



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**CAMPUS MONTEIRO**

**MIRELE MARIA SILVA MUNIS**

**TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREAS  
DEGRADADAS DA CAATINGA**

**MONTEIRO-PB**

**2025**

**MIRELE MARIA SILVA MUNIS**

**TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREAS  
DEGRADADAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da  
Paraíba, Campus Monteiro, como requisito  
parcial para Conclusão do Curso de  
Especialização em Desenvolvimento e  
Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Éricson da Nóbriga  
Torres

**MONTEIRO-PB**

**2025**


**MIRELE MARIA SILVA MUNIS**

**TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREAS  
DEGRADADAS DE CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para Conclusão do Curso de Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente.


Aprovado em 29 de OUTUBRO de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **ERICSON DA NOBRIGA TORRES**  
Data: 19/12/2025 17:02:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

**Prof. Dr. Éricson da Nobrega Torres (Orientador - IFPB)**

Documento assinado digitalmente  
 **MONICA LARISSA AIRES DE MACEDO**  
Data: 19/12/2025 16:49:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra Mônica Larissa Aires de Macêdo (UEPB)**

Documento assinado digitalmente  
 **CATIANA OLIVEIRA LIMA**  
Data: 19/12/2025 12:49:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Ma. Catiana Oliveira Lima (IFPB-Monteiro)**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M966t Munis, Mirele Maria Silva.

Técnicas alternativas para restauração ecológica em áreas degradadas da Caatinga/Mirele Maria Silva  
Munis. – Monteiro-PB, 2025.

81f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro. - Monteiro, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Éricson da Nóbrega Torres.

1. Restauração ecológica. 2. Caatinga. 3. Gestão ambiental. 4. Áreas degradadas. I. Título.

CDU: 628.4(043.2)

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo investigar e avaliar a eficácia de técnicas alternativas para a restauração ecológica em áreas degradadas de Caatinga, com foco no Cariri Ocidental da Paraíba. A pesquisa utilizou uma abordagem metodológica que combinou levantamento bibliográfico, estudos de caso e visitas técnicas a projetos de restauração, incluindo o Programa Raízes da Caatinga e o Laboratório de Ecologia e Botânica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As principais técnicas analisadas foram nucleação, sistemas agroflorestais e o uso de espécies nativas. Os resultados apontaram que essas práticas apresentam elevado potencial para promover a recuperação do bioma de forma sustentável, conciliando conservação ambiental com benefícios socioeconômicos. Contudo, foram identificados desafios, como a necessidade de maior engajamento comunitário e fortalecimento das políticas públicas de incentivo à restauração. Em suma, as técnicas alternativas demonstram maior eficiência e adaptabilidade às particularidades da Caatinga quando comparadas aos métodos tradicionais. No entanto, para que sejam amplamente adotadas, é crucial que se desenvolvam estratégias integradas que combinem avanços científicos, políticas públicas eficazes e práticas locais.

**Palavras-chave:** Restauração ecológica; Caatinga; Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

This study aimed to investigate and evaluate the effectiveness of alternative techniques for ecological restoration in degraded areas of the Caatinga, focusing on the Western Cariri region of Paraíba. The research used a methodological approach that combined bibliographical research, case studies, and technical visits to restoration projects, including the Raízes da Caatinga Program and the Ecology and Botany Laboratory of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The main techniques analyzed were nucleation, agroforestry systems, and the use of native species. The results indicated that these practices have high potential to promote the recovery of the biome in a sustainable manner, reconciling environmental conservation with socioeconomic benefits. However, challenges were identified, such as the need for greater community engagement and strengthening of public policies to encourage restoration. In summary, alternative techniques demonstrate greater efficiency and adaptability to the particularities of the Caatinga when compared to traditional methods. However, for them to be widely adopted, it is crucial to develop integrated strategies that combine scientific advances, effective public policies, and local practices.

**Keywords:** Ecological restoration; Caatinga; Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de delimitação.....	13
<b>Figura 2</b> – Desmatamento.....	18
<b>Figura 3</b> - Ação das mineradoras em Angico dos dias.....	19
<b>Figura 4</b> - Tocos de arvores e solo exposto .....	21
<b>Figura 5</b> - Pecuária na Caatinga .....	23
<b>Figura 6</b> - Uso e Cobertura da terra no Cariri Ocidental (PB) .....	36
<b>Figura 7</b> - Rede de fluxos financeiros do cariri ocidental.....	38
<b>Figura 8</b> - Sistema AgroFlorestal (SAF) .....	41
<b>Figura 9</b> - Tanques para a criação de peixes.....	41
<b>Figura 10</b> - Sistema de gás produzido por fezes.....	42
<b>Figura 11</b> - Criação de caprinos e ovinos.....	42
<b>Figura 12</b> - Viveiro de mudas .....	43
<b>Figura 13</b> - Ipê.....	44
<b>Figura 14</b> - Mudás de juazeiro .....	45
<b>Figura 15</b> - Mudás de Mandacaru .....	46
<b>Figura 16</b> - Sementes.....	47
<b>Figura 17</b> - Sementes.....	47
<b>Figura 18</b> - Amostras de carvão.....	48
<b>Figura 19</b> - Mudás em Bandejas .....	49
<b>Figura 20</b> - Mudás .....	50

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Espaço geográfico do semiárido .....	14
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Dados das classes de uso e ocupação da terra no cariri ocidental (PB) por município.....	37
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Objetivo geral .....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
3.1 O Conceito de Caatinga .....	12
3.2 Impactos da Degradação no Ecossistema da Caatinga .....	14
3.2.1 Desmatamento .....	16
3.2.2 Mineração.....	18
3.2.3 Agricultura .....	20
3.2.4 Pecuária .....	21
3.2.5 Usinas .....	23
3.3 Técnicas Alternativas de Restauração Ecológica.....	24
3.4 Comparação Das Técnicas Alternativas Com Métodos Tradicionais De Restauração.....	26
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>33</b>
5.1 Restauração de Paisagens e Florestas no Bioma da Caatinga .....	33
5.2 O Programa Raízes da Caatinga.....	34
5.3 Cariri Ocidental (PB).....	35
5.4 Rede de Fluxo Financeiro no Cariri Ocidental .....	38
5.5 Rede de insumos e materiais do Cariri Ocidental.....	39
5.6 Projetos de Restauração Ambiental da Caatinga no Cariri Ocidental: o caso do Projeto PROCASE e o Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) da UFCG-Sumé.....	40
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, caracterizado por sua alta diversidade e endemismo, com nove sub-regiões definidas pelo gradiente de aridez e pela composição da vegetação (Rocha, 2021). Predomina na região Nordeste do Brasil, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Maranhão, além de se estender, em menor proporção, ao norte de Minas Gerais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2019).

A precipitação na região varia significativamente, com índices superiores a 2.000 mm anuais no litoral leste, especialmente na Zona da Mata, e inferiores a 500 mm no semiárido, onde a Caatinga predomina (Embrapa, 2021). Esse ambiente, marcado por forte sazonalidade e altos níveis de endemismo florístico, levou ao desenvolvimento de estratégias adaptativas em diversas espécies vegetais produtoras de sementes, permitindo sua sobrevivência em condições semiáridas (Castro, 2022). Quanto à vegetação, destacam-se as savanas estépicas e as florestas estacionais decíduas como formações predominantes (IBGE, 2019).

O problema é que esse ecossistema já teve uma alta taxa de desmatamento perfazendo cerca de 50% da sua área (Castro, 2022). Com base na análise de imagens de satélite, o MapBiomas (2022) mostra que 54,38 % da área terrestre de caatinga ainda é florestada; 39,80% por meio de sistemas agrícolas; 4% formação natural não florestal; 1,2% da área não vegetada e 1,15% de recursos hídricos.

Além disso, a economia da região se desenvolveu majoritariamente a partir da exploração de recursos naturais, incluindo a extração de madeira, o uso de áreas para mineração — muitas vezes ilegal —, a agricultura intensiva sem planejamento territorial adequado e a pecuária extensiva (Albuquerque; Melo, 2018).

Esse cenário de perturbação antrópica e desertificação aliado às condições climáticas torna a Caatinga um ambiente prioritário para restauração (Damasceno, 2016). Entretanto, os investimentos financeiros para essas ações são relativamente altos, principalmente devido à necessidade de utilização de irrigação.

No entanto, o sucesso desses projetos ainda é insatisfatório, apresentando uma alta taxa de mortalidade das espécies plantadas. Isso indica que a restauração no semiárido brasileiro tem um alto custo e um retorno limitado, podendo não alcançar

o objetivo central da restauração ecológica: restabelecer as funções ecossistêmicas de forma semelhante às condições anteriores à perturbação (Damasceno, 2016).

A falta de conhecimento ecológico, além de poucos estudos relacionados ao custo da restauração, são dificuldades enfrentadas em projetos de restauração ecológica nesses ambientes semiáridos (Azevêdo, 2011).

Considerando todos os fatores mencionados, há um aumento progressivo da degradação ambiental na Caatinga, o que reforça a necessidade urgente de desenvolver políticas públicas fundamentadas em conhecimento técnico e científico, voltadas para programas eficazes de restauração do semiárido brasileiro. Além disso, tais programas devem ser bem estruturados e implementados de forma eficiente (Castro, 2022).

