente observada em mudas mal plantadas, prejudica a absorção de nutrientes e a fixação adequada no solo. Esse fator compromete a estabilidade das mudas, tornando-as suscetíveis a estresses abióticos e bióticos.
- **Fatores Ambientais e Nutricionais:** Este indicador abrange os sintomas resultantes de deficiências nutricionais, como desfolha e clorose, além de distúrbios fisiológicos relacionados à embolia, que afetam a circulação de água e nutrientes. Tais problemas refletem a adaptação da planta às condições do solo e ao ambiente urbano.
- **Interações Bióticas:** Refere-se aos danos causados por pragas, como insetos e fungos, que afetam a saúde das mudas. As interações bióticas podem comprometer a viabilidade das plantas a médio e longo prazo, tornando necessário um controle adequado desses agentes biológicos.
- **Muda Morta ou Não Viável:** Considera-se que a muda está morta ou não viável quando não apresenta sinais de recuperação, ou quando os danos são tão profundos que impossibilitam sua revitalização. Esse indicador reflete a falha no processo de adaptação da muda ao ambiente urbano.
- **Estado Vegetativo Ótimo:** Refere-se às mudas que se encontram em bom estado de saúde, sem evidência de danos significativos ou deficiências nutricionais. Essas mudas apresentam-

se vigorosas e bem adaptadas às condições ambientais, representando o objetivo desejado para os plantios urbanos.

Esses indicadores fornecem uma visão detalhada do estado fitossanitário das mudas, permitindo a identificação de áreas críticas que exigem atenção especial. O monitoramento contínuo e a aplicação de práticas de manejo apropriadas são fundamentais para garantir a saúde das mudas e o sucesso da arborização urbana.

3. Resultados

3.1. Inventário e Caracterização Ecológica de Espécies

Foram encontrados 359 indivíduos vivos nas áreas estudadas, distribuídos em 20 espécies e 6 famílias. As espécies aceroleira, ingá-cipó, ingá-xixica e munguba corresponderam a 47,1% da amostra total. A área 1 (A1) apresentou o maior número de mudas (207), seguida pela área 3 (A3) com 99 mudas, e a área 2 (A2) com 53 mudas. Em contraste, a área A2 apresentou a maior taxa de mortalidade inicial, com 33 indivíduos mortos, representando 62% do total inicialmente plantado. A Tabela 1 apresenta detalhes da composição florística, incluindo nomes científicos e populares, famílias, origem fitogeográfica, sucessão ecológica e frequência relativa (FR) em cada área.

Tabela 1. Frequência Relativa, Inventário e Caracterização Ecológica de Espécies Arbóreas em Áreas Urbanas.

Caracterização Ecológica e Taxonômica de Espécies						FR		
Estado	Família	Nome Científico	Nome Popular	Origem	Sucessão	A1	A2	A3
Identificada	Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	Pata-de-vaca	Exótica ⁶	Informação Ausente	–	0,08	0,09
Identificada	Fabaceae	<i>Cenostigma tocantinum</i>	Pau-prezinho	Nativa ^{6,13,25}	Secundária ¹³	0,08	0,02	0,1
Identificada	Fabaceae	<i>Cojoba arborea</i>	Brinco-de-índio	Exótica ^{3,18}	Secundária ²¹	0,18	–	–
Identificada	Fabaceae	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>	Jutairana	Nativa ⁶	Informação Ausente	–	0,26	0,04
Identificada	Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobazeiro	Nativa ⁶	Clímax ¹	–	0,36	0,39
Identificada	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Ingá-cipó	Nativa ^{4,6,24}	Pioneira ^{1,4,5,7}	–	0,21	0,07
Identificada	Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	Ingá-chichica	Nativa ^{6,15,24}	Pioneira ¹	–	–	0,01
Identificada	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	Ingazeira	Nativa ^{6,22}	Pioneira ¹⁶	0,1	0,62	0,03
Identificada	Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindeira	Exótica ⁶	Informação Ausente	0,06	–	0,02
Identificada	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> ⁹	Aceroleira	Exótica ^{6,8,10}	Informação Ausente	0,11	–	–
Identificada	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Sumaúma	Nativa ⁶	Secundária ¹	–	–	0,01
Identificada	Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	Mungubeira	Nativa ⁶	Secundária ¹	0,14	–	–
Identificada	Malvaceae	<i>Pseudobombax munguba</i>	Mungubarana	Nativa ⁶	Secundária ¹	–	–	0,01
Identificada	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacaueiro	Nativa ^{6,12}	Secundária ¹¹	–	–	0,04
Identificada	Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	Nativa ^{4,20,23}	Clímax ^{2,4,26}	0,15	–	–

