



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LÍVYA MARIA PAULO MEIRA DE ANDRADE**

**PAPEL DAS PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA NA RESTAURAÇÃO  
ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS**

**CAMPINA GRANDE - PB  
JUNHO DE 2024**

LÍVYA MARIA PAULO MEIRA DE ANDRADE

**PAPEL DAS PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA NA RESTAURAÇÃO  
ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos

**CAMPINA GRANDE - PB  
JUNHO DE 2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A554p Andrade, Livya Maria Paulo Meira de.  
Papel das plantas nativas da Caatinga na restauração ecológica de ecossistemas degradados [manuscrito] / Livya Maria Paulo Meira de Andrade. - 2024.  
45 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA. "

"Coorientação: Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos , INSA - Instituto Nacional do Semiárido "

1. Plantas da Caatinga. 2. Ecossistemas degradados. 3. Restauração ecológica. 4. Resiliência . I. Título

21. ed. CDD 577.5

LÍVYA MARIA PAULO MEIRA DE ANDRADE

**PAPEL DAS PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA NA RESTAURAÇÃO  
ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 20/06/2024.

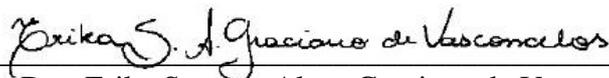
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alexandre Pires Marцениuk  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos  
Instituto Nacional do Semiárido - INSA

*“Dedico este trabalho a Deus, por me abençoar, todos os dias para conseguir alcançar os meus objetivos, a minha família por me apoiarem incondicionalmente para que eu conquistasse esta importante etapa da minha vida”.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado até aqui, concedido saúde, força, graça e paciência ao longo do curso, sem ele este sonho não estaria se concretizando.

À minha mãe Maria Luciete Paulo de Andrade, ao meu pai Edilson Meira de Andrade, a minha irmã Letícia Gabrielly Paulo Meira de Andrade, por sempre me incentivarem e me apoiarem nos meus sonhos, e nesse não seria diferente.

Ao meu orientador Francisco de Oliveira Mesquita por toda paciência, dedicação e conhecimentos compartilhados para conseguir concluir este trabalho.

A banca examinadora em suma pelas contribuições por parte da leitura ou análise crítica afim de poder deixar o meu trabalho mais sólido quanto a temática em questão.

Aos meus amigos da turma do "*ValeBio*" que tornaram essa caminhada acadêmica mais leve, em especial ao meu primo e colega de turma Yuri Gabriel Paulo Epaminondas, por todo apoio, amizade e incentivo, na minha vida pessoal e durante o curso.

A Universidade Estadual da Paraíba por ceder o espaço físico para realização das cerimônias ou defesa de trabalho de conclusão do curso - TCC, bem como a todos os funcionários, e em especial aos professores do Curso de Ciências Biológicas da UEPB, que contribuíram excepcionalmente para a minha formação.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar o papel das plantas nativas da caatinga na restauração ecológica de ecossistemas degradados por meio de estudos bibliográficos ou revisão de literatura. Para o processo metodológico, foi feita uma análise crítica aprofundada de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, dissertações e teses com alto fator de impacto científico. Este estudo pretende fornecer uma base sólida para futuras iniciativas de restauração ecológica, destacando a importância das plantas nativas da caatinga, como *Croton sonderianus* (marmeleiro); *Erythrina velutina willd* (mulungu); *Mimosa tenuiflora* (jurema – preta); *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), etc. Para fatores como a obtenção de água e melhoria do solo, e na medicina popular. Evidenciando, também, seus potenciais ecológicos, como diversidade, adaptação, e resiliência a perturbações ambientais. Nesse contexto, utilizar a restauração ecológica com essas plantas nativas, além de ser uma estratégia de conservação da biodiversidade, é também rever uma parcela importante da natureza que impacta estreitamente na vida da sociedade.

**Palavras-chave:** plantas da caatinga; ecossistemas degradados; restauração ecológica; resiliência

## ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the role of native caatinga plants in the ecological restoration of degraded ecosystems through bibliographic studies or literature reviews. For the methodological process, was carried out an in-depth critical analysis of articles published in national and international journals, dissertations and theses with a high scientific impact factor. This study aims to provide a solid basis for future ecological restoration initiatives, highlighting the importance of native caatinga plants, such as *Croton sonderianus* (quince); *Erythrina velutina willd* (mulungu); *Mimosa tenuiflora* (jurema – black); *Caesalpinia ferrea* (ironwood), etc. For factors such as obtaining water and improving the soil, and in folk medicine. Also highlighting its ecological potentials, such as diversity, adaptation, and resilience to environmental disturbances. In this context, using ecological restoration with these native plants, in addition to being a biodiversity conservation strategy, is also reviewing an important part of nature that has a direct impact on the life of society.

**Keys-word:** caatinga plants; degraded ecosystems; ecological restoration; resilience.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Ilustração da importância dos componentes “solo” e “planta” e “ecossistema” para o sucesso da recuperação de áreas degradadas e suas funções ecológicas aumentando a biodiversidade e as funções ecossistêmicas, ocorre naturalmente a partir de uma revegetação bem sucedida. .... 25
- Figura 2. Integração dos processos de evolução de uma área degradada e sua possível recuperação ambiental em termos de estrutura e diversos métodos ou funções ecossistêmicas conforme estabelecido pela legislação brasileira ..... 28
- Figura 3. Papel da matéria orgânica do solo e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo ..... 30
- Figura 4. Fluxograma de pesquisas avançada de artigos para análise crítica como parâmetros do estudo de revisão bibliográfica. .... 36
- Figura 5. Fluxograma de buscas avançada de artigos utilizados para análise crítica como parâmetros de entradas de análise por meio de revisão bibliométrica ..... 37

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Indicadores ecológicos funcionais para monitoramento de ecossistemas em processo de restauração ou resiliência na caatinga ..... | 25 |
|--|----|

# SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1.0 INTRODUÇÃO</b>   | 11 |
| <b>2.0 OBJETIVOS</b>  | 13 |
| 2.1 Geral   | 13 |
| 2.2 Específicos   | 13 |
| <b>3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>  | 14 |
| <b>3.1 Características gerais das plantas nativas</b>   | 14 |
| 3.1.1 <i>Diversidade e distribuição das plantas nativas</i>                                       | 14 |
| 3.1.2 <i>Adaptações das plantas nativas aos diferentes ecossistemas</i>                           | 15 |
| 3.1.3 <i>Importância ecológica das plantas nativas na manutenção da biodiversidade</i>            | 16 |
| 3.1.4 <i>Papel das plantas nativas na prestação de serviços ecossistêmicos.</i>                   | 17 |
| 3.1.5 <i>Resiliência das plantas nativas frente a perturbações ambientais</i>                     | 18 |
| <b>3.2 Estratégias de restauração ecológica com plantas nativas</b>                               | 19 |
| 3.2.1 <i>Conceitos e princípios da restauração ecológica</i>                                      | 19 |
| 3.2.2 <i>Métodos de utilização de plantas nativas na restauração de ecossistemas degradados</i>   | 20 |
| 3.2.3 <i>Sucessos e desafios na aplicação de técnicas de restauração com plantas nativas</i>      | 21 |
| 3.2.4 <i>Monitoramento e avaliação de projetos de restauração com foco em plantas nativas</i>     | 22 |
| <b>3.3 Contribuições científicas sobre o uso de plantas nativas na restauração ecológica</b>      | 23 |
| 3.3.1 <i>Estudos de caso de sucesso na restauração ecológica com plantas nativas</i>              | 23 |
| 3.3.2 <i>Avaliação dos resultados obtidos em projetos de restauração com plantas nativas</i>      | 24 |
| 3.3.3 <i>Sínteses e recomendações para práticas de restauração com enfoque em plantas nativas</i> | 26 |
| <b>3.4 Ecologia funcional das plantas nativas em ecossistemas restaurados</b>                     | 28 |
| 3.4.1 <i>Interações ecológicas das plantas nativas com outros organismos</i>                      | 28 |

|   |    |
|---|----|
| <i>3.4.2 Contribuições das plantas nativas para a recuperação de serviços ecossistêmicos</i> .....                      | 29 |
| <i>3.4.3 Respostas das comunidades vegetais de plantas nativas à restauração ecológica</i> .....                        | 31 |
| <i>3.4.4 Importância da diversidade de espécies nativas na estabilidade ecológica de ecossistemas restaurados</i> ..... | 32 |
| <b>4.0 METODOLOGIA</b> .....  | 33 |
| <b>4.1 Tipo de estudo</b> .....   | 33 |
| <b>4.2 Método de Estudo</b> .....   | 33 |
| <b>4.3 Fontes de Dados e Critérios de Seleção</b> .....   | 34 |
| <i>4.3.1. Seleção das Fontes</i> .....  | 34 |
| <b>4.4 Palavras-chave Utilizadas</b> .....  | 34 |
| <b>4.5 Critérios de Inclusão e Exclusão</b> .....   | 34 |
| <i>4.5.1 Critérios de Inclusão</i> .....  | 35 |
| <b>4.6 Coleta de Dados</b> .....  | 36 |
| <b>4.7 Síntese Temática</b> .....   | 36 |
| <b>4.8 Ferramentas de Gerenciamento de Referências</b> .....  | 36 |
| <b>4.9 Análise Crítica</b> .....  | 36 |
| <b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 37 |
| <b>5.1 Eficiência das Plantas Nativas na Recuperação de Áreas Degradadas</b> .....                                      | 37 |
| <i>5.1.2 Adaptação às Condições Locais</i> .....  | 37 |
| <b>5.2 Biodiversidade e Interações Ecológicas</b> .....   | 38 |
| <b>5.3 Impacto no Solo e na Água</b> .....  | 38 |
| <i>5.3.1 Melhoria da Qualidade do Solo</i> .....  | 38 |
| <i>5.3.2 Conservação Hídrica</i> .....  | 38 |
| <b>5.4 Casos de Sucesso e Lições Aprendidas</b> .....   | 39 |
| <i>5.4.1 Projetos de Restauração bem Sucedidos</i> .....  | 39 |
| <i>5.4.2 Desafios e Limitações</i> .....  | 39 |
| <b>5.5 Sustentabilidade e Envolvimento Comunitário</b> .....  | 39 |
| <i>5.5.1 Participação das Comunidades Locais</i> .....  | 39 |
| <i>5.5.2 Educação e Conscientização Ambiental</i> .....   | 39 |
| <b>6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | 40 |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 41 |

## 1.0 INTRODUÇÃO

A flora nativa compreende as espécies vegetais que ocorrem naturalmente em uma determinada região ou ecossistema. Esta categoria abarca uma ampla diversidade de organismos vegetais. O termo "plantas nativas" é atribuído às espécies vegetais e aos frutos que já estavam presentes no território brasileiro antes da chegada dos colonizadores europeus (Matos et al., 2020).