Nesse contexto, esta pesquisa se justifica pela importância de avaliar técnicas alternativas de restauração ecológica na Caatinga, um bioma que enfrenta elevados índices de degradação devido a práticas antrópicas insustentáveis. A exploração desenfreada de recursos naturais, o desmatamento para produção de lenha e carvão, além da agricultura e pecuária extensivas, comprometeram a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos essenciais da região. Diante desse cenário, torna-se fundamental identificar e analisar estratégias de restauração mais eficazes, como os sistemas agroflorestais e o plantio direto de sementes nativas, que apresentam maior adaptabilidade às condições semiáridas e oferecem benefícios socioeconômicos às comunidades locais

Além disso, a relevância desta pesquisa está na necessidade de fundamentação científica para embasar políticas públicas voltadas à recuperação da Caatinga. Apesar da existência de iniciativas de restauração, muitas delas apresentam baixa taxa de sucesso devido à falta de planejamento adequado e ao alto custo de implementação. A presente investigação contribui ao fornecer subsídios técnicos e práticos para otimizar os processos de restauração, garantindo maior eficiência na recuperação das áreas degradadas e promovendo um modelo de desenvolvimento sustentável no semiárido brasileiro

Sendo assim tem-se como objetivos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Investigar e avaliar a eficácia de técnicas alternativas para a restauração ecológica de áreas degradadas de Caatinga no Cariri Ocidental da Paraíba.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Conceituar o bioma Caatinga e suas características;
- Analisar as implicações da degradação ao ecossistema;
- Identificar e caracterizar técnicas alternativas de restauração aplicáveis à Caatinga a partir dos programas desenvolvidos no Cariri Paraibano;
- Realizar pesquisa de campo nos municípios de Monteiro, Sumé e no Congo, para conhecer os programas que estão sendo executados.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 O Conceito de Caatinga

O significado de "Caatinga" remonta à origem tupi-guarani, remete à "mata branca" devido ao aspecto branco do seu tronco e à ausência de folhas na estação seca. A Caatinga é caracterizada por um bioma de beleza ímpar, único e densamente povoado e estudado desde os tempos coloniais no Brasil, e que conta com uma população que vive de recursos naturais oriundos da biodiversidade do sertão nordestino. Apesar de ser um dos ecossistemas com maior diversidade biológica do planeta e promover o desenvolvimento econômico da região, é um bioma brasileiro pouco conhecido no país (Gariglio *et al.*, 2010).

No Brasil, o termo semiárido é frequentemente usado em referência à Caatinga que é um bioma único no Brasil cuja biodiversidade é adaptada a altas temperaturas e escassez de água. Esse bioma abrange uma área de 826.411 km<sup>2</sup> e é rico em espécies endêmicas de flora e fauna.

Contudo, cabe esclarecer que, no contexto brasileiro, a zona semiárida se refere à área delimitada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). O Semiárido brasileiro vigente possui uma extensão total de 1.182.697 km<sup>2</sup> e ocupa cerca 12% do território nacional e abrange 1.262 municípios (SUDENE, 2017).

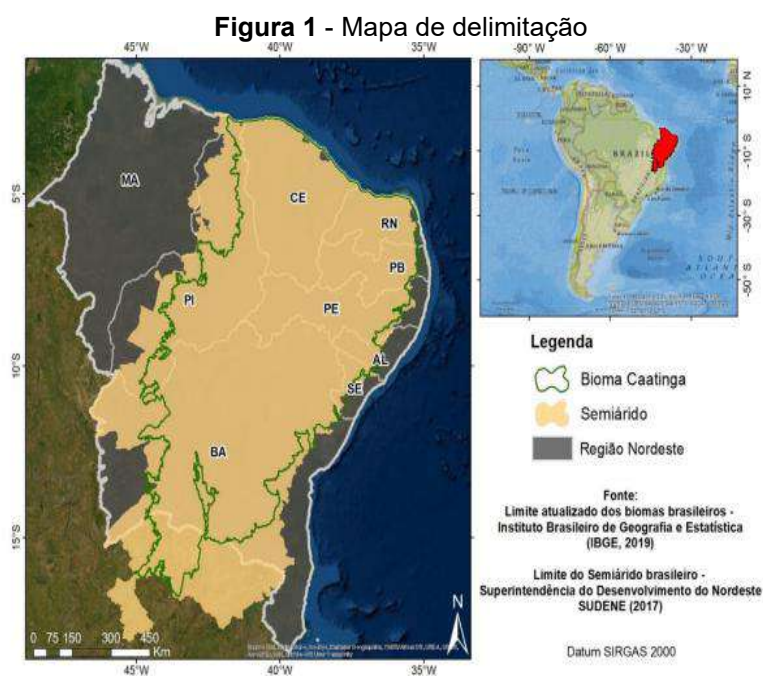
Para que uma comunidade na área de atuação da SUDENE seja considerada apta para inclusão em zona semiárida, ela deve atender a pelo menos um dos três critérios científicos e técnicos (Brasil, 2017, p. 1):

- I – Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;
- II – índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50;
- III – percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

A maior parte do Semiárido está localizada na região Nordeste do Brasil (NEB), estendendo-se também até Minas Gerais, onde ocupa aproximadamente 18% da área total do estado. Além disso, outro bioma brasileiro também ocorre no Semiárido: o Cerrado (Ganem *et al.*, 2020).

Portanto, é importante destacar que o Semiárido é uma delimitação política, definida com base em parâmetros climatológicos, enquanto a Caatinga é um bioma, determinado pelo seu tipo de vegetação predominante (Ganem *et al.*, 2020).

A Figura 1 mostra o mapa da localização e dos limites da Caatinga e do Semiárido, bem como dos estados que ambos abrangem. É necessário destacar que os novos limites do bioma definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) foram considerados na elaboração deste mapa.



**Fonte:** Ganem *et al.*, (2020).

O bioma abrange cerca de 11% do território brasileiro, está localizado em quase toda a região Nordeste e abrange os estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Sergipe, Piauí, Paraíba, Maranhão, Alagoas e o Norte de Minas - Gerais (Poletto, 2017). O quadro 1 mostra em km<sup>2</sup> a extensão territorial do semiárido nos estados já citados.

**Quadro 1** - Espaço geográfico do semiárido

ESTADOS BRASILEIROS	SEMIÁRIDO (KM <sup>2</sup> )
Alagoas	12.579,185
Bahia	391.485,078
Ceará	129.178,779
Minas Gerais	102.567,248
Paraíba	48.676,947
Pernambuco	85.979,387
Piauí	149.463,382
Rio Grande do Norte	49.097,482
Sergipe	11.105,591

Fonte: Santos (2021).

De acordo com Ganem *et al.* (2020), a Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, é caracterizada pelo clima semiárido, com chuvas irregulares e alta taxa de evaporação, fatores que influenciam diretamente a disponibilidade de água na região. A precipitação anual varia entre 500 e 700 mm, ocorrendo de forma concentrada em poucos meses do ano, enquanto a evaporação pode superar esse volume, agravando a escassez hídrica (Coutinho, 2016). Esse fenômeno contribui para a aridez do solo e a limitação de recursos hídricos, tornando essencial a adoção de estratégias de conservação da vegetação e do solo para garantir a sustentabilidade do ecossistema (Ganem *et al.*, 2020).

Para Vieira (2016), a degradação ambiental da Caatinga, causada pelo desmatamento, uso inadequado do solo e atividades como a agropecuária extensiva, compromete ainda mais a disponibilidade hídrica e acelera processos de desertificação. A retirada da vegetação nativa reduz a capacidade do solo de infiltrar e armazenar água, levando à erosão e ao esgotamento dos mananciais superficiais e subterrâneos. Além disso, a fragmentação do bioma impacta diretamente a fauna e flora locais, muitas das quais são endêmicas e adaptadas às condições extremas da região (Vieira, 2016).

### 3.2 Impactos da Degradação no Ecossistema da Caatinga

A degradação do ecossistema da Caatinga tem sido intensamente debatida pela literatura acadêmica, com destaque para as principais causas e impactos. Entre os fatores causadores, destacam-se o desmatamento, as mudanças climáticas, as práticas agrícolas inadequadas e o uso intensivo de recursos naturais. Esses

elementos não apenas reduzem a biodiversidade do bioma, mas também intensificam os processos de desertificação, conforme apontam Souza et al. (2015).

O desmatamento, muitas vezes impulsionado por práticas agrícolas e pecuárias extensivas, é uma das maiores ameaças ao bioma. Segundo Alves et al., (2008), 80% da vegetação da Caatinga já foi modificada por atividades humanas, o que tem acelerado os processos erosivos e diminuído a capacidade de regeneração do solo. Além disso, a queima de vegetação como prática agrícola é particularmente danosa, promovendo a desertificação e afetando negativamente os ciclos hidrológicos locais (Sarmiento e Andrade Neto, 2024).

De acordo com Alves (2008), as mudanças climáticas agravam esse cenário, as precipitações reduzidas e o aumento da temperatura média tornam a recuperação do bioma ainda mais desafiadora. Para Alves (2008), essas condições ampliam os períodos de seca, reduzindo a disponibilidade de água tanto para a flora quanto para a fauna, além de aumentar a salinização dos solos, dificultando a sobrevivência de espécies nativas.

Os impactos da degradação são extensos e interligados. A perda de biodiversidade é evidente, com a extinção de espécies vegetais e animais endêmicos da região. Simultaneamente, o solo sofre degradação estrutural e perda de nutrientes, limitando a produtividade agrícola e exacerbando a insegurança alimentar das comunidades locais (Sarmiento; Andrade Neto, 2024). Os recursos hídricos também são severamente afetados, com diminuição da infiltração e aumento da evaporação, comprometendo a sustentabilidade do bioma (Souza et al., 2015).

Segundo Alves et al., (2008), do ponto de vista socioeconômico, a degradação da Caatinga impacta negativamente as comunidades que dependem do bioma. A perda de produtividade agrícola e a escassez de água comprometem a subsistência de milhões de pessoas, exacerbando a pobreza e a migração em busca de melhores condições de vida (Alves et al., 2008).

Estudos de caso, como o realizado na região dos Cariris Velhos, na Paraíba, demonstram a severidade da degradação. Ali, práticas como o sobre pastoreio e o uso indiscriminado do solo para agricultura têm levado à formação de crostas superficiais e à redução da fertilidade do solo, conforme Souza et al. (2015) relatam. Esses dados são corroborados por investigações que apontam para um balanço hídrico negativo e baixa diversidade de espécies em áreas degradadas.

Além disso, iniciativas como o MTLFC (Método de Transecto Linear para Fanerófitos e Caméfitos) têm contribuído para a análise e compreensão detalhada das dinâmicas de degradação e regeneração na Caatinga, embora a aplicação dessas técnicas ainda seja limitada a estudos pontuais (Souza et al., 2015).