Identificada	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira	Nativa ⁶	Pioneira ¹	–	–	0,01
Identificada	Sapindaceae	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambuteira	Exótica ⁶	Informação Ausente	–	0,02	–
Identificada	Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i>	Pitombeira	Nativa ⁶	Secundária ⁹	–	–	0,04
Não Identificada	Fabaceae	Não Identificado	N/A	N/A	N/A	–	–	0,03
Não Identificada	Não Identificada	N/A	N/A	N/A	N/A	0,16	–	0,04
Morta ou Não Viável	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,12	0,06	0,09

Fonte: ¹Amaral *et al.*, 2009; ²Bentes-Gama *et al.*, 2002; ³Carvalho *et al.*, 2021; ⁴Carvalho, 2014; ⁵Durigan e Nogueira, 1990; ⁶Flora e Funga do Brasil, 2020; ⁷Garcia *et al.*, 2011; ⁸García-Hoyos *et al.*, 2011; ⁹Gomes *et al.*, 2001; ¹⁰Gonzaga Neto, Nascimento e Leodido, 1994; ¹¹Iglesias *et al.*, 2011; ¹²Landau *et al.*, 2020; ¹³Lima Junior, Mendes e Arruda, 2017; ¹⁴Lima, 2023; ¹⁵Lorenzi, 2008; ¹⁶Mata e Felix, 2007; ¹⁷Pereira *et al.*, 2005; ¹⁸POWO, 2024; ¹⁹Programa Arboretum, 2019; ²⁰Ribeiro *et al.*, 1999; ²¹Sánchez *et al.*, 2018; ²²SiBBR, 2021; ²³Soares, 1970; ²⁴Sousa, Bastos e Gurgel, 2011; ²⁵Sousa, Morais e Garcia, 2008; ²⁶Tonini, Oliveira Junior e Schwengber, 2008.

3.2. Diversidade de Espécies e Índice de Shannon-Weaver

A diversidade de espécies, medida pelo índice de Shannon-Weaver, foi de 2,03 em A1, 1,55 em A2 e 2,11 em A3. Estes valores situam-se na faixa de média diversidade (entre 1,5 e 3,5, segundo Floriano (2009)). Observou-se uma variação nos índices de diversidade em comparação com estudos em outras áreas de Manaus e de regiões próximas. O índice de diversidade foi inferior ao valor de 3,09 encontrado por Stern e Molinari (2013) em um fragmento florestal no bairro Distrito Industrial, enquanto se aproximou mais dos valores de 0,98 a 2,16 registrados por Dantas, Gomes e Pinheiro (2016) no Amapá, Almeida e Rondon Neto (2010) no Mato Grosso e Aquino, Silva e Maestri (2021) no Pará.

3.3. Uniformidade e Índice de Equabilidade de Pielou

A uniformidade de distribuição das espécies foi medida pelo índice de Pielou, obtendo valores de 0,38 em A1, 0,39 em A2 e 0,46 em A3, todos abaixo da média de 0,5 e inferiores aos 0,65 e 0,73 observados em estudos urbanos de Aquino, Silva e Maestri (2021) e Silva, Santos e Oliveira (2016), respectivamente. Estes índices indicam uma distribuição não uniforme, sugerindo um desequilíbrio na composição das espécies e a presença de poucas espécies predominantes em cada área.

3.4. Fitogeografia

A predominância de espécies nativas foi observada nas três áreas, com A1 contendo 53% de espécies nativas, A2 com 96% e A3 com 80%, refletindo um esforço de plantio em favor da flora local.