As espécies nativas como marmeleiro, angico, catingueira, pereiro, pau-ferro e jurema branca, são adaptadas ao ambiente em processo de restauração, apresentam características como rápido crescimento e alta produção de frutos. Esses atributos são fundamentais para acelerar a colonização da área em restauração, uma vez que os frutos exercem papel atrativo para a fauna local, contribuindo significativamente para a dispersão de sementes. Entretanto, as espécies nativas podem sofrer ameaças nos ecossistemas, não só pela ação humana, mas também pela existência de espécies invasoras (Lima et al., 2015; Guarino et al., 2023).

A degradação dos ecossistemas é um fenômeno complexo e abrangente que afeta não apenas áreas locais, mas também tem repercussões em escala global (Moura et al., 2022). Essas atividades têm um impacto direto na biodiversidade, levando à perda de habitats naturais, diminuição das populações de espécies vegetais e animais, e desequilíbrio nos ecossistemas. Além disso, a degradação dos ecossistemas também afeta os serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência humana, como a regulação do clima, a purificação da água, a polinização de culturas agrícolas e a regulação do ciclo de nutrientes (Silva et al., 2020).

Neste cenário, a restauração ecológica emerge como uma dentre várias estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas, bem como para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Lima et al., 2015; Friede, 2022). Para a compreensão de uma restauração ecológica é importante ressaltar algumas diferenças. A recuperação ambiental corresponde ao processo de suprir novamente condições de recursos naturais que foram destruídos, como a reposição da vegetação, reavendo um ecossistema produtivo, enquanto que na restauração, temos processos específicos de recuperação, com estudos complexos da flora e da fauna, recompondo com espécies já existentes antes da sua degradação (Gonçalves et al., 2017). Sendo assim, as formas de restauração de floras nativas de uma região são estudadas com o intuito de reaver uma parcela importante da natureza que impacta estritamente na vida da sociedade (PIMENTEL, 2022). Desse modo, as plantas nativas podem apresentar diversos potenciais significativos, desde ecológicos, científicos e

econômicos. A exemplo disso, Camacam et. al (2022), evidencia que no semiárido brasileiro, o uso de diversas plantas nativas frutíferas faz parte do sustento e alimentação das famílias, como o umbu da família *Anacardiaceae* que ocorre naturalmente na Caatinga, e é uma das árvores mais úteis desse bioma.

A restauração de ambientes degradados tem evidenciado o restabelecimento das comunidades originais de plantas. Conforme destacam os autores Lazaretti et.al (2019); Pimentel (2022), o plantio de mudas emerge como a técnica mais eficaz no processo de restauração de um ambiente degradado. Nesse contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA utiliza e também garante que um dos métodos de restauração de áreas degradadas mais adequados para o bioma Amazônia encontra-se no plantio de mudas, onde o objetivo principal é inserir espécies de vegetação nativa (PIMENTEL, 2022).

Essa técnica de plantio de mudas é uma das mais utilizadas, quando se trata da recuperação de áreas impactadas, em diversos biomas. No Brasil, uma técnica promissora e sustentável ecologicamente é a produção de mudas de espécies da Caatinga. Desta forma, as mesmas podem acessar solos mais profundos e absorver mais água, com relatos de aumento da sobrevivência das mudas de 30% para 70% (Silva et. al, 2021).

Assim, como Sousa et al. (2019) e Carvalho et al. (2022), evidencia que as leguminosas nativas do Cerrado, são capazes de controlar erosões, proteger margens de reservatórios e cursos d'água, revegetar áreas impactadas. A utilização de espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio para recuperar de áreas degradadas é uma técnica que pode ser aplicada em diversas situações.

Neste contexto, o objetivo deste estudo é investigar o papel das plantas nativas da caatinga na restauração ecológica de ecossistemas degradados. Visando mostrar a restauração ecológica como possível solução para a problemática da degradação do ecossistema. Reconhecendo o vasto potencial adaptativo e capacidade de resistir a interferências ambientais, dessas plantas nativas.

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

☐ Realizar uma análise bibliográfica abrangente sobre o papel das plantas nativas na restauração ecológica de ecossistemas degradados, com o intuito de compreender sua importância, os métodos de utilização e os resultados obtidos em estudos científicos publicados.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

☐ Identificar os principais estudos científicos que abordam o papel das plantas nativas na restauração ecológica de ecossistemas degradados.

☐ Analisar os métodos empregados para utilizar plantas nativas da caatinga na restauração ecológica, incluindo técnicas de plantio, manejo e monitoramento.

☐ Avaliar os resultados obtidos em estudos científicos sobre a eficácia das plantas nativas na recuperação de ecossistemas degradados, considerando indicadores de sucesso ecológico, como a biodiversidade, a cobertura vegetal e a qualidade do solo.

☐ Investigar os benefícios adicionais proporcionados pelas plantas nativas na restauração ecológica, tais como a conservação da água, a promoção da fauna local e a redução da erosão do solo.

☐ Sintetizar as principais conclusões e recomendações encontradas na literatura científica para orientar práticas de restauração ecológica baseadas no uso de plantas nativas.

### **3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Características gerais das plantas nativas**

##### ***3.1.1 Diversidade e distribuição das plantas nativas***

A diversidade das plantas nativas é vasta e abrange uma ampla variedade de formas, tamanhos, hábitos de crescimento e características morfológicas e fisiológicas. No Brasil, um país muito extenso, tem uma estimativa que existam cerca de 55 mil espécies de plantas vasculares, das quais aproximadamente 46 mil são nativas (Santos et al., 2022). Essa riqueza de espécies está distribuída em diversos biomas, desde a Floresta Amazônica até os Campos Sulinos, refletindo a complexidade ecológica e geográfica do país.

As plantas nativas são aquelas que se desenvolvem naturalmente em uma determinada região, sem intervenção humana direta. No Brasil, temos uma riqueza incrível de plantas nativas, que se adaptaram ao longo de milhares de anos aos diversos ambientes do nosso país, desde a floresta tropical até os campos mais secos.

Para entender melhor como essas plantas estão distribuídas, os cientistas estudam não apenas os tipos de plantas em diferentes lugares, mas também os fatores que influenciam sua presença. Por exemplo, o clima desempenha um papel importante: algumas plantas preferem áreas mais úmidas, enquanto outras se dão melhor em locais mais secos. Além disso, a geografia também é importante. As montanhas, os vales e até mesmo a proximidade com o oceano podem influenciar quais plantas conseguem crescer em determinado lugar.

Evidências científicas indicam que a distribuição das plantas nativas está intimamente relacionada a fatores ambientais, como clima, solo, altitude e disponibilidade de água. Estudos de fitogeografia e ecologia de comunidades vegetais têm demonstrado padrões de distribuição específicos para diferentes grupos de plantas em diferentes regiões do país. Por exemplo, a diversidade de espécies é geralmente maior em áreas de maior heterogeneidade ambiental, como as regiões de transição entre biomas, onde ocorrem gradientes climáticos e edáficos (Souza et al., 2019)

Além disso, a história evolutiva e geológica do Brasil também influenciou a distribuição das plantas nativas. Eventos paleoclimáticos, mudanças na paisagem e processos de especiação e extinção ao longo do tempo geológico deixaram marcas na composição e estrutura das comunidades vegetais atuais (Sousa et al., 2021).

Esses estudos nos ajudam a entender como as plantas nativas interagem com o ambiente ao seu redor e como podemos protegê-las melhor. Afinal, as plantas não estão

apenas lá para embelezar a paisagem - elas desempenham papéis essenciais na manutenção dos ecossistemas, fornecendo alimento e abrigo para animais, ajudando a regular o clima e até mesmo purificando o ar que respiramos.

Portanto, compreender a diversidade e distribuição das plantas nativas é fundamental não apenas para a conservação da biodiversidade, mas também para o planejamento e gestão de áreas protegidas, restauração ecológica e manejo sustentável dos recursos naturais. Investimentos em pesquisa científica nesse campo são essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação e uso sustentável da flora nativa brasileira.

Ademais, aprender mais sobre a diversidade e distribuição das plantas nativas é uma parte crucial do esforço contínuo para proteger nossa biodiversidade e garantir um futuro sustentável para nosso planeta.

### ***3.1.2 Adaptações das plantas nativas aos diferentes ecossistemas***

As plantas nativas desenvolveram ao longo do tempo uma série de adaptações impressionantes para sobreviver nos diversos ambientes em que são encontradas. Segundo Spletzer et al. (2020), essas adaptações são fundamentais para garantir a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das plantas em condições variadas, desde climas áridos até florestas tropicais densas.

As plantas nativas exibem uma impressionante diversidade de adaptações que lhes permite prosperar em uma ampla gama de ambientes ao redor do mundo. Estudos recentes têm demonstrado que essas adaptações são cruciais para a sobrevivência e a persistência dessas espécies em condições desafiadoras (Silva et al., 2020).

Um dos aspectos mais fascinantes das adaptações das plantas nativas é a sua capacidade de lidar com variações extremas de temperatura e umidade. Pesquisas conduzidas por Garcia e FRIEDE (2022) revelou que algumas espécies desenvolveram mecanismos fisiológicos para tolerar temperaturas elevadas, como a abertura estomática durante a noite para reduzir a perda de água por transpiração. Outras plantas, como aquelas encontradas em áreas alpinas, apresentam folhas pequenas e espessas para minimizar a perda de água em condições frias e ventosas.

Uma das adaptações mais comuns é a capacidade de conservar água em ambientes secos. Conforme observado por Lima et al. (2015), muitas plantas desenvolveram estratégias como folhas espessas ou cerosas, que reduzem a perda de água por transpiração. Outras têm raízes longas que buscam a umidade mais profunda do solo. Essas adaptações podem ser observadas em espécies como os cactos, que são capazes de armazenar grandes quantidades

de água em seus tecidos. Essas adaptações não apenas demonstram a incrível capacidade das plantas nativas de se ajustarem aos ambientes em que vivem, mas também fornecem insights valiosos para a agricultura, a silvicultura e a restauração de ecossistemas degradados. Ao compreender melhor esses mecanismos de adaptação, podemos desenvolver estratégias mais eficazes para conservar e proteger a biodiversidade vegetal em todo o mundo.