Outro aspecto relevante são os enclaves de umidade, que, apesar de sua importância ecológica e agrícola, estão sob ameaça crescente devido ao avanço da degradação. Esses locais, conhecidos como "brejos", são fontes vitais de biodiversidade e produção agrícola, mas enfrentam os mesmos desafios das áreas circundantes (Alves, 2008).

Por fim, para minimizar esses impactos, é essencial implementar políticas públicas que priorizem a conservação e recuperação do bioma. Isso inclui práticas agrícolas sustentáveis, educação ambiental e incentivos econômicos para práticas de manejo que respeitem os limites ecológicos da Caatinga (Sarmiento e Andrade Neto, 2024). A integração entre ciência, políticas públicas e práticas comunitárias pode ser o caminho mais promissor para reverter a degradação desse ecossistema único.

### 3.2.1 Desmatamento

Segundo Evangelista (2024), o desmatamento na Caatinga é um problema socioambiental de grandes proporções, comprometendo a biodiversidade e o equilíbrio ecológico da região semiárida brasileira. De acordo com Evangelista (2024), a ocupação histórica desse bioma está intimamente relacionada à expansão das atividades agropecuárias, à pecuária extensiva e à agricultura de subsistência. Essas práticas insustentáveis, como o extrativismo de madeira e a substituição da vegetação nativa por monoculturas, como o cultivo do sisal no Território de Identidade do Sisal, na Bahia, têm intensificado a desertificação e aumentado a vulnerabilidade ambiental da região.

Além disso, a exploração indiscriminada contribui para a perda de biodiversidade e para o empobrecimento do solo, prejudicando a capacidade de regeneração natural da vegetação e afetando as comunidades dependentes desse bioma para a sua subsistência (Evangelista, 2024).

Castro et al. (2024) destacam que os desafios para a restauração da Caatinga são exacerbados pelas características edafoclimáticas do bioma, como a escassez hídrica, a baixa fertilidade dos solos e as condições climáticas extremas. As

intervenções realizadas, como o plantio de mudas e a transposição de solo, embora promovam avanços, não têm apresentado resultados significativos no curto prazo devido ao lento crescimento das espécies arbóreas nativas. Esse cenário reforça a importância de políticas públicas que priorizem práticas de conservação e manejo sustentável, adequadas às especificidades ecológicas da região, com vistas à preservação a longo prazo (Castro et al., 2024).

A degradação ambiental causada pelo desmatamento é especialmente grave na Sisalândia, Bahia, onde a vegetação nativa tem sido substituída por atividades produtivas como o cultivo do sisal e a pecuária (Evangelista, 2024). Esse processo leva à perda acelerada da biodiversidade e intensifica os riscos ambientais, como erosão, salinização do solo e desertificação. A ausência de cobertura vegetal natural compromete a capacidade de retenção hídrica do solo, tornando-o mais suscetível à aridez e agravando os efeitos das secas prolongadas, fenômeno característico do semiárido. Tais impactos afetam diretamente a produtividade agrícola e, conseqüentemente, a segurança alimentar das comunidades locais, que dependem das atividades agropecuárias para sua sobrevivência.

Além disso, segundo a Kill et al., (2007), o uso da madeira da Caatinga como fonte de energia, sob a forma de lenha e carvão, representa outra causa significativa do desmatamento. A falta de alternativas energéticas acessíveis na região força as populações a explorar os recursos naturais de maneira insustentável. A remoção contínua da vegetação compromete a estrutura dos solos, favorecendo processos erosivos e reduzindo ainda mais a capacidade do bioma de se regenerar naturalmente. Nesse contexto, a implementação de políticas integradas que promovam alternativas energéticas sustentáveis e tecnologias adaptadas ao semiárido é fundamental para reverter o quadro de degradação.

A Figura 2, ilustra o impacto direto do desmatamento, mostrando grandes quantidades de madeira extraída, o que evidencia a exploração intensiva dos recursos naturais da Caatinga.

**Figura 2 – Desmatamento**

**Fonte:** Kill (2007, s/n).

Esse cenário é típico das práticas de uso insustentável do bioma, especialmente para produção de lenha e carvão, ou abertura de áreas para cultivo e pastagem. A cena retratada reforça a necessidade urgente de políticas públicas efetivas que incentivem práticas de manejo sustentável, a restauração de áreas degradadas e a conservação da biodiversidade, garantindo a sustentabilidade ecológica e socioeconômica da região.

Portanto, o desmatamento na Caatinga, além de ser um reflexo de ocupações desordenadas e do uso predatório dos recursos naturais, requer uma abordagem multidisciplinar que contemple educação ambiental, incentivos econômicos e ações de restauração, assegurando a preservação deste importante bioma exclusivamente brasileiro.

### 3.2.2 Mineração

A mineração na Caatinga, especialmente no sertão baiano, tem causado grandes impactos socioambientais, atingindo diretamente as comunidades tradicionais e degradando o ecossistema local. De acordo com a Agência Pública (2023), mineradoras têm avançado sobre territórios ocupados por comunidades de Fundo de Pasto, resultando em conflitos, desmatamento e perda do acesso a áreas essenciais para a subsistência dessas populações. Essa expansão indiscriminada compromete a integridade dos modos de vida locais e aumenta a vulnerabilidade socioambiental.

A atividade mineradora, além de desconsiderar as práticas sustentáveis adotadas historicamente pelas comunidades, intensifica a degradação ambiental. O Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) destaca que a exploração mineral na Caatinga impacta diretamente os recursos naturais, como a água e a vegetação nativa, essenciais para a sobrevivência no semiárido brasileiro. A remoção da cobertura vegetal acelera processos de desertificação, afeta a biodiversidade local e agrava os riscos de escassez hídrica, prejudicando tanto o meio ambiente quanto a qualidade de vida das comunidades envolvidas (MST, 2015).

A Figura 3, apresenta de maneira clara os impactos da mineração na Caatinga. Nela, observa-se a alteração drástica da paisagem, com a remoção da vegetação nativa, grandes montes de terra escavada e emissão de poeira, fatores que contribuem para a degradação do solo e do ar.

Esse cenário é uma representação visual do conflito entre o desenvolvimento econômico, movido por interesses de exploração mineral, e a necessidade de conservação ambiental, bem como a proteção das comunidades que dependem dos recursos naturais da região.

**Figura 3** - Ação das mineradoras em Angico dos dias



**Fonte:** Fonseca (2023).

Diante desse cenário, torna-se essencial a implementação de políticas públicas efetivas que regulamentem a mineração na Caatinga, garantindo a preservação do bioma e a defesa dos direitos das populações tradicionais. Segundo Fonseca (2023), a participação ativa das comunidades nos processos decisórios é fundamental para

que suas demandas e saberes ancestrais sejam devidamente considerados. Somente por meio de um diálogo participativo e da adoção de práticas minerárias sustentáveis será viável conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental, assegurando um futuro mais equilibrado e sustentável para a região.

### 3.2.3 Agricultura

A agricultura na Caatinga tem causado impactos socioambientais severos, resultando em degradação do solo, perda de biodiversidade e desertificação. Segundo o Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), o uso de práticas agrícolas inadequadas, como desmatamento para plantio e uso intensivo do solo, expõe a superfície à erosão e degradação acelerada. Essa exploração excessiva reduz a capacidade de regeneração do bioma e compromete a sustentabilidade econômica e ambiental das comunidades que dependem da Caatinga para subsistência.

Além disso, a irrigação descontrolada e a má gestão do uso da água têm levado ao processo de salinização dos solos, fenômeno comum em regiões semiáridas, conforme destacam Pedrotti *et al.* (2015). A salinização é resultado da evaporação acelerada, que acumula sais na superfície do solo, tornando-o infértil e inviável para a agricultura. Esse processo, associado à monocultura, reduz drasticamente a produtividade agrícola e pode forçar o abandono de terras cultiváveis, ampliando o cenário de degradação no Nordeste brasileiro.

Outro impacto significativo é a perda dos recursos hídricos devido ao desmatamento para práticas agrícolas. A cobertura vegetal natural desempenha um papel crucial na infiltração de água no solo e na manutenção dos mananciais subterrâneos. Com a remoção dessa vegetação, ocorre o escoamento superficial, que leva ao assoreamento de rios e açudes, reduzindo a disponibilidade hídrica na região (ISPN, 2023). Esse quadro agrava a vulnerabilidade socioeconômica de agricultores familiares que dependem diretamente da agricultura para sobrevivência.

De acordo com a ISPN (2023), a adoção de práticas agrícolas sustentáveis é fundamental para mitigar esses impactos. Técnicas como o manejo integrado do solo, sistemas agroflorestais e uso de espécies nativas adaptadas ao clima semiárido são alternativas promissoras para garantir a conservação do solo e a manutenção dos recursos naturais. Políticas públicas voltadas à capacitação de agricultores e incentivo

à agricultura de baixo impacto ambiental são necessárias para reverter o cenário de degradação do bioma Caatinga (ISPN, 2023).

A Figura 4, reflete de forma explícita os impactos da agricultura predatória na Caatinga. A paisagem devastada, com tocos de árvores e solo exposto, é um exemplo claro do desmatamento e do manejo inadequado da terra. A ausência de cobertura vegetal indica processos avançados de erosão, perda de nutrientes e salinização.

**Figura 4** - Tocos de arvores e solo exposto



Fonte: ISPN (2023).

Esse cenário reforça a necessidade urgente de ações que aliem desenvolvimento econômico à conservação ambiental, preservando a Caatinga e garantindo a sustentabilidade das comunidades que dependem desse ecossistema único.

#### 3.2.4 Pecuária

A pecuária na Caatinga desempenha um papel socioeconômico vital, sendo uma das principais atividades de subsistência no semiárido brasileiro. Segundo a Fazenda Boqueirão (2023), a criação de bovinos, caprinos e ovinos está fortemente

integrada ao ecossistema da Caatinga, oferecendo carne, leite e couro, além de representar uma reserva de capital para as comunidades locais. Contudo, as condições climáticas adversas, como a escassez de água e a irregularidade das chuvas, impõem desafios significativos, como a dificuldade de manutenção de pastagens naturais e o risco de degradação ambiental.

