



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL - UACTA  
*CAMPUS DE POMBAL - PB*

Thiago dos Santos Saraiva

**PLANO DE RECUPERAÇÃO PARA UMA ÁREA DEGRADADA NOS MUNICÍPIOS  
DE BARRO ALTO-BA E IBITITÁ-BA**

Pombal - PB

Março - 2022

THIAGO DOS SANTOS SARAIVA

**PLANO DE RECUPERAÇÃO PARA UMA ÁREA DEGRADADA NOS MUNICÍPIOS  
DE BARRO ALTO-BA E IBITITÁ-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Dr. José Cleidimário Araújo Leite

Coorientador(a): Ma. Andréa Karla Gouveia  
Cavalcanti

Pombal - PB

Março - 2022

S243p

Saraiva, Thiago dos Santos.

Plano de recuperação para uma área degradada nos municípios de Barro Alto-BA e Ibititá-BA / Thiago dos Santos Saraiva. – Pombal, 2022.  
73 f. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite, Profa. Ma. Andréa Karla Gouveia Cavalcanti".

Referências.

1. Erosão Acelerada. 2. Mata Ciliar. 3. Rio Jacaré-BA. I. Leite, José Cleidimário Araújo. II. Cavalcanti, Andréa Karla Gouveia. III. Título.

CDU 504.121(043)

THIAGO DOS SANTOS SARAIVA

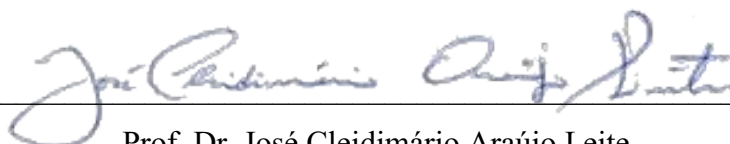
**PLANO DE RECUPERAÇÃO PARA UMA ÁREA DEGRADADA NOS  
MUNICÍPIOS DE BARRO ALTO-BA E IBITITÁ-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Dr. José Cleidimário Araújo Leite  
Coorientador(a): Ma. Andréa Karla Gouveia Cavalcanti

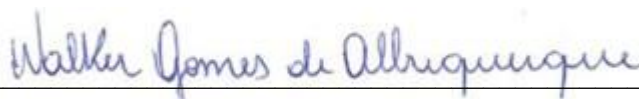
Aprovado em 23 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



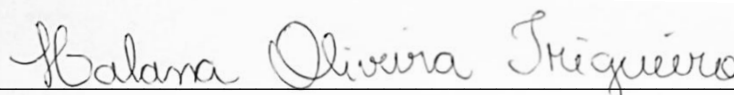
Prof. Dr. José Cleidimário Araújo Leite

Orientador - CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB



Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque

Examinador Interno - CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB



Enga. Ma. Halana Oliveira Trigueiro

Examinadora Externa - Prefeitura Municipal de Pombal-PB

Pombal - PB

Março - 2022

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por Ele ter sido minha força nos momentos difíceis e o meu guia em todos os desafios desta jornada.

À minha mãe Luciana, que sempre me incentivou e apoiou em todos os momentos, dando-me todo o suporte necessário, muitas vezes ultrapassando suas condições para que eu concluísse este curso.

À toda a minha família, em especial, à minha irmã, Alice, e meu pai, Josafá, pelo apoio carinho e incentivo.

À minha namorada, Celsulla Maria, pela ajuda em diversos trabalhos acadêmicos e horas de estudo, pela paciência e companheirismo durante o curso, e pelo enorme incentivo.

À Professora Roberlucia Candeia, pela orientação em vários anos de Iniciação Científica.

Ao meu orientador, José Cleidimário, pelos ensinamentos, atenção, dedicação e paciência, durante todo o curso, sobretudo, na orientação deste trabalho e do estágio supervisionado.

À minha coorientadora, Andréa Karla, pelos ensinamentos, atenção, dedicação e paciência, durante todo o curso, sobretudo, na orientação deste trabalho.

Aos técnicos responsáveis pelos laboratórios, em e especial à técnica Jeanne Medeiros pelos ensinamentos, atenção, dedicação e paciência, durante todo o curso, sobretudo, na realização das análises de iniciação Científica.

A todos(as) os(as) professores(as) da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental do CCTA/UFCG, que contribuíram para a minha formação acadêmica.

A todas as amigas construídas nos anos da graduação em Pombal pelo companheirismo e contribuição na minha formação acadêmica.

SARAIVA. T. S. **Plano de Recuperação para uma área degradada nos municípios de Barro Alto-BA e Ibititá-BA**. 2022. 73 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

### RESUMO

O objetivo principal desse estudo foi elaborar uma proposta de recuperação para uma Área de Preservação Permanente situada na divisa dos municípios de Barro Alto - BA e Ibititá - BA. O estudo se desenvolveu seguindo as seguintes etapas: georreferenciamento da área de estudo; descrição geral da área, descrição do cenário de pré-degradação, descrição do cenário de pós-degradação, estratégia(s) de recuperação e monitoramento ambiental. Estas etapas metodológicas foram elaboradas por meio de pesquisas bibliográficas, visitas de campo, entrevistas com a comunidade local, fotodocumentação, análise de solo e metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais: “*Ad Hoc*” e Matriz de Interação. Foram identificados 19 impactos ambientais nos meios biótico, abiótico e antrópico, além disso, o meio abiótico foi o que apresentou maior número de impactos ambientais. O uso futuro da área baseou-se em vias de acesso à comunidade e na revegetação com espécies nativas nas áreas indicadas, de forma que sejam resolvidos os problemas de erosão acelerada na área e haja maior proteção ao corpo hídrico. Dentre as técnicas indicadas para a recuperação da área, as principais foram: erradicação de fatores degradantes, isolamento da área afetada, estabilização de voçorocas, construção de barreiras no interior das voçorocas, recomposição do perfil do solo, revegetação e recuperação da cobertura vegetal, impermeabilização das vias de acesso, melhoria nas condições de saneamento. Por mais eficientes e embasadas que sejam as técnicas escolhidas, se faz necessário o acompanhamento constante e a verificação da eficácia, pois o meio ambiente tem suas variações e particularidades, que podem inviabilizar o processo de recuperação.

**Palavras-chaves:** Mata ciliar. Erosão Acelerada. Rio Jacaré.

SARAIVA, T. S. **Recovery Plan for a degraded area in the municipalities of *Barro Alto-BA* and *Ibititá-BA***. 2022. 73 pp. Course Conclusion Paper (Graduation in Environmental Engineering) - Federal University of *Campina Grande, Pombal-PB*.

### **ABSTRACT**

In this study aimed to prepare a recovery proposal for a Permanent Preservation Area located on the border of the municipalities of *Barro Alto-BA* and *Ibititá-BA*. The study was developed following the following steps: georeferencing of the study area; general description of the area, description of the pre-degradation scenario, description of the post-degradation scenario, recovery strategy and environmental monitoring. These methodological steps were developed through bibliographic research, field visits, interviews with the local community, photo documentation, soil analysis and Environmental Impact Assessment methodologies: “Ad Hoc” and Interaction Matrix. A total of 19 environmental impacts were identified in the biotic, abiotic and anthropic environments, in addition, the abiotic environment was the one with the highest number of impacts. The future use of the area was based on access roads to the community and the revegetation with native species in the indicated areas, so that the problems of accelerated erosion in the area are solved and provide greater protection to the water body. Among the techniques indicated for the recovery of the area, the main ones were: eradication of degrading factors, isolation of the affected area, stabilization of gullies, construction of barriers inside the gullies, recomposition of the soil profile, revegetation and recovery of the vegetal cover, waterproofing of access roads, improvement in sanitation conditions. No matter how efficient and grounded are the chosen techniques, constant monitoring and verification of effectiveness are necessary, as the environment has its variations and particularities, which can make the recovery process unfeasible.

**Keywords:** Ciliary Forest. Accelerated Erosion. *Jacaré* River.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Área de estudo. ....	22
Figura 2 - Localização da área de estudo em relação ao município de Barro Alto. ....	27
Figura 3 - Localização da área de estudo. ....	28
Figura 4 - Localização da Sub-bacia dos rios Verde e Jacaré. ....	29
Figura 5 - Média mensal da precipitação no período de 1993 a 2015. ....	29
Figura 6 - Uso do solo da sub-bacia dos rios Verde e Jacaré e localização de barramentos. ....	30
Figura 7 - Imagens do rio Jacaré nas áreas de entorno em período de cheias. ....	32
Figura 8 - Imagens do rio Jacaré nas áreas de entorno em período de cheias. ....	32
Figura 9 - Mapa de solos da sub-bacia do rio Jacaré. ....	33
Figura 10 - Nível de erosão da parcela de Barro Alto. ....	36
Figura 11 - Nível de erosão da parcela de Barro Alto. ....	36
Figura 12 - Nível de erosão da parcela de Barro Alto. ....	37
Figura 13 - Condição ambiental atual do solo. ....	37
Figura 14 - Imagens posicionadas nas voçorocas em mapa 3D. ....	38
Figura 15 - Imagens posicionadas nas voçorocas em mapa 3D. ....	38
Figura 16 - Parcelada Paisagem degradada em parte da área de estudo. ....	39
Figura 17 - Alteração significativa na paisagem natural. ....	40
Figura 18 - Via de acesso no período de cheia. ....	47
Figura 19 - Localização da área. ....	50
Figura 20 - Análise aparente da textura do solo. ....	53
Figura 21 - Determinação da declividade do solo. ....	54
Figura 22 - Distanciamento de terraços. ....	55
Figura 23 - Modelo de piqueteamento. ....	55
Figura 24 - Dimensionamento de terraços. ....	56
Figura 25 - Técnica proposta para recuperação em áreas de encostas. ....	57
Figura 26 - Paliçadas para áreas de voçorocas. ....	58
Figura 27 - Modelo de dispersão das mudas para reflorestamento. ....	60
Figura 28 - Modelo de jardim filtrante. ....	65



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Espécies indicadas para o reflorestamento da área. ....	61
--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores ambientais analisados na área de estudo. ....	24
Quadro 2 - Espécies faunísticas observadas na área de estudo. ....	40
Quadro 3 - Espécies florísticas observadas. ....	44
Quadro 4. Matriz de interação tridimensional da relação dos impactos observados.....	49
Quadro 5. Principais Técnicas de RAD propostas.....	51
Quadro 6. Técnicas de monitoramento.....	66
Quadro 7. Cronograma das técnicas de monitoramento.....	68

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Geral .....	15
2.2 Específicos .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
3.1 O Bioma Caatinga .....	16
3.2 Mata ciliar.....	17
3.3 Uso sustentável do solo .....	18
3.4 Recuperação de área degradada.....	18
3.5 Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais .....	20
<b>3.5.1 Ad Hoc .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5.2 Matrizes de interação .....</b>	<b>20</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
4.1 Localização da área.....	22
4.2 Georreferenciamento da área .....	23
4.3 Descrição geral da área .....	23
4.4 Descrição do cenário de pré-degradação .....	23
4.5 Descrição do cenário de pós-degradação.....	24
4.6 Estratégia(s) de recuperação .....	24
<b>4.6.1 Identificação do tipo e grau/intensidade da degradação .....</b>	<b>24</b>
<b>4.6.2 Definição do uso prioritário (futuro) da área.....</b>	<b>25</b>
<b>4.6.3 Indicação das técnicas de recuperação.....</b>	<b>25</b>
4.7 Monitoramento ambiental.....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
5.1 Georreferenciamento da área de estudo.....	27
5.2 Descrição geral da área .....	28
5.3 Cenário de Pré-degradação .....	31
5.4 Cenário de Pós-degradação .....	35
<b>5.4.1 Meio Físico .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4.2 Meio Biótico .....</b>	<b>40</b>
<b>5.4.3 Meio Antrópico .....</b>	<b>46</b>

5.5 Estratégia(s) de recuperação da área.....	48
5.5.1 Identificação do tipo e grau/intensidade da degradação.....	48
5.5.2 Definição do uso prioritário (futuro) da Área.....	50
5.5.3 Indicação das técnicas de recuperação.....	51
5.6 Monitoramento e acompanhamento ambiental.....	66
5.7 Considerações Finais .....	68
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental

APP - Área de preservação Permanente

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Francisco

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

DIPIM - Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado de Mirorós

EMBASA – Empresa Baiana de Água e Saneamento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPDM - Borracha de Etileno-Propileno-Dieno

FATSS - Florestas e Arbustos Tropicais Sazonalmente Secos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é um componente ambiental de vital importância para o desenvolvimento da humanidade, possibilitando uma gama de atividades que podem ser realizadas com fins econômicos, sociais e ambientais. No entanto, com o passar do tempo, para que esse uso seja feito de forma longínqua fez – se necessário estabelecer normas e condições fundamentais para a sua utilização, como também medidas de conservação e de reparo (quando necessário).

As Áreas de Preservação Permanente (APP) possuem condições ambientais que precisam ser mantidas, caso contrário, pode ocorrer a degradação da área e, possivelmente, de outros componentes ambientais que estejam em seu entorno. Infelizmente, nem sempre essas normas são respeitadas, muitas vezes por falta de conhecimento ou negligência do agente responsável pela APP, e até mesmo, por causas naturais que podem vir a atuar no ambiente em questão.

Dessa maneira, acarreta na degradação da vegetação presente e conseqüentemente em sua exposição, causando um desequilíbrio que, somado aos fatores naturais (como a suscetibilidade do solo e as chuvas intensas num curto intervalo de tempo, causa má desagregação, arrasto e deposição das partículas do solo, processo conhecido como erosão hídrica. Esse desequilíbrio somado às forças dos ventos também contribui com a erosão de forma eólica, entre diversos outros impactos relacionados ao solo, como a sua compactação e redução de infiltração, além de diversos outros impactos nos ambientes biótico e antrópico.

Considerando todos esses fatores, é de extrema importância que sejam feitos estudos de controle ambiental da degradação sofrida por uma área acometida por esses agentes, principalmente quando se encontram num nível avançado como é o caso da Área de Preservação Permanente aqui abordada, em que os impactos adversos, como a perda da vegetação e alteração do solo, já ocorrem há muitas décadas, chegando a um estágio em que sua capacidade de resiliência atingiu um nível no qual se faz necessária da forma mais breve possível a intervenção humana, a fim de recuperar seus atributos ambientais, bem como de tornar mais segura e digna a vida dos habitantes do local, além de atender à legislação.

A partir do exposto esse trabalho trará além de um levantamento de informações que poderão ser utilizadas de forma acadêmica e profissional no que tange ao local e as áreas de entorno, visto que os municípios precisam de pesquisas e informações para que possa avançar do ponto de vista técnico, como também um norteamento de como tratar a degradação em todos os meios existentes no local, e, portanto, abordados nesse estudo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Elaborar uma proposta de recuperação para uma área de preservação permanente situada nos municípios de Barro Alto e Ibititá - BA

### **2.2 Específicos**

- Fazer o georreferenciamento da área de estudo
- Descrever aspectos gerais da área
- Elaborar o cenário de pré-degradação da área
- Construir o cenário de pós-degradação
- Propor estratégias de recuperação para a área degradada
- Apresentar um plano de monitoramento ambiental

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O Bioma Caatinga

A Caatinga é um bioma com maior predominância no nordeste brasileiro e seu nome tem origem do tupi-guarani: “mata branca”. Se referindo à época mais seca do ano, a vegetação usa como estratégia a queda das folhas a fim de reduzir a transpiração e com isso obter uma maior reserva de água, possibilitando sua sobrevivência, retornando com sua folhagem na época do ano em que o solo atinge umidade suficiente. O Bioma possui enorme importância ecológica, representando cerca de 11% do território brasileiro, no entanto, estima-se que 40 mil km<sup>2</sup> da Caatinga já foram degradados a um nível avançado de desertificação, causados por diversas práticas não sustentáveis (FUNDAJ, 2019).