Além disso, de acordo com os estudos de Santos et al. (2022), algumas plantas nativas desenvolveram mecanismos de defesa contra herbívoros e patógenos. Por exemplo, muitas produzem compostos químicos tóxicos ou repelentes que desencorajam o consumo por animais ou a colonização por microrganismos prejudiciais. Outra área de pesquisa em destaque é o estudo das adaptações das plantas nativas a solos específicos. Estudos de caseiros realizados por Souza et al. (2019) destacaram como certas espécies desenvolveram estratégias para lidar com solos ácidos ou alcalinos, modificando a composição de suas raízes ou formando simbioses com microrganismos do solo.

Estudos científicos têm documentado essas adaptações em uma variedade de plantas nativas ao redor do mundo. Por exemplo, pesquisas realizadas por Santos et al. (2019) mostraram como certas espécies de plantas do deserto desenvolveram estratégias para lidar com altas temperaturas e escassez de água, enquanto outras se adaptaram para sobreviver em solos pobres em nutrientes.

Ao reconhecer e proteger as características únicas das plantas nativas, podemos garantir sua sobrevivência e contribuir para a preservação da biodiversidade global. Além disso, as plantas nativas frequentemente exibem adaptações morfológicas impressionantes. Um exemplo notável é a presença de raízes especializadas, como as raízes tabulares das árvores da floresta amazônica, que se estendem horizontalmente para absorver água e nutrientes em solos rasos e instáveis (Oliveira et al., 2020).

### ***3.1.3 Importância ecológica das plantas nativas na manutenção da biodiversidade***

As plantas nativas desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na estabilidade dos ecossistemas em todo o mundo. Estudos recentes destacaram diversas maneiras pelas quais essas plantas contribuem para a saúde e a resiliência dos ambientes naturais (Silva et al., 2020).

Um dos aspectos mais importantes da importância ecológica das plantas nativas é a sua capacidade de fornecer habitat e alimento para uma ampla variedade de organismos. Pesquisas conduzidas por Spletzeri et al. (2021) demonstraram que as plantas nativas oferecem abrigo e recursos essenciais para uma série de animais, incluindo insetos

polinizadores, pássaros, mamíferos e microrganismos do solo. Essa interdependência entre plantas e animais é fundamental para a manutenção dos ciclos de nutrientes e a dinâmica dos ecossistemas.

Além disso, as plantas nativas desempenham um papel crucial na regulação do clima e dos padrões hidrológicos. Estudos conduzidos por Oliveira et al. (2020) mostraram que áreas vegetadas com espécies nativas têm maior capacidade de reter água no solo, reduzindo o escoamento superficial e a erosão do solo. Além disso, as plantas nativas contribuem para a captura de carbono da atmosfera, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas (Meira Junior et al., 2015).

Outro aspecto importante é a capacidade das plantas nativas de promover a resiliência dos ecossistemas frente a distúrbios ambientais. Pesquisas realizadas por Matos et al. (2020) evidenciaram que áreas com vegetação nativa apresentam maior resistência a incêndios florestais e surtos de pragas, devido à diversidade de espécies e à estrutura complexa do ecossistema.

Em suma, a importância ecológica das plantas nativas é inestimável para a manutenção da biodiversidade e o funcionamento saudável dos ecossistemas. Proteger e conservar essas espécies é essencial para garantir a saúde do planeta e o bem-estar das futuras gerações.

### ***3.1.4 Papel das plantas nativas da caatinga na prestação de serviços ecossistêmicos***

As plantas nativas da caatinga com alto potencial de diversidade ecológica como as espécies de *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Croton sonderianus* (marmeleiro), bem como *Amburana cearenses* (umburana) e *Schinopsis brasiliensis* (braúna) desempenham um papel fundamental na prestação de uma ampla gama de serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas em que habitam. Diversos estudos têm destacado a importância dessas plantas na manutenção desses serviços e na sustentabilidade dos ambientes naturais (Pereira, 2020; Marinho, 2022).

Apesar de todas essas adversidades encontradas para a recuperação desse ecossistema, são encontradas possibilidades no plantio de plantas nativas como evidência Da Costa (2020): o Mulungu (*Erythrina velutina Willd.*); o Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum (Vell.)*); a Faveleira (*Cnidoscolus quercifolius Pohl*); o Pau Ferro (*Caesalpinia Ferrea Mart*); Cumaru (*Amburana cearensis*) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium Mart. & Zucc.*).

A contribuição na restauração ecológica a partir dessas plantas nativas da caatinga, estão na funcionalidade, como o exemplo do Mulungu, que pode proteger o solo e aumentar sua fertilidade natural. Já a faveleira, suas raízes atingem grandes profundidades, o que

facilita a captação de água das poucas chuvas que ocorrem na região. Sendo assim, a faveleira tem grande potencial para o reflorestamento sustentável do semiárido (COSTA, 2020).

Um dos serviços ecossistêmicos mais evidentes proporcionados pelas plantas nativas é a regulação do ciclo da água e a manutenção da qualidade dos recursos hídricos. Pesquisas conduzidas por Machado (2017) demonstraram que as áreas vegetadas com espécies nativas têm maior capacidade de reter água no solo, reduzindo a erosão e a poluição dos corpos d'água. Além disso, as plantas nativas contribuem para a recarga de aquíferos e o equilíbrio dos fluxos hídricos em bacias hidrográficas.

Outro serviço ecossistêmico crucial fornecido pelas plantas nativas é a regulação do clima local e regional. Estudos conduzidos por Souza et al. (2021) demonstraram que áreas vegetadas com espécies nativas têm um microclima mais estável, com temperaturas mais amenas e umidade relativa do ar mais elevada em comparação com áreas desmatadas ou ocupadas por espécies exóticas. Essa regulação climática contribui para o conforto humano, a produtividade agrícola e a conservação da biodiversidade.

Além disso, as plantas nativas desempenham um papel importante na provisão de recursos alimentares, medicinais e materiais para as comunidades humanas e a economia local. Estudos realizados por Santos et al. (2022) mostraram que muitas espécies de plantas nativas são utilizadas tradicionalmente na alimentação, na medicina popular e na fabricação de artesanato e materiais de construção. A conservação dessas plantas é essencial para garantir a segurança alimentar, a saúde e o bem-estar das populações locais.

Em resumo, o papel das plantas nativas na prestação de serviços ecossistêmicos é de suma importância para a sustentabilidade dos ecossistemas e o bem-estar humano. Proteger e conservar essas plantas é fundamental para garantir a resiliência dos sistemas naturais e a qualidade de vida das comunidades que deles dependem.

### ***3.1.5 Resiliência das plantas nativas frente a perturbações ambientais***

As plantas nativas especificamente marmeleiro, braúna, jurema, angico e catingueira têm demonstrado uma notável capacidade de se adaptar e se recuperar de ambientais com certo grau de adversidade local (estresse hídrico, salino, etc), desempenhando um papel crucial na manutenção da estabilidade e da funcionalidade dos ecossistemas. Estudos realizados por Oliveira et al. (2020) mostraram que as plantas nativas desenvolveram uma série de mecanismos adaptativos para lidar com perturbações como secas, incêndios florestais, inundações e mudanças climáticas.

Um dos mecanismos mais importantes é a diversidade genética das populações de plantas nativas, que confere maior flexibilidade e capacidade de resposta a diferentes condições ambientais (Fajardo et al., 2016). Pesquisas conduzidas por Silva Filho et al. (2023) evidenciaram que populações de plantas nativas com maior diversidade genética apresentam maior resistência a doenças, maior capacidade de recuperação após perturbações e maior potencial de adaptação a novas condições ambientais.

Além disso, as plantas nativas têm desenvolvido uma série de estratégias morfológicas, fisiológicas e comportamentais para lidar com perturbações ambientais. Por exemplo, muitas espécies têm sistemas radiculares profundos que lhes permitem acessar água e nutrientes em camadas mais profundas do solo durante períodos de seca (Barbosa & Gomes filho, 2022). Outras espécies apresentam mecanismos de regeneração rápida, como brotação basal após algumas injúrias ou até mesmo após processo de incêndio (queimadas), tal como as espécies *Poincianella pyramidalis* (catingueira), *Croton sonderianus* (marmeleiro) e *Amburana cearensis* (umburana) e *Schinopsis brasiliensis* (braúna).

A interação entre as plantas nativas e outros organismos do ecossistema, como microrganismos do solo, insetos polinizadores e herbívoros especializados, também desempenha um papel importante na resiliência dessas plantas frente a perturbações ambientais (Santos et al., 2020). Essas interações podem facilitar a dispersão de sementes, promover a polinização cruzada e aumentar a resistência a pragas e doenças.

Em resumo, as plantas nativas demonstram uma notável resiliência frente a perturbações ambientais, graças a uma combinação de diversidade genética, estratégias adaptativas e interações ecológicas. Proteger e conservar essas plantas é fundamental para garantir a estabilidade e a funcionalidade dos ecossistemas e a sustentabilidade das comunidades humanas que deles dependem.

### **3.2 Estratégias de restauração ecológica com plantas nativas**

#### ***3.2.1 Conceitos e princípios da restauração ecológica***

A restauração ecológica é uma abordagem multifacetada e baseada em princípios científicos para reverter os danos causados aos ecossistemas naturais e recuperar sua funcionalidade e biodiversidade. Segundo Lazaretti et al. (2019), a restauração ecológica visa restaurar processos ecológicos essenciais, reconstruir habitats degradados e promover a recuperação de espécies nativas, visando a resiliência e a sustentabilidade dos ecossistemas.

Um dos princípios fundamentais da restauração ecológica é o estabelecimento de metas claras e mensuráveis, baseadas em evidências científicas, para orientar o planejamento e a implementação de projetos de restauração (Silva et al., 2020). Estudos de longo prazo, como o realizado por Santos et al. (2022), demonstraram que metas específicas e realistas são essenciais para avaliar o sucesso da restauração e adaptar as estratégias de manejo conforme necessário.

Outro princípio importante é a utilização de métodos ecológicos e baseados na natureza para acelerar o processo de recuperação dos ecossistemas degradados. Isso inclui a reintrodução de espécies nativas, a remoção de espécies invasoras, a restauração de processos naturais como a regeneração natural e a sucessão ecológica, e a reconexão de fragmentos de habitat para promover a dispersão de espécies e a conectividade ecológica (Oliveira et al., 2020).

