



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**JULIA CERQUEIRA LIMA**

**RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM NASCENTE NO ECÓTONO DE BURITIRANA-  
MA, BRASIL**

Imperatriz - MA  
2023

**JULIA CERQUEIRA LIMA**

**RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM NASCENTE NO ECÓTONO DE BURITIRANA-  
MA, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, pelo Centro de Ciências Agrárias, como requisito para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Florestal

**Orientador:** Prof. Me. Dalton Henrique Angelo

Imperatriz - MA  
2023

L732r

Lima, Julia Cerqueira

Restauração florestal em nascente no ecótono de Buritirana-MA, Brasil. / Julia Cerqueira Lima. – Imperatriz, MA, 2023.

45 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2023.

1. Área de Preservação Permanente. 2. Plantio de adensamento. 3. Espécies nativas. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 502.4

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

**JULIA CERQUEIRA LIMA**

**RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM NASCENTE NO ECÓTONO DE BURITIRANA-  
MA, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão  
- UEMASUL, pelo Centro de Ciências Agrárias, como  
requisito para obtenção de título de Bacharel em  
Engenharia Florestal

Aprovado em: 27/06/2023

BANCA EXAMINADORA



---

**Dalton Henrique Angelo**

**Mestre em Ciências Florestais e Ambientais**

**(Orientador)**



---

**Chaiane Rodrigues Schneider**

**Doutora em Engenharia Florestal**

**(Membro)**



---

**Joabel Raabe**

**Doutor em Ciências Florestais - Tecnologia de Produtos Florestais**

**(Membro)**

## RESUMO

Nascentes são elementos estruturais fundamentais constituintes para a formação de bacias hidrográficas e a preservação da vegetação. A conseqüente restauração quando impactada ambientalmente está prevista em lei vigente, podendo os possuidores de imóveis rurais aderirem ao programa de regularização ambiental – PRA, com normas específicas de restauração para o Estado do Maranhão através de portaria direcionada para elaboração de projeto de recuperação de áreas degradadas, sua execução e monitoramento. O objetivo do presente estudo foi avaliar a implantação de um plantio de adensamento com espécies nativas para restauração de Área de Preservação Permanente (APP) em Buritirana – MA. A metodologia consistiu na divisão da área de preservação permanente (APP) em quatro quadrantes, um como testemunha (sem plantio) e os outros três com arranjos envolvendo 22 espécies arbóreas pré-selecionadas. Foram medidas a altura total das mudas, diâmetro de coleto, número de pares de folhas, sobrevivência de espécies, incremento e fitossanidade posterior ao período chuvoso, após o plantio, por meio de análise de estatística descritiva e de variância (ANOVA). Os resultados preliminares demonstraram baixa sobrevivência de mudas, sem incremento inicial de crescimento. Esse resultado se justifica pela época da realização do plantio (período de intenso calor), pelos veranicos extenuantes, pela elevada antropização da área e pela falta de adubação e irrigação, bem como, pela presença de animais na área de plantio. Nesse sentido, é possível concluir que a época mais indicada para o plantio é no início do período chuvoso, além de identificar espécies que são resistentes à condições adversas como *Senna alata* (L.) Roxb., *Bauhinia cheilantha*, *Inga edulis* Mart., *Euterpe oleraceae* Mart., *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard..

**Palavra-chave:** Adensamento. Diversidade. Área de Preservação Permanente.

## ABSTRACT

Springs are fundamental structural elements for the formation of watersheds and the preservation of vegetation. The consequent restoration when environmentally impacted is provided for in current law, and rural property owners may adhere to the environmental regularization program - PRA, with specific restoration standards for the State of Maranhão through an ordinance directed to the preparation of a project for the recovery of degraded areas, its implementation and monitoring. The objective of the present study was to evaluate the implantation of a consolidation plantation with native species for restoration of Permanent Preservation Area (APP) in Buritirana - MA. The methodology consisted of dividing the permanent preservation area (APP) into four quadrants, one as a control (without planting) and the other three with arrangements involving 22 pre-selected tree species. The total height of the seedlings, stem diameter, number of pairs of leaves, species survival, increment and plant health after the rainy season, after planting, were measured using descriptive statistics and variance analysis (ANOVA). Preliminary results showed low seedling survival, with no initial growth increment. This result is justified by the time of planting (period of intense heat), the exhausting summers, the high anthropization of the area and the lack of fertilization and irrigation, as well as the presence of animals in the planting area. In this sense, it is possible to conclude that the most suitable time for planting is at the beginning of the rainy season, in addition to identifying species that are resistant to adverse conditions such as *Senna alata* (L.) Roxb., *Bauhinia cheilantha*, *Inga edulis* Mart., *Euterpe oleraceae* Mart., *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard..

**Keyword:** Densification. Diversity. Permanent Preservation Area.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b>	<b>8</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Recursos Hídricos</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Importância das nascentes</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Restauração de Áreas Degradadas</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Recuperação de nascentes</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Dendrologia das espécies</b>	<b>16</b>
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Área de estudo</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Plantio</b>	<b>20</b>
<b>4.3 Coleta de dados</b>	<b>23</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Delineamentos entre tratamentos</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Espécies e desenvolvimento</b>	<b>31</b>
<b>5.3 Características dendrológicas</b>	<b>33</b>
<b>5.3.1 Bauhinia cheilantha</b>	<b>33</b>
<b>5.3.2 <i>Inga edulis</i> Mart.</b>	<b>34</b>
<b>5.3.3 <i>Euterpe oleraceae</i> Mart.</b>	<b>35</b>
<b>5.3.4 <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz</b>	<b>36</b>
<b>5.3.5 <i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard</b>	<b>37</b>
<b>5.3.6 <i>Senna alata</i> (L.) Roxb.</b>	<b>38</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela melhoria da qualidade de vida da sociedade sempre esteve intrinsecamente ligada à exploração dos recursos naturais. No entanto, nos dias atuais, testemunhamos uma intensidade e velocidade de exploração muito maior do que a capacidade de regeneração desses recursos pelo meio ambiente. Como resultado, enfrentamos desafios significativos relacionados à degradação ambiental e à escassez de recursos naturais.

Para reverter essa situação preocupante, o desenvolvimento sustentável tem ganhado destaque como uma abordagem fundamental no campo da economia ecológica. Trata-se de um processo que busca melhorar o bem-estar humano, garantindo uma produção que respeite os limites termodinâmicos do planeta. Além disso, o desenvolvimento sustentável promove o crescimento cultural, psicológico e espiritual das sociedades, ao analisar os problemas sociais decorrentes do consumo desenfreado e propor políticas que sejam compatíveis com um padrão de consumo mais sustentável (Romeiro, 2012).

No contexto brasileiro, o Código Florestal, estabelecido pela Lei Nº 12.651 de 2012, desempenha um papel crucial na definição dos limites de vegetação para as margens dos cursos d'água nas áreas rurais e urbanas, conhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Brasil, 2012). Essas áreas desempenham funções vitais na proteção do ambiente ciliar, na redução da erosão do solo, na regulação dos fluxos hídricos e na prevenção do assoreamento, sendo fundamentais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (Rosa, 2011).

No entanto, o processo histórico de desmatamento no Brasil tem sido influenciado pela intensificação e expansão das atividades agropecuárias, disputas territoriais e étnicas, além do avanço das atividades imobiliárias, mineração, energia e indústrias urbanas (Brancalion, Gandolfi, & Rodrigues, 2015). Essas atividades têm resultado em uma redução nos recursos naturais renováveis e não renováveis, afetando a forma, a dinâmica e, principalmente, a qualidade do ambiente (Araújo, Almeida, & Guerra, 2007).

A diminuição da disponibilidade hídrica, por exemplo, acarreta prejuízos consideráveis de natureza econômica, ambiental e social, bem como desequilíbrios ambientais que levam a desastres naturais cada vez mais frequentes (Maccarini & Silva, 2016). Essa situação acarreta custos emergenciais para o governo, tanto na infraestrutura quanto na área de saúde pública.

Nesse contexto, o estado do Maranhão, assim como muitas outras regiões, também enfrenta os impactos decorrentes desse histórico de desmatamento. Grande parte de sua vegetação original foi substituída por práticas agrícolas e pecuárias tradicionais, que carecem de inovações tecnológicas e estão focadas principalmente na obtenção de produtos (SAGRIMA,

2019). Como resultado, observa-se a ocorrência de longos períodos de estiagem, cujas consequências são severas. Diante desse cenário, a restauração ecológica desempenha um papel essencial para a recuperação de ecossistemas degradados, danificados ou destruídos, visando à conservação e à valorização dos valores ecológicos, econômicos e sociais (SER, 2004).

O objetivo deste estudo, portanto, é avaliar o desenvolvimento de espécies arbóreas por meio da implantação de adensamento para a restauração de uma nascente degradada em Buritirana, Maranhão. Ao investigar essa abordagem de restauração florestal, busca-se contribuir para o conhecimento e as práticas relacionadas à conservação e recuperação ambiental, fornecendo informações valiosas que possam orientar a implementação de medidas eficazes em regiões com desafios semelhantes.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar o desenvolvimento de espécies arbóreas na implantação de adensamento para restauração em período de estiagem em uma nascente degradada em Buritirana-MA.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Analisar a sobrevivência das espécies implantadas;

Relacionar com suas características dendrológicas;

Avaliar o incremento das espécies implantadas;

Sugerir espécies resistentes a estiagens para a restauração na região de estudo.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### 3.1 Recursos Hídricos

A gestão de recursos hídricos requer o uso de tecnologias modernas e práticas sustentáveis, como a gestão de demanda e a recuperação de áreas degradadas (FILHO et al., 2019). A sua importância é evidenciada pela escassez crescente de água em muitas regiões do mundo e pelos desafios que enfrentamos para garantir o acesso à água potável para todos (GONÇALVES; MENDONÇA, 2016). Por isso, a gestão de recursos hídricos deve ser vista como um tema central para o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental.

A complexidade da gestão dos recursos hídricos reside no fato de que a água é um recurso compartilhado e limitado, o que requer um planejamento cuidadoso e uma cooperação entre diferentes setores da sociedade. Além disso, a gestão dos recursos hídricos deve levar em consideração a sustentabilidade, a equidade e a participação pública (SILVA; CARVALHO, 2019). Nesse sentido, a adoção de políticas públicas adequadas e a implementação de tecnologias sustentáveis são fundamentais para enfrentar os desafios atuais e futuros da gestão dos recursos hídricos (OLIVEIRA et al., 2020).

No Brasil, as principais leis que regem a restauração de áreas degradadas são a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006), a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) e o Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). No Maranhão, há leis específicas que regem a conservação ambiental, como a Lei de Proteção da Vegetação Nativa do Estado do Maranhão (Lei nº 9.519, de 26 de novembro de 2011) e o Decreto Estadual de Restauração de Áreas Degradadas (Decreto nº 32.929, de 18 de dezembro de 2017).