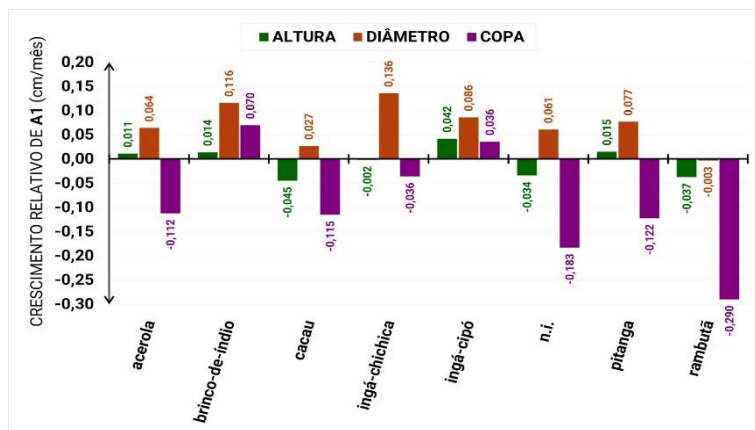
3.5. Taxa de Mortalidade das Mudanças

A taxa de mortalidade das mudas variou consideravelmente entre as áreas: A1 apresentou a maior taxa de 55,56%, atribuída em grande parte à perda de mudas devido à construção do viaduto. Em A2, a taxa foi de 37,74%, enquanto em A3 foi a menor, com 14,14%. Especificamente, as espécies cacau e rambutã em A1 apresentaram as maiores taxas de mortalidade (95,45% e 93,55%, respectivamente). Em A2, a *Carapa guianensis* destacou-se com uma mortalidade de 75%.

3.6. Crescimento Relativo

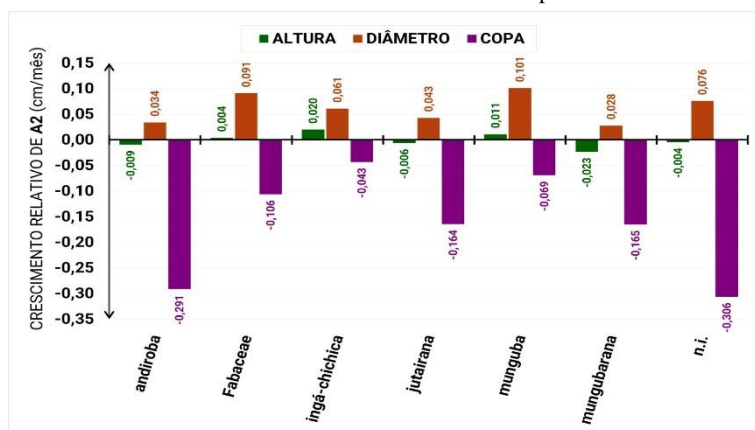
As taxas de crescimento relativo mostraram-se baixas para altura, diâmetro e copa, refletindo o crescimento vagaroso dos indivíduos. Nos Gráficos a seguir, observa-se o crescimento por espécie em cada área de estudo. A ingá-cipó foi a espécie com maior desenvolvimento médio em A1 e A3, embora A3 tenha apresentado taxas negativas para todas as variáveis. A1 e A2 mostraram taxas negativas para altura e copa, mas positiva para o diâmetro. Em A3, os valores médios foram 0,020 para altura, 0,082 para diâmetro e 0,096 para copa.

Gráfico 1: Taxa de Crescimento Relativo das Espécies na Área 1.



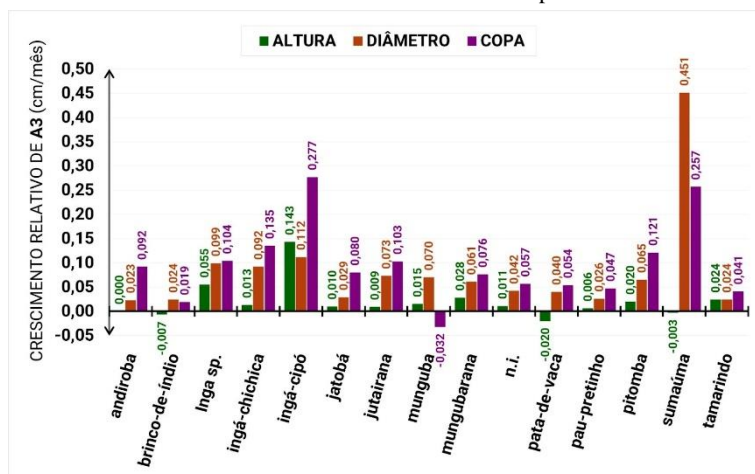
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Gráfico 2. Taxa de Crescimento Relativo das Espécies na Área 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Gráfico 3. Taxa de Crescimento Relativo das Espécies na Área 3.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.7. Fitossanidade

Os estados fitossanitários das mudas foram classificados em categorias como dano mecânico, raiz exposta, e fatores bióticos e abióticos, entre outros. Os danos mecânicos no colo foram os mais frequentes, especialmente em A1 e A2. A aceroleira foi bastante impactada por fatores abióticos (24,3% e 14,8%, respectivamente, na primeira e segunda coletas). O cacau também mostrou vulnerabilidade, com apenas 1 dos 22 indivíduos sobreviver até a segunda coleta.

