



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

JÚLIA CARMO DE LIMA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO ALTERNATIVO E VOLUME DE
RECIPIENTE**

RECIFE-PE
2025

JÚLIA CARMO DE LIMA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO ALTERNATIVO E VOLUME DE
RECIPIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Engenharia
Florestal da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharela em
Engenharia Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Cristina
Sampaio de Freitas

RECIFE-PE
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

L732c Lima, Júlia Carmo de.

Crescimento e qualidade de mudas florestais nativas da Mata Atlântica em função de substrato alternativo e volume de recipiente / Júlia Carmo de Lima. – Recife, 2025.
39 f.; il.

Orientador(a): Eliane Cristina Sampaio de Freitas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Ipê-roxo. 2. Ipê-amarelo. 3. Mudas. 4. Cultivo em bandeja 5. Engenharia florestal - Estudo e ensino. I. Freitas, Eliane Cristina Sampaio de, orient. II. Título

CDD 634.9

JÚLIA CARMO DE LIMA

**CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA EM FUNÇÃO DE SUBSTRATO ALTERNATIVO E VOLUME DE
RECIPIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Engenharia
Florestal da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharela em
Engenharia Florestal.

Aprovada em: 20 de março de 2025

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcone Moreira
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Ma. Adriene de Oliveira Amaral
(Mestra em Ciências Florestais - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Profa. Dra. Eliane Cristina Sampaio de Freitas
(Orientadora - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, saúde, força e sabedoria concedidas ao longo desta jornada, e por sempre guiar meus passos nos momentos de incerteza.

À minha mãe, Giane Santana do Carmo, por todo apoio incondicional em todas as fases da minha vida, por sempre acreditar em mim e ser minha maior fonte de inspiração. Estendo minha gratidão à minha família, pelo suporte e incentivo constantes.

À minha orientadora, Dra. Eliane Cristina Sampaio de Freitas, pela paciência, apoio, incentivo e orientação essencial para a realização deste trabalho.

Ao Parque Estadual de Dois Irmãos por ceder espaço para realização da pesquisa, e aos responsáveis pelo viveiro florestal, David Lima e Edivaldo Braz, pelo suporte e disponibilidade.

À Marina Falcão, por todos os ensinamentos compartilhados e por ser uma fonte de inspiração ao longo deste percurso.

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA), vinculado à Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), pela doação das sementes, tornando este estudo viável.

Ao professor Ricardo Gallo, por ceder o laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE, fundamental para a realização das análises.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, que tornaram essa jornada mais leve e significativa. Em especial, à Maria Beatriz Belo, Renan Santos, Beatriz Elis Carlos, Camila Brazil, Edson Junior e Leonardo Oliveira, pelo apoio, companheirismo e momentos compartilhados.

Ao PET AgroEnergia, por todo aprendizado, experiência enriquecedora e ambiente de crescimento que contribuiu para minha caminhada acadêmica, pessoal e profissional, sobretudo a minha tutora e amigos petianos.

RESUMO

A crescente conscientização acerca da conservação ambiental tem ampliado a demanda por mudas de espécies florestais nativas, evidenciando a necessidade de estudos voltados à produção de mudas de qualidade, essenciais para programas de restauração, reflorestamento e arborização. Entre os fatores que influenciam esse processo, destacam-se o substrato e o recipiente, por impactarem diretamente o desenvolvimento das mudas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore, produzidas com diferentes substratos e recipientes no Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), em Recife, Pernambuco. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, composto por quatro substratos (S1: composto orgânico (100%); S2: composto orgânico + areia (3:1); S3: resíduo vegetal do açude (100%); S4: resíduo vegetal do açude + areia (3:1)) e dois tamanhos de recipientes, totalizando oito tratamentos, com seis repetições. As mudas foram conduzidas por 100 dias a pleno sol. Aos 30 dias após a emergência, foram avaliadas altura (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), porcentagem de emergência (E%), tempo médio de emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE). Ao final do experimento, mensuraram-se H, DC, NF, teores de clorofila a, b e total, massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST), além das relações MSPA/MSR, H/DC e do Índice de Qualidade de Dickson (IQD). As espécies apresentaram respostas distintas. Para *H. impetiginosus*, a maior altura foi observada em S3, enquanto S2 apresentou os menores valores. O número de folhas foi superior em S1. O diâmetro do coleto variou apenas em função do recipiente, sendo maior no volume de 280 cm³, embora abaixo do recomendado. Os maiores teores de clorofila total ocorreram em plantas no recipiente de maior volume e no substrato S4. A MSPA e a MST apresentaram interação significativa entre os fatores, com maiores valores em S4 no recipiente de 280 cm³. As variáveis H/DC, MSR e IQD não diferiram significativamente. Para *T. aurea*, observaram-se diferenças significativas para altura (maior em S1 e menor em S4), diâmetro do coleto (superior em recipientes de 280 cm³, exceto em S4), MSPA (maior em S1 no recipiente de maior volume) e MST (maior em S1 e menor em S3). A relação MSPA/MSR indicou equilíbrio hídrico. A interação entre substrato e recipiente demonstrou que recipientes maiores favoreceram o desenvolvimento radicular e o acúmulo de biomassa. Não houve diferenças significativas para número de folhas, teores de clorofila, massa seca de raiz e IQD. De modo geral, recipientes de maior volume promoveram melhor crescimento e qualidade das mudas. O resíduo vegetal do açude mostrou-se uma alternativa viável como substrato, embora sua eficiência varie entre espécies, indicando a necessidade de estudos complementares para ampliar sua aplicação na produção de mudas florestais.

Palavras-chave: Ipê-roxo, Craibeira, tubete de produção de mudas

ABSTRACT

The growing awareness of environmental conservation has increased the demand for native forest seedlings, highlighting the need for studies focused on producing high-quality seedlings, which are essential for restoration, reforestation, and urban afforestation programs. Among the factors influencing seedling production, substrate composition and container size stand out due to their direct effects on seedling growth and quality. In this context, the present study aimed to evaluate the growth and quality of seedlings of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos and *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore produced under different substrates and container sizes at Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife, Pernambuco, Brazil. The experiment was conducted in a completely randomized design using a 4×2 factorial arrangement, consisting of four substrates (S1: 100% organic compost; S2: organic compost + sand (3:1); S3: 100% reservoir plant residue; and S4: reservoir plant residue + sand (3:1)) and two container sizes, totaling eight treatments with six replications. Seedlings were grown under full sunlight for 100 days. Thirty days after seedling emergence, plant height (H), stem diameter (SD), number of leaves (NL), emergence percentage (EP), mean emergence time (MET), and emergence speed index (ESI) were evaluated. At the end of the experiment, H, SD, NL, chlorophyll a, b, and total chlorophyll contents, root dry mass (RDM), shoot dry mass (SDM), total dry mass (TDM), the SDM/RDM and H/SD ratios, and the Dickson Quality Index (DQI) were determined. The two species exhibited distinct responses to the treatments. For *H. impetiginosus*, the greatest plant height was observed in S3, whereas S2 resulted in the lowest values. The highest number of leaves was recorded in S1. Stem diameter was affected only by container size, with greater values obtained in the 280 cm³ container, although still below the recommended standard. The highest total chlorophyll content was observed in seedlings grown in the larger container and in substrate S4. Shoot dry mass and total dry mass showed a significant interaction between substrate and container size, with the highest values obtained in S4 using the 280 cm³ container. No significant differences were observed for the H/SD ratio, root dry mass, or Dickson Quality Index. For *T. aurea*, significant differences were found for plant height (highest in S1 and lowest in S4), stem diameter (greater in 280 cm³ containers, except for S4), shoot dry mass (highest in S1 using the larger container), and total dry mass (highest in S1 and lowest in S3). The SDM/RDM ratio indicated balanced biomass allocation between shoots and roots. The interaction between substrate and container size demonstrated that larger containers promoted greater root development and biomass accumulation. No significant differences were found for number of leaves, chlorophyll content, root dry mass, or Dickson Quality Index. Overall, larger containers promoted better seedling growth and quality. Reservoir plant residue proved to be a viable alternative substrate; however, its effectiveness varied between species, indicating the need for further studies to expand its application in native forest seedling production.