A portaria SEMA N° 27 de 29 de abril de 2021 estabelece critérios e procedimentos para recuperação de áreas degradadas, elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRAD) através do uso de sementes, mudas e faunas. Além disso, existe a Lei N° 10.276 de 07 de julho de 2015 que institui o Programa de Adequação Ambiental de Propriedade e Atividade Rural e adota outras providências.

Quanto às técnicas utilizadas na restauração de áreas degradadas, há várias opções disponíveis, como a plantação de espécies nativas, a remoção de espécies invasoras, a adição de nutrientes ao solo e a utilização de técnicas de engenharia natural. Em geral, a escolha das técnicas mais adequadas depende do tipo e grau de degradação da área em questão, bem como das características do ecossistema local (SOUZA, 2022).

Essas áreas geográficas delimitadas desempenham um papel fundamental no ciclo da água, que compreende processos como a evaporação, a precipitação e o escoamento. Estudos realizados por especialistas têm reafirmado sua essencialidade para a coleta, armazenamento e distribuição de água doce, tornando-as indispensáveis para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar humano (SMITH et al., 2018).

Do ponto de vista do abastecimento hídrico, as bacias hidrográficas são responsáveis por prover água para o consumo humano, a irrigação agrícola e o uso industrial. Os rios, lagos e aquíferos presentes nessas bacias constituem fontes vitais de água doce, viabilizando o suprimento às cidades, a irrigação das culturas e o suporte à produção industrial (BROWN et al., 2017).

Além disso, essas áreas são reconhecidas por sua relevância na conservação da biodiversidade, em que abrigam uma ampla variedade de espécies vegetais, animais e organismos aquáticos, contribuindo significativamente para a preservação da diversidade biológica (DUDGEON et al., 2016). Os ecossistemas presentes nas bacias hidrográficas atuam como habitats essenciais para inúmeras espécies, desempenhando um papel crucial na proteção da fauna e da flora nativas.

Outra contribuição fundamental das bacias hidrográficas diz respeito à melhoria da qualidade da água. A vegetação, os solos e as formações rochosas encontrados nessas áreas exercem uma função de filtragem natural, removendo sedimentos e poluentes, o que resulta na purificação da água antes que ela alcance os corpos hídricos (WOHL, 2017). Esse processo de filtragem é essencial para a manutenção da qualidade da água, assegurando a disponibilidade de água limpa para diferentes usos.

Além de suas implicações ecológicas, as bacias hidrográficas também desempenham um papel crucial na regulação climática. A presença de água nessas áreas influencia a temperatura e a umidade do ar, impactando a formação de chuvas e as condições climáticas locais e regionais (BRIERLEY et al., 2015). Portanto, a preservação adequada das bacias hidrográficas contribui para a estabilidade climática e a manutenção dos ecossistemas associados.

A compreensão e o reconhecimento de sua importância, aliados à adoção de práticas adequadas de conservação, são passos essenciais para garantir a disponibilidade sustentável de água doce, tanto no presente como no futuro (SAVENIJE et al., 2014).

A bacia escolhida como representativa foi a bacia hidrográfica do rio Mearim, localizada na porção centro-norte do Estado do Maranhão entre as latitudes de  $-4^{\circ}$  a  $-8^{\circ}$  e longitudes de  $-48^{\circ}$  a  $-44^{\circ}$ . Apresenta características importantes, sobretudo por ser eminentemente maranhense,

ocupar uma área de aproximadamente 98.397 km<sup>2</sup>, 30% da área total do estado, abranger terras de 77 municípios e pelo valor econômico mineral contido em sua área (LIMA et al., 2013).

### **3.2 Importância das nascentes**

Com base em pesquisas científicas recentes, é amplamente reconhecido que as nascentes são elementos essenciais para a manutenção dos ecossistemas e da qualidade de vida das comunidades humanas (ARAÚJO et al., 2019; ALVES et al., 2020).

Entretanto, apesar de sua importância, as nascentes são degradadas por meio da poluição do solo e da água, o desmatamento das áreas de entorno e a sobrecarga de atividades humanas (ALMEIDA et al., 2022; SILVA, 2019). Estudos apontam que a degradação das nascentes pode levar à diminuição do volume de água disponível, afetando a qualidade de vida das populações e prejudicando a produção agropecuária e industrial (LOPES et al., 2020).

Dessa forma, é fundamental a realização de ações que visem à preservação e recuperação das nascentes, como a adoção de práticas de manejo sustentável da terra, a criação de áreas de proteção ambiental, a conscientização da população sobre a importância da preservação das nascentes e a implementação de políticas públicas que incentivem a conservação desses recursos hídricos (SOUZA et al., 2018).

No que se refere ao abastecimento de água, as nascentes desempenham um papel crucial ao fornecerem água potável para abastecer comunidades, suprir demandas domésticas, agrícolas e industriais (RODRIGUES et al., 2014). Além disso, elas contribuem para a recarga de aquíferos, garantindo a disponibilidade sustentável de água subterrânea (DOLL et al., 2012).

No contexto da conservação da biodiversidade, as nascentes abrigam uma variedade de organismos aquáticos e terrestres, muitos dos quais são exclusivos desses ambientes. Essas áreas servem como habitats cruciais para espécies especializadas e desempenham um papel importante na manutenção da biodiversidade local (STEWART et al., 2015). Além disso, as nascentes frequentemente atuam como zonas de transição entre ecossistemas terrestres e aquáticos, facilitando a conectividade e o fluxo de nutrientes entre esses sistemas (WOOD et al., 2017).

A regulação do fluxo de água é outra importância associada às nascentes. Elas funcionam como pontos de descarga de água subterrânea, contribuindo para a manutenção dos rios e córregos durante períodos de estiagem (SKLASH et al., 2014). Além disso, as nascentes desempenham um papel na regulação do fluxo de água superficial, ajudando a prevenir enchentes e erosão excessiva em períodos de chuvas intensas (RINALDO et al., 2018).

Para garantir a preservação e o uso sustentável das nascentes, é essencial adotar práticas de gestão adequadas e promover a conscientização sobre sua importância. A compreensão dos diversos benefícios proporcionados pelas nascentes é fundamental para incentivar a conservação desses ecossistemas e garantir a disponibilidade contínua de água limpa e saudável (RODRIGUES et al., 2014; DOLL et al., 2012).

Com base em características físicas, hidrogeológicas e geográficas, as nascentes podem ser classificadas em diferentes categorias, cada uma com suas particularidades e influências nos ecossistemas adjacentes. Compreender a diversidade de tipos de nascentes é crucial para a gestão adequada dos recursos hídricos e a proteção desses ambientes delicados e essenciais para o equilíbrio do ciclo da água (OLIVEIRA, 2015). A seguir, destaca-se alguns dos principais tipos de nascentes, classificadas com base na literatura científica disponível.

- Nascentes freáticas: também conhecidas como nascentes de água subterrânea, são aquelas alimentadas pelo fluxo de água proveniente de aquíferos ou lençóis freáticos. A água emergente nessas nascentes é resultado da pressão hidrostática do lençol freático (BAKALOWICZ, 2005).

- Nascentes de encosta: são encontradas nas encostas de colinas ou montanhas, sendo abastecidas pela infiltração da água da chuva no solo, que posteriormente emergem nas encostas (BENSE et al., 2013).

- Nascentes de contato: são aquelas que ocorrem em áreas de contato entre camadas geológicas com diferentes características hidrogeológicas. Essas nascentes surgem quando a água encontra uma camada impermeável e emerge na superfície (HANCOCK et al., 2006).

- Nascentes de exurgência: ocorrem quando a água emerge em locais onde há falhas ou fraturas geológicas. A água, proveniente de aquíferos confinados ou semiconfinados, é forçada a emergir por meio dessas aberturas no substrato (WORTHINGTON et al., 2014).

- Nascentes cársticas: desenvolvem-se em áreas onde predominam terrenos cársticos, caracterizados pela dissolução de rochas solúveis, como calcário. Essas nascentes são influenciadas pelo fluxo de água através de sistemas de cavernas e condutos subterrâneos (FORD; WILLIAMS, 2007).

- Nascentes termiais: são caracterizadas pela emergência de água com temperaturas mais elevadas do que a média do ambiente. Essas nascentes são frequentes em regiões vulcânicas ou onde ocorrem processos geotérmicos (LUND, 2007).

- Nascentes artificiais: são criadas pelo homem, por meio da perfuração de poços ou captação de água de fontes subterrâneas. Essas nascentes são utilizadas para suprir demandas de água para abastecimento humano, agrícola ou industrial (FOSTER, 2007).

É importante ressaltar que a classificação dos tipos de nascentes pode variar de acordo com a região geográfica e as características locais. A compreensão desses tipos de nascentes contribui para o melhor entendimento dos sistemas hídricos e auxilia na gestão sustentável dos recursos hídricos em diferentes contextos (BAKALOWICZ, 2005; FORD; WILLIAMS, 2007; BENSE et al., 2013)

### **3.3 Restauração de Áreas Degradadas**

A restauração de áreas degradadas visa a recuperação de ecossistemas que foram danificados, principalmente por atividades humanas, mas também por desastres naturais. Envolve abordagens e técnicas variadas, que dependem do ecossistema e dos objetivos do processo de recuperação. É possível destacar as técnicas mais utilizadas, entre elas, o plantio de espécies nativas, a recuperação de solos e o controle de espécies invasoras (MULER, 2014).

A restauração de áreas degradadas envolve uma série de aspectos sociais, políticos e econômicos, que influenciam a forma como o processo é conduzido e os resultados que são alcançados. Por exemplo, a participação da comunidade local é fundamental para o sucesso da restauração, uma vez que os moradores da região possuem conhecimentos e experiências que podem contribuir para a escolha das técnicas mais adequadas e para a manutenção das áreas restauradas (NASCIMENTO; MENDES; BEZERRA, 2018).

Outro aspecto importante da restauração de áreas degradadas é a avaliação dos resultados do processo, que deve ser realizada de forma sistemática e rigorosa. A avaliação pode envolver a medição de indicadores ecológicos, como a diversidade de espécies e a cobertura vegetal, assim como a análise dos impactos socioeconômicos do processo (OLIVEIRA et al., 2021).

A partir dos resultados da avaliação, é possível identificar os sucessos e os desafios da restauração e ajustar as abordagens e técnicas utilizadas para maximizar os benefícios para o meio ambiente e para as comunidades envolvidas (OLIVEIRA et al., 2021).

### **3.4 Recuperação de nascentes**

Com base nas questões ambientais em escala global, a recuperação de nascentes emerge como um tema de grande relevância. A proteção e a conservação de nascentes são fundamentais para manter a qualidade e a disponibilidade de água, além de contribuir para a preservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos (SOUZA et al., 2019). A

recuperação de nascentes, portanto, envolve ações que visam restabelecer as funções hidrológicas e ecológicas do ambiente, bem como melhorar a qualidade da água e proteger as áreas de recarga do lençol freático (RODRIGUES et al., 2018).