Devido à limitação da água disponível, o desenvolvimento e ciclo de vida das plantas nativas da Caatinga se adaptaram a um nível de sincronia entre seus ciclos reprodutivos e as precipitações, completando seus ciclos em um espaço de tempo mínimo (FERNANDES E QUEIROZ, 2018).

No que corresponde à vegetação na Caatinga, apesar de ser um Bioma muito presente no Brasil e apresentar essa nomenclatura usada pelos brasileiros, a Caatinga faz parte do bioma global de nome Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos - FATSS, que compreende vegetação tropical, com presença expressiva de espécies suculentas e apenas algumas gramíneas vistas em menor frequência, não habituada a presença de fogo natural, ocorrendo em regiões com alta fertilidade do solo e picos extremos de chuvas no decorrer do ano, ou seja, meses com altos índices pluviométricos e outros sem a presença de chuvas ou índices baixos (FERNANDES E QUEIROZ, 2018).

Ainda de acordo com Fernandes e Queiroz (2018), a Caatinga é a maior e mais expressiva área do bioma FATSS no mundo, como se conhece na atualidade. Por possuir maior riqueza de espécies e mesmo com muitas áreas e pesquisas ainda por serem realizadas, as informações disponíveis já possibilitam atestar essa afirmação. Essa grande heterogeneidade de sua flora, possui um potencial de adaptação a condições locais de solo e clima. A alta fertilidade do solo e a capacidade de adaptação da flora exercem um papel fundamental na riqueza ecológica e florísticas do Bioma.



### 3.2 Mata ciliar

As matas ciliares são definidas como a cobertura vegetal nativa, situada em faixas de margens de rios, ou ainda de outros corpos d'água, como nascentes, lagos e represas, sendo de extrema importância para a manutenção e qualidade dos corpos hídricos. A denominação “mata ciliar” tem relação aos cílios dos olhos humanos e sua capacidade de proteção aos olhos, assim como é feita nos rios a partir da retenção de sedimentos, habitat natural da fauna terrestre e aquática (CASTRO et al., 2017).

A lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa do Brasil nas faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente, excluindo os efêmeros, a ser medido em sua época de cheias, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de (Brasil, 2012):

- 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

Uma vegetação ciliar preservada atua positivamente em qualquer bacia hidrográfica, melhorando a qualidade de vida das espécies e contribuindo de forma direta como equilíbrio do meio ambiente. Essa preservação é ameaçada principalmente pelos impactos relacionados à urbanização, acúmulo de resíduos sólidos, desmatamento, queimadas, escassez hídrica, contaminação das águas superficiais e subterrâneas (CASTRO et al., 2017).

De acordo com o Art. 3º da Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, área de preservação permanente é definida como:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

### **3.3 Uso sustentável do solo**

Segundo Almeida et al. (2018), o solo é um meio abiótico composto de sólidos e interações físicas com gases provenientes de fontes minerais e orgânicas, que apresentam camadas horizontais, em que a partir do estudo das características desses horizontes, é realizada sua classificação e diferenciação dos seus tipos distintos. Entre essas características, estão suas propriedades estruturais, de acordo com a disposição de suas partículas e agregados. O conhecimento dos seus atributos permite a avaliação dos índices qualitativos e de preservação do solo.

O solo dispõe da presença de uma gigantesca variedade de microrganismos que utilizam na forma de habitat, e que, por apresentarem características diversas quanto ao tamanho e forma de metabolismo, são de vital importância para o equilíbrio do meio ambiente, desempenhando funções como ciclagem de nutrientes, a partir da decomposição da matéria orgânica e ativação da biomassa microbiana, e melhoria de atributos físicos, além da melhoria na qualidade do solo nos atributos de agregação, porosidade e infiltração da água, ou seja, desempenha papéis tanto na decomposição como no progresso das condições físico-químicas supracitadas almejadas para o solo para que novas espécies possam habitar a área de estudo (ALMEIDA et al., 2017).

### **3.4 Recuperação de área degradada**

Existem informações históricas de aplicação das técnicas de recuperação de áreas degradadas - RAD de antes do nascimento de Cristo. No território Brasileiro as primeiras informações que se tem quanto a essas técnicas tem origem do ano de 1886, por meio do reflorestamento de uma área situada na Floresta da Tijuca no Rio de Janeiro, com utilização de espécies nativas e exóticas. No entanto existem fortes possibilidades de que algumas delas possam ter sido utilizadas anteriormente. Naquela época, para a recuperação de áreas, as espécies utilizadas para esse tratamento, eram em sua maioria exóticas (ALMEIDA, 2016 e RODRIGUES; GIULIATTI; JUNIOR, 2020).

A partir da evolução gradual das metodologias e técnicas de RAD, foi concretizado que levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no entorno das áreas são de fundamental importância no processo de recuperação, pois, a utilização de espécies nativas contribui diretamente para que o processo de recuperação se aproximasse ao máximo do estágio anterior a degradação (NERI et al., 2011).

Além disso, técnicas e métodos de análise da degradação ambiental foram se desenvolvendo conforme sendo aplicadas e as pesquisas popularizadas além dos recursos tecnológicos atuais, (MELO et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2014; RODRIGUES et al., 2020).

Almeida et al. (2016), citando Carpenezzi et al. (1990) e Ibama (2011), definem como área degradada aquela que atingiu um nível de impactos negativos, no qual foram comprometidos a vegetação, os seus respectivos meios de regeneração bióticos, abióticos e antrópicos, além da baixa resiliência, ou seja, a área possui baixa capacidade de restabelecer suas qualidades naturais de antes do cenário de degradação, tornando seu retorno ao estado anterior extremamente lento ou impossível, fazendo-se necessária a intervenção antrópica.

Ainda segundo o autor, Almeida et al. (2016), recuperação é o retorno das características da área de forma que a possibilite desempenhar um papel de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, ou seja, trata-se da restituição de um ecossistema ou de uma população degradada com uma condição ambientalmente adequada, cumprindo uma função que pode ou não ser diferente de sua condição de pré-degradação. A recuperação pode ser classificada como restauração e reabilitação.

De acordo com Rodrigues, Giuliatti e Junior (2020), dentre as metodologias mais abordadas na literatura atual estão:

- Regeneração Natural - Desenvolvimento de espécies vegetais através da sucessão vegetal, depende diretamente da resiliência do solo e apresenta baixo custo, e dispensa a utilização de maquinário e de preparações do solo;
- Plantio de Leguminosas - É utilizado quando o objetivo da recuperação também contempla a contribuição na alimentação humana localizada nas proximidades;
- Plantio em Módulos - É aplicado quando se objetiva ou se faz necessária a utilização de espécies pioneiras para melhoria das condições ambientais para o desenvolvimento das espécies tardias;
- Plantio Direto - É o plantio realizado com o aproveitamento dos fragmentos vegetais provenientes da poda ou corte de espécies vegetais resultantes de podas, roçadas e colheita;
- Plantio de mudas - Com o objetivo de obter um maior sucesso nos processos de tornar o ambiente o mais próximo possível das condições originais, o plantio de mudas além de apresentar características heterogêneas com diversidade de espécies também permite que as mesmas apresentem maior resistência.

### 3.5 Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais

Dentre os estudos no campo ambiental, existem técnicas que correspondem a Avaliação de Impactos Ambientais - AIA, utilizados para os mais variados propósitos e situações. No entanto, se tem o entendimento que não existe um método que atenda todas as etapas do estudo por apresentarem potencialidades e limitações, sendo necessária a complementação por meio da junção de dois ou mais métodos, pois eles correspondem em geral a evolução metodologias anteriores e sua escolha vai ocorrer dependendo de fatores distintos, tais como: disponibilidade técnica e financeira, tempo, informações, dados e requisitos legais, além das características específicas de cada empreendimento e dos objetivos a serem alcançados (SILVA et al., 2019; PEREIRA; BORÉM, 2007).

#### 3.5.1 *Ad Hoc*

Esse método se aplica no levantamento dos impactos ambientais realizados a partir de reuniões com especialistas de diversas áreas relacionadas com a área ou campo de estudo ou com experiência suficiente na pesquisa e obtenção de dados. Esses grupos são organizados para coordenar os estudos e a troca de informações no que tange às diversas formas de impactos desenvolvidos na extensão das áreas de interesse respaldadas principalmente nas divergências de ideias, trazendo uma pluralidade aos campos reduzindo assim as chances da ausência de algum impacto existente no local. É utilizado sobretudo quando a quantidade de dados já existentes é escassa, sendo que esses resultados podem ser utilizados nos demais métodos (MORAES; D'AQUINO, 2016; JESUS et al., 2021).

As principais vantagens desse método estão na sua praticidade, podendo ser realizada num curto espaço de tempo e conseqüentemente com menores gastos, além de uma compreensão maior no que corresponde ao público em geral. Em contrapartida, pode apresentar certa subjetividade, pois usa de atributos de natureza mais qualitativa, não contemplando as informações de cunho quantitativo da avaliação (CREMONEZ, 2014).

#### 3.5.2 Matrizes de interação

O método possibilita relacionar diversos parâmetros de avaliação de forma quantitativa e qualitativa para que se torne possível a classificação e graduação das atividades e impactos significativos (SÁNCHEZ, 2013; JESUS et al., 2021). A graduação é feita considerando os

critérios de magnitude, importância e severidade, seguindo uma amplitude de 1 a 10, que é multiplicada para determinar o seu grau de significância, positivo ou negativo. (MORAES; D'AQUINO, 2016; JESUS et al., 2021).

A matriz de interação se torna vantajosa pela possibilidade de relacionar as alternativas de intervenção, dos meios físico, biótico e socioeconômico, facilitando a observação dos pontos de atuação prioritária ou de maior necessidade, além de atividades que resultem em diversos impactos. No entanto também, possui desvantagem por não apresentar uma fórmula mais específica que pode torna-lo subjetivo, pois técnicos diferentes podem ter opiniões divergentes acerca dos parâmetros de magnitude e importância, do mesmo modo pode resultar na falha na identificação dos impactos indiretos e das características temporais, assim como a impossibilidade de projeções futuras (SÁNCHEZ, 2013; JESUS et al., 2021).

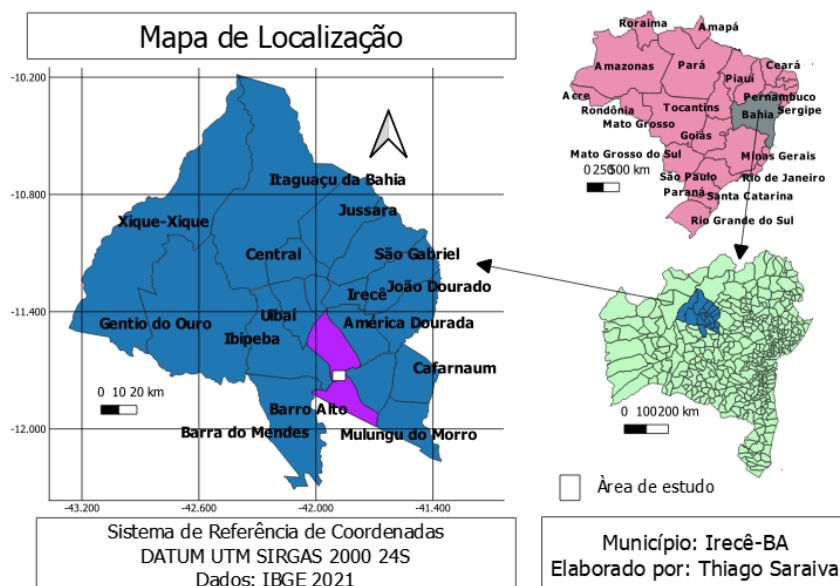
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização da área

A área de estudo está localizada na divisa entre os municípios de Barro Alto e Ibititá, situados no interior do estado da Bahia, na região Nordeste do Brasil como pode ser observada na Figura 1, compreendendo uma área equivalente a 564.760,427 Km<sup>2</sup>. No que corresponde a esse estudo, foi considerado como referência a comunidade Santana, que se encontra a 34 Km do centro da cidade de Ibititá e cerca de 1 Km de Barro Alto. No entanto, apesar das diferenças de trajeto, a comunidade faz parte do território do município de Ibititá - BA e fica localizada a 497 Km da capital Salvador (Google Maps, 2022).

A cidade de Ibititá - BA apresentou no último censo do IBGE (2010) uma população estimada de 17.840 habitantes, estando localizada entre as coordenadas geográficas 11°32'45'' S e 41°58'15'' W. Fazendo parte da Mesorregião Centro-Norte baiano e da Microrregião de Irecê. O município possui 573,033 Km<sup>2</sup>, com altitude média de 782 m e um índice pluviométrico variando de 342 mm a 1.178 mm por ano, expondo assim seu clima semiárido. Com maior parte da sua pluviometria concentrada em três meses do ano e uma vegetação típica do bioma caatinga (LIMA et al., 2014).

**Figura 1** - Localização da Área de estudo.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

## 4.2 Georreferenciamento da área

Nessa etapa de pesquisa foram utilizados o *Softwares* QGIS 3.16, imagens de satélites e respectivas adaptações, cálculos e dados da plataforma do *Google Earth Pro*, mostrando a delimitação da área, a parcela que compreende cada município dentro do local estudado, demarcações de vias de acesso, considerando a entrada do município mais próximo e sua proximidade com a área urbana.

## 4.3 Descrição geral da área

Estrutura-se no levantamento de informações acerca da área e do local onde está inserida, sendo que as informações foram obtidas, a partir, de pesquisas e levantamentos bibliográficos, consulta aos órgãos públicos responsáveis e entrevistas com a população, e visitas de cunho avaliativo.

## 4.4 Descrição do cenário de pré-degradação

Refere-se à condição ambiental da área antes do início da(s) atividade(s) que resultaram na degradação e tem a finalidade de se obter as informações necessárias para se estimar se é possível a recuperação da área para uma condição semelhante da anterior à degradação assim como inferir o grau de degradação da área. Além de contribuir na análise do nível de degradação que a região sofreu, pois pela legislação que rege os termos de elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas – PRAD a principal indicação é que a área se torne o mais próximo do que era antes da atividade degradante.

O cenário foi elaborado de acordo as informações obtidas na localização e descrição da área, somada às visitas de campo e entrevistas com a população, a fim de se obter: o reconhecimento da área de entorno visando as informações acerca do levantamento florístico e faunístico, utilizando dados de imagens de satélite e mapas georreferenciados, registro fotográfico, entrevistas com a população e órgãos responsáveis.

Os levantamentos de flora e fauna foram realizados a partir da análise de campo, por meio de foto documentação e coleta de dados *in loco* nas áreas de entorno que correspondem a matas ciliares do rio em parcelas mais preservadas que possibilitaram uma amostragem de pré-degradação mais semelhante possível. Com objetivo de tornar ainda mais preciso o levantamento, foram realizadas pesquisas em bancos de dados de imagens de satélite e em

literatura além de entrevistas com os residentes que vem acompanhando o desenvolvimento da degradação no local.

#### 4.5 Descrição do cenário de pós-degradação

Trata-se da abordagem da situação ambiental atual em que a área se encontra, com o objetivo de avaliar o nível de degradação e resiliência, por meio da avaliação dos impactos ambientais adversos observados, nos dados coletados em campo e também na literatura.

A avaliação dos impactos presentes na área foi realizada para os componentes ambientais contidos no Quadro 1.

**Quadro 1** - Fatores ambientais analisados na área de estudo.

Meio Físico	Meio Biótico	Meio Antrópico
- Ar	- Fauna	- Social
- Água	- Flora	- Econômico
- Solo		- Acessibilidade
- Paisagem		

Fonte: A autoria Própria, 2021.

À área de estudo encontra-se na divisa entre dois municípios, sendo que as áreas de mata ciliar, bem como a passagem sobre o rio, são utilizadas como via alternativa de acesso entre os municípios. A comunidade de Santana localizada a cerca de 1 Km do centro do município de Barro Alto, onde a população realiza grande parte de suas atividades e tem acesso aos serviços públicos e privados, precisa utilizar a passagem sobre o rio para obter acesso a comunidade. Por isso se faz necessário também a consideração inserida no meio antrópico, em relação à acessibilidade da comunidade com as cidades ao seu redor e das próprias cidades, além dos fatores econômicos e sociais.