A Fazenda Boqueirão, localizada no Rio Grande do Norte, apresenta práticas sustentáveis que buscam equilibrar a pecuária com a conservação da Caatinga. De acordo com Fazenda Boqueirão (2023), o uso de forrageiras adaptadas, como a palma forrageira e o capim resistente à seca, tem sido fundamental para manter a alimentação do gado durante os períodos de estiagem prolongada. A introdução de raças adaptáveis, como Nelore e Sindi, mostra-se estratégica devido à sua resistência às altas temperaturas e baixa umidade típicas do semiárido brasileiro.

Além disso, o uso sustentável dos recursos naturais é uma prioridade para evitar a degradação da vegetação nativa. Conforme alerta o Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN, 2023), práticas inadequadas de pecuária podem levar ao desmatamento, à compactação do solo e à perda de biodiversidade. No entanto, quando bem manejada, a pecuária pode coexistir harmoniosamente com o bioma, como ilustrado na Fazenda Boqueirão, que prioriza a rotação de pastagens e a manutenção de áreas de reserva legal, garantindo a sustentabilidade a longo prazo.

A Figura 5, ilustra o desafio e a importância do manejo sustentável na pecuária da Caatinga. Nela, observa-se um rebanho pastando em uma área semiárida, com solo exposto e vegetação esparsa. Segundo Pedrotti *et al.* (2015), a degradação do solo causada pelo uso intensivo sem manejo adequado é um dos fatores que aceleram o processo de desertificação no semiárido.

**Figura 5 - Pecuária na Caatinga**

**Fonte:** Fazenda Boqueirão (2023).

Diante desse contexto, é evidente que a pecuária sustentável é essencial para equilibrar a produção econômica e a conservação da Caatinga. A Fazenda Boqueirão (2023) demonstra que, com o uso de tecnologias adaptadas e manejo consciente, é possível criar gado de forma produtiva sem comprometer o bioma. Experiências como essa evidenciam a importância de políticas públicas que incentivem o manejo sustentável e garantam a preservação do semiárido, promovendo o desenvolvimento econômico aliado à conservação ambiental.

### 3.2.5 Usinas

Outro problema no bioma da caatinga, mais recentemente, aproveitando os ventos no Nordeste e a alta taxa de insolação do semiárido é a instalação de grandes parques de usinas eólicas e solares que acabam devastando-a para a construção das empresas. Isso tem comprometido a reprodução da agricultura familiar de comunidades tradicionais, bem como, a própria sustentabilidade do ecossistema, além de ter gerado muitos problemas de depressão em muitas pessoas.

A expansão de usinas eólicas e solares na Caatinga tem gerado preocupações significativas devido ao desmatamento de áreas nativas para a instalação desses empreendimentos. Em 2022, mais de 4 mil hectares foram desmatados para a implantação de complexos eólicos e solares, afetando regiões anteriormente preservadas. Esse desmatamento em áreas sensíveis pode agravar processos de

desertificação, comprometendo a biodiversidade e a integridade ecológica do bioma (MARCO ZERO, 2023).

Além dos impactos ambientais, comunidades tradicionais têm enfrentado desafios socioeconômicos decorrentes desses projetos. A instalação de usinas tem levado à perda de terras utilizadas pela agricultura familiar, afetando a subsistência e os modos de vida dessas populações. Há relatos de que a instalação das torres impede que as futuras gerações continuem as atividades agrícolas exercidas por seus antepassados, provocando êxodo rural e desemprego (PROJETO COLABORA, 2023).

Os efeitos na saúde das comunidades próximas também são motivo de preocupação. Moradores relatam problemas como insônia, dores de cabeça, zumbido nos ouvidos e hipertensão, associados ao ruído contínuo emitido pelas turbinas eólicas. Esses sintomas têm contribuído para o aumento de casos de depressão e ansiedade entre os habitantes dessas regiões, evidenciando a necessidade de avaliações mais aprofundadas sobre os impactos à saúde decorrentes desses empreendimentos (MPF, 2023).

### **3.3 Técnicas Alternativas de Restauração Ecológica**

A restauração ecológica é um processo que visa reestabelecer ecossistemas degradados, devolvendo suas funções e características originais (Vieira et al., 2017). O conceito fundamental da restauração está na reintegração da biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, buscando equilíbrio entre recuperação ecológica e usos sustentáveis do solo (Lima; Meiado, 2018). Nos biomas semiáridos, como a Caatinga, a restauração enfrenta desafios climáticos, especialmente por conta das oscilações hídricas extremas que afetam diretamente a germinação e desenvolvimento de espécies nativas (Lima; Meiado, 2018).

O uso de espécies nativas é uma técnica amplamente defendida como alternativa viável para a recuperação de solos degradados na Caatinga (Lima; Meiado, 2018). Espécies como mimosa tenuiflora demonstram alta capacidade de adaptação às condições áridas, apresentando sucesso na germinação mesmo sob ciclos de hidratação e desidratação (Lima; Meiado, 2018). A jurema-preta, por exemplo, é considerada pioneira, promovendo a fixação de nitrogênio no solo, o que facilita a

sucessão ecológica ao permitir o estabelecimento de outras espécies (Vieira et al., 2017).

Os sistemas agroflorestais adaptados representam outra estratégia importante na restauração da Caatinga. De acordo com Melo et al. (2013), práticas agroflorestais conciliam a recuperação ecológica com benefícios econômicos, permitindo o cultivo de espécies nativas e produtivas de forma integrada. O manejo adequado, com a introdução de plantas perenes resistentes à seca, melhora as condições microclimáticas e favorece a infiltração de água, além de reduzir a pressão sobre a vegetação nativa (Melo et al., 2013).

O controle da erosão e manejo eficiente da água são fundamentais em regiões semiáridas, onde as chuvas são irregulares e concentradas (Vieira et al., 2017). Técnicas como construção de barragens subterrâneas e uso de práticas nucleadoras demonstram ser eficazes no controle da degradação do solo, além de otimizar o uso da água disponível, promovendo uma recuperação gradual da vegetação nativa (Vieira et al., 2017). A recuperação da vegetação em áreas com erosão também se beneficia do plantio direto de sementes nativas.

A sucessão ecológica facilitada é um mecanismo natural que pode ser aproveitado na restauração da Caatinga. Segundo Vieira et al., (2017), o uso de espécies pioneiras, como *Croton sonderianus* e *Mimosa tenuiflora*, cria condições favoráveis ao surgimento de espécies mais exigentes. Essa abordagem minimiza custos e aproveita os processos naturais de regeneração, o que é fundamental para regiões com recursos financeiros limitados (Melo et al., 2013).

Além disso, a implementação de técnicas nucleadoras, como o uso de poleiros artificiais e cercas vivas, favorece o estabelecimento de espécies dispersas por aves e outros animais (Vieira et al., 2017). Essas técnicas, além de baratas, promovem a biodiversidade local, atuando como pontos focais para a regeneração da vegetação nativa. Em locais com degradação severa, as nucleadoras funcionam como catalisadoras da recuperação ecológica (Melo et al., 2013).

Outra técnica eficiente é o uso de hidrogel e mulch para retenção de umidade em solos arenosos. Conforme Lima e Meiado (2018), a aplicação de materiais orgânicos ou sintéticos no solo reduz a evaporação e melhora a retenção de água, criando condições favoráveis à germinação e ao desenvolvimento inicial de plântulas. Em solos degradados, essa prática é crucial para garantir o sucesso da restauração,

especialmente durante os primeiros estágios de crescimento das plantas nativas (Lima; Meiado, 2018).

Os indicadores ecológicos, como monitoramento da germinação e taxa de sobrevivência das plantas, são essenciais para avaliar o sucesso das intervenções de restauração (Melo et al., 2013). De acordo com Vieira et al., (2017), monitoramentos frequentes permitem ajustes técnicos e identificação precoce de falhas no processo de recuperação.

Nos últimos anos, iniciativas de restauração participativa têm ganhado destaque, integrando as comunidades locais no manejo sustentável e no processo de restauração (Melo et al., 2013). A inclusão de práticas agroecológicas e a capacitação de agricultores ajudam a fortalecer a resiliência das populações locais, ao mesmo tempo em que contribuem para a recuperação dos ecossistemas (Vieira et al., 2017).

Por fim, as técnicas alternativas de restauração ecológica na Caatinga se destacam por sua capacidade de promover a sustentabilidade em ambientes semiáridos, conciliando ganhos ambientais, sociais e econômicos. O uso de espécies nativas, sistemas agroflorestais adaptados, controle de erosão e manejo de água representam abordagens fundamentais para a recuperação desse bioma único e tão ameaçado (Lima; Meiado, 2018).

### **3.4 Comparação Das Técnicas Alternativas Com Métodos Tradicionais De Restauração.**

A eficácia e a sustentabilidade das técnicas alternativas de restauração na Caatinga, como nucleação, agrofloresta, plantio direto de sementes nativas e irrigação por gotejamento, muitas vezes superam os métodos tradicionais de restauração devido à sua adaptabilidade e menor impacto ambiental (Lima; Meiado, 2018).

Os métodos tradicionais frequentemente envolvem o replantio extensivo de espécies arbóreas através de viveiros, o que pode ser custoso e demandar um longo período de crescimento até que as árvores atinjam maturidade (Guimarães, 2023). Em contraste, a nucleação permite uma regeneração natural mais rápida e eficiente, ao criar condições que favorecem a dispersão de sementes e a colonização de espécies nativas (Guimarães, 2023).