A recuperação de nascentes também está relacionada à questão social, já que muitas comunidades rurais dependem diretamente dos recursos hídricos para suas atividades econômicas e de subsistência (SEVERIEN; SARCINELLI; MATSUDA, 2020). Assim, é importante considerar a participação das comunidades locais nas ações de recuperação, envolvendo-as em todo o processo, desde a elaboração do projeto até a implantação das medidas. A participação das comunidades pode garantir a sustentabilidade do projeto e conscientizar sobre a preservação dos recursos hídricos e serviços sistêmicos para uma sociedade sustentável (FILHO; SILVA, 2018).

A recuperação de nascentes é um tema de grande importância para a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade no Maranhão. Com uma área de mais de 330 mil km<sup>2</sup>, o estado possui uma diversidade de ecossistemas que vão desde a floresta amazônica até os manguezais costeiros (GONÇALVES et al., 2020). No entanto, a degradação ambiental, o desmatamento e a expansão da agricultura e da pecuária têm causado a redução da quantidade e da qualidade da água em diversas regiões do estado, o que pode afetar diretamente a população e a economia local (IBGE, 2019).

Nesse contexto, a recuperação de nascentes é estratégia importante para a preservação da água e da biodiversidade no Maranhão. A recuperação de nascentes consiste em ações que visam restaurar as condições ambientais das áreas onde nascem os cursos d'água, a fim de aumentar a vazão e a qualidade da água que flui por esses locais. Entre as técnicas utilizadas estão a recomposição florestal, a construção de barraginhas e bacias de retenção de água, além de outras práticas agroflorestais que promovem a conservação do solo e da água (SILVA et al., 2021).

Portanto, a recuperação de nascentes no Maranhão apresenta-se como uma alternativa viável para a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, além de trazer benefícios econômicos e sociais para as comunidades locais. Com a implementação de políticas públicas que incentivem a adoção dessas práticas, é possível promover a restauração ambiental e a sustentabilidade das atividades produtivas no Estado (SANTOS et al., 2020).

A determinação da metragem necessária para a recuperação de uma nascente envolve uma abordagem técnica embasada em estudos científicos e orientações especializadas. Embora não haja uma regra fixa, é importante considerar diferentes aspectos para garantir a efetividade da recuperação. Recomenda-se a ampliação da área de proteção em torno da nascente, levando

em conta fatores como a taxa de recarga, a qualidade e quantidade de água necessária, a proteção do entorno e a conservação da biodiversidade (MARTINS, 2018).

Estudos sugerem que uma área de recuperação com raio de 50 a 100 metros a partir da nascente é uma medida comumente adotada (CEMIG, 2016; COPASA, 2019). Essa abordagem visa assegurar a proteção adequada da área de contribuição, que é responsável pela alimentação do lençol freático que abastece a nascente. No entanto, é importante ressaltar que cada caso deve ser avaliado individualmente, considerando as características geológicas, hidrogeológicas e ambientais específicas do local (CAMPOS, 2017).

Diversas técnicas têm sido empregadas com o objetivo de garantir o sucesso desse processo. De acordo com estudos científicos e guias especializados, algumas das principais técnicas utilizadas incluem a proteção da área de contribuição, construção de bacias de captação, criação de terraços, implantação de sistemas agroflorestais e o reflorestamento das áreas ao redor da nascente (SANTOS, 2017).

A proteção da área de contribuição é fundamental para garantir a qualidade e quantidade da água que alimenta a nascente (CEMIG, 2016). Medidas como cercamento, controle de acesso de animais e práticas de conservação do solo são empregadas para evitar a degradação dessa área e a contaminação da água (COPASA, 2019).

A construção de bacias de captação tem o propósito de coletar e direcionar a água da chuva para a região da nascente, promovendo a recarga do lençol freático e reduzindo a erosão (CEMIG, 2016). Essa técnica contribui para a manutenção do fluxo de água e a melhoria da infiltração.

Os terraços são estruturas utilizadas em terrenos inclinados para desacelerar o escoamento da água, prevenindo a erosão do solo e aumentando a infiltração. Eles são implementados para evitar a perda de solo e nutrientes, auxiliando na disponibilidade de água para a nascente (CEMIG, 2016).

A implantação de sistemas agroflorestais é uma estratégia que combina o cultivo de árvores com práticas agrícolas, visando à conservação da água e à melhoria da qualidade do solo (CEMIG, 2016). Essa técnica ajuda a proteger as nascentes contra a degradação e contribui para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

O reflorestamento das áreas ao redor da nascente é uma prática comprovadamente eficaz na proteção e recuperação desses ecossistemas (COPASA, 2019). O plantio de árvores nativas contribui para regular o fluxo de água, melhorar a infiltração, prevenir a erosão do solo, oferecer sombra e promover a biodiversidade.

### 3.5 Dendrologia das espécies

Segundo Lima et al. (2017), um dos principais desafios para garantir a resistência das espécies florestais nativas a eventos climáticos extremos é a compreensão da capacidade adaptativa dessas espécies. A adaptação é um processo complexo e multifacetado, que envolve uma variedade de fatores, como a expressão de genes, a plasticidade fenotípica e a seleção natural.

De acordo com Oliveira et al. (2021), o estudo da resistência à seca das espécies florestais nativas do Maranhão pode ser crucial para a manutenção da biodiversidade e preservação do ecossistema local. Os autores destacam a importância da identificação de espécies que apresentem maior resistência à seca, por meio da análise de características fisiológicas e morfológicas das plantas, bem como da expressão gênica e de proteínas relacionadas à resposta ao estresse hídrico.

Outrossim, os autores sugerem que a utilização de técnicas de melhoramento genético, como a seleção de indivíduos com características desejáveis e a produção de mudas a partir de sementes de alta qualidade genética, pode contribuir para a promoção da resistência à seca das espécies florestais nativas do Maranhão (COSTA, 2016).

Em termos de estrutura, as características dendrológicas, que se referem às estruturas macromorfológicas das plantas, desempenham um papel fundamental na adaptação das plantas a condições climáticas adversas. Por exemplo, algumas espécies desenvolvem raízes profundas e extensas para acessar água em camadas mais profundas do solo, enquanto outras desenvolvem troncos e ramos grossos para armazenar água e nutrientes (SCHULZE et al., 2018; WALTERS et al., 2018).

Além das adaptações estruturais, as plantas também possuem mecanismos fisiológicos para sobreviverem a secas. Um desses mecanismos é a capacidade de fechamento dos estômatos, que são as estruturas responsáveis pela troca gasosa nas folhas. Durante a seca, as plantas podem fechar seus estômatos para reduzir a perda de água por transpiração. Ademais, as plantas também podem produzir solutos orgânicos compatíveis, como açúcares e aminoácidos, para manter a pressão osmótica dentro das células e evitar a perda de água (TARDIEU et al., 2018; CHAVES et al., 2019).

Outro mecanismo é a produção de hormônios vegetais, como o ácido abscísico, que pode induzir o fechamento dos estômatos e a produção de enzimas que degradam proteínas para liberar aminoácidos que atuam na proteção das células contra o estresse hídrico (TARDIEU et al., 2018; CHAVES et al., 2019). Em resumo, as plantas desenvolveram uma variedade de

adaptações estruturais e fisiológicas para sobreviverem a secas prolongadas, o que é fundamental para a manutenção da biodiversidade e da produtividade agrícola em regiões propensas a esses eventos climáticos extremos.

As características dendrológicas desempenham um papel crucial na sucessão ecológica, sobrevivência e incremento das plantas durante o processo de recuperação de ecossistemas. Dentre as características fundamentais, destacam-se a tolerância à sombra, a capacidade de fixação de nitrogênio, a eficiência do sistema radicular, a produção de sementes e a dispersão eficaz, bem como a resistência a pragas e doenças (RODRIGUES, 2020).

A capacidade de tolerância à sombra é essencial nas fases iniciais da sucessão ecológica, quando a luz solar pode ser limitada. Plantas pioneiras capazes de crescer sob sombra criam as condições favoráveis para o estabelecimento de outras espécies e o desenvolvimento do dossel florestal (DENSLOW, 1987).

A fixação de nitrogênio por meio de associações simbióticas com bactérias, como as leguminosas, é uma característica relevante para a recuperação de solos degradados e o fornecimento de nutrientes para outras plantas (WALKER; MORAL, 2003).

A eficiência do sistema radicular, como a profundidade e a ramificação, é crucial para a absorção de água e nutrientes do solo. Espécies com sistemas radiculares bem desenvolvidos têm maior capacidade de explorar recursos hídricos e nutricionais em ambientes desafiadores (SOUZA, 2022).

A produção abundante de sementes e mecanismos eficientes de dispersão permitem o estabelecimento de novas plantas e a colonização de áreas distantes. Estratégias de dispersão diversificadas aumentam as chances de colonização bem-sucedida e expansão da vegetação (CAMPOS, 2017).

A resistência a pragas e doenças também desempenha um papel importante na sobrevivência das plantas durante a sucessão ecológica. Espécies com mecanismos de defesa eficazes ou interações benéficas com outros organismos têm maior capacidade de enfrentar ameaças bióticas (SANTOS, 2017).

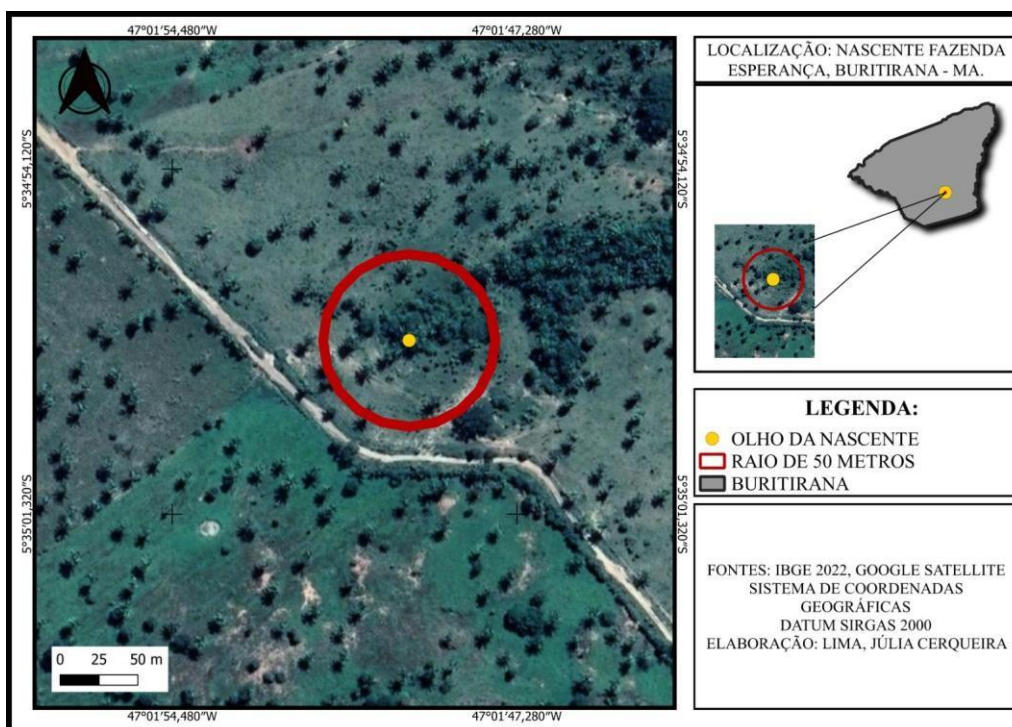
É relevante ressaltar que a importância dessas características dendrológicas pode variar de acordo com o estágio da sucessão ecológica, as condições ambientais e as interações entre as espécies. A diversidade de espécies também desempenha um papel fundamental na promoção da resiliência e estabilidade dos ecossistemas (SANTANA, 2019).