Keywords: purple-Ipe, craibeira, seedling production tube

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral:	14
1.1.2 Objetivos específicos:	14
2.1. Mata Atlântica	16
2.2. Parque Estadual de Dois Irmãos	17
2.3. Espécies arbóreas estudadas	18
2.3.1 <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	18
2.3.2. <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	19
3. METODOLOGIA	19
3.1. Área experimental	20
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	20
3.3. Instalação e condução do experimento	23
3.4. Variáveis analisadas	24
3.5. Análise estatísticas dos dados	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Ipê- roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos)	28
4.2. Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore)	31
5. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilha de compostagem com terra de subsolo, restos de poda e folhas secas para produção do composto orgânico usado como substrato para produção de mudas	19
Figura 2 - Obtenção da densidade dos substratos pelo método da autocompactação.....	20
Figura 3 - Tubetes de produção de mudas semeados e encanteirados em ambiente a pleno sol	22
Figura 4 - Coleta de dados. a) medição de diâmetro do coleto com paquímetro digital; b) coleta de índice de clorofila com ClorofiLog	23
Figura 5 - a) Raiz após lavagem para separação da parte aérea. b) pesagem de massa seca após secagem em estufa	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos (T) com os substratos e recipientes avaliados	19
Tabela 2 - Caracterização físico-química dos substratos usados na produção de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> e <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore. Para caracterização física: Densidade, (PT) porosidade total e (EA) espaço de aeração. E química: pH (H ₂ O) e (CE) Condutividade Elétrica	21
Tabela 3 - Médias da porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) plântulas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore, aos 100 dias após a semeadura	25
Tabela 4 - Altura (H), número de folhas (NF) de mudas de ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos) avaliadas até 100 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes substratos	26
Tabela 5 - Valores médios de índice de clorofila a (CloA), b (CloB) e Total (CloT) em mudas de mudas de Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos	27
Tabela 6 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), de mudas de Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos	28
Tabela 7 - Relação massa seca da raiz e parte aérea (MSPA/MSR) de mudas de Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos	28
Tabela 8 - Altura (H) de mudas de Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.....	29
Tabela 9 - Diâmetro do coleto (DC) de mudas de Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.	30
Tabela 10 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos	30
Tabela 11 - Massa seca total (MST) de mudas de Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes	

substratos	31
Tabela 12 - Relação massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSR), MSPA/MSR de mudas de Craibeira (<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima

CE - Condutividade Elétrica

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente

CNCFlora - Centro Nacional de Conservação da Flora

DC - Diâmetro do Coleto

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado

EA - Espaço de Aeração

E% - Porcentagem de Emergência

H - Altura

IBF - Instituto Brasileiro de Florestas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC - Índice de Clorofila

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ICLEI - Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQD - Índice de Qualidade de Dickson

IVE - Índice de Velocidade de Emergência

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MSPA - Massa Seca da Parte Aérea

MSR - Massa Seca das Raízes

MST - Massa Seca Total

NEMA - Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental

NF - Número de Folhas

P - Peso

PEDI - Parque Estadual de Dois Irmãos

PET - Programa de Educação Tutorial

PT - Porosidade Total

RMR - Região Metropolitana do Recife

SEMAS - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

TME - Tempo Médio de Emergência

UC - Unidade de Conservação

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco

1. INTRODUÇÃO

Em 2016, o Brasil assinou o Acordo de Paris, um tratado que prevê a restauração de 12 milhões de hectares de floresta até 2030, o que exige a recomposição da vegetação nativa em grande parte do passivo ambiental do país (MMA, [20–]). Essa meta, aliada à crescente conscientização sobre a conservação ambiental, tem impulsionado a demanda por mudas de espécies florestais nativas. Na silvicultura, essas mudas desempenham um papel fundamental não apenas na produção de madeira, papel e celulose, mas também na recuperação de áreas degradadas, na arborização e na preservação de florestas nativas (Valverde, 2012).

A revisão literária **“Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas no Brasil”** traz um levantamento sobre os conhecimentos básicos da silvicultura de espécies arbóreas nativas, além de relatar que as espécies que são objeto de maior volume de pesquisa são do bioma Mata Atlântica, e mesmo para essas espécies existem lacunas em alguns dos temas, e que os estudos concentram poucas espécies (Rolim *et al.*, 2020). E segundo os mesmos autores, muitos desses estudos estão desatualizados e, embora apresentem questões básicas sobre a ecologia de espécies, não apresentam um conhecimento abrangente para o desenvolvimento silvicultural de nativas, incluindo a produção de mudas. A falta de conhecimento e domínio sobre a silvicultura e manejo florestal é um fator limitante para ampliar o leque de possibilidades para recuperação florestal.

Além do conhecimento sobre as espécies, é fundamental dominar as práticas viveiristas para garantir produção eficiente. Mudas de qualidade apresentam caule firme, sistema radicular íntegro e boa aderência ao substrato (com evidência de raízes de sustentação e raízes secundárias), estado nutricional adequado e ausência de pragas e doenças (Araujo *et al.*, 2018). Entre os fatores que influenciam a produção de mudas, destacam-se, além da viabilidade das sementes, o substrato e o recipiente, pois impactam diretamente a qualidade final do produto (Santos *et al.*, 2000).

O substrato é definido como qualquer material sólido, natural ou residual, de origem mineral ou orgânica, cuja função é proporcionar suporte físico às raízes e disponibilizar água e nutrientes para o crescimento das plantas (Oliveira *et al.*, 2016). Entre os critérios para sua seleção, as principais considerações incluem propriedades físicas e químicas, disponibilidade e custo (Fermino; Mieth, 2018). Os compostos orgânicos surgem como uma alternativa ao uso

de solo ou substrato comercial, aproveitando resíduos de processos industriais e domésticos que, de outra forma, seriam descartados.

O uso de substratos na produção vegetal remonta à antiguidade, quando resíduos orgânicos, como restos de alimentos e esterco animal, eram empregados de forma empírica. Com o tempo, os materiais empregados tornaram-se mais elaborados, e entre as duas guerras mundiais iniciou-se a comercialização de substratos (Fermino; Mieth, 2018). No Brasil, a adoção do uso de substrato ocorreu inicialmente na floricultura, expandindo-se para outros setores, com maior destaque a partir da década de 90, devido à introdução da produção de mudas em tubetes. Atualmente, os substratos substituem o solo no cultivo em recipientes, fornecendo suporte, água e nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal (Fermino; Mieth, 2018).

Para Salgado *et al.* (2021), a combinação do substrato com o recipiente adequado é um fator importante a ser considerado, quando falamos em qualidade de mudas. Pois o tamanho do recipiente influencia diretamente a quantidade de substrato e, consequentemente, afeta o desenvolvimento do sistema radicular das mudas e causa impactos significativos nos custos de produção.

Segundo Oliveira *et al.* (2016), o recipiente é uma estrutura destinada a acomodar o substrato para o cultivo de plantas, e sua escolha deve considerar fatores como o tamanho inicial e final das mudas, os custos, a durabilidade do material e a facilidade de manuseio e armazenamento, de modo a proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento do sistema radicular. Entre os recipientes mais utilizados na produção de mudas estão os sacos plásticos e os tubetes, cuja escolha também está relacionada à quantidade de mudas produzidas, ao tempo de permanência no viveiro e aos custos envolvidos (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2008). Nesse sentido, a escolha adequada do recipiente é importante para o desenvolvimento e o estabelecimento das mudas destinadas à recuperação ambiental, devendo considerar as características das espécies e as condições de cultivo (Barbosa; Rodrigues; Couto, 2013).