Além disso, a participação ativa das comunidades locais e o engajamento público são aspectos-chave da restauração ecológica, garantindo que as estratégias de restauração sejam culturalmente relevantes e socialmente aceitáveis.

Em suma, os conceitos e princípios da restauração ecológica são fundamentais para guiar esforços eficazes de recuperação de ecossistemas degradados. Ao integrar evidências científicas, metas claras, métodos ecológicos e participação comunitária, a restauração ecológica pode desempenhar um papel crucial na conservação da biodiversidade e na promoção da resiliência dos ecossistemas frente aos desafios ambientais contemporâneos.

### ***3.2.2 Métodos de utilização de plantas nativas na restauração de ecossistemas degradados***

A seleção criteriosa de espécies é fundamental para o sucesso da restauração. Estudos como o de Machado (2020) destacam a importância de escolher plantas nativas adaptadas às condições específicas do local, levando em consideração fatores como solo, clima e disponibilidade de água. Além disso, pesquisas como as de Fajardo et al. (2016) enfatizam a necessidade de considerar a diversidade genética das populações-alvo, a fim de promover a resiliência do ecossistema restaurado a longo prazo.

A propagação eficiente de plantas nativas é crucial para fornecer uma fonte adequada de material vegetativo para a restauração. Estudos como os de Gonçalves et al. (2018) e Oliveira et al. (2020) investigaram diferentes técnicas de propagação, incluindo a coleta e germinação de sementes, o enraizamento de estacas e a produção de mudas em viveiros. Essas pesquisas contribuíram para o desenvolvimento de protocolos de propagação eficazes que maximizam a diversidade genética e a sobrevivência das mudas.

O monitoramento contínuo do progresso da restauração é essencial para avaliar a eficácia das práticas de manejo e fazer ajustes conforme necessário. Estudos como os de Sousa et al. (2019) e Pimentel (2022) investigaram métodos de monitoramento, incluindo avaliações de sobrevivência e crescimento de mudas, cobertura vegetal, diversidade de espécies e presença de pragas e doenças. Com base nessas informações, podem ser implementadas medidas de manejo adaptativas para maximizar os benefícios da restauração em termos de biodiversidade, resiliência e serviços ecossistêmicos.

Considerando o exposto, os métodos fundamentais para a restauração de áreas degradadas com plantas nativas nesses ecossistemas incluem: Seleção criteriosa de espécies adaptadas, Propagação eficiente e produção de mudas, Plantio e estabelecimento adequados, Monitoramento contínuo e manejo pós-plantio.

Em conclusão, os métodos de utilização de plantas nativas na restauração de ecossistemas degradados são fundamentais para promover a recuperação eficaz da biodiversidade e funcionalidade dos ecossistemas. Ao integrar práticas baseadas em evidências científicas, é possível aumentar a eficácia e sustentabilidade dos projetos de restauração, contribuindo para a conservação da natureza e o bem-estar humano.

### ***3.2.3 Sucessos e desafios na aplicação de técnicas de restauração com plantas nativas***

A aplicação de técnicas de restauração com plantas nativas envolve uma série de sucessos e desafios que são essenciais para compreender e abordar de forma eficaz. A literatura científica destaca diversos aspectos que contribuem para o sucesso ou dificultam a implementação dessas técnicas.

Entre os sucessos, destacam-se estudos que enfatizam a importância da seleção cuidadosa de espécies nativas com base em critérios como adaptabilidade ao ambiente, capacidade de competir com espécies invasoras e contribuição para a restauração da estrutura e função do ecossistema. Pesquisas indicam que a diversidade de espécies utilizadas pode aumentar a resiliência do ecossistema restaurado e promover uma maior variedade de serviços ecossistêmicos.

No entanto, a aplicação dessas técnicas também enfrenta desafios significativos. Estudos mostram que a competição com espécies exóticas invasoras é uma das principais ameaças à eficácia da restauração com plantas nativas. Além disso, fatores como degradação do solo, mudanças climáticas e fragmentação do habitat podem dificultar o estabelecimento e o crescimento das plantas nativas.

Para lidar com esses desafios, pesquisadores têm proposto uma variedade de estratégias, incluindo o desenvolvimento de métodos de controle de espécies invasoras, técnicas de manejo do solo para melhorar suas condições e a implementação de práticas de restauração adaptativas que levem em consideração as mudanças ambientais (Gonçalves et al., 2022). O engajamento da comunidade local e o estabelecimento de parcerias colaborativas entre diferentes partes interessadas também emergem como elementos-chave para o sucesso a longo prazo dos projetos de restauração com plantas nativas.

Essa compreensão mais detalhada e embasada cientificamente dos sucessos e desafios na aplicação de técnicas de restauração com plantas nativas pode fornecer insights valiosos para orientar futuras iniciativas de conservação e restauração de ecossistemas degradados.

### ***3.2.4 Monitoramento e avaliação de projetos de restauração com foco em plantas nativas***

O monitoramento e avaliação de projetos de restauração com foco em plantas nativas desempenham um papel fundamental na determinação da eficácia e do sucesso dessas iniciativas. A literatura científica destaca a importância de métodos robustos de monitoramento para acompanhar o progresso da restauração e avaliar o desempenho das plantas nativas ao longo do tempo.

Estudos têm demonstrado que o monitoramento sistemático e regular é essencial para identificar tendências de mudança na composição da vegetação, avaliar o estabelecimento e crescimento das espécies plantadas, e detectar possíveis problemas ou desafios que possam surgir durante o processo de restauração (Guarino et al., 2015). Isso permite que os gestores de projetos façam ajustes conforme necessário e adotem abordagens adaptativas para maximizar o sucesso da restauração.

Diversas técnicas de monitoramento têm sido desenvolvidas e aplicadas em projetos de restauração com plantas nativas. Isso inclui métodos de amostragem de campo para coleta de dados sobre a cobertura vegetal, densidade populacional das espécies-alvo, taxa de sobrevivência das mudas plantadas e presença de espécies invasoras (Lima et al., 2020). Além disso, tecnologias como sensoriamento remoto e imagens de satélite têm sido cada vez mais utilizadas para monitorar mudanças na cobertura vegetal em larga escala e fornecer dados valiosos sobre o progresso da restauração ao longo do tempo.

A avaliação dos resultados obtidos por meio do monitoramento é essencial para informar o planejamento e a implementação de futuros projetos de restauração. Isso permite que os gestores identifiquem práticas eficazes, compartilhem lições aprendidas e

desenvolvam diretrizes e protocolos melhores para orientar esforços futuros de conservação e restauração de ecossistemas degradados.

Em resumo, o monitoramento e avaliação de projetos de restauração com plantas nativas são componentes essenciais de uma abordagem baseada em evidências para a conservação da biodiversidade e a recuperação de ecossistemas degradados. Essas práticas fornecem dados críticos para informar decisões de manejo e políticas de conservação, garantindo o sucesso a longo prazo dessas importantes iniciativas de restauração.

### **3.3 Contribuições científicas sobre o uso de plantas nativas na restauração ecológica**

#### ***3.3.1 Estudos de caso de sucesso na restauração ecológica com plantas nativas***

Estudos de caso de sucesso na restauração ecológica com plantas nativas fornecem insights valiosos sobre as práticas e abordagens eficazes para promover a recuperação de ecossistemas degradados. A literatura científica destaca exemplos inspiradores de projetos bem-sucedidos em diferentes partes do mundo, nos quais as plantas nativas desempenharam um papel fundamental na restauração de habitats degradados e na promoção da biodiversidade.

Um estudo de caso notável é o Projeto Mata Atlântica, no Brasil, que tem como objetivo restaurar ecossistemas florestais degradados por meio do plantio de espécies nativas da região. Pesquisas demonstram que o projeto tem obtido sucesso na recuperação da cobertura vegetal e na reintrodução de espécies ameaçadas de extinção, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a proteção de serviços ecossistêmicos vitais (Silva et al., 2020).

Outro estudo relevante, foi a prospecção e germinação de plantas nativas na Caatinga, por Carvalho (2016), onde as espécies de plantas arbóreas apresentaram potencial para uso como cobertura vegetal em áreas degradadas, com potencial para uma eficiente cobertura de solos expostos. Assim, pelos atributos avaliados no estudo, o plantio dessas espécies pode também iniciar os processos de regeneração natural da área impactada, seja pela dispersão facilitada, pela fixação de nitrogênio e pela proteção dos solos.

Mais um exemplo inspirador é o Projeto de Restauração da Floresta de Nyungwe, em Ruanda, que visa restaurar ecossistemas florestais degradados por meio do plantio de espécies nativas e ações de manejo integrado. Estudos demonstram que o projeto tem sido bem-sucedido na restauração da cobertura florestal, na melhoria da qualidade da água e na proteção de habitats críticos para a fauna e flora locais (Sousa et al., 2019).

Esses estudos de caso destacam a importância das plantas nativas na restauração ecológica e fornecem lições valiosas para orientar futuros esforços de conservação e recuperação de ecossistemas degradados em todo o mundo. Ao compartilhar experiências bem-sucedidas e melhores práticas, podemos promover uma abordagem mais eficaz e sustentável para a restauração da biodiversidade e a proteção do meio ambiente.