#### **4 METODOLOGIA**

#### 4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no estado do Maranhão, que possui uma área territorial de aproximadamente 329.651 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022). O estado está localizado entre os paralelos 1°01' e 10°21' Sul e os meridianos 41°48' e 48°50' Oeste (MARANHÃO, 2011). O município de Buritirana (05° 35' 55" S e 47° 00' 59" W) foi abrangido e possui uma extensão de cerca de 820.968 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022), com uma população estimada de aproximadamente 15.503 habitantes (IBGE, 2021). A nascente degradada está localizada em uma fazenda particular no município de Buritirana – MA (Figura 1). Inserida na bacia hidrográfica do rio Mearim (Figura 2), que possui uma área de 99.058,68 km<sup>2</sup>, correspondendo a 29,84% da área total do Estado, sendo a maior das bacias do Estado.

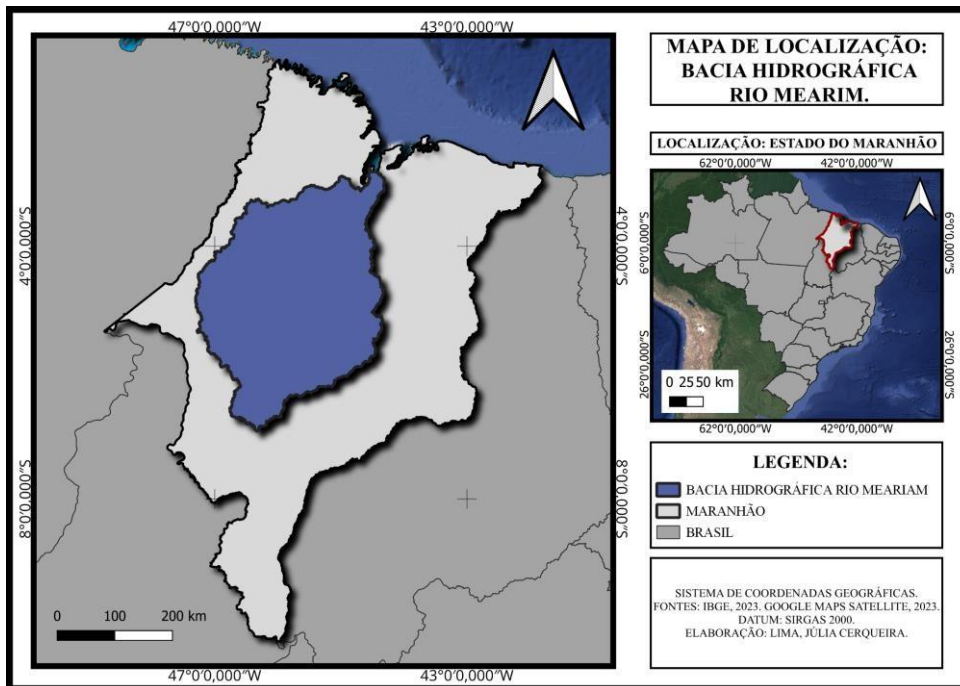
**Figura 1:** Mapa de localização da nascente.



**Fonte:** Autora, 2023.

A vegetação original da região é formada pela floresta estacional decidual com encraves da floresta amazônica, sendo que essa apresenta grandes árvores bastante espaçadas, predominantemente características do cerrado (IMESC, 2008).

**Figura 2:** Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.



Fonte: Autoria própria (2023).

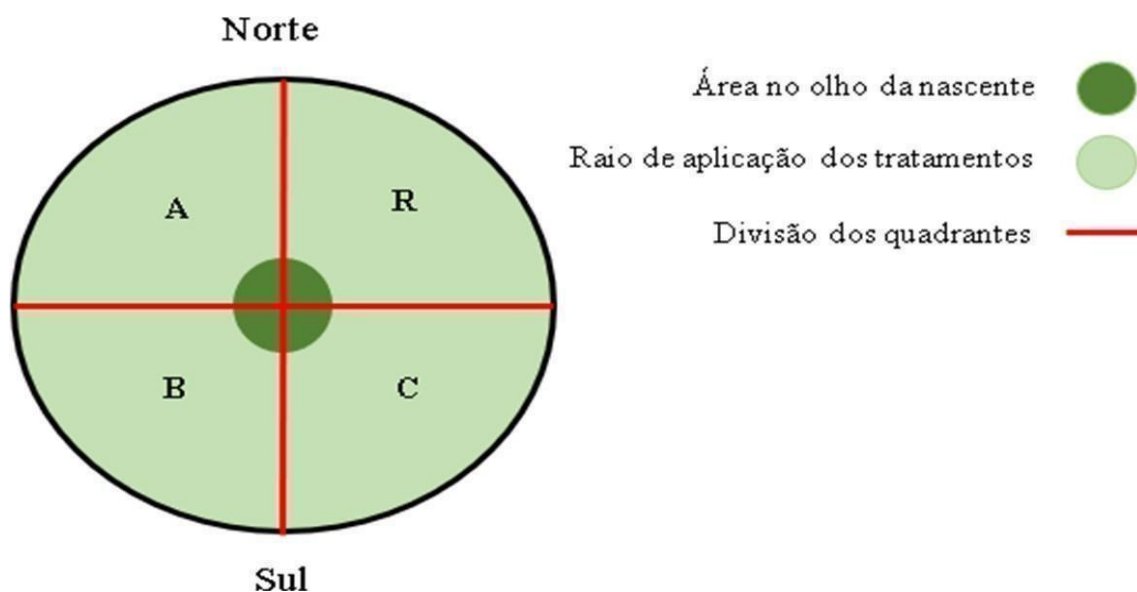
## 4.2 Plantio

O plantio foi realizado nos dias 01 e 02 do mês de outubro de 2022, final do período de estiagem, com a finalidade de recuperar uma área de nascente degradada com histórico de uso para produção pecuária, composta por bovinocultura.

O experimento foi realizado em uma área de 0,785 ha. A partir da nascente foram tomadas as direções norte, sul, leste e oeste. Com uso de balizas, fitas métricas e bússola, foram ajustados os raios de 50 m nestas três direções, resultando em quatro quadrantes adjacentes à nascente (Figura 6), das quais serviram como linhas mestras para o plantio. Em cada um dos quadrantes foram aplicados tratamentos diferentes, sendo eles:

- Remanescente (R): quadrante nordeste com presença de vegetação remanescente, não efetuado plantio de mudas com espaçamento pré-determinado;
- Tratamento A: plantio de mudas composta por 18 espécies em espaçamento 3 x 3 m;
- Tratamento B: plantio de mudas composta por 5 espécies em espaçamento 3 x 3 m;
- Tratamento C: plantio de mudas composta por 18 espécies em espaçamento 2 x 2 m;

**Figura 6:** Croqui dos tratamentos realizados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A escolha das espécies foi realizada a partir da seleção de espécies nativas dos biomas Cerrado e Amazônico doadas. Tais espécies foram separadas de acordo com as características sucessionais para realização do plantio em diferentes tratamentos (Tabela 1). Os nomes científicos foram aferidos pela literatura e a plataforma Flora do Brasil (<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) (LORENZI, 2003; REFLORA, 2022).

A coleta de dados da sobrevivência das mudas foi obtida 2 meses após o plantio. Como resultados preliminares, considerou-se a taxa de sobrevivência, calculada pela razão entre o número de mudas vivas e o número total de mudas, em porcentagem (DISARZ, 2011).

**Tabela 1:** Relação de espécies utilizadas com definição do estágio sucessional (ES), pioneira (PI), secundária inicial (SI) e o tratamento de espécies (T).

Família	Nome científico	Nome popular	ES	T
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.F.	Buriti	SI	A/B/C
Arecaceae	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	Açaí	SI	A/B/C
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	SI	A/B/C

Família	Nome científico	Nome popular	ES	T
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro	PI	A/B/C
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fedegoso Preto	PI	A/B/C
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	SI	A/C
	<i>Bauhinia cheilantha</i>	Pata de vaca	PI	A/C
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Ingá de macaco	PI	A/C
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Jucá	SI	A/C
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá de metro	PI	A/C
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico preto	PI	A/C
	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul	Angico-branco	PI	A/C

Família	Nome científico	Nome popular	ES	T
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Mimosa	PI	A/C
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	PI	A/C
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Araticum	PI	A/C
	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC.	Caroba	SI	A/C
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	SI	A/C
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	PI	A/C
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	SI	A/C
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	SI	A/C

**Fonte:** Autoria própria (2023).

### 4.3 Coleta de dados

A partir da data de plantio, foram realizadas duas medições de sobrevivência, uma no final do mês de outubro de 2022 e outra em maio de 2023, após o término do período chuvoso. Na segunda avaliação, também foi coletado dados de altura total, diâmetro do coleto e o número de folhas das espécies sobreviventes (Figura 7 a, b, c).

**Figura 7: Coleta de dados:** sobrevivência, medição do diâmetro do coleto, altura total e número de folhas.



Fonte: Autor (2023).

De posse dos dados, foi calculado o percentual de sobrevivência dentro de cada quadrante (exceto o tratamento remanescente), a sobrevivência geral, as médias do diâmetro do coleto, altura total e número de folhas.

Para tanto, os dados foram processados obtendo estatística descritiva e análise de variância por fator único, com nível de significância de 0,5, probabilidade 95%, para análise do desenvolvimento das espécies sobreviventes, conforme equações apresentadas a seguir:

Nome	Fórmula	Equação
Média Aritmética	$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$	Eq. 01
Erro Padrão	$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$	Eq. 02
Desvio Padrão	$\sigma = \sqrt{(\sum (x_i - \mu)^2 / N)}$	Eq. 03
Variância Amostral	$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}$	Eq. 04
Coeficiente de Variação	$CV = \frac{(\text{desvio padrão})}{(\text{média})} * 100$	Eq. 05
Soma total dos quadrados (SST)	$SST = \sum (x_i - \bar{x})^2$	Eq. 06

Nome	Fórmula	Equação
Soma dos quadrados entre grupos (SSG)	$SSG = \Sigma(ni * (xi - x)^2)$	Eq. 07
Soma dos quadrados dentro dos grupos (SSE)	$SSE = \Sigma(xi - xI)^2$	Eq. 08
Graus de liberdade entre os grupos (dfG)	$dfG = k - 1$	Eq. 09
Graus de liberdade dentro dos grupos (dfE)	$dfE = N - K$	Eq. 10
Graus de liberdade total (dfT)	$dfT = N - 1$	Eq. 11
Quadrado médio entre grupos (MSG)	$MSG = SSG/dfG$	Eq. 12
Quadrado médio dentro dos grupos (MSE)	$MSE = SSE/dfE$	Eq. 13
Estatística F	$F = MSG/MSE$	Eq. 14

**Fonte:** MAGALHÃES&LIMA (2017), adaptado pelo autor (2023).

Onde:

$\bar{X}$  = valor médio da amostra do tratamento;

$x_i$  = valor de cada observação na amostra;

$n$  = número de observações da amostra.