Entretanto, a produção de mudas para restauração pode ser limitada pela disponibilidade de recursos financeiros, tornando necessária a adoção de estratégias que contribuam para a redução dos custos de produção (Alvarez *et al.*, 2021). Nesse contexto, o uso de substratos alternativos, produzidos a partir de materiais de baixo custo ou de origem sustentável, apresenta potencial para contribuir com a viabilidade da produção de mudas (Santana *et al.*, 2026).

Contudo, o desempenho das mudas pode variar em função das características das espécies e das condições de cultivo, incluindo o tipo de recipiente e a composição do substrato, evidenciando a importância da avaliação desses fatores na produção de mudas florestais (Barbosa; Rodrigues; Couto, 2013; Santana *et al.*, 2026). Para a produção de mudas de qualidade, é necessário considerar ainda as características e exigências específicas das espécies. O conhecimento disponível sobre espécies florestais nativas ainda é limitado, sendo, em grande parte, direcionado às suas características botânicas e dendrológicas (Cunha *et al.*, 2005). A avaliação de diferentes substratos e recipientes pode contribuir para ampliar o conhecimento sobre a produção de mudas de espécies nativas e subsidiar estratégias mais eficientes para sua produção e utilização em projetos de recuperação ambiental (Barbosa; Rodrigues; Couto, 2013).

De acordo com o diagnóstico dos viveiros florestais do estado de Pernambuco, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-roxo) e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore (craibeira) estão entre as cinco espécies mais produzidas nos viveiros do estado e são utilizadas na arborização urbana (Silva, 2023). Ambas pertencem à família Bignoniaceae e se destacam pela exuberância de suas florações.

A *H. impetiginosus* e a *T. aurea*, são espécies que possuem alto valor econômico e são amplamente utilizadas para arborização urbana devido a beleza de sua floração e em programas de recuperação florestal, por possuírem boa resistência e fácil adaptação a ambientes degradados. Nesse sentido, se faz necessários estudos sobre produção de mudas de qualidade, pois estas podem vir a contribuir para desenvolvimento de programas de restauração, reflorestamento e/ou arborização urbana.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o crescimento e qualidade de mudas de duas espécies florestais nativas da Mata Atlântica com importância econômica e ecossistêmica, cultivadas em diferentes substratos e recipientes de diferentes volumes utilizados no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Avaliar o crescimento das mudas em função de compostos orgânicos (composto orgânico, e resíduo vegetal da superfície de açude) e recipientes (tubete de 100cm³ e 280cm³);
2. Analisar se existe interação entre substratos orgânicos e recipientes no crescimento e qualidade das mudas por meio de variáveis morfológicas;
3. Avaliar a eficiência do resíduo vegetal de açude na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore;
4. Indicar o substrato e recipiente que possibilita o maior crescimento e melhor qualidade de mudas das espécies florestais estudadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é formada por diferentes tipos de composição vegetal, como a Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Ombrófila Aberta, Estacional Semidecidual e Estacional Decidual. Além disso, inclui ecossistemas associados, como manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais no Nordeste. Esse importante domínio fitogeográfico e seus ecossistemas desempenham papéis essenciais, como a produção e regulação da água, o equilíbrio climático, a proteção de encostas e a prevenção de desastres. Também contribuem para a fertilidade do solo, fornecem alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios, além de preservar paisagens naturais e um rico patrimônio histórico e cultural (MMA, 2022).

Devido à sua riqueza biológica e localização geográfica de ocorrência, a Mata Atlântica sofreu intensa degradação desde a chegada dos colonizadores europeus há mais de 500 anos no litoral do país. Hoje, é o bioma brasileiro mais devastado, com 71,3% de sua cobertura original já destruída. A exploração ocorreu por ciclos econômicos como o do pau-brasil, cana-de-açúcar, ouro e café, além da urbanização, infraestrutura viária e expansão agropecuária. Atualmente, cerca de 70% da população brasileira, o que equivale a aproximadamente 145 milhões de pessoas, reside em regiões que anteriormente eram cobertas pela Mata Atlântica (Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais; Senado, 2024).

A intensa pressão antrópica sobre os fragmentos remanescentes da Mata Atlântica, aliada à expansão das fronteiras agrícolas, contribui para a degradação do bioma e ameaça a existência da grande diversidade de espécies endêmicas presentes nesse domínio. De acordo com o (IBF) Instituto Brasileiro de Florestas, ([20–]), cerca de 55% das espécies arbóreas e 40% das espécies não-arbóreas são endêmicas, ou seja, ocorrem exclusivamente nesse bioma. Entre as bromélias, 70% são endêmicas dessa formação vegetal, enquanto nas palmeiras, esse número é de 64%. Estima-se que cerca de 8 mil espécies vegetais sejam exclusivas da Mata Atlântica.

Segundo o Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (2023), no último levantamento estatístico das espécies ameaçadas de extinção nos biomas brasileiros, foram analisados dados no período de 2014 a 2022. A Mata Atlântica se mostrou ainda no topo da lista de bioma que concentra a maior quantidade de espécies ameaçadas de extinção, houve uma queda na porcentagem de 47,4% para 42,7%, mas não é algo para celebrar visto que a queda se deu em

função do aumento de espécies avaliadas, e não da redução de espécies removidas da lista. A lista vermelha pode ser definida como uma ferramenta que destaca e direciona a priorização de investimentos na conservação de espécies e demanda muitos recursos para sua construção e atualização. Esta ferramenta de responsabilidade do CNC Flora, tem como uma de suas várias atribuições, avaliar o risco de extinção de espécies da flora brasileira (CNCFlora, 2012).

2.2. Parque Estadual de Dois Irmãos

O Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), inicialmente criado como Reserva Ecológica da Região Metropolitana do Recife em 1987 (PERNAMBUCO, 1987). Atualmente, é categorizado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (BRASIL, 2000), como unidade de proteção integral, e classificado pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC (PERNAMBUCO, 2009), “parque estadual”.

O PEDI tem como principal objetivo a conservação de ecossistemas naturais de grande importância ecológica e beleza cênica. É considerado um dos principais remanescentes da região, um dos maiores fragmentos de Mata Atlântica em meio urbano do Estado de Pernambuco (SEMAS, 2022). Com ampla cobertura vegetal, resiste às pressões ambientais, como a construção da BR-101 e ações antrópicas. Além de sua importância ecológica, o parque contribui para a regulação do clima local e a preservação de mananciais hídricos (Rodrigues e Silva, 2014).

O Parque abriga diversas estruturas de apoio para atividades ambientais e educativas, entre elas um viveiro florestal (Rodrigues; Falbo; Lins e Silva, 2022). Em 2016, foi criada uma sementeira, que inicialmente tinha como objetivo a produção de mudas para restauração ambiental, prevendo o cultivo de cinco mil mudas por ano e o manejo de 40 espécies da Mata Atlântica (Folha PE, 2016). Entretanto, três anos depois, em 2019, o Parque inaugurou um novo viveiro em um espaço ampliado, estruturado como o primeiro Viveiro-Escola de Mudas da Mata Atlântica. Esse novo espaço tinha como objetivo produzir cerca de 50 mil mudas por ano a serem destinadas ao reflorestamento de áreas degradadas (Cidades, 2019).

Esse viveiro está situado na Subzona de Administração e Zoológico do parque, compondo um espaço dedicado à conservação e recuperação da vegetação nativa da Mata Atlântica. Além de sua função ecológica, ele também desempenha um papel educativo,

servindo como ponto de apoio para projetos de restauração ambiental e para a sensibilização do público sobre a importância das florestas (Rodrigues; Falbo; Lins e Silva, 2022).