De acordo com Guimarães (2023), a nucleação se destaca como um método inovador e adaptativo, pois promove a restauração a partir de pequenos núcleos que

atuam como pontos focais de regeneração. Isso cria microclimas favoráveis e atrai dispersores naturais, como aves e pequenos mamíferos, facilitando o retorno gradual da biodiversidade nativa. Comparativamente, os métodos tradicionais de plantio, por serem amplamente dependentes de recursos externos e da manutenção constante, enfrentam dificuldades quando aplicados em áreas de difícil acesso ou com limitações hídricas, comuns na Caatinga (Lima; Meiado, 2018).

Os sistemas agroflorestais representam uma abordagem integrada, combinando a recuperação ambiental com práticas agrícolas sustentáveis. Além de favorecer a biodiversidade, essa técnica proporciona benefícios econômicos às comunidades locais, garantindo a produção de alimentos e produtos florestais não madeireiros (Vieira et al., 2017). Em comparação, métodos tradicionais voltados unicamente para o replantio tendem a negligenciar o potencial de uso econômico da área restaurada, o que pode limitar o envolvimento e a aceitação por parte das populações locais (Guimarães, 2023). Isso evidencia que as técnicas alternativas conseguem alinhar objetivos sociais e ecológicos, enquanto as práticas convencionais apresentam uma visão mais restritiva.

O plantio direto de sementes nativas é outra técnica que oferece vantagens substanciais frente ao replantio convencional por mudas. A eliminação de viveiros reduz custos logísticos e operacionais, além de permitir a introdução de uma maior diversidade genética no ambiente, algo crucial para o sucesso a longo prazo da restauração ecológica (Lima; Meiado, 2018). As técnicas tradicionais, ao utilizarem mudas produzidas em viveiros, frequentemente apresentam uma homogeneização genética que limita a adaptabilidade das plantas às variações ambientais locais (Vieira et al., 2017). Assim, o plantio direto favorece uma recuperação mais resiliente e adequada às condições semiáridas da Caatinga.

A irrigação por gotejamento, por sua vez, é um método eficiente para assegurar o estabelecimento inicial de plantas em áreas de degradação severa. Essa técnica utiliza pequenas quantidades de água diretamente nas raízes das mudas, evitando o desperdício e otimizando o uso de recursos hídricos limitados (Guimarães, 2023). Em contraste, as técnicas tradicionais de irrigação, como a aspersão ou inundação, são frequentemente ineficientes e consomem grandes volumes de água, o que representa um desafio significativo em regiões semiáridas. O uso racional de recursos torna a irrigação por gotejamento uma ferramenta essencial para aumentar as taxas de sobrevivência das plantas sem comprometer os recursos disponíveis.

Além dos benefícios econômicos e ecológicos, as técnicas alternativas promovem uma restauração mais adaptativa, levando em consideração as condições climáticas extremas e a variabilidade espacial do solo na Caatinga (Vieira et al., 2017). Por exemplo, enquanto os métodos tradicionais muitas vezes falham em ambientes com solos rasos e pedregosos, as técnicas nucleadoras e o plantio direto são mais adaptáveis e exigem menos manejo intensivo (Lima; Meiado, 2018). Essa flexibilidade torna os métodos alternativos particularmente eficazes em áreas com restrições físicas e ambientais, comuns no bioma semiárido.

Outro aspecto relevante é o tempo de resposta das técnicas alternativas em comparação com os métodos tradicionais. A nucleação e o plantio direto permitem uma recuperação gradual e natural da vegetação, o que reduz os custos associados à manutenção ao longo dos anos (Guimarães, 2023). Em contrapartida, os métodos convencionais, ao priorizarem o plantio em larga escala, demandam um alto investimento inicial e um acompanhamento contínuo até que as mudas atinjam a fase adulta (Vieira et al., 2017). A capacidade das técnicas alternativas de acelerar a recuperação do ecossistema sem grandes intervenções artificiais representa um avanço significativo em termos de sustentabilidade.

A interação com a fauna também diferencia as técnicas alternativas dos métodos tradicionais. A presença de núcleos de regeneração e a diversidade genética introduzida pelo plantio direto criam habitats favoráveis para o retorno de espécies animais dispersoras de sementes, como aves e pequenos roedores (Guimarães, 2023). Essa interação natural é essencial para a sucessão ecológica e contribui para a restauração a longo prazo. Em contrapartida, áreas restauradas por métodos convencionais frequentemente apresentam monoculturas ou baixas taxas de diversidade, o que limita a capacidade de suporte para a fauna local (Lima; Meiado, 2018).

As técnicas alternativas também se alinham com princípios de economia circular, aproveitando recursos locais e reduzindo a dependência de insumos externos (Vieira et al., 2017). A utilização de sementes nativas, por exemplo, promove a valorização das espécies regionais e fortalece os sistemas ecológicos locais. Já os métodos tradicionais, ao dependerem de viveiros e insumos caros, frequentemente apresentam custos elevados que dificultam sua aplicação em larga escala e em comunidades de baixa renda (Guimarães, 2023).

Por fim, a sustentabilidade a longo prazo das técnicas alternativas está relacionada à sua capacidade de equilibrar os interesses econômicos, sociais e ambientais na restauração da Caatinga. A combinação de métodos como nucleação, agroflorestas, plantio direto e irrigação por gotejamento cria um modelo eficiente e resiliente, capaz de lidar com os desafios impostos pelas condições semiáridas (Lima; Meiado, 2018). Em comparação, as técnicas tradicionais, ao focarem apenas na recuperação da cobertura vegetal, podem não ser suficientes para garantir a estabilidade ecológica e o envolvimento comunitário necessário para o sucesso duradouro da restauração (Vieira et al., 2017).

Dessa forma, a comparação entre métodos tradicionais e técnicas alternativas evidencia que estas últimas são mais adaptativas, eficientes e sustentáveis no contexto da Caatinga. Ao considerar os limites de recursos e as características específicas do bioma, as práticas alternativas oferecem soluções inovadoras para promover a recuperação ecológica de maneira integrada, econômica e ambientalmente responsável.

#### 4 METODOLOGIA

Para levar a proposta de trabalho a efeito, uma metodologia foi definida e ela consistiu nos seguintes passos a saber: Inicialmente, foi levantado um conjunto de literaturas por meio de pesquisas bibliográficas de teses, dissertações, livros e normativas brasileiras relacionadas ao tema do trabalho. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), as pesquisas bibliográficas são todas as bibliografias relacionadas ao tema de pesquisa publicadas na forma de livros, revistas, monografias, artigos, entre outros. Sua finalidade é dar ao pesquisador acesso direto a tudo sobre um determinado tema, ajudando-o a obter informações e analisar sua pesquisa.

Soma-se ao levantamento bibliográfico, sessões de orientação; registro fotográfico realizado durante as visitas técnicas de modo a registrar os elementos mais importantes referentes as técnicas de restauração ambiental; observação participante, levantamento de dados secundários; relatórios técnicos elaborados a partir da realização das visitas técnicas que permitiram a análise de experiências práticas de restauração ecológica e o fortalecimento do conhecimento sobre metodologias aplicáveis ao bioma Caatinga. Uma das iniciativas visitadas foi o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú (PROCASE), no município do Congo, Paraíba.

Outra visita de campo relevante foi realizada ao Laboratório de Ecologia e Botânica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Sumé, Paraíba. Este laboratório é referência em estudos sobre ecologia do semiárido, com ênfase na caracterização da flora da Caatinga e na aplicação de técnicas de restauração ecológica. Durante a visita, foi possível observar experimentos científicos que avaliam o crescimento de espécies nativas sob diferentes condições de hidratação e de manejo. Além disso, o laboratório de Sumé desenvolve pesquisas sobre a aplicação de hidrogel e materiais orgânicos na melhoria da retenção de umidade do solo, uma técnica essencial para aumentar a taxa de sobrevivência das espécies plantadas em regiões semiáridas. Essas iniciativas mostram como a ciência aplicada pode fornecer respostas diretas aos desafios enfrentados na restauração da Caatinga, especialmente em áreas com escassez de água e com alta vulnerabilidade à degradação do solo.

O contato com as experiências práticas do PROCASE no Congo e os experimentos conduzidos no Laboratório de Ecologia e Botânica da UFCG, Campus

de Sumé/Cariri, reforça a necessidade de se combinar conhecimento técnico-científico com a valorização das práticas locais e adaptativas. Esses programas e pesquisas são exemplos concretos de como estratégias baseadas em ciência, aliadas à participação comunitária, podem promover a recuperação efetiva do bioma Caatinga, garantindo a sustentabilidade ecológica e o desenvolvimento socioeconômico das populações envolvidas.

#### **4.1 Caracterização do Tipo de Pesquisa/Método**

Esta pesquisa é um estudo de caso exploratório de natureza quali-quantitativa, cujos métodos de coleta de dados foram efetuados através de trabalhos de campo e estudos dos dados levantados.

Uma pesquisa exploratória segundo Gil, (2008, p. 44), “tem como finalidade principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vistas na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. São pesquisas desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximado, acerca de determinado fato”.

Quanto a estratégia de análise de dados, classifica-se como qualitativo, pois sustenta que “existe uma ligação inseparável entre o mundo objetivo e a subjetividade que não pode ser explicada numericamente” (Prodanov; Freitas, 2013, p. 70).

Além disso, na pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de coleta de dados, descrição de fenômenos e interpretação de significado. Os dados recolhidos neste tipo de estudo são descritivos, havendo uma maior preocupação com o processo do que com o resultado final do estudo.

Neste sentido, prevê-se a realização de diversas atividades, desde a seleção de um projeto para aumentar o conhecimento da autora sobre as técnicas alternativas para restauração ecológica em áreas degradadas de caatinga, perpassando pela realização de pesquisas bibliográficas, observação participante, bem como, visitas técnicas em Programas de instituições públicas como já ressaltado.

Além disso, na pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de coleta de dados, descrição de fenômenos e interpretação de significado. Os dados recolhidos neste tipo de estudo são descritivos, havendo uma maior preocupação com o processo do que com o resultado final do estudo.

Neste sentido, prevê-se a realização de diversas atividades, desde a seleção de um projeto para aumentar o conhecimento da autora sobre as técnicas alternativas para restauração ecológica em áreas degradadas de caatinga, e a realização de pesquisas bibliográficas sobre os dados disponíveis sobre o tema.