$S_x$  = erro padrão;

$s$  = desvio padrão;

$n$  = tamanho da amostra.

$x_i$  = valor individual do conjunto de dados;

$\mu$  = média do conjunto de dados;

$\Sigma$  = soma de todos os valores calculados;

$N$  = número total de observações no conjunto de dados.

$x_i$  = cada valor individual da amostra;

$x$  = média da amostra;

$\Sigma$  = soma de todos os valores calculados;

$n$  = número total de observações da amostra.

SST = soma dos quadrados da diferença entre as médias de cada grupo;

$\bar{x}$  = média geral;

$\bar{x}_i$  = média de todos os grupos.

SSG = soma dos quadrados das diferenças entre as médias de cada grupo;

$n_i$  = número de observações no grupo  $i$ .

SSE = soma dos quadrados das diferenças entre cada observação;

$x_{ij}$  = observação individual;

$\bar{x}_i$  = média do seu respectivo grupo.

dfG = graus de liberdade entre os grupos;

$k$  = número de grupos independentes.

dfE: graus de liberdade dentro dos grupos;

$N$  = número total de observações;

MSG = quadrado médio entre grupos;

Mediana: valor calculado com base em um conjunto de dados, com o objetivo de identificar o ponto central dessa distribuição.

Desvio padrão: é uma medida estatística que quantifica a dispersão dos dados em relação a média.

Variância amostral: medida estatística que quantifica a dispersão dos dados em relação a média em uma amostra.

Intervalo de confiança: estimativa estatística que fornece um intervalo de valores plausíveis para um parâmetro desconhecido da população com base em uma amostra de dados.

Mínimo e máximo: são medidas que indicam, respectivamente, o menor e o maior valor observado em um conjunto de dados.

Contagem: processo de contabilização e enumeração de dados em um conjunto, com o objetivo de obter informações quantitativas sobre uma variável ou características específicas.

Coefficiente de variação: o coeficiente de variação (CV) é uma medida estatística utilizada para avaliar a variabilidade relativa de um conjunto de dados em relação à média.

Valor-p: utilizado para determinar significância de um resultado em um teste de hipótese. O valor-p representa a probabilidade de obter um resultado igual ou mais extremo do que o observado, assumindo-se que a hipótese nula seja verdadeira.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Delineamentos entre tratamentos

#### 5.1.1 Sobrevivência

Com base nos dados coletados, foi constatado uma baixa taxa de sobrevivência dos indivíduos devido a diversos fatores, tais como condições climáticas adversas, infestação por lagartas, um período prolongado de estiagem e a presença de animais, como bovinos. Ao comparar os diferentes tratamentos, verificou-se que o tratamento A apresentou o maior índice de sobrevivência, seguido pelo tratamento C e, por fim, o tratamento B.

**Tabela 2:** Relação de sobrevivência

Tratamentos	A	B	C
Nº de mudas plantadas	215	222	490
Nº de mudas sobreviventes (1º medição)	66	47	2
Nº de mudas sobreviventes (2º medição)	15	2	9
Sobrevivência (%)	6,98	0,90	1,84
Sobrevivência total (%)	2,80		

**Fonte:** Autoria própria (2023).

No tratamento A, das 215 mudas plantadas, apenas 66 sobreviveram na primeira medição, dois meses após o plantio, e somente 15 sobreviveram na segunda medição, indicando uma alta taxa de mortalidade. No tratamento B, das 222 mudas plantadas, 47 sobreviveram na primeira medição e apenas 2 na segunda medição. Já no tratamento C, a taxa de mortalidade foi a mais alta, com praticamente nenhuma muda sobrevivente.

#### 5.1.2 Diâmetro do coleto

O diâmetro do coleto é a variável que melhor prediz o desempenho no pós plantio (RITCHIE et al., 2010), de modo que valores superiores desse caractere geralmente estão

relacionados a um sistema radicular abundante, o que favorece o estabelecimento e o crescimento das plantas em condições de mato-competição (FILHO et al., 2012).

Como observado na tabela 3, a análise de dados do diâmetro do coleto (mm) nos diferentes tratamentos revelou as seguintes estatísticas descritivas, a maior média de diâmetro de coleto esteve presente no tratamento B que foi de 11,25 mm e o menor foi de 6,46 mm no tratamento A.

**Tabela 3:** Diâmetro do coleto

<b>Tratamentos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Média (mm)	6,46	11,25	8,30
Erro padrão (mm)	0,58	0,00	1,00
Mediana (mm)	6,15	11,25	6,82
Desvio padrão (mm)	2,26	0,01	2,99
Coefficiente de Variação (%)	35,1	0,1	36,0
Variância da amostra (mm)	5,13	0,00	8,92
Intervalo (mm)	7,32	0,01	8,24
Mínimo (mm)	2,89	11,24	5,11
Máximo (mm)	10,21	11,25	13,35
Nº (indivíduos)	15	2	9

**Fonte:** Autoria própria (2023).

Para o erro padrão que é uma medida de precisão, destaca-se o tratamento A, de 0,58mm, indicando uma estimativa confiável de média. No tratamento B, o erro padrão foi de 0,00mm, o que sugere uma amostra com apenas duas observações. Para o tratamento C, o erro padrão foi de 1,00mm.

A variabilidade dos dados em relação à média foi quantificada pelo desvio padrão. No tratamento A, o desvio padrão foi de 2,26mm, enquanto no tratamento B foi de 0,01mm e, no tratamento C, foi de 2,99 mm.

Segundo Gomes (1990), experimentos com coeficiente de variação experimental (CVe) inferior a 10%, entre 10% e 20%, entre 20% e 30% e superiores a 30% são classificados, respectivamente, como de alta, média, baixa e muito baixa precisão experimental. O coeficiente de variação experimental (CVe), foi de 35% para o tratamento A, 0,1% para o tratamento B e 36% para o tratamento C, sendo assim, os tratamentos A e C ultrapassaram os 30%, devido a isto, foram classificados como experimentos de muito baixa precisão experimental, já o B (CVe<10%) foi classificado como de alta precisão experimental.

Nesse sentido, de modo geral, a forma para melhorar a precisão experimental seria aumentar o número de repetições, sendo o procedimento mais adequado (BARBIN, 2003).

O intervalo, que representa a diferença entre o maior e o menor valor, foi de 7,32mm para o tratamento A, 0,01mm para o tratamento B e 8,24mm para o tratamento C.

Os valores mínimos observados para os tratamentos A, B e C, foram 2,89 mm, 11,24 mm e 5,11 mm, respectivamente. Já os valores máximos para os tratamentos A, B e C, foram 10,21 mm, 11,25 mm e 13,35 mm, respectivamente. O diâmetro do coleto está correlacionado com a fotossíntese, visto que o sombreamento influencia diretamente em seu desenvolvimento, causando sua redução, uma vez que diminui a quantidade de seus fotoassimilados e reguladores de crescimento (KOZLOWSKI, 1962).

### 5.1.3 Altura total

A altura é considerada como um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981), e ainda continua apresentando uma contribuição importante, podendo ser indicada como um parâmetro para essa avaliação.

A análise estatística descritiva dos dados de altura (cm) nos diferentes tratamentos resultou na média do tratamento A sendo de 59 cm, no B de 53 cm e no C de 55,81 cm (Tabela 4). O erro padrão foi de 6,15 cm para o tratamento A, 1 cm no B e 7,93 cm no C. O desvio padrão, uma medida de dispersão em relação à média, é de 23,83 cm no tratamento A, 1,41 cm no tratamento B e 23,78 cm no tratamento C.

**Tabela 4:** Altura total (H)

<b>Tratamentos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Média (cm)	59	53	55,81
Erro padrão (cm)	6,15	1	7,93
Mediana (cm)	59	53	58
Desvio padrão (cm)	23,83	1,41	23,78
Coefficiente de Variação (%)	40,4	2,7	42,6
Variância da amostra (cm)	567,71	2	565,62
Intervalo (cm)	71	2	82,72
Mínimo (cm)	27	52	1,28
Máximo (cm)	98	54	84
Contagem (indivíduos)	15	2	9

**Fonte:** Autoria própria (2023).

A variância amostral foi de 567,71 cm no tratamento A, 2 cm no tratamento B e 565,62 cm no tratamento C. O intervalo, que representa a diferença entre o maior e o menor valor observado, é de 71 cm no tratamento A, 2 cm no tratamento B e 82,72 cm no tratamento C. Os valores mínimos observados foram de 27 cm no tratamento A, 52 cm no tratamento B e 1,28 cm no tratamento C.

O valor máximo observado foi de 98 cm no tratamento A, 54 cm no tratamento B e de 84 cm para o tratamento C. O número total de observações foi de 15 para o tratamento A, 2 para o tratamento B e 9 para o tratamento C.

Os caracteres de altura (H) apresentaram maiores valores médios de CVe (40,4%, 2,7% e 42,6%), o que comprova maior variabilidade entre as plantas dentro da parcela comparativamente ao diâmetro de coleto (35, 01%, 0,1% e 36%). Esse resultado pode estar associado ao fato de que o diâmetro é influenciado, principalmente, pelas condições do meio, as quais não são homogêneas, por não serem experimentos realizados em viveiro, enquanto a altura está mais associada a fatores genéticos (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972)

A altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995).

### 5.1.3 Número de folhas

O número de folhas foi coletado a partir das espécies sobreviventes, observando-se as mudas e fazendo observações pertinentes. É necessário escolher uma folha como referência para ser utilizada como base para contagem, percorrendo, a partir da folha de referência, todo o restante do caule contando as demais. É importante designar um critério para contagem, o critério utilizado neste trabalho foram todas as folhas, exceto aquelas que estavam mortas, a contagem foi realizada mesmo com folhas danificadas.

A tabela abaixo (Tabela 5) mostra que a média do número de folhas no tratamento A é de 17,47, no tratamento B é de 4,5 e o tratamento C é de 19,56. O erro padrão foi de 2,43 no tratamento A, 0,5 no B e de 4,14 no C. A mediana foi de 16 no tratamento A, 4,5 no B e 19 no C.