#### 4.6 Estratégia(s) de recuperação

##### 4.6.1 Identificação do tipo e grau/intensidade da degradação

Com base nos cenários de pré e principalmente no cenário de pós-degradação a partir dos dados e das informações obtidas fez-se a identificação dos impactos observados na área de estudo, e também sua classificação e quantificação por meio dos métodos *Ad Hoc* e matrizes de



interação, que permitiram uma identificação e uma comparação mais clara dos fatores ambientais mais afetados e com maior prioridade no processo de recuperação.

#### *4.6.2 Definição do uso prioritário (futuro) da área*

Considerando o nível de degradação e resiliência da área de estudo, a escolha do uso futuro da área seguiu a legislação ambiental vigente no que corresponde às matas ciliares, sem comprometer a necessidade dos habitantes da comunidade e cidades vizinhas, e da fauna que habita o local, definindo um uso futuro sustentável e que não acarretasse danos ao meio ambiente.

#### *4.6.3 Indicação das técnicas de recuperação*

A seleção das práticas de controle dos impactos as técnicas de recuperação ambiental e se possível melhoria das condições ambientais foram selecionadas com o auxílio da literatura em estudos acadêmicos e profissionais técnicos e científicos, de acordo com a ação dos agentes degradantes e os tipos e níveis de degradação em cada componente ambiental, com o intuito de eliminar ou reduzir ao máximo os agentes degradantes e maximizar sempre que possível os fatores positivos que possam ser encontrados, para todos aqueles citados anteriormente nos meios físicos, biológico e antrópico, respeitando as limitações que a área apresenta e os fatores climáticos, seguindo um cronograma que aborda a execução das técnicas de forma sequencial.

### **4.7 Monitoramento ambiental**

Essa etapa tem a função de acompanhar e avaliar o processo de recuperação ambiental da área degradada durante e após a recuperação, se atentando à qualidade das técnicas utilizadas quando aplicadas na área e eventuais mudanças, caso necessário, além do constante controle do retorno de agentes degradantes e da análise dos indicadores e/ou bioindicadores escolhidos. Para áreas de mata ciliar do bioma Caatinga tanto já existente no cenário de degradação como espécies vegetais invasoras e agressivas, presença de resíduos ou ausência de algum fator ambiental essencial, como também indicadores inseridos no processo de recuperação e de monitoramento que facilitem a visualização dos componentes ambientais degradados e assegure sua qualidade, priorizando sempre aqueles mais degradados no ambiente.

A partir do exposto, foi elaborado um cronograma de execução do monitoramento adaptado para o local, considerando as épocas chuvosa e seca, as espécies a serem utilizadas no reflorestamento, e as etapas de recuperação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Georreferenciamento da área de estudo

Conforme exposto anteriormente, a área de estudo está localizada na divisa dos municípios de Ibititá e Barro Alto no estado da Bahia, sendo que a divisão acontece por meio do curso do rio Jacaré que corta a região, mais precisamente nas coordenadas 11.756332° S e 41.902230° O com altitude média na área de 700 m , com maior proximidade do município de Barro Alto como pode ser observado na Figura 2. A área possui dimensões de 6,1 ha, sendo que cerca de 64,45% (3,92 ha) pertence a Ibititá e 35,55% (2,15 ha) faz parte do município de Barro Alto, como exposto na Figura 3.

**Figura 2** - Localização da área de estudo em relação ao município de Barro Alto.



■ = Área Urbana de Barro Alto; ■ = Acesso até a área de estudo; □ = Área de estudo;

Fonte: Adaptação *Google Earth* pro, 2022.

**Figura 3** - Localização da área de estudo.



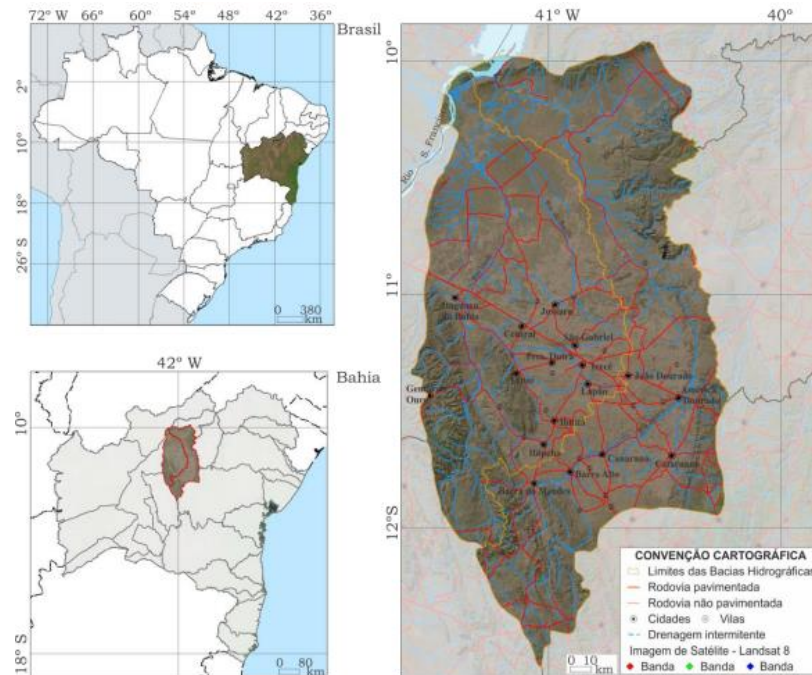
■ = Barro Alto; ■ = Ibititá; □ = Área de estudo;

Fonte: Adaptação *Google Earth* pro, 2022.

## 5.2 Descrição geral da área

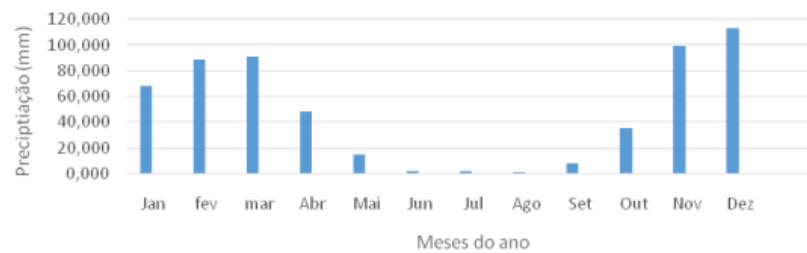
De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF (2017), a sub-bacia possui uma área de cerca de 33.000 Km<sup>2</sup> e está localizada no centro-norte do estado da Bahia, tendo como principais corpos hídricos: Rio Verde, Riacho do Santo Eusébio, Riacho Lagoinha, Rio Guariba, Rio Jacaré, Riacho do Mari, Riacho do Meio, Riacho das Pedras e Riacho Brejo das Minas. Percorrendo diversos municípios, como pode ser visto na Figura 4, e possui uma população estimada de 349.628 habitantes, um clima do tipo seco à subúmido e apresenta maior pluviosidade no mês de dezembro e menor pluviosidade no mês de agosto como mostra o gráfico exposto na Figura 5. De acordo com o INMET (2016), citado por Melo (2017).

**Figura 4 - Localização da Sub-bacia dos rios Verde e Jacaré.**



Fonte: MELO, 2017.

**Figura 5 - Média mensal da precipitação no período de 1993 a 2015.**



Fonte: MELO, 2017.

O território que a bacia dispõe apresenta um uso do solo bastante diversificado. A região central, que concentra a produção agropecuária conhecida também como Platô de Irecê, dispendo de um forte setor econômico, principalmente por meio da irrigação. Ao Norte, na sede do município de Itaguaçu da Bahia, encontram-se traços de pecuária bovina. No entanto, o extremo norte da sub-bacias apresenta baixa densidade no que tange à população, muito em virtude da ausência dos maiores aglomerados urbanos vistos na parcela central.

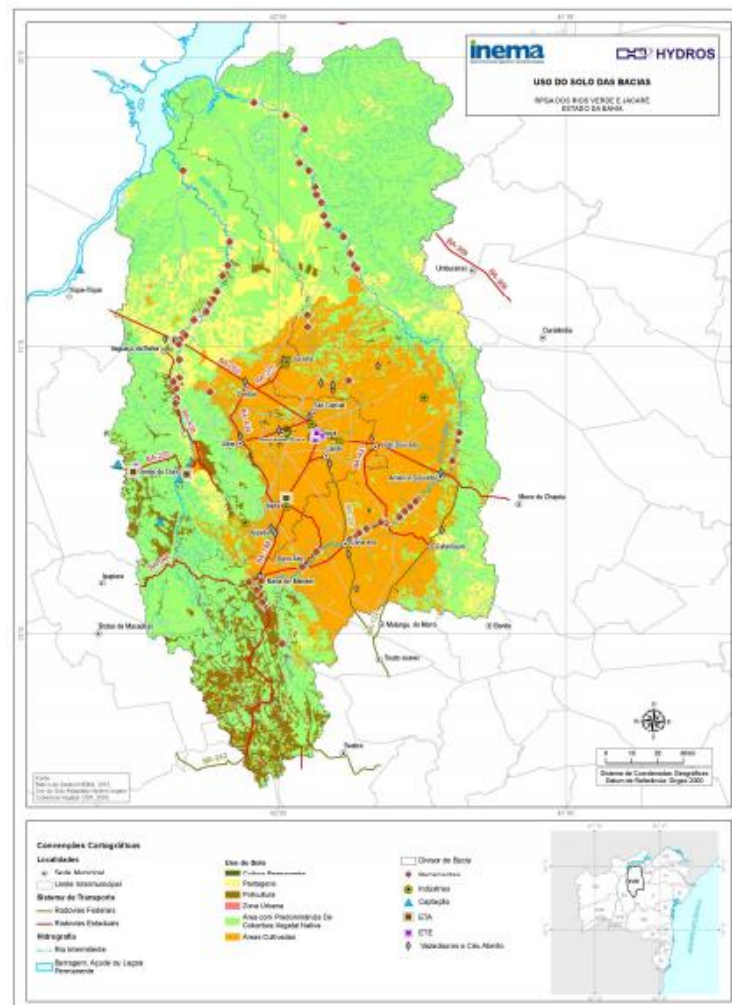
Além disso, destaca-se ainda que a região Central concentra as principais sedes municipais, como a sede de Irecê, aparecendo como centro regional de serviços com economia da região voltada sobretudo para a agropecuária. Entretanto, a maioria dos municípios no entorno de Irecê dispõe de baixa geração de renda e, conseqüentemente, de arrecadação de tributos municipais e estaduais. Apesar de a agropecuária ainda ser o principal fator econômico da região, a seca tem impactado de forma significativa, com redução da produção de sequeiro

e também da pecuária, porém, expõe um potencial no setor de produção de energia, com a implantação de parques eólicos e fotovoltaicos em diversas sedes que a compõe (INEMA, 2017).

A dinâmica socioeconômica das atividades produtivas na bacia é baseada principalmente nas atividades agrícolas e gera diversos conflitos, pela superexploração dos recursos hídricos, somada à demanda populacional e resultando em diversos conflitos dentre eles: a superexploração da água para irrigação e grande quantidade de poços com condições irregulares, além de problemas com perfurações clandestinas (INEMA, 2017).

Ainda de acordo com o autor, para o uso das águas da barragem de Mirorós entre irrigantes do Dipim/Codevasf e Embasa, existe um excessivo número de pequenos barramentos ao longo do rio Verde com intuito de represar parte da disponibilidade hídrica como pode ser observada na Figura 6, resultando em conflitos com as comunidades ribeirinhas.

**Figura 6 -** Uso do solo da sub-bacia dos rios Verde e Jacaré e localização de barramentos.



Fonte: INEMA, 2017.

De acordo com a população residente nas proximidades, há pelo menos 70 anos, a área é utilizada como acesso a comunidade e demais propriedades da região e sempre apresentou sinais de suscetibilidade a erosão. No entanto o local dispunha de uma ponte na parte referente à passagem do rio Jacaré, a qual, com a retirada de espécies nativas para aumento da estrada, somados a suscetibilidade comentada anteriormente, e a concentração das chuvas num curto intervalo de tempo (característica da Caatinga) os níveis de degradação começaram a se intensificar, causando o assoreamento do Rio e a cobertura da ponte de acesso. Além disso, uma redução dos níveis hídricos do rio ocorreu devido a barramentos construídos no seu percurso, por causa do alagamento da área de passagem na época de cheia do rio e foi decidido pelas autoridades do município a construção de um barramento no local de passagem.

### **5.3 Cenário de Pré-degradação**

#### *5.3.1 Meio Físico*

Para o meio físico, foi possível levantar dados acerca dos componentes ambientais: água, solo, relevo e paisagem, a partir de entrevistas e visitas às áreas de entorno e da literatura disponível, a fim de se conhecer as condições ambientais das áreas antes da degradação.

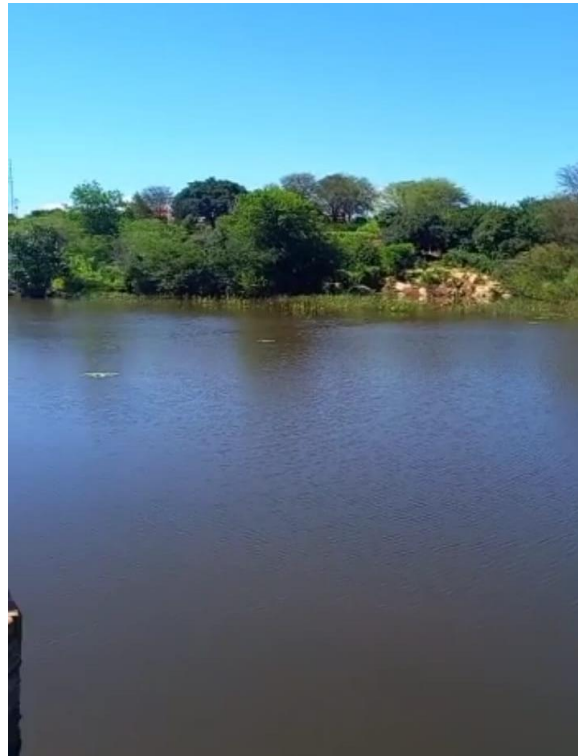
Os parâmetros relacionados ao corpo hídrico que antecede os processos degradantes, o rio Jacaré cortava a área de estudo com dimensões aproximadas de 30 metros de largura sem qualquer tipo de tentativa de barramento, fonte de poluição e nível de assoreamento e conseguia manter sua capacidade hídrica durante todo o ano e suportar de forma abundante sua biodiversidade. Por não apresentar ainda área de passagem ou via de acesso, o curso do Rio era interrompido, e semelhante às áreas observadas nas Figuras 7 e 8.

**Figura 7** - Imagens do rio Jacaré nas áreas de entorno em período de cheias.



Fonte: Registrado pela população da comunidade de Santana, 2022.