Com a realização deste estudo esperamos atingir o objetivo geral deste trabalho, que é investigar e avaliar a eficácia de técnicas alternativas para a restauração ecológica de áreas degradadas de Caatinga.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Restauração de Paisagens e Florestas no Bioma da Caatinga

A Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, é caracterizada por sua vegetação xerófila, rica biodiversidade e uma paisagem semiárida única que ocupa cerca de 844.453 km<sup>2</sup>, abrangendo dez estados no Nordeste do Brasil e partes de Minas Gerais (Alves et al., 2024). Essa região abriga uma biodiversidade peculiar, com espécies endêmicas adaptadas às condições extremas de altas temperaturas e escassez hídrica, além de ser o lar de mais de 27 milhões de pessoas que dependem diretamente de seus recursos naturais para atividades de subsistência e desenvolvimento econômico (Alves et al., 2024).

Além de seu valor ecológico, a Caatinga desempenha um papel essencial na preservação da cultura sertaneja, com práticas tradicionais adaptadas às condições climáticas desafiadoras e que representam a resiliência das comunidades locais.

Entretanto, esse bioma enfrenta desafios significativos que ameaçam sua integridade ecológica e funcionalidade. A exploração insustentável dos recursos naturais, como o desmatamento para lenha e carvão, a agricultura intensiva e a pecuária extensiva, resultou na perda de mais da metade de sua cobertura vegetal original (Alves et al., 2024).

Esses impactos são agravados pela baixa efetividade de políticas públicas e pela vulnerabilidade do bioma às mudanças climáticas, que intensificam a desertificação e reduzem a resiliência das espécies nativas e das comunidades humanas (Alves et al., 2024). A pressão antropogênica compromete os serviços ecossistêmicos vitais oferecidos pela Caatinga, como a regulação hídrica, a fertilidade do solo e a manutenção da biodiversidade.

Diante desse cenário, a restauração de paisagens surge como uma estratégia essencial para garantir a conservação da Caatinga e a melhoria da qualidade de vida das populações que dela dependem. Modelos de restauração produtiva e ecológica, como sistemas agroflorestais e regeneração natural assistida, têm potencial para integrar a recuperação ambiental com o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais.

Iniciativas como o Programa Raízes da Caatinga destacam-se ao promover pactos territoriais entre os setores público, privado e a sociedade civil, com o objetivo

de produzir, proteger e incluir. Esses esforços buscam mitigar os impactos negativos, fortalecer cadeias produtivas sustentáveis e criar condições para a adaptação climática na região (Alves et al., 2024).

## **5.2 O Programa Raízes da Caatinga**

Conforme Alves et al. (2024), o programa Raízes da Caatinga é uma iniciativa colaborativa que busca fomentar o desenvolvimento sustentável e a preservação da Caatinga, um dos biomas mais frágeis e relevantes do Brasil. Sua principal meta é a recuperação de áreas degradadas e a proteção dos recursos naturais, estruturando-se em três eixos estratégicos denominados PPI: Produzir, Proteger e Incluir.

Esses pilares orientam ações integradas que buscam equilibrar a produção econômica sustentável, a conservação ambiental e a inclusão social das comunidades locais (Alves et al., 2024). Ao alavancar a interação entre os setores público, privado e a sociedade civil, o programa atua como uma plataforma colaborativa para a implementação de soluções baseadas em evidências e adaptadas às especificidades regionais.

O pilar produzir enfatiza a promoção de práticas agrícolas e agroflorestais sustentáveis, como os Sistemas Agroflorestais (SAFs), a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e o fortalecimento da caprinocultura e apicultura (Alves et al., 2024). Essas práticas são concebidas para aumentar a produtividade econômica local sem comprometer os recursos naturais, contribuindo para a segurança alimentar e a geração de renda nas comunidades. Já o pilar proteger está centrado na conservação da biodiversidade e na restauração de áreas degradadas, utilizando metodologias como a Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) (Alves et al., 2024). Essa abordagem identifica as melhores oportunidades para recuperação ambiental e assegura que os esforços de restauração sejam baseados em diagnósticos técnicos e participação social (Alves et al., 2024).

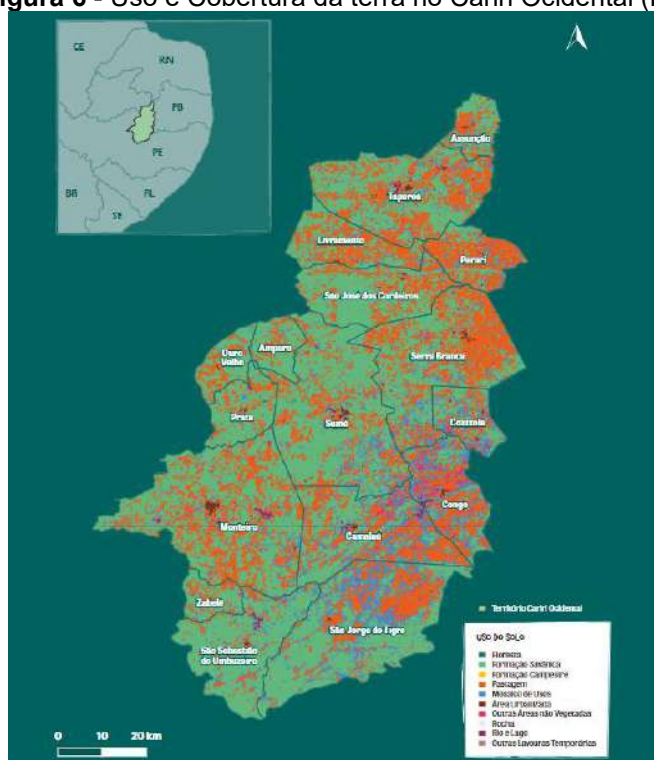
O pilar incluir, por sua vez, é dedicado à valorização da participação comunitária e ao fortalecimento da coesão social nos territórios do programa. Por meio de oficinas participativas e do mapeamento da paisagem social, o programa busca engajar diferentes atores, com atenção especial para a inclusão de mulheres, jovens e grupos marginalizados (Alves et al., 2024).

Essa abordagem promove a justiça social e assegura que os benefícios da restauração e da conservação sejam amplamente distribuídos entre as populações locais. Assim, o Programa Raízes da Caatinga se configura como uma estratégia integrada e inovadora para promover o desenvolvimento sustentável na região, reforçando a resiliência climática e econômica do bioma e de seus habitantes (Alves et al., 2024).

### **5.3 Cariri Ocidental (PB)**

O Cariri Ocidental, localizado no estado da Paraíba, é um dos territórios prioritários do Programa Raízes da Caatinga. Compreendendo uma área aproximada de 700 mil hectares, o território abrange 17 municípios, entre os quais se destacam Monteiro, considerado o município-polo, e outros como Serra Branca, Taperoá e Sumé (Figura 6). A região é marcada por uma paisagem semiárida característica da Caatinga e possui uma economia predominantemente voltada para a agropecuária, com destaque para a caprinocultura e ovinocultura, que ganharam força após o declínio da cotonicultura na década de 1990. No entanto, essas atividades têm contribuído significativamente para a degradação ambiental, principalmente por meio do desmatamento e da exploração de vegetação nativa para a produção de lenha e carvão (Alves et al., 2024).

**Figura 6 - Uso e Cobertura da terra no Cariri Ocidental (PB)**



Fonte: Alves et al., (2024).

Historicamente, o Cariri Ocidental apresenta desafios socioeconômicos que incluem baixos índices de desenvolvimento humano e elevada dependência de atividades agrícolas e pecuárias tradicionais. Esse cenário é agravado pela vulnerabilidade climática e pela perda de vegetação nativa, que já atingiu cerca de 13,4% do território entre 1987 e 2019 (Alves et al., 2024).

A maior parte dessa perda ocorreu nos últimos dez anos, especialmente em municípios como Monteiro, Taperoá e Serra Branca. Os dados mostram que, apesar de o território ainda conter vegetação natural em algumas áreas, grande parte está em diferentes níveis de degradação, fruto de práticas insustentáveis e do manejo inadequado dos recursos naturais (Alves et al., 2024).

Nesse contexto, o Programa Raízes da Caatinga atua no Cariri Ocidental para promover a restauração de paisagens e fortalecer a resiliência ambiental e econômica do território. A estratégia inclui o uso de sistemas agroflorestais (SAFs), a regeneração natural assistida e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), além de incentivar práticas produtivas sustentáveis (Alves et al., 2024).

Ao integrar restauração ecológica com produção econômica e inclusão social, o programa busca mitigar os impactos da degradação ambiental e criar oportunidades para o desenvolvimento local. Através da participação comunitária e da construção de

pactos territoriais, o Cariri Ocidental tem sido palco de iniciativas que conectam a conservação ambiental com a melhoria da qualidade de vida das populações locais, demonstrando o potencial de transformar os desafios ambientais em oportunidades de sustentabilidade (Alves et al., 2024).

Os processos de ocupação, crescimento populacional e incentivos econômicos resultaram em significativas alterações na paisagem, de maneira que atualmente se observam diversos fragmentos de vegetação secundária (Alves et al., 2024).

Conforme os dados apresentados na Tabela 1, a maior parte do uso da terra ainda é representada por vegetações naturais, incluindo formações savânicas, florestais e campestres, embora em variados estágios de degradação devido à pressão de atividades como o pastoreio de caprinos e ovinos, além do corte seletivo de vegetação para lenha e carvão.