**Tabela 5:** Número de folhas

Tratamentos	A	B	C
Média	17,47	4,5	19,56

Erro padrão	2,43	0,5	4,15
Mediana	16	4,5	19
Desvio padrão	9,41	0,71	12,46
Coefficiente de Variação (%)	53,9	15,7	63,7
Variância da amostra	88,55	0,5	155,28
Intervalo	30	1	34
Mínimo	4	4	5
Máximo	34	5	39
Contagem (indivíduos)	15	2	9

**Fonte:** Autoria própria (2023).

O desvio padrão na tabela acima (Tabela 5) para os tratamentos A, B e C foi de 9,41, 0,71 e 12,46, respectivamente. A variância da amostra nos tratamentos foi de 88,55, 0,5 e de 155,28 (A, B e C, respectivamente).

Para os valores mínimos observou-se no tratamento A 4, no B 4 e no tratamento C, 5, e para os máximos 34, 5 e 39, respectivamente. Segundo Benincasa (1988), explica que quando há um aumento da quantidade de folhas pode ser causado pelo auto-sombreamento, que a partir de um determinado limite passa a ser prejudicial, pois promove o aumento do número de folhas ou da superfície foliar, e isso diminui bastante sua eficiência fotossintética e a evapotranspiração.

O CV nos tratamentos A e C foram acima de 30% (muito baixa precisão), enquanto que o B esteve entre 10 e 20% (média precisão). Esses resultados confirmam as inferências anteriores de que o redimensionamento do planejamento experimental é um procedimento inadequado, visto que os experimentos possuem muita baixa precisão experimental ( $CV > 30\%$ ).

## 5.2 Espécies e desenvolvimento

A capacidade de algumas espécies de se adaptarem e sobreviverem em condições de estiagem e adversidades climáticas é fundamental para a manutenção da biodiversidade e a estabilidade dos ecossistemas (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Com isso, os indivíduos que responderam as condições de plantio foram 6 espécies, sendo, *Senna alata* (L.) Roxb., *Bauhinia cheilantha*, *Inga edulis* Mart., *Euterpe oleraceae* Mart., *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard.

**Tabela 6:** Espécies e crescimento

Espécie	Nome científico	d (mm)	% (Sobrevivência)		h média(pré-plantio)	h média(pós-plantio)
			Nº de folhas			
Fedegoso	<i>Senna alata (L.) Roxb.</i>	6,61	2,8	16,8	50,5	67,8
Pata de vaca	<i>Bauhinia cheilantha</i>	6,64	9,7	19	20,5	56
Ingá	<i>Inga edulis Mart.</i>	6,34	6,3	24,5	29	67,5
Açaí	<i>Euterpe oleraceae Mart.</i>	10,21	5	4	49	43
Jucá	<i>Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz</i>	3,88	6,3	15	45,5	44
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana R.A. Howard</i>	7,69	1,1	24,25	59,2	62,8

**Fonte:** Autoria própria (2023).

A análise de variância entre altura pré e pós plantio foi conduzida para investigar se há diferenças significativas entre os grupos em termos da variável. Foi possível observar que espécies como *Senna alata*, *Bauhinia cheilantha* e *Inga edulis* tiveram um crescimento superior às demais.

**Tabela 7:** Resumo ANOVA.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
h (pós-plantio)	5	278,3	55,66	145,98
h (pré-plantio)	5	194,5	38,9	179,18

**Fonte:** Autoria própria (2023).

A SQ (Soma dos Quadrados) para o tratamento foi de 702,24 (Tabela 8). O número de graus de liberdade foi de 1 e a média dos tratamentos foi de 702,24. O F calculado foi de 4,32 e o valor-p obtido pelo teste foi de 0,07. O valor crítico de F para graus de liberdade considerados é de 5,32, como pode ser observado abaixo.

**Tabela 8:** ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Tratamento	702,24	1	702,24	4,319	0,071	5,318
Erro	1300,61	8	162,58			
Total	2002,86	9				

**Fonte:** Autoria própria (2023).

Com base nos resultados da análise de variância, observamos que o valor-p é superior ao nível de significância pré-definido (geralmente 0,05). Isso indica que não há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula de que não há diferenças significativas entre os grupos em relação à altura. Ou seja, não há evidências de que o tratamento tenha um efeito significativo na variável analisada.

O valor de P (nível mínimo de significância) do teste de Kolmogorov-Smirnov (CAMPOS, 1983; SIEGEL; JÚNIOR, 2006) evidenciam que a aderência é ruim dos dados à distribuição normal ( $P < 0,126$ ) e, portanto, não são adequados para o estudo do dimensionamento amostral, com base na distribuição t de Student.

### 5.3 Características dendrológicas

#### 5.3.1 *Bauhinia cheilantha*

De acordo com Souza (2022), o gênero *Bauhinia cheilantha* é composto por um grupo diverso de plantas conhecidas popularmente como “pata-de-vaca”. Essas plantas apresentam características dendrológicas únicas que as distinguem.

Em relação ao porte e tamanho, variam de arbustos a árvores de médio e grande porte. Algumas alcançam alturas superiores a 15 metros, enquanto outras são mais baixas, com estatura de 1 a 3 metros. O tronco é tipicamente reto e cilíndrico. Em estágios iniciais de desenvolvimento, sua casca é lisa, porém, com o tempo, pode desenvolver fissuras e rugosidades características (COSTA, 2016).

Os ramos das *Bauhinias* são delgados e se estendem horizontalmente, contribuindo para a formação de copas arredondadas ou espalhadas. A forma da copa varia entre as espécies e é influenciada pelo ambiente de crescimento (SILVA; SANTOS, 2022).

As folhas são uma característica distintiva das *Bauhinias*. Elas são do tipo composto, com dois lobos principais que se assemelham a cascos de vaca ou asas de borboleta. Cada lobo

possui uma forma arredondada ou em formato de coração, com uma nervura central proeminente.

Segundo Oliveira (2015) as espécies de *Bauhinia* são encontradas em diferentes regiões do mundo, predominando em climas tropicais e subtropicais. Elas demonstram grande adaptabilidade, sendo observadas em diversos habitats, como florestas tropicais, cerrados, savanas e áreas de transição. Elas são encontradas em regiões com diferentes regimes de chuvas e variações sazonais de temperatura.

As *Bauhinias* são comumente encontradas em climas quentes e úmidos, onde a temperatura média anual varia entre 20°C e 30°C. São conhecidas por prosperar em áreas com precipitação pluviométrica moderada a alta, geralmente acima de 800mm por ano, embora algumas espécies possam tolerar períodos de seca moderada (RODRIGUES, 2020).

As plantas são adaptadas para crescer em solos bem drenados, preferindo solos férteis e ricos em matéria orgânica. No entanto, algumas espécies também podem tolerar solos de baixa fertilidade (MENDONÇA; ALMEIDA, 2020).

### 5.3.2 *Inga edulis* Mart.

A *Inga edulis* Mart., popularmente conhecida como ingá, é uma árvore nativa da América Latina, encontrada em diversas regiões tropicais e subtropicais. Suas características dendrológicas são distintivas, destacando-se entre outras espécies (MARTINS, 2018).

De acordo com Santos (2017) em relação ao porte e tamanho, a *Inga edulis* apresenta um crescimento médio a grande porte, alcançando alturas variáveis, geralmente entre 10 e 25 metros.

A ramificação da *Inga edulis* é caracterizada por ramos delgados que se estendem horizontalmente, formando uma copa ampla e densa de formato arredondado ou ovalado. As folhas da espécie são compostas, alternadas e bipinadas, consistindo em folíolos menores. Cada folíolo possui uma forma oblonga e elíptica, com ápice arredondado ou pontiagudo, uma textura lisa de cor verde brilhante (CAMPOS, 2017).

Segundo Oliveira (2015) no aspecto ecológico, a *Inga edulis* é nativa de florestas tropicais úmidas e áreas de transição. Sua distribuição geográfica engloba diversos países da América Latina, como Brasil, Colômbia, Peru, Bolívia e Equador. A espécie demonstra adaptabilidade a diferentes condições de solo, embora prefira solos bem drenados e férteis.

Além disso, a árvore desempenha um papel relevante na agrofloresta, contribuindo para a fixação de nitrogênio no solo e proporcionando sombra benéfica para outras culturas (SOUZA, 2022).

A *Inga edulis* possui uma ampla adaptabilidade climática e pode ser encontrada em diferentes regiões tropicais e subtropicais. No entanto, ela demonstra uma preferência por climas quentes e úmidos. Se adapta bem a climas tropicais úmidos, com temperaturas médias anuais variando entre 20°C e 30°C (PEREIRA; COSTA, 2021).

Essas condições climáticas são comumente encontradas em áreas próximas à linha do Equador, onde a temperatura é relativamente estável ao longo do ano e a umidade é elevada. Essa espécie também tolera climas subtropicais, desde que haja disponibilidade de água adequada. No entanto, em regiões com invernos mais frios, a *Inga edulis* pode sofrer danos devido a geadas ou temperaturas abaixo de 10°C (COSTA, 2016).

Além disso, é adaptada a áreas com regime de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, preferindo locais com precipitação média anual acima de 1.000mm. No entanto, ela também pode tolerar períodos de seca moderada, embora seu crescimento e desenvolvimento sejam favorecidos por uma disponibilidade adequada de água (RODRIGUES, 2020).

De acordo com Campos (2017) é importante ressaltar que essas são orientações gerais sobre os climas nos quais *Inga edulis* melhor se adapta. A capacidade de adaptação da espécie pode variar dependendo de fatores específicos, como a disponibilidade de água, a duração da estação seca e outros aspectos do microclima local.

### 5.3.3 *Euterpe oleracea* Mart.

A espécie *Euterpe oleracea* Mart., conhecida como açai, é uma palmeira endêmica da região amazônica, apresentando diversas características dendrológicas distintas. Em relação à sua morfologia, a *Euterpe oleracea* atinge alturas médias entre 15 e 30 metros, possuindo um tronco esbelto com diâmetro que varia de 10 a 20 centímetros (SANTANA, 2019).

As folhas dessa espécie são do tipo compostas e pinadas, compostas por folíolos alongados e pontiagudos (PEREIRA; COSTA, 2021). Essas folhas se agrupam em uma coroa no topo do tronco, conferindo à palmeira uma aparência característica.

A *Euterpe oleracea* está adaptada a ambientes alagados e de várzea da região amazônica, sendo encontrada em países como Brasil, Colômbia, Venezuela, Equador e Peru. Essa espécie demonstra uma notável capacidade de sobrevivência em solos aluviais ricos em nutrientes e é tolerante a períodos sazonais de inundação (SILVA; SANTOS, 2022).

Além de suas características dendrológicas, a *Euterpe oleracea* desempenha um papel relevante na economia e na cultura local da região amazônica. Seus frutos são amplamente colhidos e processados para a produção de diversos alimentos, como sucos, sorvetes e cremes, sendo valorizados tanto pela sua qualidade nutritiva quanto pelo seu sabor característico (OLIVEIRA, 2015).