**Figura 8** - Imagens do rio Jacaré nas áreas de entorno em período de cheias.

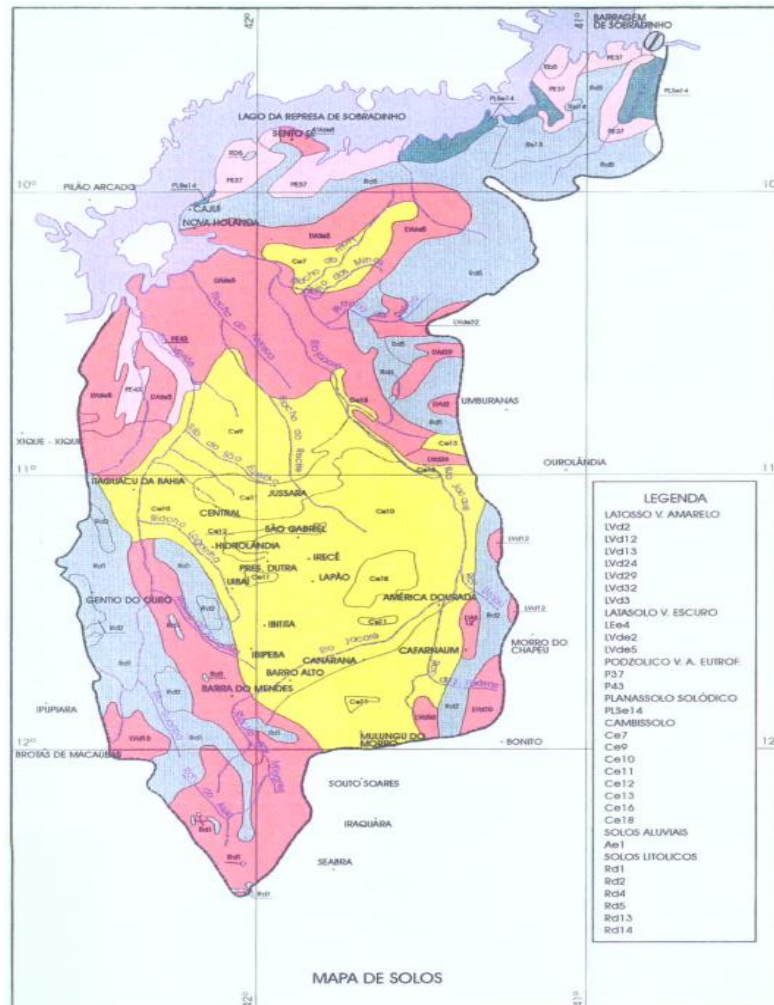


Fonte: Registrado pela população da comunidade de Santana, 2022.

Os tipos de solo encontrados em toda bacia podem ser vistos na Figura 9, que de acordo com o comitê de bacias dos rios da área de estudo, classificam o solo da área como sendo parte da mancha de solo nomeada de Cambissolos.



**Figura 9** - Mapa de solos da sub-bacia do rio Jacaré.



Fonte: Bahia, 1995.

Já para os parâmetros de paisagem e relevo, a área apresentava paredões rochosos que são mantidos até a elaboração desse estudo, cobertura vegetal preservada e demais atributos de ambientes naturais.

### 5.3.2 Meio Biótico

No decorrer do percurso do rio Jacaré até seu deságue, o mesmo encontra diferentes tipos de formações em suas margens como vales, trechos densos de mata ciliar ou vereda, que apresentam forma relativamente estreita, graças às suas características topográficas, que reduzem a planície de inundação dos rios, sem inviabilizar seus atributos aluvionares, desenvolvendo densa vegetação de gramíneas e ciperáceas, e grande diversidade de espécies

cujas sementes são disseminadas pelas águas como: *bowdichia*, *Erythrina*, *bignoniaceas*, *bombacaceas* e outras (Bahia, 1995).

Ainda de acordo com Bahia (1995), as áreas preservadas encontradas no entorno do rio, onde a área de estudo está inserida, apresentam singular riqueza de espécies vegetais onde o seu uso é de grande importância no complemento alimentar da época e atualmente como são os casos das espécies: Cambuí (*Eugenia sp.*), Umbu (*Spondias tuberosa*), Murta (*Myrcia sp.*), Licuri (*Syagrus coronata*), Quixabeira (*Bumelia sartorum*), Maracujá-do-mato (*Passiflora sp.*) e Carnaúba (*Copernicia cerifera*), sendo utilizadas seus frutos, raízes e folhas, como fonte de alimentação humana e animal.

Além do supracitado, ainda se destaca a quantidade de espécies de uso tanto na medicina popular quanto na indústria farmacêutica, dentre elas estão: Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), Craibeira (*Tabebuia caraiba*), Assa-peixe (*Vernonia sp.*), Pau-de-rato (*Caesalpinia pyramidalis*), Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), Sucupira branca (*Pterodon pubescens*), Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e Maracujá-do-mato (*Passiflora sp.*).

No que tange à fauna, por se tratar de uma parcela relativamente pequena quando comparado ao tamanho total da sub-bacia, além de serem analisadas as espécies identificadas na literatura e áreas de entorno, não necessariamente as espécies abordadas utilizaram a área como abrigo ou ninho ou mantiveram presença exclusiva da área, no entanto, se tratam de espécies que eram encontradas frequentemente no decorrer do curso do rio, e que facilmente teriam boa adaptação. De acordo com os estudos expostos por Bahia (1995), com adaptação feita a partir dos relatos da população, o local dispunha de fauna aquática terrestre e de características aéreas.

Dentre as espécies aquáticas, as mais encontradas eram: Traíra (*Hoplias malabaricus*), Tilápia (*Tilapia rendalli*), Curimatã (*Prochilodus lineatus*), Piaba (*Astyanax bimaculatus*), Piau (*Leporinus obtusidens*), além do jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*). Havia ainda diversas espécies com riscos de extinção, desde menores estágios, como é o caso do: Zabelê (*Crypturelus noctivagus*), Gavião-pomba (*Lencopternis polionota*), Siriema (*Cariama cristata*) e Tatu-bola (*Tolypentes trincinctus*), até estágios mais avançados, como os casos de: Perdiz (*Rhynchatus rufescens*), Jaçanã (*Jacana jacana*), Socó-boi (*Tigrisoma lineatum*), Codorna (*Nothura maculosa*), Curió (*Oryzoborus angolensis*), Papagaio-galego (*Amazonas sp.*), Coleiro (*Ajaja ajaja*), Caboclinho (*Sporophila bonvrenil*), Pica-pau (*Verniliornia passerinus*), Veado (*Mazama sp.*), Tatu-veado (*Dasypus novencinctus*), Ouriço caixeiro (*Coendon prehensilis*), Caititu (*Tayssu tajuco*), Tamanduá-mirin (*Tamandua tetradactyla*), Bujio (*Alouatta corala*).

## 5.4 Cenário de Pós-degradação

### 5.4.1 Meio Físico

- Ar

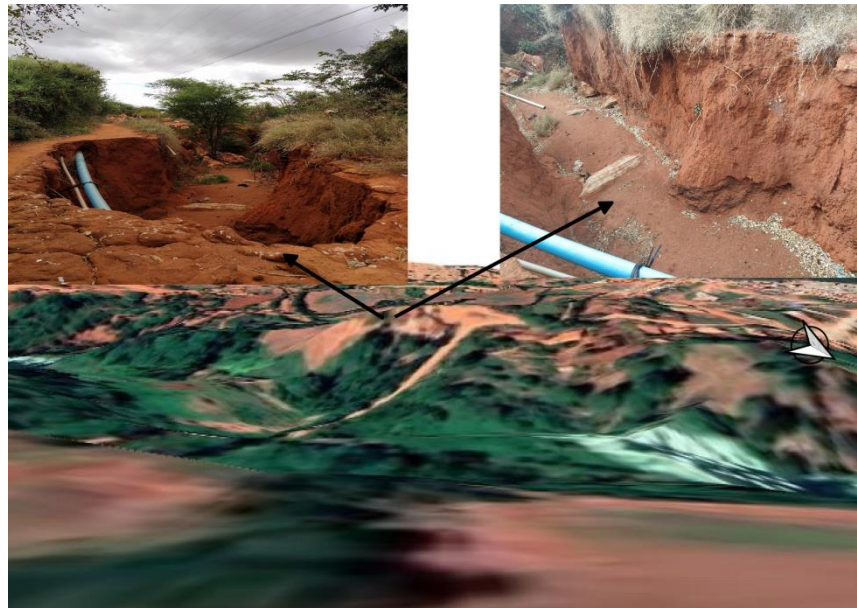
O ar encontrado na área apresenta aparentemente um adequado estudo de equilíbrio ambiental, pois não existe intenso tráfego de veículos, queimadas, indústrias ou qualquer emissão gasosa ou de materiais particulados de forma significativa. Os fatores que alteram a qualidade do ar são a erosão eólica e o tráfego leve de veículos que transferem material particulado temporariamente para o ar.

- Solo

As condições atuais do solo apresentam alta vulnerabilidade principalmente quando se trata de erosão, pois sofre há muito tempo com a erosão hídrica que acontece por décadas e sem tratamento adequado. Na parcela da área que corresponde ao município de Barro Alto, observa-se nas Figuras 10 e 11, o quanto avançado se encontra o nível das voçorocas e a baixa resiliência. Segundo relatos dos moradores locais, esse é o local onde as voçorocas mais crescem a cada ano, inviabilizando as vias que já precisaram ser desviadas e desvalorizando as propriedades pelo crescimento em área da voçoroca e conseqüentemente a redução da área, útil como também risco de acidentes com pessoas e animais.

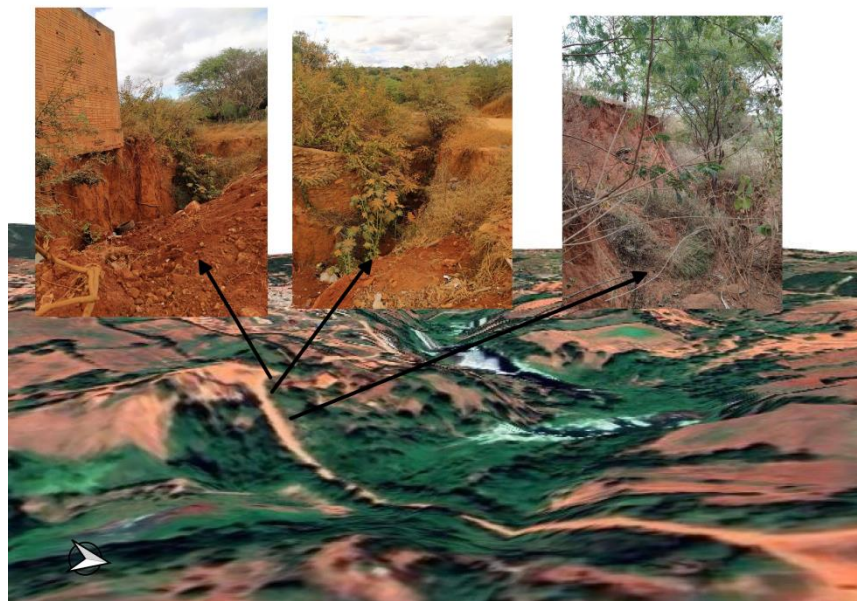
Além disso, as voçorocas reduzem de forma significativa às condições saudáveis para o desenvolvimento natural da vegetação, facilitando assim a entrada de espécies invasoras, outrossim, o nível de degradação já está comprometendo as condições de saneamento das áreas de entorno, pois o sistema de abastecimento e esgotamento já se encontra exposto, e por fim sabe-se que nesse nível de voçorocas houve uma perda total dos nutrientes e da matéria orgânica, o que reduziu ainda mais a capacidade de recuperação natural da área.

**Figura 10** - Nível de erosão da parcela de Barro Alto.



Fonte: Adaptação *Google Earth* pro, 2022.

**Figura 11** - Nível de erosão da parcela de Barro Alto.

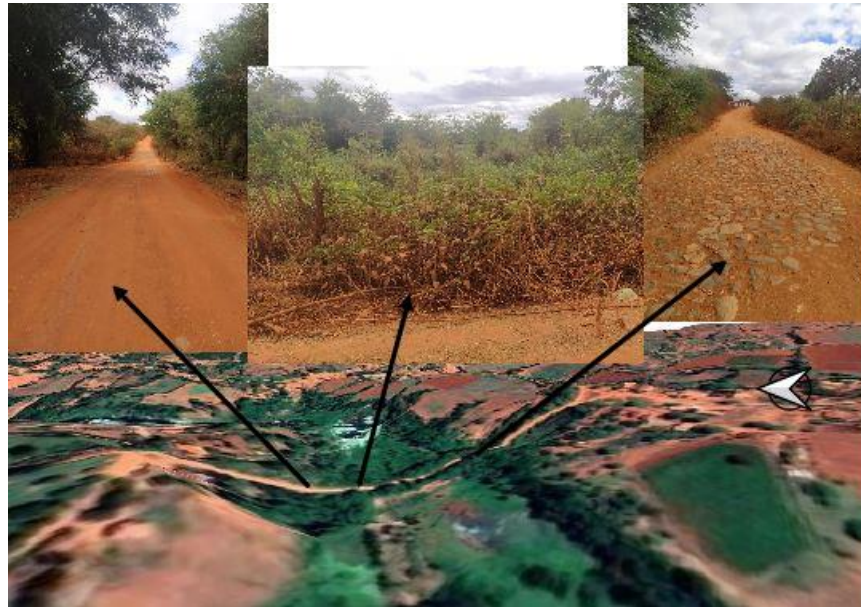


Fonte: Adaptação *Google Earth* pro, 2022.

A região de limite dos municípios antes cortada por um trecho do rio Jacaré, e atualmente onde se localiza o barramento citado anteriormente, por se tratar de uma estrutura de pedras com relativa impermeabilização, não apresenta sinais de erosão. No entanto é onde se encontra depositado grande parte do solo que compunha o perfil de solo das áreas degradadas pelas voçorocas, ocupando mais espaço de onde se encontravam os locais de reserva de água do rio e aumentando as dimensões do barramento, como pode ser visto nas Figuras 12 e 13. Além disso, se pode observar na Figura 13 que o nível de assoreamento já atingiu a altura do

barramento, fazendo com que, quando o índice de chuvas é muito elevado, a água escoe sobre o barramento, impossibilitando a passagem dos habitantes da comunidade.

**Figura 12** - Nível de erosão da parcela de Barro Alto.



Fonte: Adaptação *Google Earth* pro, 2022.

**Figura 13** - Condição ambiental atual do solo.

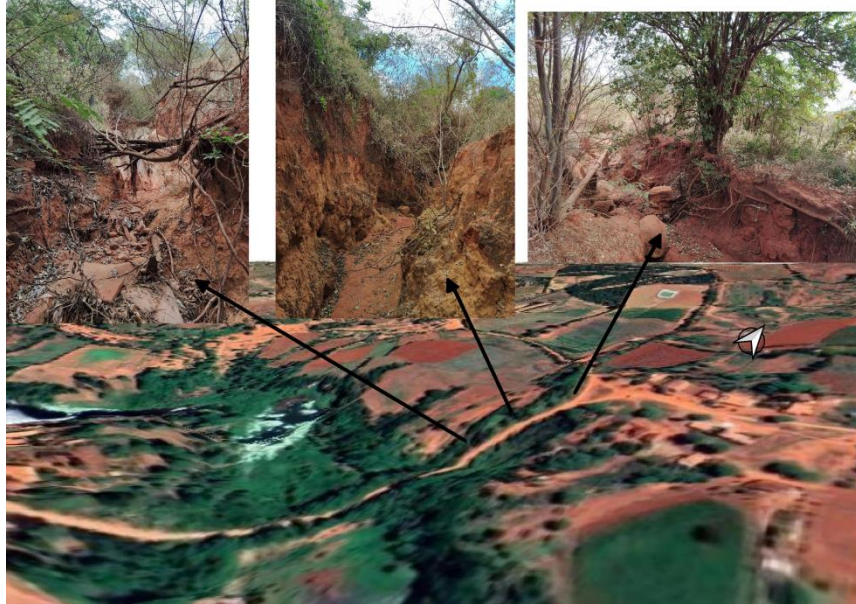


Fonte: Autoria Própria, 2021.