O Viveiro do Parque desenvolve todas as etapas do processo de produção, desde a seleção de matrizes, coleta e beneficiamento de sementes até o plantio das mudas já desenvolvidas no ambiente natural. O ciclo completo de produção das mudas dura, em média, seis meses, garantindo um fluxo contínuo de novas plantas para restauração ambiental e enriquecimento da vegetação nativa da Mata Atlântica (Cidades, 2019). Atualmente, o Viveiro do Parque produz mudas de 35 espécies nativas da Mata Atlântica, totalizando aproximadamente 1186 mudas, que são destinadas ao plantio na área de passeio do Zoológico, à ambientação de recintos, à restauração de áreas que sofreram alguma perturbação dentro do Parque, a doações em datas comemorativas para os visitantes e instituições que solicitem.

2.3. Espécies arbóreas estudadas

2.3.1 *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

O ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), pertencente à família botânica Bignoniaceae, é uma espécie nativa ocorrente nos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Lohmann, 2012a). Árvore de médio a grande porte, podendo alcançar 30 metros de altura, tronco geralmente retilíneo, copa arredondada irregular e ramos retos. Folha composta, oposta, digitada, larga, de 5 folíolos desiguais. A inflorescência é do tipo panícula sub-corimbiforme e as flores possuem corola róseo-violeta. O fruto é uma cápsula linear, coriácea de 25 a 30cm de comprimento, com sementes cordiforme, oblonga, alada (Carvalho, 2003). Possui beleza exuberante durante sua floração, que ocorre em diferentes períodos conforme a região, variando de fevereiro a outubro, enquanto a frutificação ocorre entre junho e outubro, dependendo do estado. O ciclo reprodutivo tem início por volta dos cinco anos de idade (Carvalho, 2003).

A dispersão de suas sementes é anemocórica (pelo vento), não apresentam dormência, é considerada uma semente de comportamento ortodoxo em relação ao armazenamento, o que significa que se mantém viável quando armazenada por mais tempo que outras espécies. Segundo Carvalho (2003a), apesar dessa afirmação, quando armazenada a espécie não mantém de fato a viabilidade por tanto tempo.

Encontra-se atualmente na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção, categorizada como “quase ameaçada (NT)” (CNCFlora, 2012). Apesar de ocorrer de forma natural em grande parte dos biomas brasileiros, o estado de ameaça de sobrevivência da espécie é de fato preocupante.

2.3.2. *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore, popularmente conhecida como Craibeira ou Ipê-amarelo, pertence à família botânica Bignoniaceae, se configura como uma espécie nativa de ocorrência natural em cinco dos seis domínios fitogeográficos brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal). Atualmente está categorizada como (NE) “Espécie não avaliada quanto a ameaça”, da lista de espécies ameaçadas de extinção (Flora e Funga do Brasil, 2020). Apresenta folhas compostas, digitadas, opostas cruzadas, suas flores são tubulares amarelas, medindo até 8 cm de comprimento, cálice campanulado, e corola amarela. Seus frutos são do tipo siliqua, deiscente, cilíndrico, contendo cerca de 80 sementes aladas, achatadas (Lohmann, 2012b).

Sua floração e frutificação ocorrem em diferentes períodos conforme a região. Porém no estado de Pernambuco a floração ocorre entre de setembro a novembro (Carvalho, 2010 *apud.* Andrade-Lima, 1954; Carvalho, 1976), e frutificação de janeiro a fevereiro (Carvalho, 2010, *apud.*, Carvalho, 1976). A dispersão ocorre de forma anemocórica (pelo vento), não apresenta dormência, porém manifesta comportamento recalcitrante em relação ao armazenamento (Carvalho, 2003b), ou seja, perde a viabilidade facilmente.

A Craibeira é amplamente utilizada para fins paisagísticos, e arborização urbana, sua madeira é apreciada para os setores de serraria, devido a flexibilidade. Também possui propriedades medicinais, sua casca é utilizada para tratar problemas de estômago e inflamações. A região nordeste tem com uma das prioridades a produção dessa espécie porém para extração de produtos (Lima; Pareyn; Drumond, 2018).

3. METODOLOGIA

3.1. Área experimental

O estudo foi realizado no viveiro florestal do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), geolocalizado sob as coordenadas (-8.013314934602759, -34.94471222061532). O PEDI ocupa aproximadamente 1.158,51 ha, é um dos maiores fragmentos urbanos de Mata Atlântica de Pernambuco, além de importante centro de conservação florestal do país, compreendido dentro do município de Recife, Pernambuco, Brasil (SEMAS/PE).

Recife é uma cidade que se encontra a cerca de 2,5 a 5 metros acima do nível do mar, inserido no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica (ICLEI, 2020). O clima é tropical úmido com média de temperatura mensal superior a 18°C, sendo a média de temperatura no verão 30°C (INPE, 2020 *apud* ICLEI, 2020). De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a região metropolitana do Recife (RMR) tem precipitação média anual de aproximadamente 2074,7 mm.

As sementes utilizadas no estudo foram das espécies Ipê-roxo (*H. impetiginosus*) e Ipê-amarelo (*T. aurea*), provenientes de doação do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) ligado à Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

As análises para caracterização dos substratos e de massa seca foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE, campus SEDE, Recife, Pernambuco.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x2), sendo 4 tipos de substrato (composto orgânico 100%, composto orgânico com areia (3:1), resíduo vegetal do açude do Parque Estadual de Dois Irmãos e resíduo vegetal do açude com areia (3:1) e 2 tamanhos de recipiente (100 e 280cm³), totalizando 8 tratamentos cada um com 6 repetições. O composto orgânico utilizado como substrato foi produzido no PEDI, a partir da montagem de uma pilha de compostagem, composta por terra de subsolo e material senescente coletado no PEDI, como restos de poda, folhas secas, resíduo vegetal retirado dos açudes dentro do parque. Todo o material foi amontoado, revolvido, e deixado em decomposição durante um ano, até atingirem cor e

textura homogênea. O composto produzido foi utilizado como componente do substrato de produção de mudas. Outro material utilizado para composição de substrato foi o resíduo vegetal coletado na limpeza da lâmina superficial da água do açude do PEDI, também (Tabela 1, Figura 1). Atualmente, o sistema de produção de mudas do PEDI utiliza a composição de substrato de compostagem e o tubete de 100 cm³.

Tabela 1 - Esquema fatorial utilizado

Substrato	R1 (100cm ³)	R2 (280cm ³)
S1 - Composto orgânico 100%	S1R1	S1R2
S2 - Composto orgânico + Areia (3:1)	S2R1	S2R2
S3 - Resíduo vegetal do açude 100%	S3R1	S3R2
S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1)	S4R1	S4R2

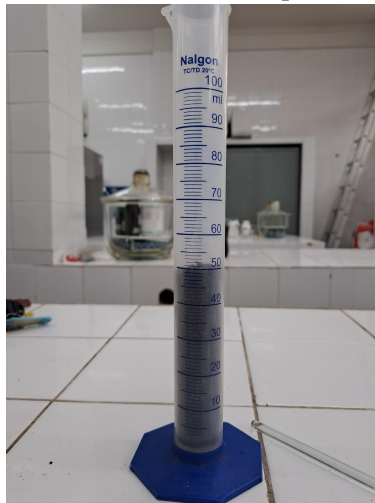
Figura 1: Pilha de compostagem com terra de subsolo, restos de poda e folhas secas para produção do composto orgânico usado como substrato para produção de mudas.



Fonte: A autora, 2024.

Na caracterização física do substrato (Tabela 2), foi realizado o Método da Autocompactação para determinação de densidade, seguindo a Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007 (Brasil, 2007). Para isso, foi preenchida uma proveta plástica transparente e graduada, até a medida de 50 ml, com o substrato. Posteriormente, a proveta é deixada cair sob a ação da sua própria massa, de uma altura de 10 cm, por dez vezes consecutivas. Com o auxílio de uma espátula, é nivelado suavemente a superfície e lido o volume obtido. Depois, o material foi pesado para obtenção da massa úmida, e determinação da densidade úmida (Figura 2).