### ***3.3.2 Avaliação dos resultados obtidos em projetos de restauração com plantas nativas***

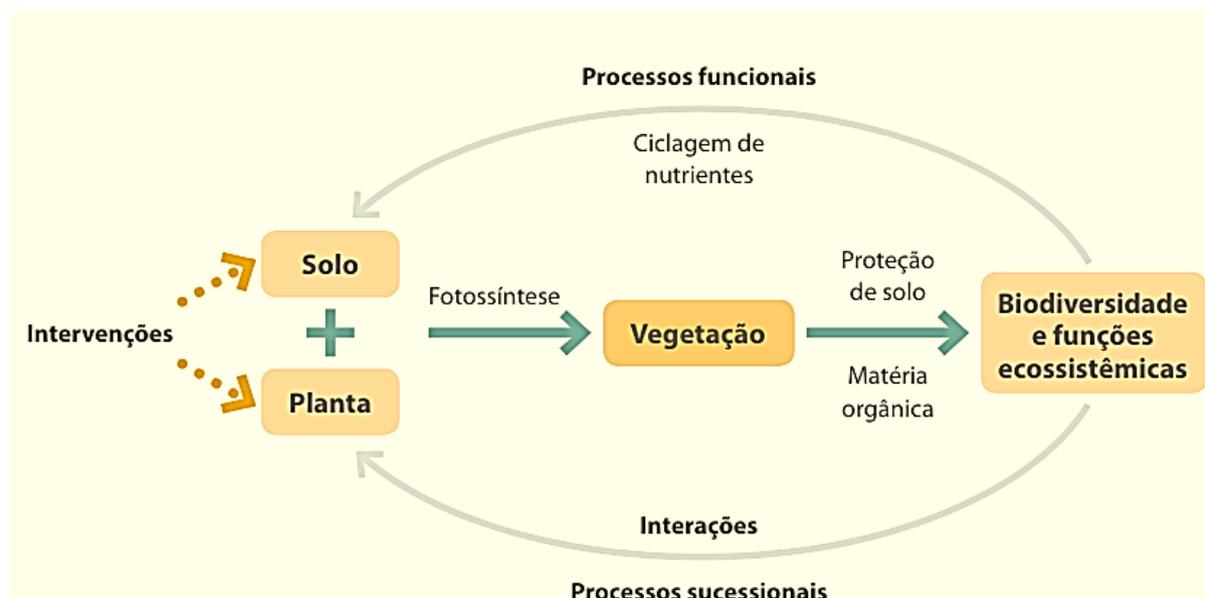
O foco em restauração ecológica é um tema bastante recorrente na comunidade científica atual, tendo em vista sua importância crítica da avaliação de diferentes resultados obtidos em projetos de restauração com plantas nativas e diferentes ecossistemas e suas funções ecológicas. Essa etapa é essencial para compreender o sucesso e os desafios enfrentados durante o processo de restauração, além de fornecer insights valiosos para aprimorar futuras iniciativas de conservação e recuperação de ecossistemas degradados.

A avaliação dos resultados obtidos em projetos de restauração com plantas nativas envolve uma análise abrangente de múltiplos aspectos, desde a recuperação da vegetação até a prestação de serviços ecossistêmicos. Um dos principais indicadores a serem considerados é a cobertura vegetal e a composição florística das áreas restauradas. Estudos científicos demonstraram que o aumento da diversidade e abundância de espécies nativas está diretamente relacionado ao sucesso da restauração e à resiliência do ecossistema restaurado (Lazaretti et al., 2019). Portanto, é essencial monitorar a evolução da vegetação ao longo do tempo para avaliar o progresso alcançado.

Além da análise da vegetação e dos processos funcionais (Figura 1), a avaliação dos resultados também deve abordar a restauração de funções ecossistêmicas vitais, como a ciclagem de nutrientes, a regulação do ciclo hidrológico e a promoção da biodiversidade. Estudos têm demonstrado que os ecossistemas restaurados com plantas nativas são capazes de fornecer uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, essenciais para o bem-estar humano e a saúde dos ecossistemas (Oliveira et al., 2020). Portanto, é crucial avaliar a capacidade do ecossistema restaurado de fornecer esses serviços e identificar áreas que possam exigir intervenções adicionais para maximizar seu potencial.

Além disso, a avaliação dos resultados deve incorporar feedbacks das partes interessadas e comunidades locais envolvidas no processo de restauração. Essas perspectivas são fundamentais para compreender os impactos sociais, econômicos e culturais das iniciativas de restauração e garantir que os projetos atendam às necessidades e expectativas das comunidades locais.

**Figura 1.** Ilustração da importância dos componentes “solo” e “planta” e “ecossistema” para o sucesso da recuperação de áreas degradadas e suas funções ecológicas aumentando a biodiversidade e as funções ecossistêmicas, ocorre naturalmente a partir de uma



Fonte: Adaptado de Moreira & Siqueira, 2006.

Uma das principais etapas na avaliação dos resultados é a análise da cobertura vegetal e da diversidade biológica no local restaurado. Esses indicadores são essenciais para medir o sucesso da restauração na recuperação da vegetação nativa e na promoção da biodiversidade. Além disso, com base na Tabela 1 abaixo, é importante considerar a composição da vegetação, incluindo a presença de espécies nativas e exóticas, cobertura vegetal, estratificação, bem como a capacidade de infiltração da água no solo.

**Tabela 1.** Indicadores ecológicos funcionais para monitoramento de ecossistemas em processo de restauração ou resiliência na caatinga.

| Unidade de estudo | Característica | Indicadores  |
|-------------------|----------------|--|
| Solo + planta     | Composição     | Número e proporção entre espécies vegetais nativas.<br>Formas de vida (presença e proporção entre árvores, arbustos, ervas, trepadeiras, epífitas, etc.)<br>Cobertura (projeção de copas ou gramíneas sobre o terreno) |
| Solo + planta     | Estrutura      | Biomassa (por área).<br>Estratificação (distribuição vertical das plantas)<br>Taxa de fixação de carbono   |
| Solo + Água       | Funcionamento  | Capacidade de infiltração da água no solo.<br>Taxa de extinção de espécies nativas.  |

Fonte: Adaptado de Moreira & Siqueira, 2006.

Outro aspecto crucial a ser avaliado são os serviços ecossistêmicos fornecidos pelo ecossistema restaurado. Isso inclui serviços como regulação do ciclo hidrológico, conservação do solo, mitigação do clima, suporte à polinização e provisão de habitat para a fauna nativa. Avaliar a capacidade do ecossistema restaurado em fornecer esses serviços é fundamental para compreender seu valor ecológico e socioeconômico.

Além disso, é importante considerar o engajamento da comunidade local e o impacto social do projeto de restauração. Avaliar o envolvimento da comunidade, sua percepção sobre o projeto e os benefícios percebidos pode fornecer informações importantes sobre a aceitação e o apoio contínuo às iniciativas de restauração.

Para realizar uma avaliação abrangente e rigorosa dos resultados, é essencial utilizar métodos científicos robustos, como amostragem sistemática, monitoramento a longo prazo e análise estatística. Além disso, é importante documentar e compartilhar os resultados obtidos, contribuindo assim para o avanço do conhecimento científico e para a disseminação das melhores práticas em restauração ecológica.

Em resumo, a avaliação dos resultados obtidos em projetos de restauração com plantas nativas é uma etapa crítica do processo de restauração ecológica. Ao integrar abordagens multidisciplinares e envolver as partes interessadas, podemos obter insights valiosos para melhorar a eficácia e sustentabilidade dessas iniciativas, contribuindo para a conservação da biodiversidade e o bem-estar humano. É por meio dessa avaliação que podemos aprender com as experiências passadas e garantir um futuro mais sustentável para os ecossistemas degradados em todo o mundo.

### ***3.3.3 Sínteses e recomendações para práticas de restauração com enfoque em plantas nativas***

A escolha das espécies é crucial para o sucesso da restauração. Estudos como o de Spletzeri et al. (2021) destacam a importância de considerar características como tolerância a condições ambientais locais e capacidade de interação com outras espécies no ecossistema-alvo. A seleção criteriosa das plantas nativas pode promover uma restauração mais eficaz e resiliente ao longo do tempo.

A propagação de mudas é uma etapa-chave na restauração. Pesquisas de Meira Junior et al. (2015) demonstraram que o uso de técnicas como a estaquia e a enxertia pode aumentar significativamente a sobrevivência das mudas no campo. Investir em métodos de propagação eficazes é fundamental para garantir o fornecimento adequado de mudas saudáveis para os projetos de restauração.

O sucesso do plantio está diretamente ligado às técnicas utilizadas. Estudos como o de Matos et al. (2020) ressaltam a importância de práticas como o preparo adequado do solo e o controle de competidores para garantir o estabelecimento das plantas nativas. Adotar práticas de plantio sustentáveis contribui para a criação de habitats mais resilientes e biodiversos.

O acompanhamento regular dos projetos de restauração é essencial para identificar tendências e fazer ajustes. Pesquisas de Silva Filho et al. (2023) destacam a importância do monitoramento de parâmetros como taxa de sobrevivência, crescimento das plantas e diversidade vegetal para avaliar o progresso da restauração. O monitoramento contínuo permite uma avaliação mais precisa dos resultados e auxilia na tomada de decisões para otimizar os esforços de restauração.

A participação das comunidades é fundamental para o sucesso a longo prazo dos projetos de restauração. Estudos como o de Gonçalves et al. (2018) mostram que o envolvimento das comunidades na tomada de decisões e na implementação das ações de restauração aumenta a aceitação local e promove um senso de responsabilidade compartilhada pela conservação dos ecossistemas. O engajamento das comunidades contribui para a construção de parcerias sólidas e para o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os desafios ambientais.

Após uma análise aprofundada das práticas de restauração com enfoque em plantas nativas, é possível destacar algumas sínteses e recomendações essenciais para orientar futuros projetos. Primeiramente, a seleção criteriosa das espécies nativas é fundamental, levando em consideração sua adaptabilidade ao ambiente-alvo e sua capacidade de interação com outras espécies. Além disso, a utilização de técnicas de propagação eficazes, como a estaquia e a enxertia, pode aumentar significativamente a sobrevivência das mudas no campo.

Durante o plantio, é importante adotar práticas sustentáveis, como o preparo adequado do solo e o controle de competidores, para garantir o estabelecimento das plantas nativas. O monitoramento contínuo dos projetos é essencial para avaliar o progresso da restauração e fazer ajustes conforme necessário.

As principais recomendações técnicas com foco na restauração de plantas nativas são: Seleção de espécies nativas adequadas, Utilização de técnicas de propagação eficazes, Implementação de práticas de plantio sustentáveis, Monitoramento e avaliação contínuos e Engajamento das comunidades locais.

Por fim, o engajamento das comunidades locais ao longo de todo o processo é fundamental para promover uma abordagem participativa e sustentável para a conservação dos ecossistemas. Essas sínteses e recomendações fornecem um guia valioso para a

implementação de práticas de restauração eficazes e de longo prazo, visando à conservação e à recuperação da biodiversidade.