Já a parcela correspondente ao Distrito de Santana, e conseqüentemente ao município de Ibititá, é a que sofre com os impactos da erosão há mais tempo como pode ser visto nas Figuras 14 e 15, em que ambas as margens das vias de acesso apresentam processos erosivos bem desenvolvidos em toda a área inclinada, além de uma maior presença de erosão laminar

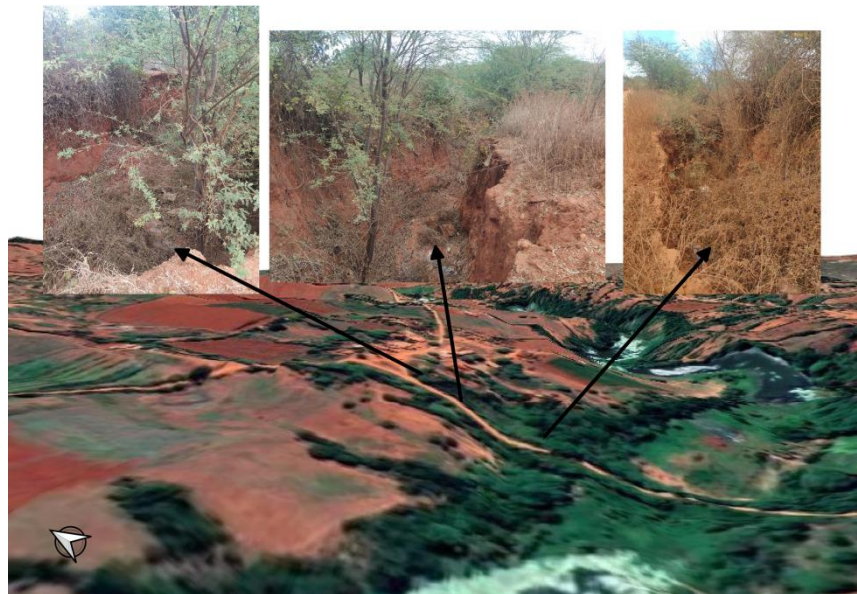
evoluindo para ravinas. Em contrapartida ao redor das voçorocas se encontra maior parte da vegetação nativa.

**Figura 14** - Imagens posicionadas nas voçorocas em mapa 3D.



Fonte: Adaptação *Google Earth pro*, 2022.

**Figura 15** - Imagens posicionadas nas voçorocas em mapa 3D.



Fonte: Adaptação *Google Earth pro*, 2022.

- Água

Por consequência do barramento no rio Jacaré, que também é usado como passagem, somado ao elevado assoreamento, não há mais a presença significativa de água no local na

maior parte do ano com exceção quando há um nível atípico de chuvas e a quantidade de água no rio excede a altura do barramento.

- Paisagem

Há cada temporada de chuvas, a paisagem é alterada de forma a divergir cada vez mais com o natural, graças ao nível de avanço no tamanho das voçorocas e às atividades antrópicas, na tentativa de contê-las ou de avanço do município. As condições da paisagem atual podem ser vistas nas Figuras 16 e 17, em que se expõe a mistura da degradação com o avanço antrópico não planejado, e suas consequências, com destaque para a alteração adversa da paisagem do ambiente natural, nesse caso, da mata ciliar.

**Figura 16** - Parcela da Paisagem degradada em parte da área de estudo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

**Figura 17** - Alteração significativa na paisagem natural.



Fonte: Autoria própria, 2021.


#### 5.4.2 Meio Biótico

- Fauna








Devido à alta antropização da área que causou a perda da vegetação, por conseguinte dos habitats, a fauna do local se resume atualmente a animais de pequeno porte, sobretudo insetos e aves. Por meio das visitas e entrevistas informais, foram identificadas 19 espécies de animais. No entanto, sua presença está cada vez mais escassa, sem contar a fauna aquática que existiu no local e foi completamente erradicada.








No Quadro 2, encontram-se apresentadas algumas espécies da fauna nativa e exótica encontradas na área de estudo.

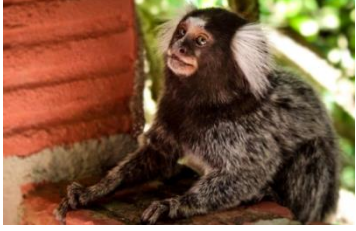



**Quadro 2** - Espécies faunísticas observadas na área de estudo.

Nome Popular	Nome Científico	Imagem
Abelha Italiana	<i>Apis meliferalingus-tica</i>	



Aranha	<i>Argiopear gentata</i>	
Bem-te-vi	<i>Pitangussu lphuratus</i>	
Borboleta	<i>Superfamilia Papilionoidea</i>	
Cachorro	<i>Canis lupusfamiliaris</i>	
Caranguejeira	<i>Lasiadora Parhybana</i>	
Escorpião amarelo	<i>Tityus stigmurus</i>	
Formiga Cortadeira	<i>Subtribo Attina</i>	

Gato	<i>Felis silvestres catus</i>	
Gongo	<i>Cylindroiou luscaeru leocinctus</i>	
Joaninha	<i>Coccinella septempunc tata</i>	
Lagarta-de-Fogo	<i>Lonomia obliqua</i>	
Lagartixa	<i>Tropidurus torquatus</i>	
Libélula	<i>Orthemis sp.</i>	
Mariposa	<i>Ascalapha odorata</i>	

Mico	<i>Callitrix jaccus</i>	
Mosca	<i>Musca domestica</i>	
Pardal	<i>Passer montanus</i>	
Urubu-de-cabeça-vermelha	<i>Cathartes aura</i>	

Fonte: Autoria Própria, 2022.

- Flora






A flora do local sofre por muito tempo com o alto nível de antropização na região, A área de vias não possui espécies e nas faixas de mata ciliar observou-se enorme presença de espécies invasoras, principalmente nas áreas mais afetadas pelos impactos ambientais.








A partir do levantamento florístico foi possível identificar 16 espécies em 122 indivíduos, sendo 64 deles exóticos, com presença bastante significativa da espécie invasora de nome popular Algaroba (*Prosopis juliflora*), com 53 indivíduos identificados, sendo a mais encontrada. Dentre as nativas, destacou-se a espécie Putumuju (*Centrolobium robustum*), com 23 observados e uma elevada dispersão de espécies em desenvolvimento como exposto no quadro 3.



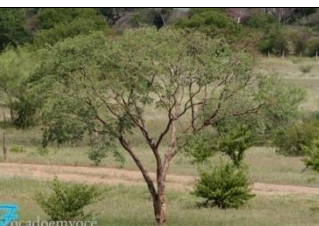
É importante salientar ainda o perigo da proliferação de espécies invasoras, que, além do espaço que ocupam, trazem uma concorrência muito grande para as espécies nativas por serem espécies que normalmente se desenvolvem em condições ainda mais extremas que a

Caatinga, possuem, maior facilidade além de meios para eliminar aquelas a sua volta aumentando seus indivíduos e usufruindo de forma mais simples e abundante dos nutrientes. Com isso, além da perda da diversidade da Caatinga, com indivíduos que por suas características podem evitar a degradação e/ou contribuir com o tratamento, como desenvolvimento de sistema radicular, boa convivência com espécies vizinhas e atração de espécies da fauna.

**Quadro 3 - Espécies florísticas observadas.**

Nome Popular	Nome científico	Quantidade	Tipo	Imagem
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i>	53	Exótica	
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	Nativa	
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	2	Nativa	
Barriguda	<i>Cavanillesia arborea</i>	1	Nativa	
Sisal	<i>Agave sisalana</i>	2	Exótica	

Flanboyant	<i>Delonix regia</i>	1	Exótica	
Jatobá	<i>Hymenaea sp.</i>	2	Exótica	
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	8	Nativa	
Leucena	<i>Leucaena spp</i>	6	Exotica	
Mulungu	<i>Erythrina Velutina</i>	2	Nativa	
Pinhão bravo	<i>Jatropha mollissima</i>	8	Nativa	
Putumuju	<i>Centrolobium robustum</i>	23	Nativa	

São João	<i>Senna spectabilis</i>	1	Nativa	
Surucucu	Não identificada	5	Nativa	
Umburana	<i>Commiphora leptophloeos</i>	4	Nativa	

Fonte: Autoria Própria, 2022.

#### 5.4.3 Meio Antrópico

- Social

De acordo com entrevistas informais realizadas com moradores da comunidade, a maioria dos serviços de saúde da população são realizados no município de Barro Alto. Por motivos de proximidade e facilidade, a maioria dos habitantes que precisam de atendimento médico, escolas, e até no momento de exercer seu direito de votação realizam-nas no município supracitado apesar de sua residência se localizar em Ibititá.

No que corresponde ao saneamento básico, o Distrito de Santana recebe água encanada e tem acesso à energia elétrica. No entanto, como é da realidade de muitos municípios no Brasil e principalmente na região Nordeste, não possui coleta de esgoto. Segundo as informações obtidas, todo o efluente que não é encaminhado para fossa séptica é despejado diretamente no solo, por falta de alternativa viável. Já a coleta dos resíduos, até pouco mais de um ano não ocorria, sendo necessária a queima de todo o resíduo que era realizada individualmente por cada morador. Então a partir da data relatada, a coleta passou a ser feita a coleta uma vez na semana, pois a mesma é de responsabilidade da prefeitura de Ibititá, que alega não conseguir maior

frequência por motivos do distanciamento da cidade até o distrito, sendo que muitos moradores ainda utilizam a queima como método para o tratamento dos resíduos.

- Econômico

A maior fonte de renda dos moradores do Distrito de Santana é a agricultura e pecuária familiar. Com raras exceções, não há nenhum comércio atuante no distrito e a população residente em sua maioria é de baixa renda.

- Acessibilidade

Apesar do nível de degradação por erosão ainda não influenciar de forma significativa o acesso à comunidade Santana verifica-se na Figura 18, que nas épocas de cheias do Rio, também facilitado pelo seu assoreamento, a população enfrenta certas dificuldades no acesso por consequência do nível da água ultrapassar a altura do barramento.

**Figura 18** - Via de acesso no período de cheia.



Fonte: Registrado pela população da comunidade de Santana, 2021.

## 5.5 Estratégia(s) de recuperação da área

### 5.5.1 Identificação do tipo e grau/intensidade da degradação

A partir dos cenários de pré e pós-degradação foi possível identificar quatro principais atividades que contribuíram para a degradação da área: o desmatamento para a criação e ampliação das vias de acesso, acelerado pela proliferação de espécies invasoras; a utilização das vias de acesso, contribuindo principalmente com a compactação do solo; a construção dos barramentos ao longo do curso do rio, contribuindo com seu assoreamento; e, por fim, o descarte de resíduos de forma inadequada no local. Para estas atividades, foram identificados 16 impactos ambientais nos meios biótico, abiótico e antrópico, que ficaram submetidos à classificação quanto à magnitude e importância, em uma escala de valoração de 1 a 10.

A partir da multiplicação dos valores atribuídos a magnitude e importância, os impactos ambientais foram classificados em: “significativos”, “pouco significativos” e “não significativos”, de acordo com uma nova escala de significância com variação de 1 a 100 conforme apresentado por Sá (2016).

Os impactos com classificação entre 1 e 30 foram considerados, “não significativos”, sendo identificados apenas 4, dentre os 19, já os graduados entre 30 e 60 são de natureza “pouco significativa” em que foram observados 3 impactos e dos 12 restantes, todos foram “significativos” e apresentaram maioria entre os observados, O meio abiótico foi o que apresentou maior quantidade de impactos, com 10 (5 significativos), já o antrópico que teve menos impactos, apenas com 2 (ambos significativos) como pode ser visto na matriz de interação exposta no Quadro 4.



**Quadro 4 - Matriz de interação tridimensional de aspectos e impactos ambientais na área de estudo.**

Atividades degradantes				Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais																Antrópi co			
					Biótico								Abiótico											
Desmatamento	Utilização das vias de acesso	Construção do barramento de retenção hídrica	Despejo de Resíduos		Perca de Biodiversidade	Proliferação de Espécies Invasoras	Redução ou Perda Total da Fauna	Perda do Habitat Natural da Fauna Local	Redução de Espécies Vegetais Nativas	Afugentamento da Fauna	Alteração nos Níveis Hídricos do Rio	Alteração no Microclima	Alteração nos Níveis de Ruídos	Compactação do Solo	Contaminação do Solo	Erosão Acelerada do Solo	Perda de Perfis do Solo	Perda de Nutrientes do Solo	Intrusão Visual	Alteração do Relevo	Assoreamento de Corpos Hídricos	Acúmulo de Resíduos Sólidos	Riscos de Acidentes	
	-			Tráfego de Automóveis e Pessoas			X			X		O		X		X			#					
-				Retirada de Vegetação Nativa	X	X		#	X	X	O	O		X		X		X						
	-			Geração de Ruído			X						O											
		-		Relocação de Partículas do Solo												X	X			#	X			
			-	Acúmulo de Resíduos											#			X				X		
-	-			Geração de Poeira															#					
-	-			Geração de Riscos																			X	
-				Geração de Sedimentos													X	X					X	
-				Geração de Vias de Acesso				#	X	X		O		X		X			#	#				
		-		Retenção Hídrica do Rio								O									X			

X = Impactos Significativos Negativos; # = Impactos Pouco Significativos; e O = Impactos Não Significativos.

Fonte: Autoria Própria, 2022.

### 5.5.2 Definição do uso prioritário (futuro) da Área

Apesar da importância citada anteriormente de se manter a mata ciliar em adequado estado de preservação bem como recuperar sempre que possível em casos de degradação, de acordo com a Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012, áreas utilizadas para fins de utilidade pública, com uso anterior a 22 de julho de 2008, estão isentas de realização de recomposição para o uso original da área, nesse caso, área de mata ciliar, desde que sob um uso sustentável.

Como relatado no cenário de pré-degradação, a área é utilizada há muitas décadas, como via de acesso à comunidade Santana de Ibititá, ligando a comunidade ao município mais próximo (Barro Alto), onde a maioria faz uso para acesso a escolas e hospitais, enquadrando assim numa função social de utilidade pública.

Por isso, para esse estudo, considerando os fatores supracitados, definiu-se o uso futuro de forma sustentável da área para vias de acesso à comunidade, das áreas demarcadas na Figura 19 e da revegetação com espécies nativas no que corresponde à marcação exposta nesta figura de forma que sejam resolvidos os problemas de erosão acelerada na área e da maior proteção do corpo hídrico, sem prejuízo a qualquer pilar da sustentabilidade.

**Figura 19** - Localização da área.



■ = Corpo hídrico; ■ = Área de reflorestamento; ■ = Recomposição do solo; ■ = Instalação de terraços; ■ = Áreas de encostas; ■ = Vias de acesso; ■ = Áreas urbanizadas; ■ = Área de estudo; ■ = Área molhada.

Fonte: Adaptação *Google Earth pro*, 2022.

### 5.5.3 Indicação das técnicas de recuperação

No Quadro 5, estão listadas as principais etapas de forma sequencial que seguiu esse estudo.

**Quadro 5** - Principais Técnicas de RAD propostas.

Técnica	Objetivo	Classificação
Isolamento da área	Proteger a área de agentes degradantes e sinalizar a realização de atividades no local.	Físico
Suavização de taludes	Tornar o talude menos íngreme para reduzir a atuação dos agentes degradantes	
Recomposição do perfil do Solo	Prover condições de recuperação e replantio do local	
Adubação verde/química	Adicionar condições de fertilidade e matéria orgânica do solo	Química/Biológica
Recomposição de vegetação nativa	Aumento de infiltração e estabilidade de partículas do solo	Biológica
Impermeabilização de vias de acesso	Controle dos processos erosivos	Física
Monitoramento e conscientização da população	Controle de qualidade e educação ambiental	Antrópica/social

Fonte: Autoria própria, 2021.

- Erradicação de fatores degradantes

Para o início das atividades de recuperação, é necessária a retirada interrupção ou o controle dos fatores que estejam causando a degradação ambiental na área em questão e que

podem modificar a efetividade das técnicas de recuperação ambiental, como a remoção de todo o resíduo sólido depositado na área, controle do escoamento hídrico no interior das voçorocas e remoção de espécies invasoras.

- Isolamento da Área afetada

Por se tratar de uma área onde há a presença de voçorocas de elevada dimensão, causando riscos à população e aos animais, além das futuras técnicas a serem realizadas, tais como: a impermeabilização das vias de acesso à comunidade, substituição de vegetação exótica por vegetação nativa e suavização dos taludes, que resultarão diretamente no tráfego de veículos, considerando ainda a importância de impedir a presença de animais, que podem trazer danos para as mudas transplantadas, dentre outros e principalmente por se tratar de um ambiente rural, a área deve ser isolada por meio da sinalização e cercamento.