Figura 2: Obtenção da densidade dos substratos pelo método da autocompactação.



Fonte: A autora, 2024.

Para obtenção da Porosidade Total (PT), Espaço de Aeração (EA), e Capacidade de retenção chamado de método do vaso, foram utilizados os métodos descritos por De Boodt *et al.* (1974). Primeiramente foi obtido o volume do recipiente (preenchidos com água e depois transferido para um recipiente graduado). Na sequência, os tubetes foram pesados vazios para obtenção do peso (P) do recipiente. Posteriormente, os recipientes foram preenchidos com substrato e pesados (P1). Os tubetes foram colocados em um recipiente com lâmina de água equivalente a $\frac{1}{6}$ da altura do tubete por 24 horas para saturação. Após as 24 horas, os tubetes foram retirados rapidamente da água e colocados em outro recipiente seco para pesagem (P2). Após pesagem, os tubetes foram colocados para secagem, suspensos em um recipiente seco, de forma a evitar contato do material com a água escoada pelo substrato durante 24 horas. Após 24 horas drenando, o material (tubete + substrato) foi pesado novamente (P3). O peso dos recipientes foi reduzido em todos os cálculos (P1 - P; P2 - P; P3 - P). Com esses valores, foram calculadas a porosidade total (PT) (Equação 1) e o espaço de aeração (EA) (Equação 2).

$$PT = \frac{(P2 - P1)}{\text{Volume do tubete}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

P1 - Peso úmido

P2 - Peso saturado

$$EA = \frac{(P2 - P3)}{\text{Volume do tubete}} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

P2 - Peso saturado

P3 - Peso drenado

A caracterização química foi realizada por análise de pH, por um pHmetro R-Tec-7/2-MP e a Condutividade Elétrica (CE) pelo condutivímetro TEC-4MP, a partir do método oficial do Brasil e do comitê Europeu de normatização, onde uma mesma suspensão permite realizar a leitura das duas propriedades. As leituras foram feitas em suspensão de substrato em água destilada na proporção de 1:5 (Tabela 2).

Tabela 2: Caracterização físico-química dos substratos usados na produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore. Para caracterização física: Densidade, (PT) porosidade total e (EA) espaço de aeração. E química: pH (H₂O) e (CE) Condutividade Elétrica.

Análises	Substratos			
	S1	S2	S3	S4
Físicas				
Densidade (g)	39,05	46,24	21,33	38,81
PT (%)	16,29	17,10	13,45	13,37
EA (%)	4,43	4,96	3,85	5,29
Químicas				
pH (H ₂ O)	6,93	6,65	4,23	4,97
CE (dS m ⁻¹)	53,08	36,8	48,19	49,77

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1).

3.3. Instalação e condução do experimento

As mudas foram produzidas em tubetes alocados em bandejas apropriadas em canteiro fixo suspenso (Figura 3). Foram semeadas quatro sementes por recipiente, a irrigação foi realizada de forma manual diariamente em dois horários distintos, pela manhã e ao fim da tarde, o experimento foi conduzido por 100 dias em ambiente a pleno sol.

Figura 3: Tubetes de produção de mudas semeados e encanteirados em ambiente a pleno sol.



Fonte: A autora, 2024.

Após trinta dias de semeadura, foi realizado o raleio deixando apenas uma planta por recipiente, sendo esta a mais vigorosa e central.

3.4. Variáveis analisadas

O experimento foi monitorado diariamente durante trinta dias para cálculo da porcentagem da emergência (E%), tempo médio da emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE), para avaliar os resultados de emergência, foram utilizadas as seguintes equações:

A porcentagem de emergência (E%), foi determinada por meio de contagens diárias, calculada com base na relação entre o total de plântulas emergidas e a quantidade de sementes utilizadas. A fórmula aplicada foi: $(Nt/24)*100$, onde Nt= representa o número de plântulas contabilizadas ao fim dos trinta dias após a semeadura.

O Tempo Médio de Emergência (TME), foi determinado conforme a metodologia descrita por Labouriau (1983) (Equação 3):

$$TME = \frac{\sum(niti)}{\sum ni} \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

n_i = representa o número de plântulas emergidas por dia;

t_i =corresponde ao tempo em dias da emergência contabilizada, considerando os dias após a semeadura .

Para índice de velocidade de emergência (IVE), seguindo a metodologia de (Maguire, 1962) (Equação 4).

$$IVE = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n) \text{ (Equação 4)}$$

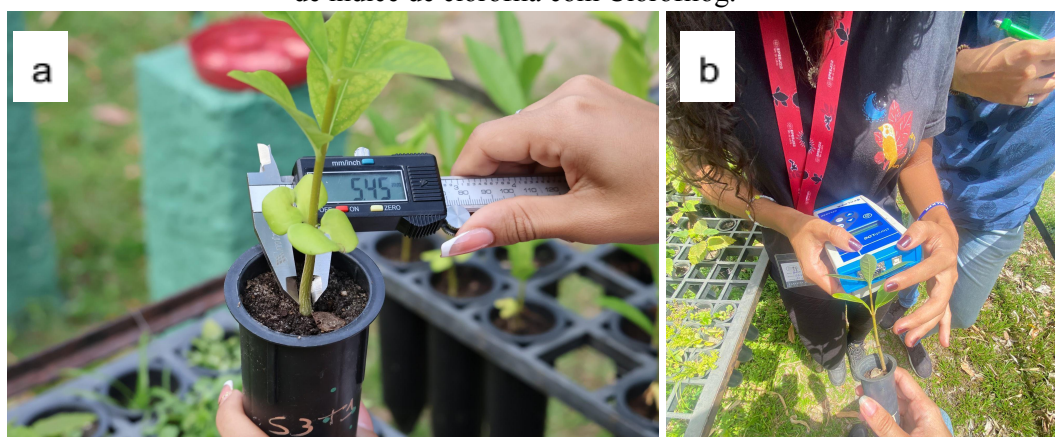
Onde:

G= número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias da semeadura.

Para analisar o crescimento dos indivíduos em relação aos tratamentos estudados, foram realizadas avaliações considerando as seguintes variáveis: Altura (H), Diâmetro do Coleto (DC) (Figura 4a), Número de Folhas (NF), Índice de Clorofila (IC), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca das Raízes (MSR), Massa Seca Total (MST). A altura das mudas foi mensurada com uma régua graduada, tomando como base a medida do colo da planta até a gema apical, e o diâmetro do coleto com um paquímetro digital.

Figura 4: Coleta de dados. a) medição de diâmetro do coleto com paquímetro digital; b) coleta de índice de clorofila com Clorofilog.



Fonte: A autora, 2024.

O índice de clorofila foi determinado por meio de um clorofilog Falker CFL 1030, nas três últimas folhas totalmente expandidas (maduras) de cada uma das seis repetições (Figura 4b).

Para obtenção dos dados de massa seca, a parte aérea foi separada da raiz na altura do coleto. As raízes foram lavadas em água corrente, mantendo-se intacto o sistema radicular. Posteriormente, devidamente identificados, o material foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação de ar forçado por 48 horas, com temperatura de 70 °C, onde foram submetidas a pesagem para obter a massa de matéria seca da parte aérea (folhas + ramos) e de matéria seca das raízes (Figura 5).

Figura 5: a) Raiz após lavagem para separação da parte aérea. b) pesagem de massa seca após secagem em estufa.



Fonte: A autora, 2025.

Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade de Dickson (IQD), que sintetiza, em um único valor, o equilíbrio entre diferentes parâmetros de crescimento das mudas (Equação 5).

$$IQD = MST / [(H / DC) + (MSPA / MSR)] \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

H= Altura (cm);

DC= Diâmetro do coleto (mm);

MSR= Massa seca do sistema radicular (g);

MSPA= Massa seca da parte aérea (g); e

MST= Massa seca total (g).

3.5. Análise estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para isso foi utilizado o *software* R (R Development Core Team, 2025).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as duas espécies houve emergência em todos os tratamentos. Os tratamentos testados não apresentaram diferença significativa para porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência nas espécies testadas (Tabela 3).

Tabela 3: Médias da porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) plântulas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore, aos 100 dias após a semeadura.

Espécies	Tratamentos							
	S1R1	S2R1	S3R1	S4R1	S1R2	S2R2	S3R2	S4R2
<i>H. impetiginosus</i>								
E%	66,66	54,16	83,33	45,83	54,16	54,16	75,00	41,66
TME	13,00	11,08	11,51	12,72	11,30	11,56	11,09	13,00
IVE	7,69	9,13	8,79	7,93	9,26	8,94	9,29	7,69
<i>T. aurea</i>								
E%	83,33	100,00	75,00	95,83	95,83	79,16	91,66	87,50
TME	8,00	9,25	6,97	7,63	8,61	8,94	8,87	7,79
IVE	12,71	11,25	14,45	13,14	12,07	11,35	11,78	13,23

Em que: S1R1 - Recipiente de 100 cm³ + Composto orgânico 100%; S2R1 - Recipiente de 100 cm³ + Composto orgânico + Areia (3:1); S3R1 - Recipiente de 100 cm³ + Resíduo vegetal do açude 100%; S4R1 - Recipiente de 100 cm³ + Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1); S1R2 - Recipiente de 280 cm³ + Composto orgânico 100%; S2R2 - Recipiente de 280 cm³ + Composto orgânico + Areia (3:1); S3R2 - Recipiente de 280 cm³ + Resíduo vegetal do açude 100%; S4R2 - Recipiente de 280 cm³ + Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1).

4.1. Ipê- roxo - *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

Os dados para (H) altura das mudas apresentou diferença significativa apenas em relação ao fator substrato ($p=0,020$), com destaque para o substrato S3 (Resíduo vegetal do açude 100%), que proporcionou os maiores valores médios. Já o substrato S2 (Composto

orgânico + Areia (3:1)), proporcionou o menor crescimento em altura, esse resultado pode ser justificado devido a alta densidade do material (46,24g) e baixa capacidade de condutividade elétrica (CE) de (36,8 dS m⁻¹), em relação aos demais substratos testados (Tabela 4).

Tabela 4: Altura (H), número de folhas (NF) de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) avaliadas até 100 dias após a semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Substrato	H	NF
S1	6.14 ab	6.58 a
S2	5.52 b	5.67 ab
S3	7.12 a	4.75 b
S4	6.89 ab	4.83 ab

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora o substrato S3 tenha promovido maior crescimento em altura, apresentou a menor produção de folhas. Em contrapartida, os substratos S1, S2 e S4 proporcionaram maior desenvolvimento foliar, indicando um crescimento mais equilibrado (Tabela 4).

Para o diâmetro do coleto (DC), observou-se diferença significativa exclusivamente para o fator recipiente. O de maior volume (280 cm³) apresentou os melhores resultados, com um valor médio de 3,04 mm e um diâmetro máximo de 4,17 mm. Apesar desse desempenho, os valores médios permaneceram abaixo de 5 mm. Segundo Gonçalves (2000), para espécies nativas, mudas de qualidade devem apresentar diâmetro do coleto entre 5 e 10 mm, indicando que os resultados obtidos ficaram abaixo do recomendado pela literatura. Para relação H/DC, os resultados não diferiram significativamente para os fatores testados.

Em relação a Clorofila a, b e total, ambos fatores, recipiente e substrato apresentaram diferença significativa, porém, considerando que o grau de liberdade do fator recipiente é igual a 1, a análise de variância (ANOVA) é conclusiva para este parâmetro. O recipiente de maior volume (280 cm³) apresentou os melhores resultados, com valores médios de 22,1 para clorofila a, 4,2 para clorofila b e 26,3 para clorofila total, como visto anteriormente, o maior recipiente também expressou os melhores resultados para o desenvolvimento foliar. Já para o fator substrato, o S4 (Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1)) favoreceu uma maior síntese total de pigmentos fotossintéticos, potencialmente otimizando a capacidade fotossintética das mudas. A intensidade luminosa influencia diretamente na produção de biomassa e clorofila (Moraes Neto, 2021) (Tabela 5).

Tabela 5: Valores médios de índice de clorofila a (CloA), b (CloB) e Total (CloT) em mudas de mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Substrato	CloA	CloB	CloT
S1	22.25 ab	4.41 ab	26.67 ab
S2	20.48 ab	3.98 ab	24.47 ab
S3	19.19 b	3.80 b	22.98 b
S4	22.97 a	4.87 a	27.83 a

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A massa seca de parte aérea (MSPA) apresentou interação significativa entre os substratos e recipientes. No recipiente de 100 cm³, os valores foram menores, variando entre os substratos, com destaque para S2 (Composto orgânico + Areia (3:1)), que apresentou a maior MSPA. No recipiente de 280 cm³, os valores foram mais elevados, especialmente em S4 (Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1)), que diferiu significativamente dos demais substratos. Esse resultado indica que a interação entre o substrato S4 e o recipiente de maior volume favoreceu o crescimento da parte aérea das mudas.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a massa seca de raiz (MSR), indicando que a variação dos substratos e recipientes não afetou isoladamente o crescimento radicular das mudas dentro das condições experimentais. Porém as maiores médias obtidas foram as do substrato S4.

A massa seca total (MST), acompanhou o comportamento da MSPA, sendo maior no substrato S4, especialmente no recipiente de 280 cm³, o que sugere um maior desenvolvimento geral das mudas nesse tratamento. Em contrapartida, o menor valor de MST foi observado no substrato S3 no recipiente de 100 cm³, evidenciando um desenvolvimento mais limitado (Tabela 6).

Tabela 6: Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), de mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Recipiente (cm ³)	Substrato			
	S1	S2	S3	S4

MSPA				
100	0.478 Aa	0.743 Aa	0.420 Aa	0.736 Ab
280	0.455 Ba	0.463 Ba	1.151 ABa	1.872 Aa
MST				
100	0.751 Aa	0.985 Aa	0.546 Aa	0.943 Ab
280	0.972 Ba	0.839 Ba	1.483 ABa	2.440 Aa

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias da linha seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5%.

A relação MSPA/MSR mostrou que os substratos S4, S3 e S2, são estatisticamente iguais, com valores acima de 2,0. Segundo Grossnickle (2012), quanto maior a razão entre MSPA/MSR, maior a possibilidade de desbalanço entre a absorção de água pelas raízes e perda de água pela transpiração (Tabela 7).

Tabela 7: Relação massa seca da raiz e parte aérea (MSPA/MSR) de mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Substrato	MSPA/MSR
S1	1,235 b
S2	2,717 ab
S3	3,296 ab
S4	3,926 a

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A matéria seca produzida pelas mudas é um indicador relevante de sua qualidade, refletindo seu crescimento e taxa fotossintética. No entanto, um desenvolvimento radicular inadequado pode comprometer a absorção de água e nutrientes, aumentando a vulnerabilidade ao estresse hídrico, especialmente em condições de campo (Davide; Melo. 2012).

Os resultados para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) não foram significativos, indicando que os substratos e volumes utilizados não influenciaram esse parâmetro de forma relevante.

Os resultados demonstraram que a escolha do substrato e do volume do recipiente influencia o crescimento das mudas, principalmente na massa seca da parte aérea e total. O

substrato S1 demonstrou melhores resultados para os indicadores de crescimento, porém os resultados mais expressivos foram identificados para as mudas que se desenvolveram na interação do substrato S4, com o recipiente de maior volume (280 cm³).