Figura 5. Exemplos de Características Morfofisiológicas e Estresses Observados: (A) Desenvolvimento falho da copa devido à desidratação ou necrose do meristema apical; (B) Injúria no caule por causas não identificadas; (C) Sintomas de necrose em tecidos foliares associados a fatores ambientais e nutricionais; (D) Planta inviabilizada devido a condições desfavoráveis; (E) Encarquilhamento de folhas jovens causado por estresse hídrico em pau-pretinho; (F) Infestação de cochonilhas associadas a provável mutualismo com formigas, com efeitos adversos no desenvolvimento de pau-pretinho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

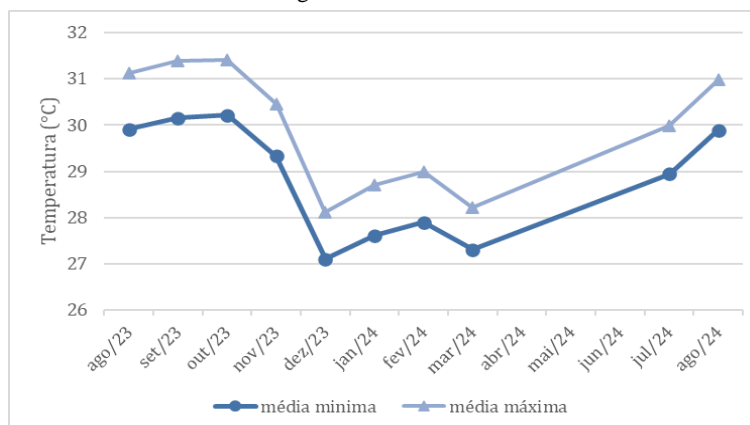
Tabela 2. Frequência de Indicadores Fitossanitários. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Indicadores Fitossanitários	A1		A2		A3	
	1ª Campanha (%)	2ª Campanha (%)	1ª Campanha (%)	2ª Campanha (%)	1ª Campanha (%)	2ª Campanha (%)
Desidratação ou Necrose do Meristema Apical	2,9	3,3	3,8	0,0	8,8	5,9
Estado Vegetativo Ótimo	72,5	63,0	67,9	66,7	73,5	72,9
Exposição Radicular	4,3	5,4	1,9	3,0	5,9	8,2
Fatores Ambientais e Nutricionais e	9,7	5,4	17,0	3,0	2,9	8,2
Injúria ao Caule	0,5	16,3	9,4	12,1	3,9	9,4
Injúria ao Colo	24,2	17,4	11,3	27,3	2,0	0,0
Interações Bióticas	14,5	10,9	9,4	9,1	2,0	4,7

3.8. Efeitos Climáticos

O intenso fenômeno El Niño em 2023 pode ter exacerbado a taxa de mortalidade, afetando o crescimento e a sobrevivência das mudas devido ao aumento de temperatura e estresse hídrico, comprometendo a capacidade de fotossíntese. A Figura X mostra as variações de temperatura mínima e máxima durante o período de estudo.

Gráfico 4. Variação das Temperaturas Mínima e Máxima na Cidade de Manaus entre Agosto de 2023 e Agosto de 2024.



Fonte: INMET (2024).

4. Discussão

4.1. Comparação e Interpretação dos Índices de Diversidade e Equidade

Os valores de diversidade observados estão alinhados com os resultados de áreas urbanas semelhantes, como os apresentados por Dantas, Gomes e Pinheiro (2016) e Almeida e Rondon Neto (2010), porém abaixo dos níveis florestais mais naturais, como indicam Stern e Molinari (2013). A menor equidade observada indica uma predominância de poucas espécies, o que pode influenciar a resiliência e a sustentabilidade da vegetação urbana

4.2. Relevância das Taxas de Mortalidade e Variações de Crescimento

A mortalidade elevada nas espécies cacau e rambutã aponta para dificuldades de adaptação dessas espécies em áreas urbanas com alta intervenção humana. Os resultados reafirmam as observações de Swaine (1989), que associam variações de crescimento às diferenças genéticas e fatores ambientais específicos, como o impacto de condições abióticas adversas e danos mecânicos.