É indicado ainda que seja implantado o isolamento antes do início das demais atividades, pois facilitará o processo organizacional e a efetividade das práticas.

- Controle da erosão na bacia de captação

Essa etapa da recuperação tem benefícios não só para a área de estudo como também para o seu entorno, a fim de evitar novos casos de erosão e facilitar o plantio na área agrícola utilizada pela comunidade. A técnica indicada para esse controle da bacia de captação e demais benefícios é o terraceamento, De acordo com estudo feito pela EMBRAPA (2016), essa técnica traz como benefícios, somados ao controle da erosão, uma maior retenção da água pelo solo e uma maior fertilidade.

A melhor aplicação do terraceamento, ainda de acordo com EMBRAPA (2016), é feita seguindo cinco principais etapas/passos que asseguram a efetividade da técnica, que poderá ser aplicada em toda a bacia de captação das voçorocas, com as mais diversas declividades, curvas de nível e diferentes tipos de solo que possam apresentar manchas e, especialmente os diversos usos que possam ocorrer nas propriedades de entorno, o que é ideal para o estudo. Os materiais a serem utilizados serão:

- Trena de no mínimo 30 metros;
- Piquetes de madeira de mesmas dimensões para cada 15 metros de terraço;
- Mangueira de material transparente com no mínimo 35 metros e;
- Trator agrícola (indicado que seja de 75 cavalos de potência) com arado de 3 discos.

Nenhum dos materiais precisa ficar permanentemente no local, logo não representam gastos significativos, à medida que podem ser usados em todos os locais onde for indicado o uso do terraço.

A partir do exposto são indicadas as seguintes etapas/passos para a instalação dos terraços:

- Classificação da textura do solo;

A textura deve ser determinada a partir da coleta de 5 amostras de solo de forma aleatória e bem distribuída no terreno de aplicação dos terraços, na camada mais superficial, de preferência de 5 a 20 cm de profundidade e após a coleta, deve ser feita a mistura das 5 amostras de forma que atinja a homogeneidade, a partir daí deve ser coletada uma parcela dessa mistura, e adicionado de água de maneira que não exceda sua capacidade de absorção, ou seja, não encharque a amostra.

O próximo passo é misturar e amassar a amostra adicionada de água na forma de um cilindro/tubo e colocá-lo no formato de ferradura/letra “U”, conforme a Figura 20, de aproximadamente 1 cm de diâmetro. Se a amostra submetida se tornar quebradiça, implica na sua classificação como arenoso, caso não se fragmente, significa que é de característica argilosa. Essa classificação é essencial para definir a distância e conseqüentemente a quantidade de terraços.

**Figura 20** - Análise aparente da textura do solo.



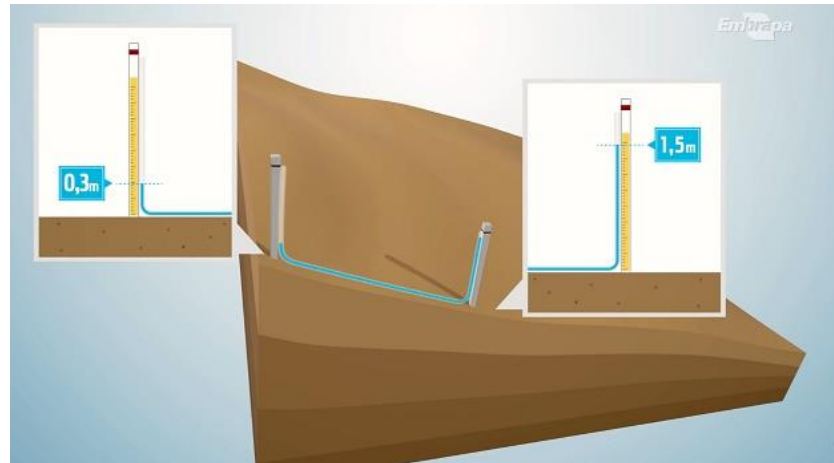
Fonte: EMBRAPA, 2016.

- Graduação da declividade

Para obter a graduação da declividade na forma de porcentagem, é indicada que seja feita a instalação do piquete na extremidade mais alta do terreno e, a partir dele em linha reta no sentido de maior declividade devendo ser medida uma distância de 30 metros onde deve ser instalado novo piquete. Após esse processo, deve ser colocada uma das pontas da mangueira

fixada na extremidade de cada piquete, e adicionar água em seu interior, para realizar a medida do nível de água observado na mangueira até o solo, e repetido o processo na outra extremidade da mangueira, como pode ser visto na Figura 21.

**Figura 21** - Determinação da declividade do solo.



Fonte: EMBRAPA, 2016.

A partir desse passo o valor encontrado no primeiro piquete ou piquete da extremidade mais alta será determinado o de valor X e o outro de valor Y. Para obter a declividade é realizado um cálculo simples de acordo com a Equação 1, e, caso haja mudança na declividade do terreno, repete-se o processo.

$$(\text{Declividade}) = \left[ \frac{(\text{Valor de Y}) - (\text{Valor de X})}{30} \right] * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Fonte: EMBRAPA, 2016.

#### - Medida de distância entre os terraços

Com o valor da declividade obtido na Equação 1, e conforme a relação de valores expostos na Figura 22, contendo declividade em porcentagem e espaçamento horizontal indicado para a instalação dos terraços para os dois tipos de solo definidos na primeira etapa dessa técnica (arenoso e argiloso), e a partir da definição do espaçamento, pode ser feita a fixação dos piquetes demarcando as distâncias adequadas, de onde será realizada a construção dos terraços.

**Figura 22** - Distanciamento de terraços.

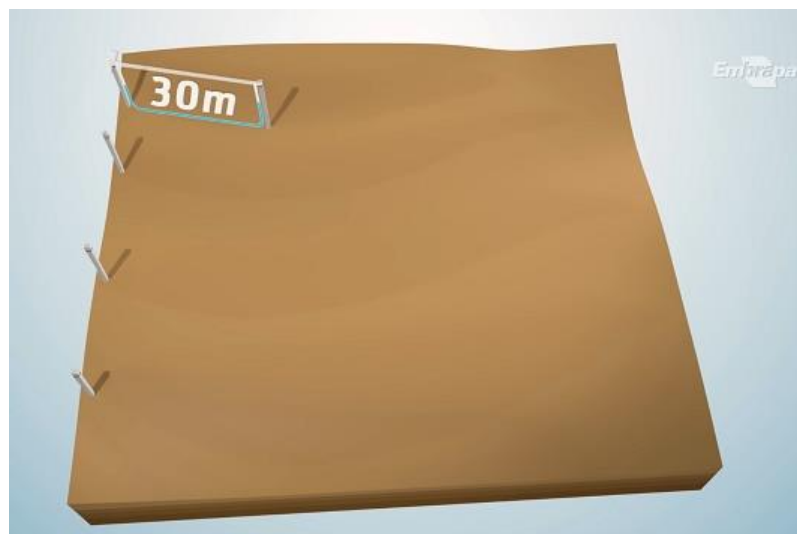
ARENOSO		ARGILOSO	
%	ESPAÇAMENTO HORIZONTAL	%	ESPAÇAMENTO HORIZONTAL
1	37,75 m	1	43,10 m
2	28,20 m	2	32,20 m
3	23,20 m	3	27,20 m
4	21,10 m	4	24,10 m
5	19,20 m	5	21,95 m
6	17,80 m	6	20,30 m
7	16,65 m	7	19,05 m
8	15,75 m	8	18 m
9	15 m	9	17,15 m
10	14,35 m	10	16,40 m
12	13,30 m	12	15,20 m
14	12,45 m	14	14,20 m
16	11,80 m	16	13,45 m
18	11,20 m	18	12,80 m
20	10,70 m	20	12,25 m

Fonte: EMBRAPA, 2016.

- Piqueteamento da curva em nível

Para a identificação e demarcação das curvas em nível, deve ser feita a fixação da mangueira na extremidade do primeiro piquete já com água em seu interior e estendê-la por 30 metros até que seja encontrada a mesma medida do nível de água observado da mangueira e do solo que foi observado no primeiro, conforme Figura 23. Nesse ponto, deve ser fixado o segundo piquete e esse processo deve ser repetido até o fim do terreno, e para todos os piquetes instalados anteriormente, fixados os piquetes com 30 metros de distância, em seguida, podem ser fixados na distância de 15 metros sem a necessidade do uso da mangueira, utilizando como orientação os piquetes já instalados, formando assim as curvas de nível do terreno.

**Figura 23** - Modelo de piqueteamento.



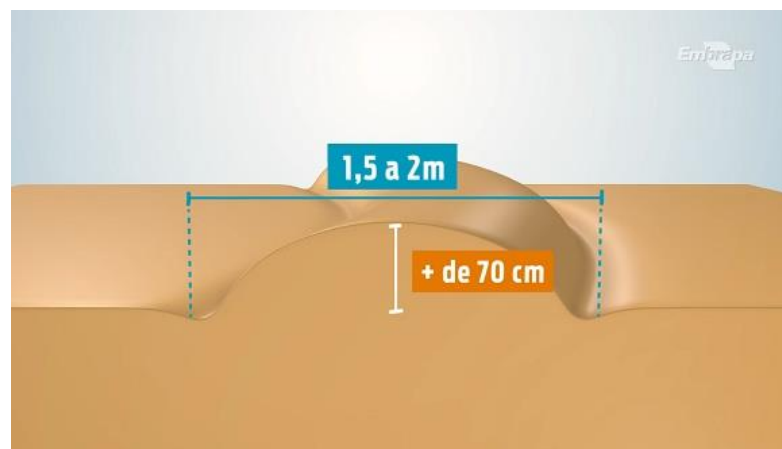
Fonte: EMBRAPA, 2016.

#### - Construção do terraço

Por fim, depois de realizadas as etapas de estudo e preparação, chega o momento de construir o terraço com auxílio do trator, antes porém, existem orientações que precisam ser colocadas para facilitar e aperfeiçoar o processo: devem estar posicionadas as grades do arado, que precisam estar reguladas de forma que a grade mais distante esteja posicionada de forma a cortar mais profundamente o solo que a anterior (30 cm de distância), e assim por diante, até que a primeira grade esteja posicionada de maneira que seja a que menos atinja o solo (10 cm de distância).

Inicia-se processo de construção do terraço cortando o solo de cima para baixo acompanhando a curva de nível demarcada anteriormente. Depois repete-se o processo, dessa vez, cortando o solo e jogando de baixo para cima, de forma a acumular a superfície cortada, e repete-se os dois processos de forma intercalada até que o terraço atinja as dimensões de 1,5 a 2 metros de largura e mais de 70 cm de altura, posteriormente é só repetir o processo em todas as curvas demarcadas para completar o terraceamento do terreno seguindo modelo exposto na Figura 24.

**Figura 24** - Dimensionamento de terraços.



Fonte: EMBRAPA, 2016.

Essa técnica permitirá, além do controle da erosão das áreas de entorno, que é clara sua suscetibilidade, que o terreno possa ser utilizado para a agricultura, dessa vez de forma sustentável, fazendo com que a comunidade com predominância de agricultores tenha também um melhor aproveitamento no que corresponde à produtividade, quantidade disponível para uso e uma maior longevidade na sua utilização.

- Estabilização de voçorocas



Essa etapa é proposta que seja realizada em duas partes, que serão expostas de acordo com a ordem de execução.

- Suavização dos taludes

Para facilitar todo o processo de recuperação no interior das voçorocas, é necessário trabalhar com taludes menos íngremes, onde seja possível o plantio de espécies vegetais nativas em toda a área afetada pela voçoroca, por erosão em sulcos e até laminar. Também é importante, nas áreas de encostas, diminuir sua inclinação e facilitar os procedimentos de tratamento. Além disso, o solo retirado também pode ser aproveitado para a recomposição do perfil do solo, nas áreas mais afetada pela perda de solo, a fim de melhorar a infiltração da água, diminuir a compactação, revegetar a área com espécies que sejam adequadas também para dar apoio às palhiças no controle do arrasto e da velocidade das águas e por fim, tornar novamente o ambiente mais atrativo para a fauna após o plantio de espécies nativas da região.

A suavização deve ser realizada com o auxílio de um trator retirando a parte mais externa e íngreme da voçoroca e encostas de forma que a mesma obtenha inclinação menos íngreme e possibilite o plantio não só da parte interna, mas de toda a camada erodida e todo o solo retirado deve ser armazenado para a recomposição, assim que as barreiras forem adicionadas.

No que correspondem às áreas de encostas presentes na Figura 25, a suavização proposta deve ser feita na forma de degraus horizontais que contemplem toda a encosta com distanciamento de 1,5 m de largura e o mesmo de altura, como na Figura 25, de acordo com Tavares (2019):

**Figura 25** - Técnica proposta para recuperação em áreas de encostas.



Fonte: Tavares, 2019.

- Construção de barreiras dentro da voçoroca

Para evitar o arrasto das massas de solo e controlar a velocidade de escoamento hídrico nas áreas erodidas, se faz necessária a construção de barreiras ou paliçadas de preferência com materiais recicláveis ou de fácil acesso. O primeiro desses materiais que podem ser utilizados, é o material lenhoso reaproveitado das espécies exóticas retiradas, outros diversos materiais como pneus, sacos e garrafas do tipo PET preenchidos com areia.

O método proposto é uma adaptação da prática relatada por Lima (2018), que inicia a técnica pela definição do distanciamento das palhiças, que para a área de estudo, onde já houve tentativas frustradas de construção de barreiras de concreto, frustração essa que se deu provavelmente pela falta de manutenção, distanciamento exagerado das barreiras e falta de composição do solo e revegetação, sejam adicionadas palhiças a cada 1,5 m, e por se localizar ao lado de local destinado a vias de acesso onde se encontram as maiores inclinações deve-se usar como referência à altura gradual do terreno até o fundo da voçoroca, respeitando as reduções de altura da via.

Para a construção da palhiça, será necessário, além do material lenhoso e dos materiais recicláveis supracitados, a utilização do bambu, como observado na maioria da literatura consultada. Ainda de acordo com a adaptação de Lima (2018), todo o material deve ser cortado e ajustado ao tamanho necessário, para que seja fixado no sentido transversal ao fluxo hídrico, apoiado nas laterais dos taludes e fundo da voçoroca e amarrado ao apoio com auxílio de arames ou fios e materiais recicláveis.

Por fim é necessário, para aumentar a eficiência dos barramentos, a adição de sacos ou pneus reaproveitados preenchidos com solo nos espaços vazios dos barramentos e fortalecendo a sua estrutura conforme a imagem contida no estudo de Lima (2018), vista na Figura 26.

**Figura 26** - Paliçadas para áreas de voçorocas.



Fonte: Lima, 2018.

- **Recomposição do perfil do solo**

Por se tratar não só de uma área de suscetibilidade erosiva, mas também de mata ciliar onde é necessária sua revegetação, observou-se que o nível de erosão chega a atingir a camada rochosa contida na área dificultando o replantio, além da provável redução da fertilidade do solo, como resultado do arrasto das partículas. Por isso, a recomposição do perfil pode aumentar a velocidade de recuperação e resiliência da área.

Observando os níveis de degradação, aconselha-se a aplicação da recomposição do perfil do solo na forma de degraus para que possa acompanhar sua declividade, e toda a água proveniente do escoamento superficial pode ser absorvida pelo solo nas laterais do terreno. O solo utilizado para a recomposição deve ser coletado do acumulado na área do rio, que sofre há muito tempo pelo assoreamento, além do solo reaproveitado do processo de suavização dos taludes, possibilitando assim a redução da velocidade de escoamento e uma maior infiltração, além de facilitar o plantio da vegetação.

Para a real recuperação do perfil recomposto, é importante que seja adicionado ao solo de 3% a 5% de matéria orgânica e que seja respeitada a porcentagem porosa. Também é indicada a aplicação de fertilizantes químicos a fim de se restabelecer os componentes químicos e por fim, a recomposição do banco de sementes por meio da dispersão aleatória, de espécies nativas da Caatinga.