A espécie *Euterpe oleracea* Mart., é nativa da região amazônica e está adaptada a climas tropicais úmidos. Ela prospera em regiões com temperaturas médias anuais entre 20°C e 30°C. É comumente encontrada em áreas com alta umidade relativa do ar e precipitação abundante. A espécie prefere climas onde a distribuição de chuvas é bem distribuída ao longo do ano, evitando períodos prolongados de seca. Regiões com uma precipitação média anual superior a 1.500mm são consideradas ideais para o seu crescimento e desenvolvimento saudável (MENDONÇA; ALMEIDA, 2020).

Essa espécie é mais adaptada a climas de floresta tropical, onde a umidade é elevada e a temperatura permanece relativamente estável durante o ano todo. Embora possa tolerar algumas variações sazonais de temperatura, a *Euterpe oleracea* é sensível a geadas e a temperaturas abaixo de 10°C, o que limita sua adaptação a climas mais frios e subtropicais (SANTOS; LIMA, 2018).

Além das condições climáticas, é importante considerar outros fatores, como a qualidade do solo e a disponibilidade de água, ao cultivar a espécie *Euterpe oleracea*. Garantir um solo bem drenado e rico em nutrientes, juntamente com a irrigação adequada, pode favorecer seu crescimento e produtividade (COSTA, 2016).

É importante lembrar que as informações fornecidas são diretrizes gerais e que a adaptabilidade da espécie pode variar dependendo de fatores locais específicos, como a altitude, a latitude e as características microclimáticas da região.

#### 5.3.4 *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz

A espécie *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz, conhecida popularmente como jucá, é uma árvore de porte médio a grande que pertence à família Fabaceae. O jucá possui um tronco robusto, reto e de diâmetro considerável, com casca rugosa de cor acinzentada.

As folhas são alternadas, compostas e bipinadas, compostas por folíolos pequenos e alongados, conferindo em inflorescência axilares e apresentam coloração amarelo-alaranjada. Os frutos são do tipo vagem, de cor marrom a castanho-escuro quando maduros, contendo sementes duras e arredondadas (SOUZA, 2022).

Quanto à sua ecologia, o jucá é densa, durável e altamente resistente, sendo amplamente utilizado na construção civil, na fabricação de móveis e na produção de instrumentos musicais. Além disso, a casca do jucá possui propriedades medicinais e é empregada na medicina tradicional (SANTANA, 2019).

É capaz de tolerar variações sazonais de temperatura, apresentando resistência a condições tanto mais quentes quanto mais frias. No entanto, é importante ressaltar que a espécie é sensível a geadas e temperaturas extremamente baixas, o que limita em relação a climas frios ou regiões com invernos rigorosos (RODRIGUES, 2020).

Em relação à precipitação, o jucá é capaz de se desenvolver em áreas com diferentes níveis de pluviosidade. Entretanto, há uma preferência por regiões com precipitação anual variando entre 800 mm e 2.000 mm. Vale destacar que a espécie possui uma notável resistência à seca, sendo capaz de sobreviver em regiões com períodos prolongados de estiagem, graças a suas adaptações fisiológicas (COSTA, 2016).

É importante salientar que outros fatores ambientais, como disponibilidade de luz solar, umidade do solo e qualidade do solo, também desempenham um papel significativo no crescimento e desenvolvimento da espécie (CAMPOS, 2017).

Cabe ressaltar que, embora essas informações sejam diretrizes gerais sobre o clima ideal para a adaptação da *Libidia ferrea*, cada indivíduo pode exibir certa variação em sua tolerância climática. Fatores como diversidade genética, adaptação local e condições microclimáticas específicas podem influenciar a capacidade de adaptação da espécie a um determinado clima.

### 5.3.5 *Clitoria fairchildiana* R.A.Howard

Segundo Santana (2019) espécie *Clitoria fairchildiana* R.A.Howard, popularmente conhecida como sombreiro, é uma árvore de porte médio e grande, pertencente à família Fabaceae. Apresenta um tronco reto e cilíndrico, com casca lisa que varia de tonalidade entre cinza-claro e marrom. Sua copa é densa e arredondada, com folhagem exuberante e brilhante.

As folhas do sombreiro são compostas, alternadas e possuem formato ovalado e elíptico. Elas consistem em folíolos alongados, de margens lisas e nervuras bem definidas. A disposição das folhas na árvore confere-lhe uma aparência ornamental distintiva (SANTANA, 2019).

A árvore é adaptada a climas quentes e úmidos, preferindo solos bem drenados e férteis. Seu habitat inclui florestas tropicais, margens de rios e áreas de transição entre floresta e savana. Além de seu valor estético, o sombreiro desempenha um papel ecológico relevante, atraindo

polinizadores com suas flores e fornecendo alimento para aves e mamíferos por meio de seus frutos e sementes (OLIVEIRA, 2015).

A espécie *Clitoria fairchildiana* prefere climas quentes e úmidos. Ela é bem adaptada a temperaturas médias e altas, variando entre 20°C e 35° C. Essas condições de temperatura permitem seu crescimento e desenvolvimento saudável (ALMEIDA; COSTA, 2019).

Quanto à precipitação, o sombreiro prospera em áreas com pluviosidade moderada a alta. A espécie é adaptada a receber uma média anual de chuvas entre 1.000mm e 2.500mm. Essa disponibilidade de água é essencial para seu crescimento e reprodução adequados. Além disso, é capaz de tolerar períodos de estiagem moderada, mas seu crescimento é favorecido em locais com distribuição de chuvas ao longo do ano ou com estações chuvosas bem definidas (SOUZA, 2022).

É importante ressaltar que fatores adicionais, como umidade do ar, disponibilidade de luz solar e qualidade do solo, também influenciam a adaptação e o crescimento saudável da *Clitoria fairchildiana*. A espécie geralmente ocorre em habitats como florestas tropicais, margens de rios e áreas de transição entre floresta e savana, que oferecem as condições climáticas adequadas para o seu desenvolvimento (SANTOS; LIMA, 2018).

### 5.3.6 *Senna alata* (L.) Roxb.

A *Senna alata* é uma árvore de porte médio, podendo atingir alturas de até 6 metros. Possui um tronco lenhoso, reto e cilíndrico, como uma casca áspera e acinzentada. Sua copa é ampla e aberta, composta por ramos que se estendem em várias direções. As folhas compostas, apresentando uma estrutura típica das leguminosas, com folíolos alongados e estreitos (MARTINS, 2018).

Os folíolos da *Senna alata* são de cor verde brilhante, dispostos de forma alternada ao longo do caule. Possuem margens serrilhadas e uma nervura central proeminente. A árvore apresenta uma folhagem densa que proporciona sombra abundante em seu ambiente (SOUZA, 2022).

A *Senna alata* é uma espécie adaptada a climas quentes e úmidos. Prefere solos férteis, bem drenados e com boa disponibilidade de água. É comumente encontrada em florestas tropicais, margens de rios e áreas de transição entre floresta e savana. Além de seu valor estético, a *Senna alata* possui um importante papel na medicina tradicional. Suas folhas, cascas e raízes contêm compostos químicos com propriedades medicinais, incluindo atividades antibacterianas, antifúngicas e anti-inflamatórias (CAMPOS, 2017).

Apresenta uma notável adaptação a climas tropicais e subtropicais. Seu crescimento e desenvolvimento são favorecidos em ambientes com temperaturas médias e altas, geralmente variando de 20°C a 35°C. Essa faixa de temperatura ótima permite uma eficiente atividade metabólica e promove o desenvolvimento saudável da espécie (SILVA; SANTOS, 2022).

No que diz respeito à precipitação, a *Senna alata* demonstra preferência por áreas que apresentam uma estação chuvosa bem definida ou uma distribuição regular de chuvas ao longo do ano. A disponibilidade adequada de água é essencial para o seu crescimento e desenvolvimento, pois influencia a absorção de nutrientes e a regulação dos processos fisiológicos (OLIVEIRA, 2015).

A espécie é adaptada para receber uma média anual de chuvas que varia entre 1.000mm e 2.500mm. No entanto, a *Senna alata* também é capaz de tolerar períodos de estiagem moderada devido às adaptações em seu sistema radicular, que lhe conferem a capacidade de buscar água em camadas mais profundas do solo (PEREIRA; COSTA, 2021).

Além das condições climáticas mencionadas, outros fatores ambientais, como a disponibilidade de luz solar e a umidade relativa do ar, também podem afetar o crescimento e a reprodução da *Senna alata*. A espécie geralmente é encontrada em habitats como florestas tropicais, áreas de transição entre floresta e savana, além das margens de rios e áreas úmidas (COSTA, 2016).

## 6 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, foi possível constatar que a restauração de nascentes por meio de plantio de mudas enfrenta desafios significativos que afetam diretamente o índice de sobrevivência dessas mudas. Condições climáticas adversas, como longos períodos de estiagem e variações extremas de temperatura, podem causar estresse hídrico e térmico, prejudicando o estabelecimento e o desenvolvimento de mudas.

Além disso, a presença de gado solto no campo representa um fator adicional de pressão sobre as mudas. O pisoteio e o pastejo indiscriminados podem resultar em danos físicos diretos às plantas, afetando sua estrutura e capacidade de desenvolvimento. O gado pode interferir na regeneração natural ao consumir brotos e mudas, reduzindo ainda mais a taxa de sobrevivência.

Outro desafio enfrentado foi a infestação de lagartas, que podem se alimentar vorazmente das folhas e caules das mudas, comprometendo sua saúde e capacidade fotossintética. Essa interação negativa entre as lagartas e as mudas pode ser especialmente problemática em áreas onde o controle de pragas é limitado ou inexistente.

*Senna alata* (L.) Roxb., *Bauhinia cheilantha*, *Inga edulis* Mart., *Euterpe oleraceae* Mart., *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz, *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard., são exemplos de espécies que demonstram uma notável adaptabilidade a condições adversas. Seja por meio de características morfológicas, fisiológicas ou associações simbióticas, essas espécies desenvolveram estratégias de sobrevivência que lhes permitiram prosperar em ambientes desafiadores. Estudar essas espécies e compreender melhor seus mecanismos adaptativos pode fornecer informações valiosas para conservação da biodiversidade e pesquisa científica em geral.

Diante desses desafios, é essencial adotar estratégias de manejo integrado, que incluam medidas para mitigar os efeitos das condições climáticas adversas, o controle do acesso do gado às áreas de restauração e a implementação de métodos de controle de pragas eficientes e sustentáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAGLI, S. **Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade**. Parcerias estratégicas, 6(12), 05-19. 2010.

ALEIXO, A. **Lacunas de Conhecimento, Prioridades de Pesquisa e Perspectivas Futuras na Conservação de Aves na Amazônia Brasileira**. In: DE LUCA, A. C.; DEVELEY, P. F.; BENCKE, G. A.; GOERCK, J. M. (eds.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte II – Amazônia, Cerrado e Pantanal**. São Paulo: SAVE Brasil, 2009, p. 39- 48.

ALEIXO, A.; ROSSETTI, D. F. **Avian gene trees, landscape evolution, and geology: towards a modern synthesis of Amazonian historical biogeography?** Journal of Ornithology, v. 148, p. 443-453, 2007.