4.3. Impacto dos Estados Fitossanitários e Manutenção das Áreas

A frequência dos danos mecânicos e dos efeitos bióticos e abióticos sugere a necessidade de melhorias nas práticas de manutenção, conforme destacam Texeira e Azevedo (1995), especialmente para espécies mais sensíveis, como a acerola, cacau e o rambutã. Além disso, a influência das atividades de manutenção nas taxas de sobrevivência demonstra a importância de treinamentos adequados para reduzir o impacto negativo sobre as mudas.

4.4. Influência Climática do Fenômeno El Niño

O El Niño extremo observado em 2023 contribuiu significativamente para as dificuldades de crescimento e aumento da mortalidade das mudas, conforme corroboram os estudos de Santos (2016), que associam o calor excessivo à redução na eficiência fotossintética e ao estresse hídrico em plantas jovens.

5. Conclusão

Este estudo revelou que, embora as áreas analisadas apresentem um índice de diversidade médio (1,55 a 2,11), o índice de equabilidade é relativamente baixo para uma cidade amazônica, indicando uma distribuição desigual das espécies plantadas. Esses achados reforçam a importância de seguir as diretrizes do Plano Diretor de Arborização Urbana (Manaus, 2012), que recomendam priorizar espécies nativas, evitar espécies invasoras e manter a frequência de espécies entre 10% e 15%. Isso é essencial para melhorar a diversidade e resiliência da vegetação urbana, alinhando-se às peculiaridades ecológicas da região.

Dado que o custo de produção e manutenção dessas mudas representa um investimento substancial — em torno de R\$ 400 mil alocados pelo orçamento da SEMMAS (Medeiros, 2012) — é recomendável que as equipes responsáveis pela poda e manutenção recebam qualificação

específica para evitar danos às mudas e plantas jovens, assegurando, assim, o sucesso das iniciativas de arborização.

Considerando as projeções de aumento das temperaturas e a maior frequência de eventos climáticos extremos, sugere-se também o uso de espécies nativas e resilientes que tolerem as variações climáticas e a disponibilidade hídrica (Cândido *et al.*, 2007). Esses cuidados são cruciais para a sustentabilidade dos projetos de arborização urbana em um contexto de mudanças climáticas.

Os resultados indicam diferenças significativas entre as áreas estudadas: a Área 3, com grande cobertura vegetal, apresentou os melhores índices de crescimento e sobrevivência. Em contraste, a Área 2, mais exposta e com pouca cobertura, registrou uma elevada taxa de mortalidade, enquanto a Área 1 sofreu impactos diretos devido à construção de um viaduto, resultando em perdas de indivíduos e alterações na vegetação local.

Em síntese, este estudo oferece uma análise essencial para a compreensão da dinâmica e necessidades da arborização urbana em Manaus. Espera-se que os resultados apresentados forneçam subsídios valiosos para o aprimoramento das políticas públicas de arborização e inspirem novas práticas para uma gestão ambiental mais eficiente e adaptada ao contexto amazônico.

Contribuições dos Autores: Concepção: Yêda Arruda e Brenna Cavalcanti; Análise Formal: Aline Rabelo; Pesquisa: Aline Rabelo, Matheus Nunes, Yêda Arruda e Brenna Cavalcanti; Supervisão: Yêda Arruda e Brenna Cavalcanti; Redação do Manuscrito: Aline Rabelo e Matheus Nunes; Revisão: Aline Rabelo, Matheus Nunes, Yêda Arruda e Brenna Cavalcanti. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito para publicação.

Agradecimentos: Este trabalho foi realizado com o apoio do Governo do Estado do Amazonas, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), que concedeu bolsa de Iniciação Científica no âmbito do projeto PIB-A/0068/2023. Agradeço às minhas orientadoras, Prof.^a Dr.^a Yêda Arruda e Prof.^a Dr.^a Brenna Cavalcanti, pelo inestimável compartilhamento de conhecimentos e pelas contribuições enriquecedoras ao longo deste processo. Manifesto minha gratidão à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) pela parceria e suporte, bem como aos meus familiares, amigos e colegas da UFAM, pelo constante incentivo e compreensão. Em especial para Matheus Nunes, cuja dedicação foi essencial para o desenvolvimento deste estudo. Por fim, reconheço e agradeço a todas as pessoas e instituições que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a concretização deste estudo.

Conflitos de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse. Os financiadores não tiveram envolvimento no planejamento do estudo, na coleta, análise ou interpretação dos dados, na redação do manuscrito, nem na decisão de publicar os resultados.