Para facilitar o monitoramento de novos episódios de erosão, deve ser adicionada a cada degrau uma haste metálica com marcações, para que ao observá-la seja possível a constatação da presença de erosão laminar em seus níveis iniciais.

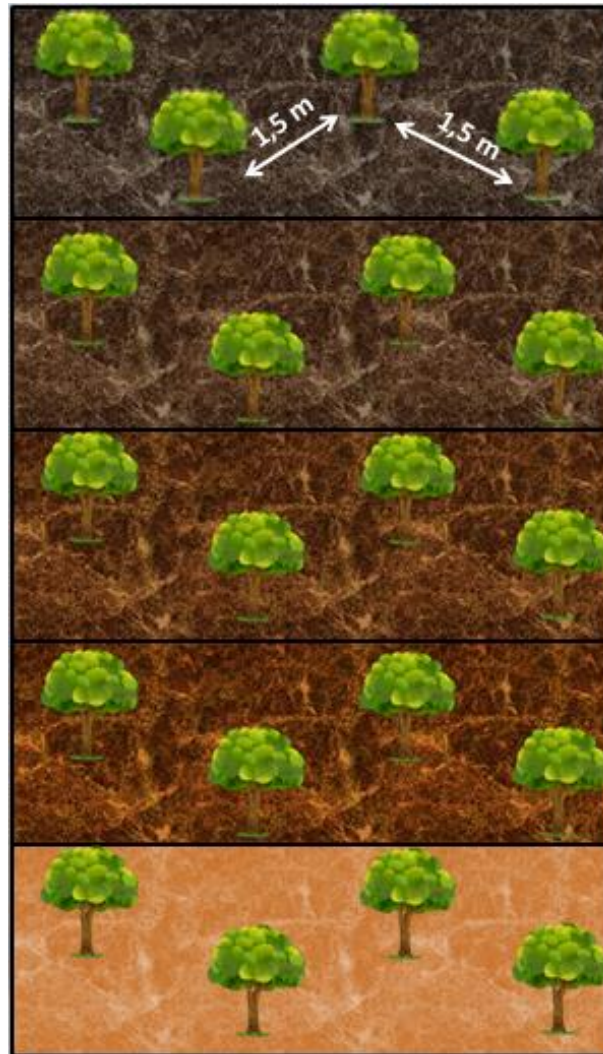
- **Revegetação e recuperação da cobertura vegetal**

Para essa etapa do processo de recuperação, é indicado o uso das técnicas de plantio de mudas ou transplante de espécies nativas de áreas que precisem de pré-tratamento realizado nas etapas anteriores com altura mínima de 1 metro e em boas condições com devida poda e escoragem, possibilitando assim um maior êxito na reocupação, reduzindo as chances de morte desses indivíduos.

O plantio dessas espécies deve ser realizado seguindo o modelo exposto na Figura 27, acompanhando a disposição das espécies nos degraus e seu distanciamento. Para facilitar seu desenvolvimento e monitoramento nas demais áreas de recuperação vegetal se deve seguir o mesmo modelo da Figura 27, no entanto, com um distanciamento maior de 3 metros. Além

disso, a escolha das espécies foi feita a partir do levantamento florístico e das espécies nativas encontradas nas áreas de entorno, que possuem adequada resiliência, sistema radicular propício e atratividade de espécies faunísticas conforme visto na Figura 27.

**Figura 27** - Modelo de dispersão das mudas para reflorestamento.



Fonte: Autoria Própria, 2022.

A escolha de espécies com características ornamentais (Barriguda e São João) é indicada para gerar uma maior identificação do projeto com a comunidade e assim incentivar a comunidade local a cuidar e monitorar as espécies, criando um corredor que expõe de forma significativa a beleza das espécies da Caatinga, e a beleza da via de acesso até a comunidade. A ideia é que essas por sua vez sejam plantadas ao lado das proximidades da via, onde além de melhor aproveitada sua característica ornamental, o solo apresenta menor grau de degradação, compensando o déficit das características de recuperação que possuem quando comparadas às outras espécies.

Além das espécies com características ornamentais, é indicada também os usos de espécies frutíferas nativas, nesse caso, Umbu e Juá, que têm grande representatividade e identificação da população. Além dos frutos complementarem à alimentação, e a renda da população pela vasta versatilidade, a escolha ainda contempla estas espécies pelo desaparecimento de indivíduos na região nos últimos anos na porcentagem indicada na Tabela 1.

Por fim, indicam-se também as espécies com características de melhoria das condições do solo para o crescimento das demais, resistência e desenvolvimento radicular. Para esse fim, foram escolhidas Mulungu, que é uma leguminosa nativa, com indivíduos já na área e que possuem características de inserção de nitrogênio no solo, resistência elevada, e a Aroeira, que, além de suas importantes características na recuperação, dispõe de indivíduos no local e também foi identificada na literatura, e encontrada no cenário de pré-degradação.

**Tabela 1** - Espécies indicadas para o reflorestamento da área.

<b>Nome Popular</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Característica Principal</b>	<b>Quantidade</b>
Barriguda	<i>Cavanillesia arborea</i>	Ornamental	20%
São João	<i>Senna spectabilis</i>		
Umbu	<i>Spondias tuberosa</i>	Frutífera	20%
Juá	<i>Ziziphus joazeiro</i>		
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Pioneiras	60%
Mulungu	<i>Erythrina Velutina</i>		

Fonte: Adaptação de Araújo (2016).

Em relação aos percentuais quantitativos indicados, de acordo com Araújo (2016), que realizou um estudo semelhante de recuperação em área degradada na Caatinga, a quantidade indicada na distribuição de mudas de espécies usadas para o reflorestamento da área, recomendou a utilização de 40% de mudas não-pioneiras (para este estudo 20% ornamental e 20% frutífera) e 60% de mudas de pioneiras, para atuar mais ativamente na recuperação, bem como propiciar melhores condições para as demais espécies vegetais.

#### - Cuidados Pré-plantio

Após a escolha das espécies, são necessários alguns cuidados prévios no processo de plantio dessas mudas, a partir de adaptação de estudos da EMBRAPA (2010), para recuperação de áreas degradadas, de início, por ter sido identificada a presença de formigas, em especial a cortadeira, no interior e nas áreas de entorno, é importante um cuidado especial antes do plantio,

pois o seu combate deve ter início por volta de 30 dias antes do plantio das mudas no campo. Na área e em seu entorno, a indicação do estudo é da utilização de iscas granuladas formicidas na base de polpas cítricas ou de maçã, ou granulados à base de sulfluramida, com aplicação próximo aos formigueiros, sem fazer uso na parte interna, de preferência nos horários de maior atividade dos insetos fora do formigueiro, sem utilização em dias de chuva e seguindo as orientações contidas no rótulo do produto.

Ainda de acordo com o estudo, o coveamento deve ter dimensões mínimas de largura, comprimento e profundidade de 30 x 30 x 30 cm para as áreas planas e 20 x 20 x 20 em áreas de talude. A adubação deve seguir as necessidades observadas nos estudos de solo, mas caso não seja realizado, deve se utilizar nitrogênio, micronutrientes e fósforo. Recomenda-se também o uso de esterco bovino em cada cova aberta.

Outro cuidado que deve ser tomado, é no transporte das mudas do viveiro até o local de plantio, que deve ser realizado em caminhão com espaço adequado ou similar, com proteção de chuva, sol, ventos e abafamento ou danos que possam ocorrer como a quebra, a queima por vento ou que murchem por abafamento ou exposição ao sol e também a observação das características das mudas a serem plantadas, considerando uniformidade na altura, rigidez da haste principal, enraizamento no solo e aspecto foliar.

#### -Cuidados durante o plantio

A indicação do estudo da EMBRAPA (2010), é que seja realizado o plantio logo no início da temporada de chuvas, de preferência em dias de temperatura amena, se possível nublado, contribuindo na redução de mortalidade de mudas, que deverão ser plantadas em covas previamente adubadas e com um cuidado específico no momento de retirada do saco plástico ou outro recipiente em que se encontre, mantendo o bloco de solo com menos interferência possível, com cuidado na profundidade e na compactação de bordas.

Por fim, se possível, fazer uso de mudas que tenham sido cultivadas com utilização de fungos e bactérias que se associem em simbiose, melhorando a absorção de água e nutrientes, aumentando a eficiência da técnica, indica-se ainda a utilização de serrapilheira, cobertura de solo e resíduos de poda e de espécies retiradas em etapas anteriores, para cobertura morta, diminuindo o impacto das gotas de chuva com o solo, além de atividade de microrganismos nutrientes e reposição de sementes.

- Impermeabilização das vias de acesso

Como abordado anteriormente no cenário de pós-degradação, a população local encontra dificuldades na acessibilidade em épocas de chuvas, além de problemas com particulados no tráfego de carros e considerando-se ainda o crescimento populacional e conseqüentemente o tráfego de automóveis e maquinário nas imediações, além da contenção da erosão laminar (já evoluindo para ravinas), propõe-se a impermeabilização da via de acesso, de preferência com malha asfáltica, contemplando as necessidades de drenagem com calhas e sistemas de escoamento para chuvas mais intensas, encaminhando o excesso de água para o rio. Além dos benefícios supracitados, uma redução do nível hídrico que será destinado para as áreas de solo já recomposto, maximizando assim seu sistema de recuperação, já que vai precisar infiltrar quantidades menores de água, bem como contribuir com a reserva de água do rio, sem que partículas de solo possam causar assoreamento.

É importante ainda a adição de passagens molhadas no barramento, após a retirada do solo para a recomposição do perfil, fazendo com que todo o solo depositado nas laterais do barramento seja encaminhado para local adequado. Há a possibilidade da instalação de passagens molhadas permitindo que o rio siga o seu curso natural, com menor interferência possível visto que o barramento não é suficiente para manter as reservas de água para o ano inteiro, e como forma de conscientização e modelo para que outros municípios que realizam esse tipo de atividade, deixe de realizá-la. Essa construção dificultará que qualquer partícula de solo que possa chegar até a lateral do barramento seja levada pelo curso natural do rio e aumente o risco de assoreamento.

- Melhoria nas condições de saneamento

- *Wetlands*

Por se tratar de um Distrito que não possui qualquer tipo de tratamento dos seus efluentes, e ter a tendência de crescimento e avanço, propõe-se a utilização do método de tratamento de efluentes intitulado *Wetland*, ou jardim filtrante, por ser uma alternativa eficiente e de baixo custo para o tratamento. De acordo com a Silva (2014), o jardim filtrante é uma área alagada com pedras, areia e plantas aquáticas, para onde é encaminhado o efluente a ser tratado, todo o esgoto proveniente de atividades domésticas como banho, lavagem de utensílios e roupas, o que corresponde de 50% a 80% do esgoto gerado nas residências também chamado de água cinza. Além disso, possui manutenção muito simples e benefícios ao paisagismo local.

A partir de adaptação ainda de Silva (2014), para a instalação da tecnologia, será necessária a utilização dos seguintes materiais, para cada residência contemplada:

- 1 geomembrana de EPDM ou equivalente (7 m x 4 m);

- 2 membranas geotêxtis (Bidin) (7 m x 4 m);
- 2 flanges para geomembrana (100 mm) ou equivalente;
- Pedra britada (2 m<sup>3</sup>);
- Tela de nylon (1,2 m x 10 m);
- Areia grossa (2,5 m<sup>3</sup>);
- Plantas aquáticas e ornamentais, também conhecidas como plantas macrófitas (que habitam brejos e alagados);
- Caixa d'água (50 a 100 litros) para retenção de resíduos sólidos;
- Caixa de gordura (DN 100) com tampa;
- Tubulações e conexões de PVC (6 m de tubos de PVC de 100 mm, próprios para esgoto).

O local de instalação deve ser o mais centralizado possível, para atender todas as residências e por ser um projeto com aspectos paisagísticos, no entanto, deve ter certo isolamento para evitar a entrada de animais e sinalização informativa para evitar a entrada de pessoal não autorizado, e a construção deve ser realizada seguindo as etapas descritas no modelo ilustrado na Figura 28.

A Construção de caixas de decantação e de gordura com tamanho suficiente para comportar o fluxo médio das casas, e a ligação do sistema de efluente nas caixas, que evitará que qualquer detrito, gordura e outra partícula possam interferir no funcionamento do sistema.

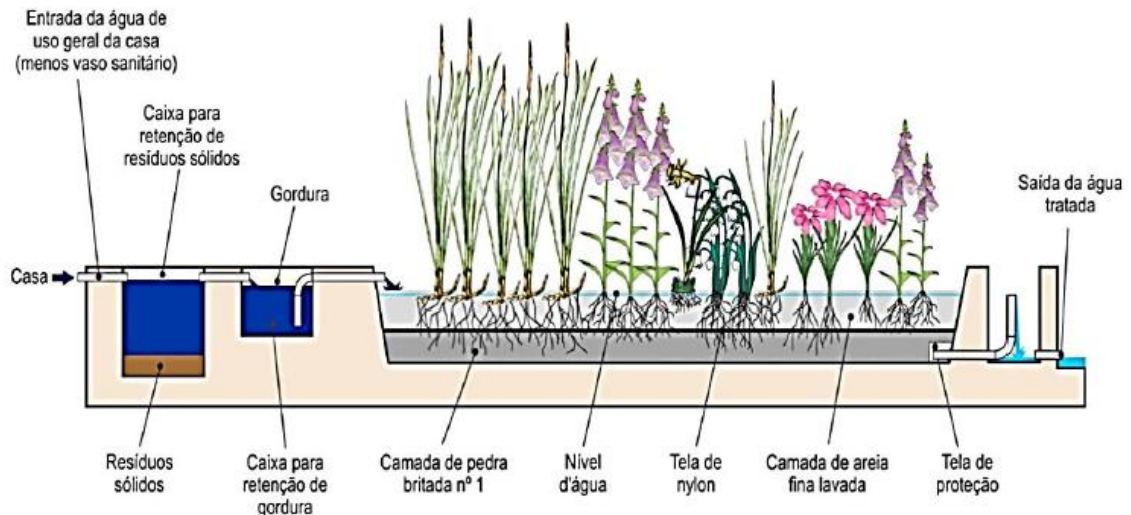
A Abertura de uma valeta no solo com profundidade de 50 cm e dimensões superficiais de 2 m<sup>2</sup> (Para cada habitante contemplado pelo projeto), impermeabilização do fundo e laterais com geomembrana de EPDM ou equivalente, protegendo-a por uma membrana geotêxtil e instalar a canalização de entrada e saída em pontos opostos ao comprimento da vala. Depois, preencher todo o fundo com a brita e areia, e encharcar com água limpa sem a formação de lâmina de água, evitando assim, a disseminação de mosquitos ou outros vetores. Para facilitar esse processo, indica-se a utilização de canalização chamada de monge, que é um tubo em formato de cachimbo que deve ser dimensionado na altura que se deseja manter o nível da água e deve ser colocada ainda tela de proteção na entrada do tubo para evitar que parte da areia seja arrastada para fora do sistema.

Por fim, a escolha de espécies vegetais indicadas por Silva (2014), são: taboa, papiros, inhame paisagístico, etc., além de flores que suportem um meio saturado com água, como o copo-de-leite, helicônia e o lírio-do-brejo, além de ornamentos, como pedras brancas, a utilização de flores é interessante pelo fator paisagístico e também pelo aroma que naturalmente é exalado mitigando qualquer odor residual dos efluentes. Além disso, é muito comum o uso



de espécies bacterianas, que ajudem ou aumentem a capacidade de absorção de nutrientes pelas espécies vegetais e também tenham contribuição nessa tarefa, além de atuar como indicador da qualidade do sistema.

**Figura 28** - Modelo de jardim filtrante.



Fonte: Silva, 2014.

A água de reuso proveniente dessa técnica pode ser utilizada para a limpeza das residências, umidificação de vias, e para irrigação de plantas ornamentais, jardins e gramados.