4.2. Craibeira - *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore

Os resultados indicam que houve diferença significativa para a altura das mudas entre os substratos, com S1 (Composto orgânico 100%) apresentando o maior valor médio e S4 (Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1)) o menor (Tabela 8). Isso sugere que o substrato S1 proporcionou condições mais favoráveis para o crescimento em altura, o substrato teve maior capacidade de condutividade elétrica (CE). Enquanto para o substrato S4, apresentou pH baixo (4,97), a acidez do material pode ter influenciado negativamente no desenvolvimento das mudas. O número de folhas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, indicando que o substrato não influenciou diretamente a produção foliar.

Tabela 8: Altura (H) de mudas de Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Substrato	H (cm)
S1	11.95 a
S2	11.24 ab
S3	10.59 ab
S4	10.02 b

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A interação entre recipiente e substrato foi significativa para o diâmetro do coleto. No substrato S2 (Composto orgânico + Areia (3:1)), o maior volume resultou em um diâmetro significativamente superior em comparação ao menor volume. No caso do S1, o aumento do volume também favoreceu o crescimento do coleto, embora sem diferenças expressivas em relação aos demais substratos. Já no S4, a variação entre os volumes foi menos evidente, sendo o único tratamento em que o aumento do recipiente não teve um impacto significativo no crescimento do coleto. Esses resultados indicam uma interação entre o substrato e o volume do recipiente, onde as mudas responderam melhor ao substrato com maior espaço disponível para desenvolvimento radicular (Tabela 9).

Tabela 9: Diâmetro do coleto (DC) de mudas de Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Recipiente (cm ³)	S1	S2	S3	S4
100	4,831 Ab	3,938 Ab	4,476 Ab	4,413 Aa
280	6,046 ABa	6,335 Aa	5,261 ABa	4,921 Ba

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias da linha seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5%.

Não houve diferenças significativas entre os substratos para os teores de clorofila *a*, *b* e total, com valores médios para clorofila *a* (26,23), clorofila *b* (5,94) e total (32,15), demonstrando que a produção de pigmentos fotossintéticos manteve-se estável independentemente dos tratamentos. Isso sugere que a espécie possui boa plasticidade fisiológica em relação às condições do substrato, permitindo o uso de qualquer um dos avaliados sem impacto na sua capacidade fotossintética.

A interação entre recipiente e substrato foi significativa para a massa seca da parte aérea (MSPA), evidenciando a influência da interação desses fatores no crescimento das mudas. No recipiente de 100 cm³, os valores foram inferiores aos obtidos no recipiente de 280 cm³, indicando que um maior volume de recipiente favoreceu o desenvolvimento aéreo das mudas. O substrato S1 (composto orgânico 100%) apresentou o maior valor de MSPA no recipiente de 280 cm³, diferenciando-se significativamente dos demais. Esse resultado está diretamente alinhado com os dados de crescimento em altura, nos quais S1 também apresentou o maior valor médio, indicando que as condições oferecidas por esse substrato favorecem tanto o alongamento das mudas quanto o acúmulo de biomassa aérea (Tabela 10).

Tabela 10: Massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Recipiente (cm ³)	S1	S2	S3	S4
100	0,688 Ab	0,406 Bb	0,530 ABa	0,606 ABa
280	2,170 Aa	1,842 ABa	0,844 Ba	1,284 ABa

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias da linha seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5%.

Além disso, destaca-se que não houve diferenças significativas para massa seca de raiz e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), sugerindo que os substratos e volumes testados não

influenciaram de maneira expressiva na qualidade geral das mudas nesses parâmetros. Para a análise da massa seca total (MST), o substrato S1 resultou no maior valor médio, enquanto S3 apresentou o menor. No entanto, os substratos S2 e S4 não diferiram estatisticamente de S1 e S3, evidenciando que, embora haja variação na resposta das mudas, alguns substratos apresentaram desempenho intermediário (Tabela 11).

Tabela 11: Massa seca total (MST) de mudas de Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Substrato	MST
S1	2,570 a
S2	2,030 ab
S3	1,569 b
S4	1,936 ab

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A relação entre massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) evidenciou a interação significativa entre substrato e recipiente. Os valores em razão MSPA/MSR ficaram abaixo de 2,0, indicando equilíbrio entre absorção de água e perda de água pela transpiração (Grossinickle, 2012).

Os substratos S1 e S2 apresentaram maior grau de diferença significativa, com destaque para S1. Ambos demonstraram uma interação positiva com o recipiente de maior volume (280 cm³).

O substrato S3 apresentou menor espaço de aeração (AE), maior acidez (4,23) e menor capacidade de condutividade elétrica (CE) na caracterização físico-química. O pH ideal para substratos de base orgânica situa-se na faixa de 5,2 a 5,5 (Kampf, 2000). No recipiente de maior volume (280 cm³), esse substrato resultou em um menor valor para a relação MSPA/MSR. Esses fatores podem ter limitado a absorção de nutrientes e a distribuição equilibrada de biomassa. A baixa condutividade elétrica sugere menor disponibilidade de nutrientes essenciais, enquanto a acidez elevada pode ter dificultado a absorção de alguns elementos, restringindo o crescimento adequado (Tabela 12).

Tabela 12: Relação MSPA/MSR massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca raiz (MSR), de mudas de Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) após 100 dias de semeadura, cultivadas em diferentes substratos.

Recipiente (cm ³)	S1	S2	S3	S4
100	1.104 Aa	1.089 Aa	1.227 Aa	1.128 Aa
280	1.551 Aa	1.278 Aa	0.653 Bb	0.857 ABa

Em que: S1 - Composto orgânico 100%; S2- Composto orgânico + Areia (3:1); S3 - Resíduo vegetal do açude 100%; S4 - Resíduo vegetal do açude + Areia (3:1). Médias da linha seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5%.

Os resultados demonstraram que o desempenho das mudas de Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), e Craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) variou em função dos substratos testados, evidenciando a influência do tipo de material utilizado no crescimento das plantas. Os substratos S3 (resíduo vegetal do açude 100%) e S4 (resíduo vegetal do açude + areia 3:1) proporcionaram os melhores resultados para o Ipê-roxo, enquanto a Craibeira obteve melhor desenvolvimento no composto orgânico produzido no Parque Estadual de Dois Irmãos (S1 – composto orgânico 100%), indicando que esse material é uma alternativa viável para a produção de mudas na unidade.

Além disso, foi observada uma interação entre substratos e recipientes, destacando que recipientes de maior volume favorecem um bom crescimento das mudas, proporcionando melhor desenvolvimento radicular e maior acúmulo de biomassa. O maior espaço disponível permitiu uma melhor exploração do substrato pelas raízes, contribuindo para a absorção de água e nutrientes, o que reflete positivamente na qualidade final das mudas.

Assim, o uso de substratos alternativos combinados com recipientes adequados pode representar uma estratégia promissora para otimizar a produção de mudas nativas, aliando sustentabilidade e eficiência no manejo florestal.

5. CONCLUSÃO

A interação entre substratos e recipientes, evidenciou que recipientes maiores favorecem o crescimento das mudas, proporcionando melhor desenvolvimento radicular e maior acúmulo de biomassa, o que reflete positivamente na qualidade final das plantas. Além disso, os substratos influenciaram de maneira distinta o crescimento das espécies estudadas.

O resíduo vegetal do açude mostrou-se uma alternativa viável para a produção de mudas, porém sua eficiência variou conforme a espécie. Diante dos resultados distintos entre as espécies analisadas, torna-se essencial a realização de mais estudos sobre a eficiência desse

substrato em diferentes espécies florestais, visando ampliar seu potencial de uso na produção de mudas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **Climatologia: Mapas de precipitação e outras informações**. Recife: APAC, 2023. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/climatologia/519-climatologia>. Acesso em: 19 ago. 2023.