Referências

- ALBUQUERQUE, M. M. de; LOPES, W. G. R. Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.L.], v. 36, p. 38, 2016. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v36i0.39719>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 647-656, 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672010000400003>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- AMARAL, D. D. do; VIEIRA, I. C. G.; ALMEIDA, S. S. de; SALOMÃO, R. de P.; SILVA, A. S. L. da; JARDIM, M. A. G. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém (PA), v. 4, n. 3, p. 231-289, 2009. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81142009000300002. Acesso em: 29 ago. 2024.
- AQUINO, M. G. C. de; SILVA, J. J. das N. ; MAESTRI, M. P. Arborização urbana do bairro Santa Clara, Santarém, Pará: diversidade florística, origem e conflitos com a fiação elétrica. **Biodiversidade**, [S.L.], v. 20, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/11958>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- BENTES-GAMA, M. de M.; SCOLFORO, J. R. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, A. D. de. Estrutura e valoração de uma floresta de várzea alta na Amazônia. **CERNE**, Lavras (MG), v. 8, n. 1, p. 88-102, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/14895>. Acesso em: 29 ago. 2024.

- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 36, n. 4, p. 625-635, 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622012000400005>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- CÂNDIDO, L.A.; MANZI, A.O.; TOTA, J.; SILVA, P.R.T.; SILVA, F.S.M.; SANTOS, R.M.N.; CORREIA, F.W.S. O Clima Atual e Futuro da Amazônia nos Cenários do IPCC: A Questão da Savanização. **Cienc. Cult.**, São Paulo (SP), v. 59, n.3, p. 44-47, 2007. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300017#:~:text=Haver%C3%A1%20ainda%20aumento%20de%20chuvas,e%20secas%20prolongadas%20\(1\)](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300017#:~:text=Haver%C3%A1%20ainda%20aumento%20de%20chuvas,e%20secas%20prolongadas%20(1).). Acesso em: 29 ago. 2024.
- CARVALHO, M. B. F.; SILVA, M. V.; JESUS, D. R. A. de; NEIMOG, W. S.; MENDONÇA, A.; ANTUNES, C. D. Distribuição geográfica da *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose nas Américas. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 11, p. 106232-106243, 2021. South Florida Publishing LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n11-318>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica; Colombo (PR): Embrapa Florestas, 2014. 5 v. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1-5). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/305634>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- COELHO, C. C.; SILVA, P. A. G. da. **Relatório Técnico Parcial da Avaliação Fitossanitária**: Praça xv de Novembro - Centro - Florianópolis (SC). 2. ed. Florianópolis (SC): Arboran Soluções em Arborização Urbana, 2022. 9 p. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/22_11_2022_8.48.06.c82b7815addeca68b4426336069b06d0.pdf. Acesso em: 29 ago. 2024.
- DANTAS, A. R.; GOMES, E. M. C.; PINHEIRO, A. P. Diagnóstico florístico da praça Floriano Peixoto na cidade de Macapá, Amapá. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 32-46, 2016. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v11i4.63494>. Acesso em 29 ago. 2024
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de matas ciliares. **IF Série Registros**, São Paulo (SP), n. 4, p. 1-14, 1990. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/publicacoes-if/if-serie-registros/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2024
- FLORIANO, E. P. Fitossociologia florestal. São Gabriel (RS): Edição do autor, 2014. 136 p. ISBN97885918170. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/495976698/Fitossociologia-florestal-1>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- GARCIA, C. C.; REIS, M. das G. F.; REIS, G. G. dos; PEZZOPANE, J. E. M.; LOPES, H. N. S.; RAMOS, D. C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 677-688, 30 dez. 2011. Universidad Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/198050984512>. Acesso em: 29 ago. 2024
- GARCÍA-HOYOS, A.; SÁNCHEZ-ROBLES, J.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, L. A.; LEÓN-GONZÁLEZ, F. de. Reproducción sexual e influencia de sustratos en el desarrollo de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). **Polibotánica**, México, v. 32, p. 119-133, ago. 2011. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682011000200007. Acesso em: 29 ago. 2023.
- GOMES, J. E.; PAVANI, M. do C. M. D.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G. Morfologia floral e biologia reprodutiva de genótipos de aceroleira. **Scientia Agricola**, [S.L.], v. 58, n. 3, p. 519-523, set. 2001. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90162001000300013>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- GONZAGA NETO, L.; NASCIMENTO, C. E. de S.; LEODIDO, J. M. C. **Cultivo da acerola *Malpighia glabra* L. no Submédio São Francisco**. 56. ed. Petrolina (PE): EMBRAPA-CPATSA, 1994. 7 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 56). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/132150>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- IGLESIAS, L.; SALAS, E.; LEBLANC, H. A.; NYGREN, P.. Response of *Theobroma cacao* and *Inga edulis* seedlings to cross-inoculated populations of arbuscular mycorrhizal fungi. **Agroforestry Systems**, [S.L.], v. 83, n. 1, p. 63-73, 19 abr. 2011. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-011-9400-9>. Acesso em: 29 ago. 2024
- LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: produtos de origem vegetal. Brasília (DF): Embrapa, 2020. 2 v. ODS 2, ODS 3, ODS 4, ODS 10, ODS 15. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122548>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- LIMA JUNIOR, M. de J. V.; MENDES, A. M. da S.; ARRUDA, Y. M. B. C. **Pau-pretinho**: *Cenostigma tocantinum* Ducke. 5. ed. [S.L.]: ABRATES, 2017. 4 p. Publicação do Comitê Técnico de Sementes Florestais (CTSF), vinculado à Associação Brasileira de Tecnologia em Sementes (ABRATES). Disponível em: <https://www.abrates.org.br/notas-edicoes/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- LIMA, L. G. **Crescimento de mudas de *Inga laurina* (SW.) Willd (Ingá-mirim) com adubação de nanofertilizante em cobertura**. 2023. 42 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade de Brasília, Brasília (DF), 2023. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/39145>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: instituto Plantarum, 2008.
- MAIA JUNIOR, S. de O.; ANDRADE, J. R. de; ARAÚJO, D. L. de; SOUSA, J. da S.; MEDEIROS, I. F. S. Taxas de crescimento de cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento**