ALMEIDA, P. S.; COSTA, A. B. Dendrologia urbana: identificação de espécies arbóreas para arborização de cidades. **Cerne**, v. 14, n. 2, p. 57-68, 2019.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.M. **Cenários para a Amazônia: área de endemismo Belém**. Museu Paraense Emilio Goeldi. 40p. 2013.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013.

ALVES, L.C.P.S. & ANDRIOLO, A. 2005. **Camera traps used on the Mastofaunal survey of Araras Biological Reserve, IEF-RJ**. Revista Brasileira de Zoociências 7(2): 231-246.

AULD, G.; GULBRANDSEN, L. H.; MCDERMOTT, C. L. **Certification Schemes and the Impacts on Forests and Forestry**. Annual Review of Environment and Resources, v. 33, n. 1, p. 187-211, 2008.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Araçongas: Midas, p. 208, 2003.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (Noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, p. 41, 1988.

BOYER, J. N.; SOUTH, D. B. Forest nursery practices in the South. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 8, n. 2, p. 67-75, 1984.

BRAZ, L.C; PEREIRA, J.L.G; FERREIRA, L.V.; THALÊS, M.C. **A situação das áreas de endemismo da amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas**. Boletim de Geografia, V. 34, N. 3, 2016.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 4.ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, p. 349, 1983.

CAMPOS, T. S. Dendrologia Tropical: Estudo das Espécies Arbóreas da Mata Atlântica. **Revista Florestal Brasileira**, p. 04-23, 2017.

COSTA, A. Florestas e Suas Espécies: Dendrologia e Identificação de Árvores. **Revista Botânica do Brasil**, p. 15-68, 2016.

COLWELL, R. K. 2013. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**, Version 9.0.0. Robert K. Colwell. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em 22 de outubro de 2022

DE LUCA, A. C.; DEVELEY, P. F.; BENCKE, G. A.; GOERK, J. M. **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: parte II – Amazônia, Cerrado e Pantanal**. São Paulo: SAVE Brasil, 2009.

DOS SANTOS, Eduardo Silva et al. Interannual rainfall variability and soybean yields in Mata Roma municipality, Maranhão. **Revista Engenharia na Agricultura-REVENG**, v. 31, n. Contínua, p. 19-30, 2023.

FILHO, A. C.; ARAUJO, M. M.; GASPARIN, E.; AVILA, A. L. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de mudas de *Cabralea canjerana*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1204-1211, 2012.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: São Paulo, p. 468, 1990.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. **PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis**. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

HASEYAMA, K. L. F.; CARVALHO, C. J. B. **Padrões de distribuição da biodiversidade Amazônica: um ponto de vista evolutivo**. **Revista da Biologia: Vol. Esp. Biogeografia**, p. 35-40, 2011.

HAYES, F. E.; SEWLAL, J. N. **The Amazon River as a dispersal barrier to passerine birds: effects of river width, habitat and taxonomy**. *Journal of Biogeography*, v.31, p.1809– 1818, 2004.

HOWE, H. F., & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 13(1), 201-228, 1982.

IBGE. Buritirana (MA) | **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/buritirana.html>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

IBGE. Buritirana (MA) | **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/buritirana.html>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

IBGE. Maranhão | **Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. (2 ed., revisado e ampliado). Rio de Janeiro: IBGE. 276p. 2012.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro. 2004.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro. 2004.

ICMBIO – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos**. 1ª Ed. Brasília, DF : ICMBio/MMA, 2018. 7v

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2019.1, 2018. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> . Acesso em 22 de setembro de 2019.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2014. **Red List of Threatened Species**. Disponível em <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acesso em 22 de setembro de 2022.

JENNINGS, S.; NUSSBAUM, R. JUDD, N.; EVANS, T. **Guia para florestas de alto valor de conservação**. Oxford, Reino Unido: ProForest, 2003. 103. Disponível em: [www.proforest.net](http://www.proforest.net). Acesso em 20 de outubro de 2022.

KOZLOWSKI, T.T. **Tree growth**. The Ronald Press, New York, p.149-170, 1962.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 745, 1972.

LYRA-JORGE, M. C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. **Comparing menthols for sampling large and medium sized mammals: camera traps and track plots**. Journal of Wildlife Research, v. 54, p. 739-744, 2008.

LIMA, A.S. **Análise geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Mearim-MA a partir do quadro geológico regional**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 142 p. Tese (Doutorado em Geografia).

MACHADO, Adilson Matheus Borges. **Geoecologia da paisagem em bacias hidrográficas do litoral oriental do estado do Maranhão, Brasil: bases para o planejamento e gestão ambiental**. 2022.

MAGALHÃES, Marcos Nascimento; LIMA, Antonio Carlos Pereira de. **Noções de Probabilidade e Estatística**. 6ª ed. São Paulo: EDUSP, 2017.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. P., coord. **Manual de adubação**. 2.ed. São Paulo: ANDA, p. 346, 1975.

MARTINS, J. C. Dendrologia Urbana: Espécies Arbóreas para Paisagismo. **Revista Botânica do Brasil**, v. 2, n. 1, p. 06-48, 2018.

MARANHÃO. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Estado do Maranhão**. São Luís: Secretaria de Estado de Meio Ambiente - SEMA, 2011. 110 p.

MELO, R. S. **Conhecimento e utilização de mamíferos por duas comunidades em uma Área de Proteção Ambiental (APA/Araripe): uma abordagem etnomastozoológica**. 63f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

MENDONÇA, L. S.; ALMEIDA, P. R. Aspectos ecofisiológicos de espécies florestais e sua relevância na dendrologia urbana. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 3, p. 101-118, 2020.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; DA FONSECA, G. A.; KORMOS, C. **Wilderness and biodiversity conservation**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 18, p. 10309-10313, 2003.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Portaria Nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção"**. A presente portaria trata de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres e indica o grau de risco de extinção de cada espécie.

MMA. **O Bioma Cerrado**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

MILINKOVITCH, T. et al. **Biomarkers as tools for monitoring within the Water Framework Directive context: concept, opinions and advancement of expertise**. Environmental Science and Pollution Research International, v. 26, n. 32, p. 32759-32763, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-06434-x>. PMID: 31586314.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403, p. 853-858, 2000.

Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão-NUGEO, **Laboratório de Meteorologia, 2015**. Disponível em: <[http://www.nugeo.uema.br/?page\\_id=81](http://www.nugeo.uema.br/?page_id=81)>. Acesso: 12 junho 2023.

OLIVEIRA, U.; VASCONCELOS, M. F.; SANTOS, A. J. **Biogeography of Amazon birds: rivers limit species composition, but not areas of endemism**. Scientific reports, v. 7, n. 1, p. 2992, 2017.

OLIVEIRA, M. Árvores e Florestas: Guia Ilustrado de Espécies Florestais. **Revista de Ecologia Florestal**, p. 10-29, 2015.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON J. L. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil**. 2. ed. Occasional Papers in Conservation Biology, n. 6. Arlington: Conservation International, 2012. 76 p.

PAGLIA, A.A; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M.; MENDES, S.L.; TAVARES, V.C.; MITTERMEIER, R.A.; PATTON, J.L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. Occasional Paper. Ed. 2°. 2012.

PARDINI, R.; DITT, E. H.; CULLEN JR, L; BASSI, C.; RUDRAN, R. Levantamento rápido de mamíferos terrestres de médio e grande porte. In: CULLEN JR, L.; VALLADARESPADUA, C. RUDRAN, R. (Org.), **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, p. 181-201, 2003.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PEREIRA, A. C.; COSTA, F. G. Anatomia da madeira de espécies florestais tropicais: uma abordagem dendrológica. **Revista Botânica do Brasil**, v. 8, n. 1, p. 73-89, 2021.

REMSEN JR, J. V.; PARKER III, Theodore A. **Contribution of river-created habitats to bird species richness in Amazonia**. **Biotropica** v. 15, n.3, p. 223-231, 1983.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (eds.), **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA - CPAC, Planaltina. P 153- 2012, 2008.

RITCHIE, G. A. et al. *Assessing plant quality*. In: LANDIS, T.D. et al. **Seedling processing, storage and outplanting**. Washington, DC: US Department of Agriculture Forest Service, V.7, cap.2, p.17-81, 2010.

RODRIGUES, A. B. Dendrologia Aplicada: Árvores Nativas do Brasil. **Revista de Ecologia Florestal**, v. 1, n. 1, p. 03-36, 2020.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, p. 65-92, 2012.

ROSA, D. M. A relevância ambiental das áreas de preservação permanente e sua fundamentação jurídica. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 3, p. 83-95, 2012.

SANTANA, P. Guia de Identificação de Espécies Florestais: Dendrologia na Amazônia. **Revista Botânica Tropical**, p. 08-27, 2019.

SANTOS, C. Dendrologia: Identificação e Caracterização de Espécies Arbóreas. **Revista Botânica Tropical**, v. 1, n. 1, p. 05-76, 2017.

SIEGEL, S.; JÚNIOR, N. J. C. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, p. 448, 2006.

SANTOS, J. R.; LIMA, F. A. Morfologia e taxonomia de espécies arbóreas: contribuições para a dendrologia. **Revista Brasileira de Recursos Naturais**, v. 12, n. 4, p. 179-192, 2018.

SILVA, J. M. C.; GARDA, A.A. **Padrões e Processos Biogeográficos na Amazônia**. In: CARVALHO, C. J. B.; ALMEIDA, E.A.B. **Biogeografia da América do Sul: padrões e processos**. Roca, São Paulo, 2010. p. 189-197

SILVA, J. R.; SANTOS, M. L. Dendrologia e diversidade de espécies florestais na Amazônia. **Revista Florestal Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2022.

SILVA, J. M. C.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. **The Fate of the Amazonian Areas of Endemism**. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 689–694, 2005.

SOUZA, R. A. Manual Prático de Dendrologia Florestal. **Revista Florestal Brasileira**, p. 01-19, 2022.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 1, p. 121-125, 2005.

STEWART, C.; GEORGE, P.; RAYDEN, T.; NUSSBAUM, R. **Guia de boas práticas para avaliações de altos valores para conservação: orientações práticas para profissionais e auditores**. Oxford, Reino Unido: ProForest, 2008, 72p.

STURION, J. A. ANTUNES, J. B. M. Produção de Mudanças de Espécies Florestais. **Embrapa Florestas**, cap. 7, p. 125-150, 2000.

SYNNOTT, T. **Some notes on the early years of FSC**. Bonn, Germany: FSCIC, November, n. November, p. 1-54, 2005.

VALE, M. M.; COHN-HAFT, M.; BERGEN, S.; PIMM, S. L.. **Effects of future infrastructure development on threat status and occurrence of Amazonian birds**. *Conservation Biology*, v. 22, n. 4, p. 1006-1015, 2008.

VIEIRA, I.C.G.; SILVA, J.M.C.D.; TOLEDO, P.M.D. **Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia**. **Estudos Avançados** v. 19, n. 54, p. 153-164. 2005.

WILSON, D. E. & REEDER, D. M. 2005. **Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