**Tabela 1** - Dados das classes de uso e ocupação da terra no cariri ocidental (PB) por município

MUNICÍPIO	VEGETAÇÃO NATURAL (ha)	PASTAGEM (ha)	MOSAICO DE USOS (ha)	ÁREA URBANIZADA (ha)	OUTRAS ÁREAS NÃO VEGETADAS (ha)	Total (ha)
São Sebastião do Umbuzeiro	35.403	5.119	3.887	88	208	44.705
Ouro Velho	8.119	3.884	569	36	3	12.611
Amparo	8.323	3.028	480	24	0	11.856
São José dos Cordeiros	24.917	11.196	1.275	31	59	37.478
Livramento	11.525	12.040	1.440	78	19	25.102
Assunção	6.289	4.574	1.130	72	19	12.085
Camalaú	20.718	19.783	9.923	105	1.692	52.221
Coxixola	7.011	4.678	3.946	37	667	16.340
Congo	6.415	12.870	8.032	160	2.869	30.347
Monteiro	56.276	31.536	6.230	556	462	95.059
Parari	5.237	12.932	1.691	37	194	20.091
Prata	13.287	4.303	838	47	39	18.515
São João do Tigre	42.290	20.245	15.704	57	908	79.204
Serra Branca	30.267	30.445	6.321	258	618	67.908
Sumé	55.654	18.664	6.089	236	466	81.108
Zabelê	6.806	2.825	665	43	72	10.411
Taperoá	31.776	23.555	4.530	193	179	60.234
<b>Total</b>	<b>370.314</b>	<b>221.676</b>	<b>72.750</b>	<b>2.058</b>	<b>8.474</b>	<b>675.273</b>

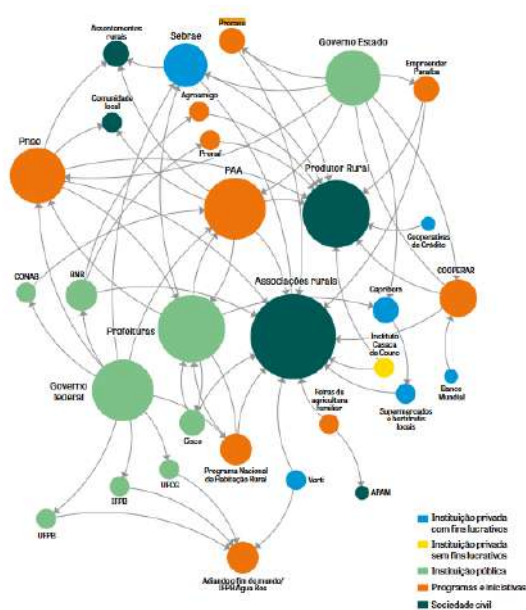
Fonte: Alves et al., (2024).

Em contrapartida, as áreas antropizadas, como pastagens, mosaicos de uso, áreas urbanizadas, terrenos não vegetados e lavouras temporárias, correspondem a uma proporção menor da cobertura territorial.

#### 5.4 Rede de Fluxo Financeiro no Cariri Ocidental

A análise da rede de fluxos financeiros no Cariri Ocidental revela uma significativa interdependência entre os setores locais, com destaque para a participação das associações rurais e da agricultura familiar como principais destinatários dos investimentos. Segundo Alves et al. (2024), os arranjos financeiros desenvolvidos têm buscado integrar subsídios e incentivos fiscais que assegurem a acessibilidade e inclusão das populações locais nos processos de restauração ambiental e desenvolvimento sustentável. A conectividade entre os diversos atores econômicos, incluindo cooperativas, governos locais e organizações não governamentais, favorece a circulação de recursos e o fortalecimento das cadeias produtivas, permitindo uma maior resiliência econômica da região frente aos desafios climáticos e socioeconômicos.

**Figura 7** - Rede de fluxos financeiros do cariri ocidental



Fonte: Alves et al., (2024).

Ademais, os dados do estudo apontam que a viabilidade econômica dos arranjos produtivos, como o Sistema Agroflorestal (SAF) e a Integração Lavoura-

Pecuária-Floresta (ILPF), depende fortemente do engajamento comunitário e da criação de mecanismos financeiros adequados. O relatório elaborado por Alves et al. (2024) destaca a necessidade de aprimorar instrumentos como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e a ampliação do crédito agrícola, de modo a potencializar os benefícios sociais e ambientais das iniciativas de restauração. Essas ações não apenas promovem a inclusão social, mas também reforçam a sustentabilidade das ações implementadas, garantindo que os resultados econômicos e ecológicos sejam amplamente compartilhados entre os habitantes do território.

### **5.5 Rede de insumos e materiais do Cariri Ocidental**

A análise da rede de insumos e materiais no Cariri Ocidental demonstra a complexidade e a importância dos fluxos logísticos para a implementação das práticas de restauração ambiental e o desenvolvimento sustentável na região. De acordo com Alves et al. (2024), a rede de insumos envolve uma série de fornecedores locais e regionais, responsáveis pela oferta de materiais essenciais, como mudas, sementes, fertilizantes orgânicos e equipamentos para o manejo sustentável do solo.

Esses insumos são fundamentais para os arranjos de restauração ecológica e produtiva, como o Sistema Agroflorestal (SAF) e a regeneração natural assistida, sendo distribuídos por meio de parcerias entre associações, cooperativas e entidades governamentais, que garantem o acesso e a viabilidade das iniciativas (Alves et al., 2024).

O Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú (Procase), juntamente com os viveiros de plantas, as casas agropecuárias e os agricultores familiares, constitui um dos principais grupos interconectados, promovendo a circulação de materiais e insumos de maneira facilitada.

No entanto, ainda há desafios em relação à capacitação técnica e à infraestrutura logística, que dificultam a entrega eficiente e o aproveitamento pleno desses insumos, o que exige uma maior articulação entre os diversos agentes envolvidos.

Além disso, os resultados indicam que a escassez de alguns insumos, como sementes nativas de espécies adaptadas à Caatinga, ainda representa um obstáculo significativo para a ampliação das ações de restauração no Cariri Ocidental. Como afirmam Alves et al. (2024), a dependência de insumos externos e a falta de uma rede

consolidada de fornecedores locais especializados em vegetação nativa compromete a agilidade dos projetos.

Nesse contexto, o fortalecimento da rede de insumos e materiais se mostra essencial para garantir a sustentabilidade das ações de restauração e aumentar a autonomia das comunidades locais, promovendo a regeneração do bioma sem depender excessivamente de recursos externos. Para isso, são necessárias iniciativas voltadas à capacitação de viveiristas e à criação de mecanismos financeiros e de incentivo à produção local de insumos, permitindo uma maior independência e eficiência nas ações de restauração no território.

### **5.6 Projetos de Restauração Ambiental da Caatinga no Cariri Ocidental: o caso do Projeto PROCASE e o Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) da UFCG-Sumé.**

Uma das iniciativas visitadas foi o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Cariri, Seridó e Curimataú (PROCASE), no município do Congo, Paraíba. Esse programa, financiado pelo governo estadual e com o apoio de organismos internacionais, tem como objetivo promover práticas sustentáveis e a recuperação de áreas degradadas, especialmente em regiões semiáridas. O PROCASE desenvolve ações integradas de manejo sustentável, com ênfase no uso de técnicas agroecológicas e na implementação de sistemas agroflorestais adaptados às características climáticas e edáficas da Caatinga.

No Congo, a equipe do programa implementou estratégias como a construção de barragens subterrâneas e a utilização de espécies nativas no processo de restauração. Essas técnicas demonstraram resultados promissores ao promover o armazenamento eficiente de água e criar condições adequadas para o desenvolvimento da vegetação nativa, mesmo em períodos prolongados de seca.

Além disso, o uso de sistemas agroflorestais na recuperação de solos degradados não apenas contribuiu para a regeneração ecológica, mas também gerou renda e segurança alimentar para as comunidades locais envolvidas no projeto. As experiências do PROCASE confirmam a importância de integrar a participação comunitária com ações técnicas eficazes para alcançar a sustentabilidade na restauração ecológica da Caatinga. (ver figuras 8, 9, 10 e 11).

**Figura 8 - Sistema AgroFlorestal (SAF)**



Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 9 - Tanques para a criação de peixes**



Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 10** - Sistema de gás produzido por fezes



Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 11** - Criação de caprinos e ovinos



Fonte: Autoria própria (2024).

Durante a visita ao Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB), foi possível observar o importante trabalho de conservação e produção de mudas voltadas para a restauração da Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro que enfrenta desafios como o desmatamento e a desertificação.

O viveiro conta com uma diversidade significativa de espécies nativas, que desempenham papéis fundamentais para a recuperação ambiental e a manutenção da biodiversidade local. As práticas adotadas visam não apenas o reflorestamento de áreas degradadas, mas também a educação ambiental e a valorização do uso sustentável dos recursos naturais.

Na Figura 12, encontram-se mudas organizadas em recipientes apropriados, garantindo a qualidade do plantio. Esse manejo eficiente favorece o desenvolvimento saudável das plantas e amplia as chances de sucesso nos projetos de restauração ecológica.

**Figura 12 - Viveiro de mudas**



**Fonte:** Autoria própria (2024).

A Figura 13 apresenta uma bancada com mudas em estágio avançado de desenvolvimento. Entre elas, destaca-se o Ipê (*Handroanthus* sp.), espécie conhecida pela beleza de suas flores e pela resistência ao clima semiárido.

**Figura 13 - Ipê**

Fonte: Autoria própria (2024).

O Ipê, além de sua importância paisagística, é valorizado em projetos de recuperação de áreas degradadas devido ao seu crescimento robusto e adaptabilidade ao ambiente.

Na Figura 14, observa-se uma área com plantas maiores, como as mudas de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), espécie típica da Caatinga e amplamente reconhecida por sua resistência à seca e sua importância ecológica.

**Figura 14 - Mudanças de juazeiro**



Fonte: Autoria própria (2024).

O Juazeiro oferece sombra, frutos e abrigo para a fauna, contribuindo para o equilíbrio ecológico e sendo uma fonte de alimento durante os períodos de estiagem.

A Figura 15, apresenta espécies como o Mandacaru (*Cereus jamacaru*), uma planta xerófila característica da Caatinga. Cactáceas como o Mandacaru desempenham papel essencial na manutenção do ecossistema, pois armazenam água e servem de alimento para animais em períodos de escassez. Seu cultivo reforça a importância das espécies adaptadas às condições adversas do semiárido.