#### - Resíduos Sólidos

A problemática dos resíduos da comunidade se apresenta como uma das mais desafiadoras pelas condições atuais não só da comunidade como de diversas outras espalhadas no território brasileiro. Essa questão precisa de uma maior contribuição dos habitantes da comunidade, como também do poder público e diplomático das duas cidades que a área pertence. De início, é de extrema importância a conscientização da população a partir da realização de palestras e orientações práticas, das ações e dos benefícios.

A gestão dos resíduos deve ter início na separação feita em cada residência em resíduos recicláveis e orgânicos, em que todo o resíduo reciclável deve ser acondicionado em local adequado com a maior separação possível de forma temporária, até que seja coletado por cooperativa ou catadores independentes para ser enviado adequadamente para reciclagem. Esse compromisso entre comunidade e os responsáveis pela coleta deve ser firmado de forma contratual por responsável devidamente licenciado e capacitado para a atividade, e deve ser intermediado pelo órgão público responsável pela gestão dos resíduos no município ou na região.

Já os resíduos orgânicos, a indicação é que seja instalada um coletor padronizado próprio para materiais orgânicos em local adequado e selecionado pelos envolvidos, o mais próximo possível da comunidade, para facilitar o descarte, e que facilite também a coleta que será realizada pelo município de Barro Alto pela vantagem de sua proximidade com a comunidade. O valor do custo do tratamento e coleta realizados pelo município de Barro Alto deverá ser repassado proporcionalmente pelo município de Ibititá, uma vez que a arrecadação de impostos pagos pela população é de sua responsabilidade, não ocorrendo um grande volume de resíduo e, a comunidade dispor de poucos habitantes.

## 5.6 Monitoramento e acompanhamento ambiental

Por mais eficientes e embasadas que sejam as técnicas escolhidas, se faz necessário o acompanhamento constante e a constatação do seu sucesso, pois o meio ambiente tem suas variações e particularidades, que podem inviabilizar uma técnica, tanto por problemas na execução quanto por características específicas do local, por isso é de extrema importância o monitoramento e a observação dos indicadores.

As medidas de monitoramento adotadas neste estudo estão apresentadas no Quadro 6 e sua ordem e frequência de execução estão apresentados no Quadro 7.

**Quadro 6** -Técnicas de monitoramento.

<b>Fator Ambiental</b>	<b>Indicadores Ambientais</b>	<b>Técnica</b>	<b>Frequência</b>	<b>Identificação</b>
Vegetação	Cobertura do solo	Levantamento florístico e reposição de cobertura morta (se necessário).	Semestral	Técnica de Monitoramento (TM): 1
Fauna	Diversidade de Fauna	Levantamento de espécies nativas observadas	Semestral	Técnica de Monitoramento (TM): 2
Vegetação	Sobrevivência das espécies vegetais	Levantamento florístico observando diversidade, cuidados especiais para cada espécie, coroamento, poda e em	Bimestral	Técnica de Monitoramento (TM): 3

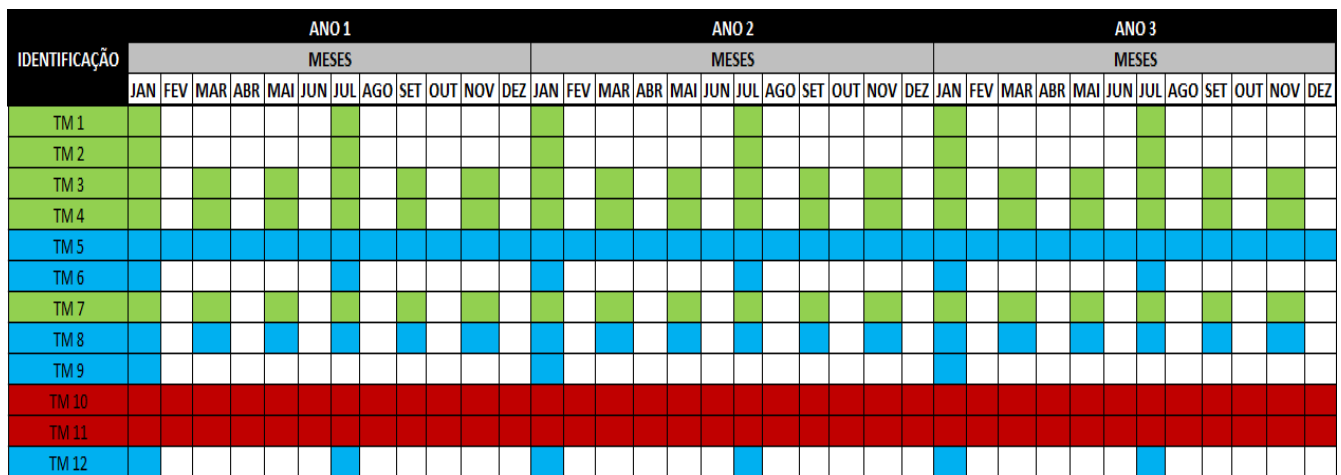
		último caso substituição por espécie mais resistente às condições.		
Vegetação	Controle de espécies invasoras	Erradicação de espécies invasoras.	Bimestral	Técnica de Monitoramento (TM): 4
Solo	Erosão do solo	Observação da haste metálica inserida no solo na etapa de recomposição, e demais indícios de erosão laminar.	Mensal	Técnica de Monitoramento (TM): 5
Palhiças	Estrutura	Manutenção frequente para evitar rompimentos	Semestral	Técnica de Monitoramento (TM): 6
Fauna	Controle de formigas cortadeiras	Levantamento de aparição, controle de formigueiros	Bimestral	Técnica de Monitoramento (TM): 7
Passagem molhada	Desobstrução	Observação e desobstrução de passagem molhada, bem como calhas de passagem hídricas em áreas impermeabilizadas.	Bimestral	Técnica de Monitoramento (TM): 8
Corpo hídrico	Assoreamento	Observação do nível de sedimentos nas calhas do rio e em passagem molhada.	Anual	Técnica de Monitoramento (TM): 9
Saneamento Básico	Tratamento dos efluentes	Manutenção da <i>wetland</i> , análise da qualidade da água de reuso e orientação da população.	Mensal	Técnica de Monitoramento (TM): 10

Saneamento Básico	Gestão de resíduos sólidos	Observação, adaptação e orientação da população acerca do esquema de gestão.	Mensal	Técnica de Monitoramento (TM): 11
Solo	Qualidade físico-química	Análise de nutrientes, pH, porosidade e de matéria orgânica.	Semestral	Técnica de Monitoramento (TM): 12

Fonte: Autoria Própria, 2022.

É importante pontuar que, após o monitoramento de 3 anos, como informado na Quadro 7, caso ainda ocorram indicativos de degradação futura, deve ser realizada o monitoramento por mais 3 anos ou até persistirem os sinais de impactos negativos.

**Quadro 7** -Cronograma das técnicas de monitoramento.



■ = Abiótico; ■ = Biótico; ■ = Antrópico.

Fonte: Autoria Própria, 2022.

## 5.7 Considerações Finais

A Implementação de um plano como esse tornaria o distrito, bem como a área de estudo, um modelo de recuperação ambiental para ser utilizado em outras áreas no município e em outros locais que possuam degradações, pois a pluralidade/diversidade de questões abordadas para sanar as degradações do distrito, nos âmbitos de degradação de mata ciliar, erosão acelerada em estado avançado, necessidade de utilização em vias de acesso, barramentos em curso hídrico, ausência de tratamento de esgoto e dificuldade de gestão de resíduos, em locais

de divisa de municípios onde o distrito encontra-se mais próximo do município que não faz parte.

## 6 CONCLUSÕES

Antes do início dos processos de degradação, o corpo hídrico cumpria seu curso sem nenhum tipo de barramento, vegetação e fauna bem desenvolvidas com espécies nativas do bioma Caatinga e sem indícios de processos erosivos.

Foram identificados 19 impactos ambientais nos meios biótico, abiótico e antrópico, além disso, o meio abiótico foi que apresentou maiores impactos com 10 (5 significativos), já o antrópico foi menos impactado, com 1 (significativo).

O uso futuro de forma sustentável da área baseou-se em vias de acesso à comunidade e da revegetação com espécies nativas nas áreas indicadas, de forma que sejam resolvidos os problemas de erosão acelerada na área e proporcionar maior proteção ao corpo hídrico.

As técnicas indicadas para a recuperação foram: Isolamento da Área afetada; Erradicação de fatores degradantes; Controle da erosão na bacia de captação; Estabilização de voçorocas; Recomposição do perfil do solo; Revegetação e recuperação da cobertura vegetal; Impermeabilização das vias de acesso e Melhoria nas condições de saneamento.

Os indicadores ambientais selecionados foram: Cobertura do solo; Diversidade de Fauna; Sobrevivência das espécies vegetais; Controle de espécies invasoras; Erosão do solo; Estrutura de palhiças; Controle de formigas cortadeiras; Desobstrução de passagem molhada; Assoreamento de corpo hídrico; Tratamento dos efluentes; Gestão de resíduos sólidos e Informações físico-químicas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Danilo Sette. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Revista e Ampliada, 3 ed, p. 24-30. ISBN 978-85-7455-440-2. Ilhéus, 2016.

ALMEIDA, H. S; SILVA, R. F; GROLLI, L. A; SCHEID, D. L. **Ocorrência e diversidade da fauna edáfica sob diferentes sistemas de uso do solo**. Revista brasileira de Tecnologia Agropecuária, v. 1, n. 1, p. 15-23. Porto Alegre - RS, 2017.

ARAÚJO, J. L. **Proposta de recuperação da mata ciliar em um trecho do Rio do Peixe no município de Aparecida-PB**. 2016. 80 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB. 2016.

ALMEIDA, K. M.; PEREIRA, G. M.; SILVA, J. P. S.; SILVA, J. P. S.; SANTOS, L. M. M.; SANTOS, N. C. F. **Avaliação estrutural do solo no projeto de desenvolvimento sustentável porto seguro, Marabá – Pa**. Revista Encontros Regionais de Agroecologia do Nordeste. 2, n.1. Marabá, 2018.

BAHIA. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação. **Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacias dos Rios Verde e Jacaré: Margem Direita do Lago de Sobradinho**. Governo do Estado da Bahia – Salvador: PROJETEC, 1995.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 01 de jun de 2021.

Brasil. **Instrução Normativa IBAMA n. 4, de 13 de abril de 2011**. Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental, bem como dos Termos de Referência constantes dos Anexos I e II desta Instrução Normativa. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=118064>. Acesso em:

CARPENEZZI, A. A.; COSTAS, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. **Espécies Pioneiras Para Recuperação De Áreas Degradadas: A Observação Em Laboratórios Naturais**. Congresso Florestal Brasileiro, v. 6, p. 216-221. Campos do Jordão, 1990.

CASTRO, J. L.S.; FERNANDES, L. S.; FERREIRA, K. E. J.; TAVARES, M. S. A.; ANDRADE, J. B. L. **Mata ciliar: importância e funcionamento**. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campo Grande/MS, 2017.

CBHVJ – Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Jacaré. **CBH dos Rios Verde e Jacaré – BAHIA**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/comites-de-afluentes/cbh-dos-rios-verde-e-jacare-bahia/>. Acesso em: 25/05/2021.

CREMONEZ, Felipe Eliazar; CREMONEZ, Paulo André; FEROLDI, Michael; CAMARGO, Mariele Pasuch; KLAJN, Felipe Fernandes; FEIDEN, Armin. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. Revista do Centro do Ciências Naturais e

Exatas – UFSM/ Revista Monografias Ambientais – REMOA, v. 13, n. 5, p. 3821-3830. Santa Maria, 2014.

EMBRAPA, 2016. **Embrapa mostra como realizar um terraceamento, curva em nível.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tPJzm39kmoQ>. Acesso em: 12/11/2021

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual para Recuperação de Áreas Degradadas por extração de picarra na Caatinga.** Editores: Alexander Silva de Resende e Guilherme Montandon Chaer, ed. 1, 78 p. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/874047/manual-para-recuperacao-de-areas-degradadas-por-extracao-de-picarra-na-caatinga>. Acesso em: 27/01/2022

FERNANDES, Moabe Ferreira; Queiroz, Luciano Paganucci. **Vegetação e Flora da Caatinga.** Revista Ciência e Cultura, v. 70, n. 4. São Paulo, 2018.

FUNDAJ – Fundação Joaquim Nabuco. **Saiba quais são as características da Caatinga, 2019.** Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/conselho-nacional-da-reserva-da-biosfera-da-caatinga/9193-saiba-quais-sao-as-caracteristicas-da-caatinga>. Acesso em: 01 de jun de 2021.

INEMA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Jacaré: Enquadramento dos Corpos de Água das BHVJ.** Salvador, 2017. Disponível em: [http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ\\_PF04\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ_PF04_R00.pdf). Acesso em: 20/08/2021.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, 2016. **Total da precipitação mensal da estação climatológica convencional de Irecê.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inmet>. Acesso em:

JESUS, Mariana Silva; SILVA, Marinoé Gonzaga; TAVARES, Mayara dos Santos; SILVA, Luana Glesiane Oliveira da Costa; SANTOS, Renata Emília Melo; BRANDÃO, Telma Melo, COSTA, Ingrid Maria Novais Barros de Carvalho; AMORIM, Emanuele Oliveira Cerqueira. **Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 38039-38070, 2021.

LIMA, Letícia Fernanda. **Recuperação de Áreas Degradadas: Aplicação de Metodologias Socioambientais para o Controle de Erosão Linear em Propriedade Rural no Município de Estrela do Norte - SP.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente, 2018.

MELO, Danilo Heitor Caires Tinoco Bisneto. **Mapeamento da Vulnerabilidade de Aquíferos Cársticos: exemplos das bacias hidrográficas dos rios verde, jacaré e salitre, Bahia, Brasil.** Tese de doutorado da Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências. Salvador, 2017.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia**



**hidrográfica do Riacho dos Cavalos.** Crateús-CE. Revista Raega, Curitiba, v. 23, p. 520-533, set./dez. 2011.

MORAES, Ciro Dandolini; D'AQUINO, Carla de Abreu. **Avaliação de Impacto Ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias.** V Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul, 2016.

NASCIMENTO, S.S.; LIMA, E. R. V.; LIMA, P. P. S. **Uso do NDVI na análise temporal da degradação da Caatinga na Sub-bacia do Alto Paraíba.** Revista Okara, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 72-93, jan./jul. 2014

NERI, A. V. et al. **Espécies de cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro.** Paracatu-MG. Revista Árvore, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 907-918, jul./ago. 2011

PEREIRA, J. A. A.; BORÉM, R. A. T. **Análise e avaliação de impactos ambientais.** Lavras, MG: UFLA, 2007. 145 p.

RODRIGUES, Ana Beatriz Matos; GIULIATTI, Nathália Melo; JÚNIOR, Antônio Pereira. **Aplicação de metodologia de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros.** Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 1, p. 333-369, Jan./Fev. 2020.

SÁ, Gabriela Braga. **Avaliação dos impactos ambientais resultantes da gestão dosaneamento básico na cidade de Pombal - PB.** 2016. 106 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal -PB. 2016.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** Editora Oficina de textos, 2 ed. São Paulo, 2013.

SILVA, José Raliuson Inácio; SANTOS, Eduardo; SOUZA, Rodolfo; ANTONINO, Antônio Celso Dantas. **Efeito de diferentes usos do solo na erosão hídrica em região semiárida.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 27, n. 3, p. 272-283. Viçosa, 2019.

SILVA, Maria Sônia Lopes. **Estudos da Erosão.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Petrolina, 1995. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=133340&biblioteca=vazio&busca=133340&qFacets=133340&sort=&paginaAtual=1>. Acesso em: 15/08/2021.

SILVA, Wilson Tadeu Lopes da. **Saneamento Básico Rural.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ed. 1, 68 p. Brasília, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 20/12/2021

TAVARES, Gustavo dos Santos. **Análise da Estabilidade de Taludes da Voçoroca do Parque Cesamar, PALMAS – TO.** Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2019.