- Sustentável**, [S. L.], v. 8, n. 3, p. 150–155, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2310>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- MANAUS. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Portaria n.º 32/2012 — GS/SEMMAS**, de 03 de janeiro de 2012. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana de Manaus/AM. Manaus–AM, 2012.
- MARTELLI, A.; BARBOSA JUNIOR, J. Análise da incidência de supressão arbórea e suas principais causas no perímetro urbano do município de Itapira–SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 96, 2010. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v5i4.66320>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- MATA, M. F.; FELIX, L. P. Flora da Paraíba, Brasil: *Inga* Mill. leguminosae-mimosoideae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre (RS), v. 5, supl. 2, p. 135-137, 2007. Nota Científica. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115039>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- MEDEIROS, G. **Prefeitura de Manaus gasta R\$ 400 mil com mudas de plantas regionais**: pau-pretinho, jutairana, ipê e oiti são utilizados na arborização da capital. prefeitura iniciou o plantio, na zona leste, na manhã desta segunda-feira. Pau-pretinho, jutairana, ipê e oiti são utilizados na arborização da capital. Prefeitura iniciou o plantio, na Zona Leste, na manhã desta segunda-feira. 2012. G1 Amazonas. Disponível em: <https://glo.bo/1NSRQIC>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- MENZORI, I. D. **Dinâmicas territoriais e métricas espaciais**: avaliação de expansão urbana em cidade de porte médio. 2021. 259 f., il. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15020>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- NETO, J. D. O. S.; PARENTE, A. M. M.; SANTOS, F. C. A. S. dos. **Os impactos ambientais da implantação do loteamento Verana na Área de Preservação Ambiental (APA) da Sabiaguaba, Fortaleza–CE**. In Congresso Internacional de Política Social e Serviço Social: desafios contemporâneos; Seminário Nacional de Território e Gestão de Políticas Sociais; Congresso de Direito à Cidade e Justiça Ambiental, Londrina (PR), v. 4, n. 1, p.15, 2022. Disponível em: <https://anais.uel.br/portal/index.php/conserdigeo/article/view/2587>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas: conceito e método. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, [S.L.], n. 6, p. 29, 24 ago. 1999. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (ÁGUIA). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.1999.123361>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- OZÓRIO, T. C. **Importância da restinga na perspectiva dos moradores do município de Itapemirim/ES**. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus (ES), 2021. Disponível em: <https://repositorio.ivc.br/handle/123456789/1508>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- PEREIRA, N. W. V.; VENTURIN, N.; MACHADO, E. L. M.; SCOLFORO, J. R. S.; MACEDO, R. L. G.; D'OLIVEIRA, M. V. N. Análise das variações temporais na florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta explorada com plano de manejo. **CERNE**, Lavras (MG), v. 11, n. 3, p. 263-282, 2005. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/506322>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- POWO. *Cajoba arborea* L. Britton & Rose. 2024. Conselho de curadores do Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:62882-2>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- PROGRAMA ARBORETUM. *Talisia esculenta*: pitomba ((A. St.-Hil.) Radlk.). 2019. Disponível em: <https://www.programaarboretum.eco.br/especie/130/pitomba/>. Acesso em: 29 ago. 2029.
- REIGADA, C.; REIS, M. F. de C. T. Educação ambiental para crianças no ambiente urbano: uma proposta de pesquisa-ação. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 149-159, 2004. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132004000200001>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- RIBEIRO, J. E. L. da S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMAN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUISTA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA-DFID, 1999. 800 p.
- SAMPAIO, A. C. F. **Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do Plano Piloto de Maringá-PR**. 2006. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Análise Regional e Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, Maringá (PR), 2006. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select_action=&co_autor=27712. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SÁNCHEZ, J. A.; PERNÔS, M.; TORRES-ARIAS, Y.; FURRAZOLA, E.; OVIEDO, R.; ÁLVAREZ, J. C. Características regenerativas de árboles tropicales para la restauración ecológica de ecosistemas limítrofes al manglar. **Acta Botánica Cubana**, [S.L.], v. 217, n. 2, p. 170–188, jul. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329629793_Caracteristicas_regenerativas_de_arboles_tropicales_para_la_restauracion_ecologica_de_ecosistemas_limitrofes_al_manglar *Regenerative characteristics of tropical trees for the ecological restoration of*. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SANTOS, V. A. H. F. dos. **Ecofisiologia de espécies arbóreas no dossel e sub-bosque de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Central em ano de El Niño**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Florestas Tropicais, Ciências de Florestas Tropicais - CFT, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus (AM), 2016. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/5108>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SiBBr. **Espécies nativas da sociobiodiversidade brasileira de valor alimentício**: MAPA/MMA. 2021. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Disponível em: <https://specieslist.sibbr.gov.br/speciesListItem/list/drt1699994399372?q=Theobroma+cacao>. Acesso em: 29 ago. 2024.