ALVAREZ, I. A.; ANDRADE, A. C. Y.; EULER, A. M. C.; RONQUIM, C. C.; SILVA, E. J. V. **Desafios e oportunidades para a produção de sementes e mudas florestais nativas por comunidades do estado do Amapá**. Campinas: Embrapa Territorial, 2021. 34 p. (Documentos, 141). ISSN 0103-7811.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. **Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas**. Hoehnea, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013.

BRASIL. "Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007. Aprova os métodos analíticos oficiais para análise de substratos e condicionadores de solos, na forma do anexo à presente Instrução Normativa." **Diário Oficial da União**, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 9 mar. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**, [20–]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 02 mar 2025

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)**. Mata Atlântica. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 9 mar. 2025.

CARVALHO, P. E. R. Caraúba: *Tabebuia aurea*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4, p. 129-138. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 4).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 541-548. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231721/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Ipe-Amarelo.pdf> Acesso em: 19 ago. 2023

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 557-564. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231723/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-1-Ipe-Rosa.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2023

CIDADES. **Parque Dois Irmãos recebe primeiro viveiro-escola de mudas da Mata Atlântica.** Jornal do Commercio, 08 jun. 2019. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2019/06/08/parque-dois-irmaos-recebe-primeiro-viveiro-escola-de-mudas-da-mata-atlantica-380621.php>. Acesso em: 13 mar. 2025

CNCFlora - Centro Nacional de Conservação da Flora. **Lista Vermelha da Flora Brasileira.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/projetos/lista-vermelha>. Acesso em: 20 dez. 2024.

CNCFlora. *Handroanthus impetiginosus* in: Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora.** Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus impetiginosus](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus%20impetiginosus)>. Acesso em: 19 ago. 2023.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005. Acesso em: 15 fev. 2025

DAVIDE, A. C.; MELO, L. A. **Manejo Sustentável da Candeia: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais.** In: DAVIDE, A. C.; MELO, L. A. (Org.). Virtual book, 2012. Disponível: <https://pt.scribd.com/document/262453292/Livro-CandeiaMANEJO-SUSTENTAVEL-DA-CANDEIA-O-caminhar-de-uma-nova-experiencia-em-Minas-Gerais> Acesso em: 08 mar. 2025

DE BOODT M, V. O.; CAPPAERT, I. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. **Acta Hort.** 37, 2054-2062.

FERMINO, M. H.; MIETH, P. Análise de substratos para produção de mudas de espécies florestais. **Araújo MM, Navroski MC, Schorn LA. Produção de sementes e mudas: Um enfoque à silvicultura.** Santa Maria: Editora UFSM, p. 169-86, 2018.

Flora e Funga do Brasil, 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar 2025

FOLHA PE. Parque Dois Irmãos ganha sementeira com mais de 40 espécies. Folha de Pernambuco, 2016. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/en/noticia/163971>. Acesso em: 13 mar. 2025

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETTO, S. P. de; MANARA, M. P.; STAPE, J. L. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização.** In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p.310-350. Acesso em: 6 mar. 2025.

GROSSNICKLE, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, v. 43, n. 5/6, p. 711-738.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE atualiza estatísticas das espécies ameaçadas de extinção nos biomas brasileiros**. Agência de Notícias IBGE, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/36972-ibge-atualiza-estatisticas-das-especies-ameacadas-de-extincao-nos-biomas-brasileiros#:~:text=A%20flora%20terrestre%20da%20Mata,das%20esp%C3%A9cies%20amea%C3%A7adas%20em%202022>. Acesso em: 6 dez. 2024.

ICLEI. **Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife 2020**. Recife. 2020. Disponível em: http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (IBF). **Bioma Mata Atlântica**, [20–]. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em: 9 mar. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Produção de mudas e recomendações de adubação no viveiro para pequenos produtores. Acervo Historico IPEF: Informações Técnicas, Piracicaba, 2008. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/producao_de_mudas_e_recomendacoes_de_adubacao_no_viveiro_para_pequenos_produtores.aspx Acesso em: 13 jul. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). Recife, Pernambuco. INPE, 2020. *apud* ICLEI, 2020. Disponível em: http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf. Acesso em: 23 ago. 2023.

KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. **Guaíba: Agropecuária**, v. 254, p. 6, 2000.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983, 173p.

LIMA, J. R.; PAREYN, F. G. C; DRUMOND, M. A. *Tabebuia aurea*: Craibeira. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1103474>. Acesso em: 13 mar. 2025

LOHMANN, L.G. *Handroanthus* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114086>>. Acesso em: 19 ago. 2023

LOHMANN, L.G. *Tabebuia* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114257>>. Acesso em: 18 jan. 2025

MORAES NETO, S. P. **Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1139933> Acesso em: 7 mar. 2025.

OLIVEIRA, M. C. D., *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília, DF: Universidade de Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. p. 124. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1042301> Acesso em: 23 ago. 2023

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 9.989, de 13 de janeiro de 1987**. Dispõe sobre a criação da Reserva Ecológica da Região Metropolitana do Recife. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=9989&complemento=0&ano=1987&tipo=&url=>. Acesso em: 9 mar. 2025.

R Core Team (2025). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 01 mar. 2025.

RODRIGUES, M. F.; SILVA, S. P. V. **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos**. Recife-PE: SEMAS, ed. 1, 2014.

RODRIGUES, M. F.; FALBO, P. R. C.; LINS E SILVA, A. C. B. **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos**. Recife-PE: SEMAS, ed. 2, 2022.

ROLIM, S., *et al.* **Prioridades e lacunas de pesquisa e desenvolvimento em silvicultura de espécies nativas no Brasil** (p. 44). Working Paper. São Paulo, Brasil: WRI Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/publicacoes/prioridades-e-lacunas-de-pesquisa-desenvolvimento-em-silvicultura-de-especies-nativas> Acesso em: 19 ago. 2023.

SALGADO, CM, *et al.* "Produção de mudas de açaizeiro em diferentes recipientes e composições de substrato." In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, PDV Agro, 5., 2020, Virtual. **Anais**. [SI]: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2021., 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0659> Acesso em: 25 ago. 2023.

SEMAS-PE. Parque de Dois Irmãos. Disponível em: <https://semas.pe.gov.br/parque-estadual-de-dois-irmaos/> . Acesso em: 25 dez. 2024.

SANTANA, E. S. de; LOPES RANGEL, I. M.; RANGEL, R. P.; BRITO JUNIOR, A. A.; ALVES, O. J.; SANTOS, A. E. J. Uso de substratos alternativos para produção de mudas florestais em tubetes. *Cadernos de Agroecologia*, **Anais** do 13º Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 21, n. 1, 2026.

SILVA, M. R. S. **Diagnóstico dos viveiros florestais do estado de Pernambuco**. 2023. 60 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/4748> Acesso em: 11 ago. 2023

SANTOS, C. B. *et al.* Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.. **Ciência Florestal**, v. 10, p. 01-15, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098466>. Acesso em: 25 ago. 2023

SENADO FEDERAL. **Bioma mais devastado, Mata Atlântica luta para manter biodiversidade.** Senado Notícias, 26 jan. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2024/01/bioma-mais-devastado-mata-atlantica-luta-para-manter-biodiversidade>. Acesso em: 10 mar. 2025.

STURION, J. A. Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais. IN: 1º Seminário de sementes e viveiros florestais. II., Curitiba: FUPEF, 1981, p. 01-26. **Anais.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162391/1/Doc-03.pdf> Acesso em: 07 mar. 2025.

VALVERDE, S. R. Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde. [Rio de Janeiro]: **Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável**, [2012]. 39 p. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil). Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14985> Acesso em: 19 ago. 2023.