**Figura 15 - Mudas de Mandacaru**



**Fonte:** Autoria própria (2024).

Além das mudas, o LAEB também realiza a coleta e armazenamento de sementes, como ilustrado nas Figuras 16 e 17. Essas sementes, provenientes de espécies nativas como Angico, Umburana e Ipê, garantem a continuidade das espécies e possibilitam a multiplicação das mudas em larga escala.

**Figura 16 - Sementes**

Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 17 - Sementes**

Fonte: Autoria própria (2024).

O armazenamento adequado assegura a qualidade genética e a viabilidade das sementes ao longo do tempo, sendo um recurso estratégico para projetos futuros.



**Figura 19 - Mudas em Bandejas**



Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 20 - Mudas**

**Fonte:** Autoria própria (2024).

Em suma, o Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) desempenha um papel crucial na restauração da Caatinga por meio da produção e do cultivo de mudas nativas. O viveiro contribui diretamente para a mitigação dos efeitos da degradação ambiental e oferece suporte a projetos de pesquisa e educação. A conservação das espécies típicas da Caatinga, como Angico, Umburana, Ipê, Juazeiro e Mandacaru, reforça a importância desse trabalho na preservação de um bioma tão valioso e resiliente.

## 6 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada buscou avaliar a eficácia de técnicas alternativas para a restauração ecológica em áreas degradadas de Caatinga, com ênfase no Cariri Ocidental da Paraíba. Os objetivos propostos, como a conceituação do bioma, análise dos impactos da degradação, identificação de metodologias sustentáveis e a realização de pesquisa de campo em localidades estratégicas, foram cumpridos de maneira satisfatória. A integração entre o levantamento bibliográfico e a análise prática permitiu uma visão abrangente sobre as possibilidades de intervenção ambiental e socioeconômica no semiárido brasileiro.

O problema apresentado, relacionado à degradação severa da Caatinga e suas consequências ecológicas e sociais, foi abordado com profundidade. Identificou-se que práticas insustentáveis, como o desmatamento e a agricultura extensiva, continuam a ser os principais fatores de deterioração. Contudo, as estratégias de restauração analisadas, como a nucleação, sistemas agroflorestais e o uso de espécies nativas, demonstraram viabilidade técnica e potencial para mitigar os impactos da ação humana, especialmente quando associadas à participação comunitária e ao suporte técnico.

Os resultados destacaram que a restauração ecológica na Caatinga pode ser efetiva quando adaptada às condições climáticas e socioeconômicas da região. Experiências como o Programa Raízes da Caatinga e o trabalho desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia e Botânica de Sumé evidenciam a importância da integração entre ciência, políticas públicas e práticas locais. Essas iniciativas confirmam que é possível alinhar conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, promovendo benefícios duradouros para as comunidades e para o bioma.

A pesquisa conclui que as técnicas alternativas de restauração apresentam vantagens significativas em relação aos métodos tradicionais, especialmente em termos de custo, adaptabilidade e resultados ecológicos. No entanto, desafios como a escassez de recursos, a necessidade de capacitação técnica e a ampliação do engajamento comunitário ainda precisam ser superados para garantir a sustentabilidade das ações em larga escala. A inclusão de arranjos financeiros e incentivos como pagamentos por serviços ambientais pode ser determinante nesse processo.

Por fim, sugere-se que estudos futuros ampliem o escopo das análises para outras áreas da Caatinga, incluindo a avaliação de novos métodos de restauração, como o uso de biotecnologias e indicadores de monitoramento mais avançados. Além disso, o fortalecimento de redes de pesquisa e a implementação de políticas públicas mais robustas são essenciais para assegurar a continuidade e expansão das práticas sustentáveis. Dessa forma, é possível avançar na preservação desse bioma único e vital para a biodiversidade e o equilíbrio ambiental do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de; MELO, Felipe PL. **Socioecologia da Caatinga**. Ciência e Cultura, v. 70, n. 4, p. 40-44, 2018.

ALVES, Luciana Medeiros; PAIVA, Ana Loreta; CORDEIRO, Carlos Leandro; et al. **Restauração de Paisagens e Florestas no Bioma Caatinga: oportunidades e desafios no Cariri Ocidental-PB, Sertão do Pajeú-PE e Sertão do Apodi-RN**. São Paulo: WRI Brasil e IDH, 2024. 172 p.

AZEVÊDO, Sócrates Martins Araújo de. **Crescimento de plântulas de jurema preta (Mimosa tenuiflora (Wild) poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga**. 2011.

BRASIL. **Preservação e uso da Caatinga**. Embrapa Semiárido, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

BRASIL. Resolução no 107, de 27 de julho de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. **SUDENE**, v. n. 107, n. 27 de jul. de 2017, 2017.

CASTRO, R. A. de; SOUZA, P. D. de; RODRIGUES, L. B.; RODRIGUES, R. G.; MEIADO, M. V. Avaliação de técnicas de restauração em área degradada desprovida das camadas iniciais de solo na Caatinga. **Scientia Plena**, v. 20, n. 5, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br>. Acesso em: 16 jun. 2024.

CASTRO, Raphaela Aguiar de. **Viabilização de técnicas alternativas para a restauração de áreas degradadas na Caatinga**. 171 f.; il. Tese (doutorado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 2022.

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

EMBRAPA (2021) **Bioma Caatinga**. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima/> (acesso em 09 de jul. 2024).

EVANGELISTA, Antonia dos Reis Salustiano. **O processo de desmatamento do bioma Caatinga: riscos e vulnerabilidades socioambientais no território de identidade do Sisal, Bahia**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2024.

FAZENDA BOQUEIRÃO. **A Caatinga e a pecuária na Fazenda Boqueirão: uma sinfonia em harmonia**. Disponível em: <https://www.fazendaboqueiraorn.com.br/en/a-caatinga-e-a-pecuaria-na-fazenda-boqueirao-uma-sinfonia-em-harmonia/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

FONSECA, N. **Mineração ameaça territórios tradicionais no Sertão da Bahia**. Disponível em: [https://apublica.org/2023/09/mineradoras-ameacam-comunidades-tradicionais-no-sertao-baiano/#\\_](https://apublica.org/2023/09/mineradoras-ameacam-comunidades-tradicionais-no-sertao-baiano/#_). Acesso em: 17 dez. 2024.

GANEM, Khalil Ali et al. Mapeamento da vegetação da caatinga a partir de dados ópticos de observação da terra—oportunidades e desafios. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 829-854, 2020.

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA P. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

GUIMARÃES, Antonio Fernando De Paula Costa. **Restauração florestal**: Experiência com o método de nucleação. Paco e Littera, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2019. v. 45

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA (ISPN). **Ameaças à Caatinga**. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomass/caatinga/ameacas-a-caatinga/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

KIILL, Lúcia Helena Piedade et al. **Preservação e uso da caatinga**. 2007.

LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo; DA SILVA, José Maria Cardoso (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária UFPE, 2003.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Effect of hydration and dehydration cycles on *Mimosa tenuiflora* seeds during germination and initial development. **South African Journal of Botany**, v. 116, p. 164-167, 2018.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**, (2022). <https://mapbiomas.org/https://mapbiomas.org/> (acesso em 09 de jul de 2024).

MARCO ZERO. **Energia renovável desmatou mais de 4 mil hectares de Caatinga em 2022**. 2023. Disponível em: <https://marcozero.org/energia-renovavel-desmatou-mais-de-4-mil-hectares-de-caatinga-em-2022/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MELO, F. P. L., ARROYO-RODRÍGUEZ, V., Fahrig, L., MARTÍNEZ-RAMOS, M., & Tabarelli, M. (2013). On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. **Trends in Ecology & Evolution**, 28(8), 462-468.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). **MPF, DPU e DPE apuram impacto socioambiental de usinas eólicas e solares na Paraíba**. 2023. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/pb/sala-de-imprensa/noticias-pb/mpf-dpu-e-dpe-apuram-impacto-socioambiental-de-usinas-eolicas-e-solares-na-paraiba>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA (MST). **Mineração na Caatinga: o pesadelo das comunidades rurais**. Disponível em: <https://mst.org.br/2015/06/02/mineracao-na-caatinga-o-pesadelo-das-comunidades-rurais/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

PEDROTTI, Alceu et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

POLETTI, I. **Biomassas do Brasil**: da exploração à convivência. Brasília: Brasil, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição. Editora Feevale, 2013.


PROJETO COLABORA. **MPF e defensorias investigam impacto socioambiental de usinas eólicas e solares**. 2023. Disponível em: <https://projecolabora.com.br/ods7/mpf-e-defensorias-investigam-impacto-socioambiental-de-usinas-eolicas-e-solares/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

ROCHA, Thomaz Gabriel Barros da. **O uso da Catingueira (*Cenostigma nordestinum* Gagnon & GP Lewis, Fabaceae) para a restauração ecológica na Caatinga**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SANTOS, G. J. **Bioma Caatinga**: do estudo à desmistificação dos mitos acerca da sua biodiversidade. 2021.

VIEIRA, Anderson Tavares. **Uso da terra e a degradação ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará**. . 2016. 68 f. TCC (Graduação em Ciências Ambientais) - Curso de Ciências Ambientais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

VIEIRA, D. L. M., HOLL, K. D., & PENEIREIRO, F. M. (2017). Agro-successional restoration as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Restoration Ecology**, 25(5), 679-688.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Monteiro - Código INEP: 25284940
	Pb-264, S/N, Serrote, CEP 58500-000, Monteiro (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0008-41 - Telefone: (83) 3351-3700

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### Entrega da versão final do Trabalho de Conclusão de Curso

<b>Assunto:</b>	Entrega da versão final do Trabalho de Conclusão de Curso
<b>Assinado por:</b>	Mirele Silva
<b>Tipo do Documento:</b>	Anexo
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Mirele Maria Silva Munis, DISCENTE (202315410007) DE ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**, em 28/01/2026 22:43:47.

Este documento foi armazenado no SUAP em 28/01/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1746315

Código de Autenticação: 69c380d8cb