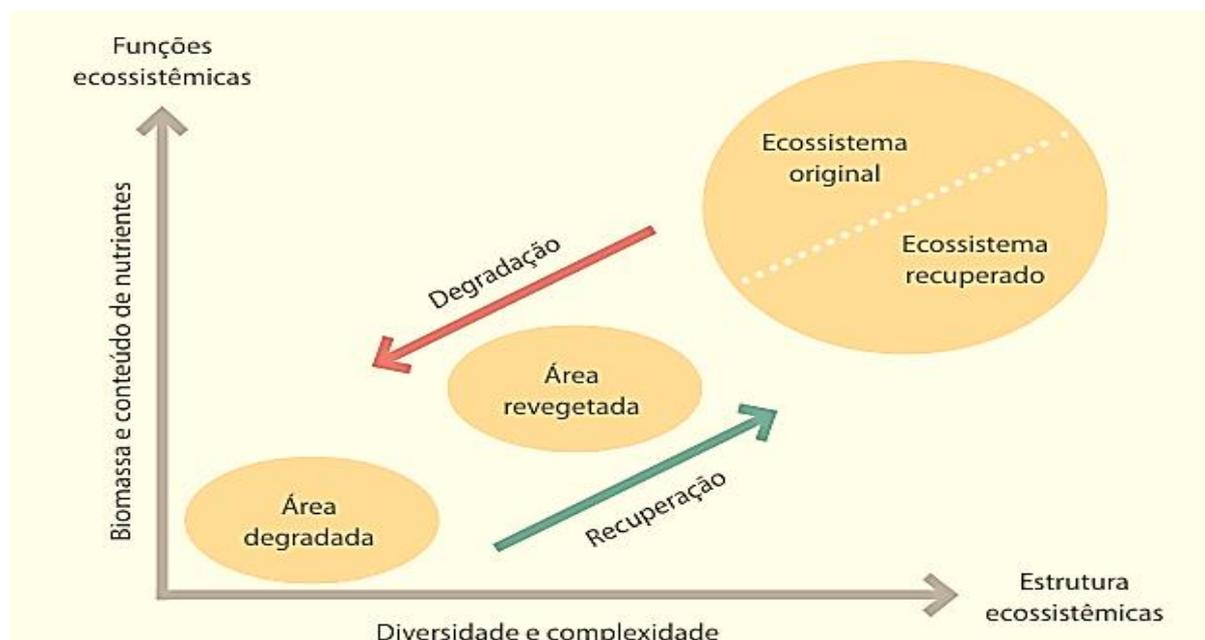
### 3.4 Ecologia funcional das plantas nativas em ecossistemas restaurados

#### 3.4.1 Interações ecológicas das plantas nativas com outros organismos

A ecologia funcional das plantas nativas em ecossistemas restaurados é um tema de grande relevância, que envolve a compreensão dos processos ecológicos que ocorrem após a reintrodução dessas plantas em áreas degradadas. Estudos têm demonstrado que as plantas nativas desempenham papéis fundamentais na restauração de ecossistemas, influenciando aspectos como a ciclagem de nutrientes, a retenção de água no solo, a diversidade microbiana e a recuperação da biodiversidade vegetal e animal.

De acordo com os estudos de Souza et al. (2019), as plantas nativas desempenham papéis específicos na restauração de ecossistemas com certo grau de impacto causados por fatores externos, atuando como pioneiras na colonização de áreas degradadas e promovendo a reconstrução gradual da comunidade vegetal. Essas plantas têm adaptações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que lhes permitem sobreviver e prosperar em condições ambientais adversas, como solos pobres em nutrientes e baixa disponibilidade de água (Figura 2).

**Figura 2.** Integração dos processos de evolução de uma área degradada e sua possível recuperação ambiental em termos de estrutura e diversos métodos ou funções ecossistêmicas conforme estabelecido pela legislação brasileira.



Fonte: Adaptado de Moreira & Siqueira, 2006.

Além disso, as plantas nativas contribuem para a melhoria da qualidade do solo, através da fixação de nitrogênio, o que aumenta a fertilidade e a capacidade de suporte para outras espécies vegetais. Estudos de Oliveira et al. (2020) demonstraram que as raízes das plantas nativas são capazes de formar associações simbióticas com microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos, que promovem a absorção de nutrientes e melhoram a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos.

Portanto, a compreensão da ecologia funcional das plantas nativas em ecossistemas restaurados é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de restauração ecológica, visando a recuperação e conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Estudos adicionais são necessários para elucidar os mecanismos subjacentes e os efeitos a longo prazo da reintrodução de plantas nativas em áreas degradadas, a fim de orientar práticas de manejo e conservação mais eficientes.

#### ***3.4.2 Contribuições das plantas nativas para a recuperação de serviços ecossistêmicos***

As plantas nativas desempenham um papel fundamental na recuperação dos serviços ecossistêmicos em áreas degradadas, contribuindo para a restauração da biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas. Diversos estudos têm destacado as contribuições específicas das plantas nativas para a recuperação desses serviços, fornecendo evidências científicas sobre sua importância ecológica.

De acordo com os estudos de Santos et al. (2022), as plantas nativas desempenham papéis-chave na restauração de serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico, a proteção do solo contra erosão, a mitigação de mudanças climáticas e a promoção da polinização e dispersão de sementes. Essas plantas são adaptadas às condições locais e interagem de forma complexa com outros organismos e componentes do ecossistema, influenciando sua estrutura e funcionamento da microbiota do solo com reflexos positivos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Figura 3).

**Figura 3.** Papel da matéria orgânica do solo e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.



Fonte: Adaptado de Moreira & Siqueira, 2006.

Um exemplo importante é a contribuição das plantas nativas para a regulação do ciclo hidrológico, através da interceptação de água da chuva, a infiltração de água no solo e a evapotranspiração, o que ajuda a manter os níveis adequados de umidade e a prevenir a erosão do solo. Estudos de Pereira et al. (2020) destacam que as áreas revegetadas com plantas nativas apresentam maior capacidade de retenção de água e recarga de aquíferos, favorecendo a disponibilidade de água para abastecimento humano e manutenção da biodiversidade aquática.

Além disso, as plantas nativas desempenham um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, através da captura de carbono atmosférico e a formação de estoques de carbono no solo e na biomassa vegetal. Estudos de Brito et al. (2017) demonstraram que as áreas restauradas com plantas nativas são capazes de sequestrar grandes quantidades de carbono da atmosfera, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

Em resumo, as plantas nativas são essenciais para a recuperação e manutenção dos serviços ecossistêmicos em áreas degradadas, fornecendo uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos. A conservação e o manejo sustentável dessas plantas são fundamentais para garantir a resiliência e a sustentabilidade dos ecossistemas, promovendo o bem-estar humano e a conservação da biodiversidade. Novas pesquisas são necessárias para aprofundar nossa compreensão sobre as interações entre as plantas nativas e os serviços ecossistêmicos, bem como para desenvolver estratégias eficazes de restauração e conservação.

### ***3.4.3 Respostas das comunidades vegetais de plantas nativas à restauração ecológica***

A compreensão das respostas das comunidades vegetais de plantas nativas à restauração ecológica é crucial para o planejamento e implementação eficazes de projetos de recuperação de ecossistemas degradados. Estudos científicos têm investigado os padrões de sucessão ecológica, a dinâmica da vegetação e os fatores que influenciam a restauração de comunidades vegetais nativas em diferentes tipos de ecossistemas.

De acordo com pesquisas de Barbosa et al. (2022), as respostas das comunidades vegetais à restauração ecológica podem variar significativamente dependendo de fatores como o histórico de perturbação, as características do solo, o regime de perturbação, a disponibilidade de sementes e a proximidade de áreas remanescentes de vegetação nativa. Em áreas severamente degradadas, a restauração pode exigir intervenções mais intensivas, como o plantio de mudas e a remoção de espécies invasoras, enquanto em áreas menos degradadas, a regeneração natural pode ser mais eficaz.

Um aspecto importante a considerar é a diversidade funcional das espécies vegetais, que influencia a resiliência e a estabilidade dos ecossistemas restaurados. Estudos de Santos et al. (2022) destacam a importância de promover a diversidade funcional das comunidades vegetais, incluindo espécies pioneiras, intermediárias e tardias, que desempenham diferentes papéis na sucessão ecológica e na prestação de serviços ecossistêmicos.

Além disso, as interações entre as plantas nativas e outros organismos, como microrganismos do solo, animais polinizadores e dispersores de sementes, também desempenham um papel importante na restauração ecológica. Estudos de Souza et al. (2019) demonstraram que a reintrodução de espécies vegetais nativas pode promover a recuperação de interações ecológicas importantes, aumentando a diversidade e a estabilidade dos ecossistemas restaurados.

Em suma, as respostas das comunidades vegetais de plantas nativas à restauração ecológica são influenciadas por uma série de fatores bióticos e abióticos, e a compreensão desses processos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de restauração e conservação da biodiversidade. Novas pesquisas são necessárias para avançar nossa compreensão sobre os mecanismos subjacentes à restauração ecológica e para informar a tomada de decisões em projetos de recuperação de ecossistemas degradados.

#### ***3.4.4 Importância da diversidade de espécies nativas na estabilidade ecológica de ecossistemas restaurados***

A diversidade de espécies nativas desempenha um papel crucial na estabilidade ecológica de ecossistemas restaurados. Estudos como o de Carvalho et al. (2022) destacam que a presença de uma variedade de plantas nativas pode aumentar a resiliência do ecossistema a perturbações ambientais, como incêndios florestais. Este estudo observou que áreas com maior diversidade de espécies nativas tendem a se recuperar mais rapidamente após distúrbios, devido à variedade de estratégias adaptativas presentes.

Além disso, a diversidade funcional das plantas nativas desempenha um papel crucial na estabilidade do ecossistema. Pesquisas de Silva et al. (2018) destacam que diferentes espécies desempenham funções específicas na regulação do ciclo de nutrientes e na manutenção do equilíbrio do ecossistema. Por exemplo, algumas espécies têm raízes profundas que ajudam na estabilização do solo, enquanto outras têm folhas que contribuem para a ciclagem de nutrientes.

Portanto, é fundamental considerar não apenas a diversidade de espécies, mas também a diversidade funcional ao projetar e implementar projetos de restauração ecológica. A conservação e o manejo sustentável da biodiversidade nativa são essenciais para garantir a estabilidade ecológica e a sustentabilidade ambiental a longo prazo.

## **4.0 METODOLOGIA**

### **4.1 Tipo de estudo**

Este trabalho visou apresentar uma metodologia detalhada para a realização de uma revisão de literatura sistemática e aprofundada, proporcionando uma base sólida para a compreensão do tema em questão e avaliação de algumas propostas de recuperação de áreas degradadas nos trabalhos publicados referente às plantas nativas da Caatinga.

Para a realização desta revisão bibliográfica, foram analisados artigos de periódicos com alto fator de impacto verificados de plataformas como por exemplo, ResearchGate, portal da CAPES e repositório das instituições pesquisa e de ensino, ou seja, na busca por trabalhos de dissertações e teses voltadas para o tema, com enfoque em vertentes que abordam o uso de plantas nativas no processo de recuperação de áreas degradadas da Caatinga nordestina. Foram pesquisados em suma, um total de 54 artigos de interesse, sendo que destes, 15 foram encontrados no portal da CAPES de assuntos correlatos, e para a presente pesquisa foi considerado um total de 39 artigos de interesse ao tema proposto. Outros artigos e revisões foram identificados a partir de citações feitas em trabalhos primários ou contidos dentro dos trabalhos citados pelos autores.