- SILVA, A. D. P. da; SANTOS, A. F. dos; OLIVEIRA, L. M. de. Índices de área verde e cobertura vegetal das praças públicas da cidade de Gurupi, TO. **Floresta**, [S.L.], v. 46, n. 3, p. 353, 5 out. 2016. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv46i3.40052>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SOARES, R. O. Inventários florestais na Amazônia. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro (RJ), v. 1, n. 1, p. 4-9, 1970.
- SOUSA, J. dos S. de; BASTOS, M. de N. do C.; GURGEL, E. S. C. O gênero *Inga* Leguminosae-Mimosoideae na Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**, [S.L.], v. 62, n. 2, p. 283–297, 2011. FapUNIFESP SciELO. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201162206>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SOUSA, S. G. A. de; MORAES, R. P.; GARCIA, L. C. **Pau-pretinho (*Cenostigma tocantinum* Ducke) uma espécie com potencial para arborização urbana em Manaus-AM**. Manaus (AM): Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA), 2008. 5 p. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 12., 2008, Manaus. Conservação e expansão dos espaços verdes: um desafio ao gerenciamento urbano: palestras, resumos e relatos de experiências. Manaus: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: International Society Arboriculture: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112319/1/41re.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- STERN, R.; MOLINARI, D. C. Aspectos fitossociológicos da vegetação em área verde na zona leste de Manaus: Conjunto Cidadão IX (Amazonas). **REVISTA GEONORTE**, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 141–155, 2013. Disponível em: [//www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1140](http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1140). Acesso em: 29 ago. 2024.
- SWAINE, M. D. Population dynamics of tree species in tropical forests. **Tropical Forests: Botanical Dynamics, Speciation And Diversity**, [S. L.], v. 1, n. 1, p. 101-110, 1989. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304344024_Population_dynamics_of_tree_species_in_tropical_forests. Acesso em: 29 ago. 2024.
- TEXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de. Índices-limite do clima para o cultivo da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília** (DF), v. 30, n. 12, p. 1403-1410, 1995. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/133578>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- TONINI, H.; OLIVEIRA JUNIOR, M. M. C.; SCHWENGBER, D. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no Estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria (RS), v. 18, n. 2, p. 151–158, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098453>. Acesso em: 29 ago. 2024.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)