Com base nesse estudo bibliográfico, foi possível obter evidências sobre os processos de degradação das áreas, especialmente em regiões semiáridas do Brasil. Para organizar e categorizar o estudo, ele foi dividido em alguns pontos-chave para medir o grau de evidência nos processos de degradação, como tipos de solos, condição da vegetação ou cobertura vegetal, relevo, clima e conscientização ambiental.

### **4.2 Método de Estudo**

Com base nesse estudo bibliográfico, foi possível obter evidências sobre os processos de degradação das áreas, especialmente em regiões semiáridas do Brasil. Para organizar e categorizar o estudo, ele foi dividido em alguns pontos-chave para medir o grau de evidência nos processos de degradação, como tipos de solos, condição da vegetação ou cobertura vegetal, relevo, clima e conscientização ambiental.

### 4.3 Fontes de Dados e Critérios de Seleção

#### 4.3.1. Seleção das Fontes

A revisão foi realizada a partir da análise de artigos de periódicos com alto fator de impacto, dissertações, teses, e outras publicações relevantes. As fontes de dados incluíram:

**Bases de dados acadêmicas:** Plataforma Scielo, Google Scholar, Portal da CAPES, Web of Science e ResearchGate.

**Revistas e periódicos locais e internacionais:** Para assegurar a inclusão de estudos regionais específicos da Caatinga.

**Repositórios de universidades:** Para incluir dissertações e teses relevantes.

### 4.4 Palavras-chave Utilizadas

As pesquisas deste trabalho foram realizadas utilizando algumas palavras como input ou dados de entradas, posteriormente essas palavras-chave e suas combinações foram interessantes para encontrar e baixar artigos para síntese ou análise, tal como:

*"Recuperação de solos"*

*"Restauração"*

*"Áreas degradadas"*

*"Plantas nativas"*

*"Caatinga"*

*"Processo de desmatamento"*

*"Semiárido brasileiro"*

### 4.5 Critérios de Inclusão e Exclusão

#### 4.5.1 Critérios de Inclusão:

- Artigos publicados nos últimos 10 anos.
- Estudos de caso relevantes sobre plantas nativas do bioma Caatinga.
- Revisões sistemáticas e meta-análises sobre recuperação de áreas degradadas.
- Publicações trabalhos com alto fator de impacto científico na comunidade científica e revisados por pares (ad hoc).

#### 4.6 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em três segmentos principais, tais como:

**Busca Inicial:** Identificação de estudos relevantes através das palavras-chave em bases de dados selecionadas.

**Triagem de Resumos:** Leitura inicial dos resumos para verificar a relevância em relação ao tema proposto.

**Seleção de Artigos:** Leitura e análise dos artigos de periódicos de alto fator de impacto que atenderam aos critérios de inclusão e posterior análise crítica.

#### 4.7 Síntese Temática

Os estudos desse trabalho de revisão de literatura foram organizados e sintetizados em categorias temáticas, como:

**Causas da Degradação:** Identificação dos principais fatores que contribuem para a degradação na Caatinga.

**Métodos de Recuperação:** Avaliação das técnicas de recuperação empregadas, com ênfase no uso de plantas nativas.

**Efetividade das Práticas:** Análise da eficácia das práticas de recuperação documentadas na literatura.

**Sustentabilidade:** Discussão sobre a sustentabilidade das práticas de recuperação propostas.

#### 4.8 Ferramentas de Gerenciamento de Referências

Para a organização das referências, foram utilizados softwares de gerenciamento de referências como Mendeley, Zotero ou EndNote, garantindo a padronização e fácil acesso aos artigos revisados.

#### 4.9 Análise Crítica

Os artigos selecionados foram submetidos a uma análise crítica mais aprofundada visando extrair informações relevantes sobre a temática deste trabalho e considerando:

**Figura 4.** Fluxograma de pesquisas avançada de artigos para análise crítica como parâmetros de estudos de revisão bibliométrica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

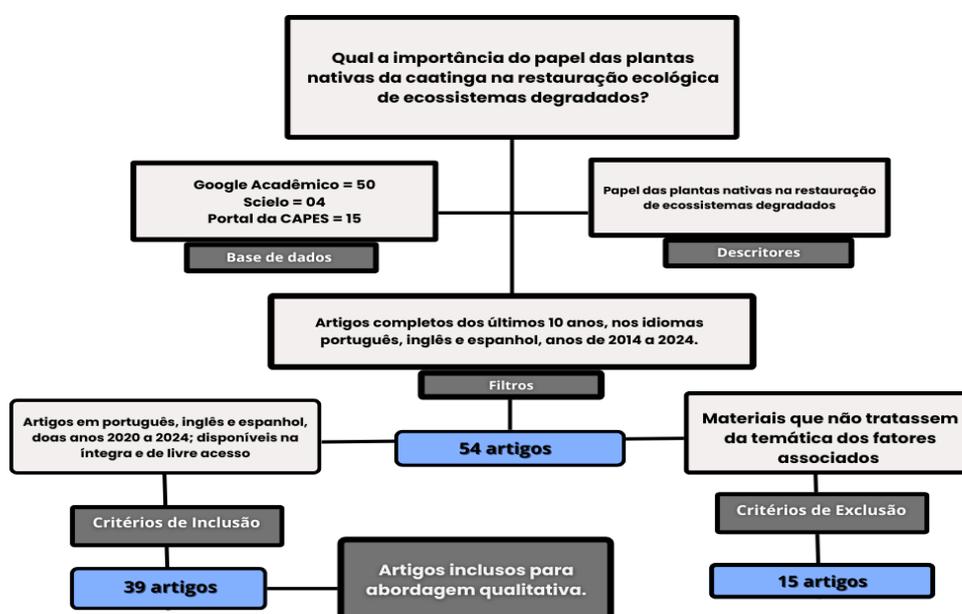
### 5.1 Eficiência das Plantas Nativas na Recuperação de Áreas Degradadas

A caatinga é um bioma exclusivo do Brasil e enfrenta inúmeros desafios ambientais, incluindo a degradação dos ecossistemas. A restauração ecológica, utilizando plantas nativas, é uma estratégia essencial para recuperar áreas degradadas, restaurando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos sendo amplamente evidenciado no fluxograma abaixo de forma sistêmica (Figura 6)

Pelo estudo desse fluxograma como abordagem qualitativa, pode-se perceber que apenas 39 artigos foram selecionados para análise qualitativa desse trabalho, onde foi possível fornecer uma base sólida para a discussão sobre a eficácia e a importância das plantas nativas na restauração ecológica. Esse tipo de holograma pode permite entender como essas plantas contribuem para a recuperação da estrutura do solo, a melhoria da biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas por meio das análises aprofundadas nos artigos, dissertações, teses, etc.

Os artigos excluídos, embora não tenham sido diretamente relacionados ao tema, destacam a necessidade de um critério rigoroso na seleção de literatura científica para assegurar a relevância e a especificidade das informações utilizadas na revisão.

**Figura 5.** Fluxograma de buscas avançada de artigos utilizados para análise crítica como parâmetros de entradas de análise por meio de revisão bibliométrica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

### **5.1.2 Adaptação às Condições Locais**

As plantas nativas da Caatinga apresentam alta adaptabilidade às condições climáticas e edáficas, como temperaturas elevadas, baixa disponibilidade hídrica e solos pobres em nutrientes. Estudos demonstram que espécies nativas como *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro) têm mostrado eficiência na recuperação de solos degradados, promovendo a melhoria da estrutura do solo e a retenção de água (Silva et al., 2021).

A jurema, apesar de ser considerada como uma espécie invasora, possui adaptações como resistência à estiagem e, no fim do período chuvoso, as suas folhas fenecem e caem com naturalidade, continuando em dormência até o início das chuvas. (BEZERRA, 2012).

## **5.2 Biodiversidade e Interações Ecológicas**

O uso de plantas nativas contribui para a restauração da biodiversidade local, incentivando a reintrodução de fauna associada e promovendo interações ecológicas essenciais, como a polinização e a dispersão de sementes. Espécies como *Amburana cearensis* (umburana) e *Schinopsis brasiliensis* (braúna) têm sido eficazes em atrair polinizadores e dispersores, facilitando a regeneração natural (Marinho, 2022).

## **5.3 Impacto no Solo e na Água**

### **5.3.1 Melhoria da Qualidade do Solo**

Plantas nativas como *Croton sonderianus* (marmeleiro) têm sido utilizadas com sucesso para melhorar a qualidade do solo, aumentando a matéria orgânica e a atividade microbiana. Isso resulta em solos mais férteis e estruturados, capazes de sustentar outras espécies vegetais e suportar melhor a infiltração de água (Vieira et al., 2023).

### **5.3.2 Conservação Hídrica**

A revegetação com plantas nativas tem demonstrado ser uma estratégia eficaz para a conservação hídrica em áreas degradadas da Caatinga. A implantação de espécies como *Poincianella pyramidalis* (catingueira) ajuda a reduzir a evapotranspiração e a aumentar a

infiltração de água no solo, essencial para a manutenção dos recursos hídricos na região semiárida.

## **5.4 Casos de Sucesso e Lições Aprendidas**

### ***5.4.1 Projetos de Restauração bem Sucedidos***

Diversos projetos de restauração utilizando plantas nativas têm sido implementados com sucesso na Caatinga. Por exemplo, o projeto “Restaura Caatinga” utilizou espécies nativas para recuperar áreas degradadas e demonstrou melhorias significativas na biodiversidade e na resiliência ecológica.

### ***5.4.2 Desafios e Limitações***

Apesar dos sucessos, a restauração com plantas nativas enfrenta desafios, como a disponibilidade limitada de sementes e mudas de qualidade, além da necessidade de envolvimento contínuo das comunidades locais para garantir a sustentabilidade das iniciativas. A pesquisa destaca a importância de programas de coleta e produção de sementes, bem como de políticas públicas de incentivo à restauração.

## **5.5 Sustentabilidade e Envolvimento Comunitário**

### ***5.5.1 Participação das Comunidades Locais***

A inclusão e o engajamento das comunidades locais são cruciais para o sucesso dos projetos de recuperação. Experiências mostram que quando as comunidades estão ativamente envolvidas no plantio e no manejo das áreas restauradas, há uma maior taxa de sucesso e sustentabilidade a longo prazo.

### ***5.5.2 Educação e Conscientização Ambiental***

Programas de educação ambiental que enfatizam a importância da conservação e recuperação da Caatinga têm sido essenciais para promover a conscientização e a participação ativa das comunidades. Iniciativas que combinam práticas tradicionais com conhecimentos científicos têm mostrado ser particularmente eficazes.

## **6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de plantas nativas contribui significativamente para a restauração da biodiversidade local. As espécies nativas não só ajudam a reestabelecer a vegetação, mas também atraem fauna associada, promovendo interações ecológicas essenciais como a polinização e a dispersão de sementes. A revegetação com plantas nativas também mostrou-se eficaz na melhoria da qualidade do solo e na conservação hídrica. Aumentos na matéria orgânica e na atividade microbiológica do solo foram observados, resultando em solos mais férteis e estruturados.

A restauração com plantas nativas enfrenta desafios significativos, como a disponibilidade limitada de sementes e mudas de qualidade e a necessidade de um envolvimento contínuo das comunidades locais em projetos de restauração. Iniciativas que envolvem a comunidade desde o planejamento até a implementação e monitoramento tendem a ser mais bem-sucedidas e sustentáveis a longo prazo.

O estudo reafirma que as plantas nativas da Caatinga são fundamentais para a restauração de áreas degradadas no semiárido brasileiro. Elas oferecem uma combinação única de benefícios ecológicos, econômicos e sociais, essenciais para a recuperação e sustentabilidade dessas áreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, T. A.; GOMES FILHO, R. R. Biodiversidade e conservação da Caatinga: revisão sistemática. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 07 N. 04, p.177-189, 2022.
- BEZERRA, R. M. R. **Crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em solo de área degradada da caatinga em condições de viveiro**. Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande (Grau de Engenheiro Florestal). Patos - PB, 2012.
- BRITO MORAIS, Ygor Cristiano et al. Análise do Sequestro de Carbono em áreas de Caatinga do Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 585-599, 2017.
- CAMACAM, B. L. M; MESSIAS, C. M. B. O M. **Potencial alimentar de frutas e plantas da caatinga: revisão integrativa**. Research, Society and Development, v. 11, n. 9, e39911931997, 2022.
- CARVALHO, J. N. **Espécies de nativas da Caatinga para recuperação de áreas degradadas: prospecção, ecofisiologia da germinação e crescimento de plantas**. Universidade Federal do Vale do São Francisco (pós-graduação em agronomia – produção vegetal). Petrolina, 2016.
- CARVALHO, J. N.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; RODRIGUES, R. G.; FONTANA, A. P.; PIFANO, D. S. Native caatinga species for the recovery of degraded areas in the brazilian semiarid region. **Revista Árvore**, v. 46, n. 1, p. e4610, 2022.
- COSTA, T. L. N. **Desenvolvimento inicial em campo de seis espécies arbóreas da Caatinga produzidas em diferentes recipientes**. Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte (graduação em engenharia florestal) - Macaíba- RN, 2020.
- EMBRAPA. **Estratégia de recuperação - Regeneração natural sem manejo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/regeneracao-natural-sem-manejo>, 12 mar. 2022.
- EMBRAPA. **Recuperação das áreas degradadas ou alteradas na Amazônia**. Disponível em: [www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc). 29 de Junho de 2022.

FAJARDO, C. G.; DE ALMEIDA VIEIRA, F.; MOLINA, W. F. Conservação genética de populações naturais: Uma revisão para Orchidaceae. **Biota Amazônia Open journal Sistem** v. 6 n. 3, p. 108-118, 2016.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento. Brasília, DF: **Embrapa**, 2017.

FRIEDE, R. Aumento populacional e degradação ambiental: a conta que não quer fechar. **Revista do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro nº 84**, abr./jun. 2022.

GONÇALVES, M. P. M. **Técnicas de recuperação florestal em áreas perturbadas na Caatinga**. Universidade Federal Rural do Pernambuco – Ciência Florestal (tese de doutorado). Ceará, 2017.

GONÇALVES, M. P. M.; SILIPRANDI, P. C. S.; SILVA, P. C. P. S.; CHAGAS, A. O. V. Comportamento inicial de espécies nativas na recuperação de área ciliar em caatinga. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 7, n. 1, p. 34-12, 2018.

GUARINO, E. S. G.; PORTO, A. B.; THOMAS, P. A. et al. **Proposta de guia para a restauração de campos nativos no sul do Brasil. 1º ed.** Comunicado Técnico, Pelotas-RS, 394, p. 1-15, 2023.

HOLL, K. D. **Fundamentos da Restauração Ecológica. México.** CDMX: CopIt-arCHives. p. 3-195, 2023.

LAZARETTI, L. R.; SOUSA, O. T. População e meio ambiente: uma análise de acoplamento para o caso brasileiro (1991-2014). **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**. V: 30, No. 1: 101-119, 2019.

LIMA, K. D. R.; CHAER, G. M.; ROWS, J. MENDONÇA, V.; RESENDE, A. S. Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 203 – 213, 2015.

MACHADO, A. R. **Alternativas de restauração de florestas ripárias para o fornecimento de serviços ecossistêmicos.** Universidade de São Paulo (tese de doutorado em engenharia hidráulica) São Paulo – SP, 2017.

MARINHO, M. E. L. N. **Impacto da biomodificação com extrato de *schinopsis brasiliensis* (braúna) na resistência máxima à tração de um selante resinoso.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) – Natal – RN, 2022.

MATOS, A. M. N., MASCARENHAS SANTOS, M. S. & SÚAREZ, Y. R. **Pagamento por serviços ambientais como ferramenta de recuperação e conservação de zonas ripares.** Research, Society andDevelopment, v. 9, n. 9, e788997752, 2020.

MEIRA JUNIOR, M. S., PEREIRA, I. M., MACHADO, E. L. M., MOTA, S. L. L., OTONI, T. J. O. Espécies potenciais para recuperação de áreas de Floresta Estacional Semidecidual com exploração de minério de ferro na Serra do Espinhaço. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, 283-295, 2015.

MOREIRA, I. J. R. **Técnicas de recuperação de áreas degradadas com a utilização do plantio de mudas e semeadura direta utilizando leguminosas nativas do Cerrado.** Universidade de Brasília (Graduação em engenharia florestal). Brasília-DF, 2020.

MOURA, P. J. R.; SILVA, D. A.; MONTEIRO, V. F. C.; BRAZ, F. S. **Levantamento florístico qualitativo em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual ripária em Pouso Alegre – MG,** Research, Society andDevelopment, v. 11, n. 4, e32711427545, 2022.

OLIVEIRA A.N.S., AMORIM C.M.F. & LYRA-LEMOS R.P. Alagoas-Unidades de Conservação: as riquezas das áreas protegidas no território alagoano. 2º edição. Maceió: **Instituto de Meio Ambiente do Estado de Alagoas.** 2020. 346p.

PEREIRA, L. C. **Evolução dos serviços ecossistêmicos em diferentes estágios de regeneração natural.** Universidade Federal de São Carlos – Dissertação (mestrado em planejamento e uso de recursos renováveis) – Sorocaba, 2020.

PIMENTEL, J. P. **Plantio de mudas de espécies nativas para a restauração das áreas de preservação permanente no sul da amazônia.** Universidade Do Vale Do Taquari – Dissertação (Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e Desenvolvimento). Lajeado – RS, 2022.

RIBEIRO, E. S. **Influência de perturbações antrópicas sobre populações de cactáceas em áreas da Caatinga.** Universidade Federal do Pernambuco. Dissertação (pós – graduação em biologia vegetal). Recife, 2011.

SANTOS, E. A. C.; OLIVEIRA, E. V. S.; SANTANA, J. P. et al. Distribuição e diversidade da flora vascular em cinco remanescentes naturais de Alagoas: síntese do conhecimento atual. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2022.

SILVA FILHO, J. G.; FARIAS, T. I.; MELO, I. A.; SANTORO, K. R.; ANTON, S.; BADJI, C. A. High resistance levels in brazilian plutellaxyl ostella populations: needs for adjustments in Field concentration. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 1, p. 53 – 60. Mossoró, 2023.

SILVA, C. M.; BRANDT, M.; VAENTINI, D. J. Narrativas de um “milagre”: as transformações bioculturais no Cerrado brasileiro. **Revista de História Regional**, v. 25, n. 2, p. 383-403, 2020.

SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; ALVES, R. M.; GONÇALVES, E. P.; Viana, J. S. Alelopatia de espécies da Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e57610414328, 2021.

SILVA, U. B. T.; DELGADO-JARAMILLO, M.; AGUIAR, L. M. S.; BERNARD, E. Speciesrichness, geographicdistribution, pressures, andthreatstobats in the Caatinga drylandsofBrazil. **Biological Conservation**, V. 221, P. 312-322, 2018.

SOUSA, J. F. O.; OLIVEIRA, A. A.; CAMPOS, N. B.; ALMEIDA-BEZERRA, J. W.; SILVA, V. B.; NASCIMENTO, M. P. FERNANDES, P. A. S.; SANTOS, A. F.; VASCONCELOS, J. M. B. L.; SOUSA, M. R. F.; SILVA, M. A. P.; MENDONÇA, A. C. M. Composição florística de duas áreas de Caatinga da Chapada do Araripe. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13 e506101321398, 2021.

SOUSA, L. M. F. I.; GONÇALVES, E. T. **Guia de Restauração para o Cerrado Mineiro: como recuperar e conservar sua fauna e flora.** Imaflora. Consorcio Cerrado da Águas. Piracicaba, SP: 2019. 60p.

SOUZA M.A., ARAUJO K.D., ANDRADE A.P., PAVÃO J.M.D.S.J. & COSTA E.M.S.  
Phytosociological analysis of the tree-shrub component of the caatinga, alagoas, brazil.  
**Revista principia** v. 47, p. 153–159, 2019.

SPLETOZERI, A. G.; SANTOS, C. R.; SANCHES, L. A.; GARLET, J. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. **Revista Ciência Florestal** v. 31, n. 2, p. 974-997, Santa Maria, abr./jun. 2021.

VIEIRA, G. I. A.; BITTENCOURT, C. B.; ANDRADE, I. M. Prospecção Científica e Tecnológica da Espécie *Croton sonderianus* muell. **Revista Cadernos de Prospecção**, v .17, n .1, p. 225-240, 2023.