

JANSEN FERNANDO LOPES ROSA

**DIAGNÓSTICO DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS UTILIZADAS NA BACIA DO RIO CASTRO**

Jansen Fernando Lopes Rosa

**DIAGNÓSTICO DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS UTILIZADAS NA BACIA DO RIO CASTRO**

Dissertação/tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Recuperação Ambiental

Orientadora: Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo

Montes Claros  
2024

Rosa, Jansen Fernando Lopes.

R788d      Diagnóstico da eficácia das técnicas de recuperação de áreas degradadas utilizadas  
2025      na bacia do rio Castro [manuscrito] / Jansen Fernando Lopes Rosa. Montes Claros,  
2024.

34 il. : il.

Monografia (especialização) - Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo.

Banca examinadora: Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo, Marilda Teixeira Mendes, Letícia Renata de Carvalho.

Inclui referências: f. 32-34.

1. Bacias hidrográficas - Teses. 2. Erosão - Teses. 3. Impacto ambiental - Minas e mineração - Teses. I. Figueiredo, Maria Auxiliadora Pereira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 556.1

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG  
Rachel Bragança de Carvalho Mota / CRB-6/2838



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS

### FOLHA DE APROVAÇÃO

DIAGNÓSTICO DA EFICÁCIA DAS TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS UTILIZADAS NA BACIA DO RIO  
CASTRODE

JANSEN FERNANDO LOPES ROSA

Trabalho Final de Curso de Especialização (TFCE) submetido à Comissão de Avaliação designada pela Comissão de Coordenação do curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

**TFCE aprovado em doze de fevereiro de 2024 pela comissão de avaliação constituída pelos membros:**

Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo  
Orientadora - ICA/UFMG

Marilda Teixeira Mendes  
Avaliadora - ICA/UFMG

Letícia Renata de Carvalho  
Avaliadora - ICA/UFMG

Montes Claros, data da assinatura eletrônica.

Dalton Rocha Pereira  
Coordenador de Pós-graduação *Lato Sensu*



Documento assinado eletronicamente por **Dalton Rocha Pereira, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 16/02/2024, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3032692** e o código CRC **FD63E6E**.

A minha família, minha eterna gratidão.

*“A persistência é o menor caminho do êxito”.* (Charles Chaplin)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me conduzido até aqui. Aos meus pais por serem minha maior base nas escolhas da vida. Ao meu eterno avô Paulo Afonso, por sempre me incentivar nos meus estudos.

Ao ICA/ UFMG e todos os seus colaboradores pelo acolhimento e por viabilizar meu ingresso no curso de especialização.

A minha orientadora, Dra. Maria Auxiliadora, pelo amparo concedido para o desenvolvimento do meu trabalho.

Por fim, aos meus colegas de curso que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de estudos e sempre me apoiaram quando precisei.

## RESUMO

O Estado de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional em suas atividades de mineração e industrialização metalúrgica. Resulta em intervenções antrópica no meio ambiente e atividades mineradoras em geral, alteram o equilíbrio e geram consequências. O objetivo deste estudo foi identificar impactos ambientais e analisar as proposições preventivas a processos erosivos e degradação propondo técnicas adequadas de bioengenharia em áreas degradadas, por erosão, em locais que foram atingidos por intervenção antrópica pela adoção de canais de abastecimento hídrico, localizado e município de Barão de Cocais, Minas Gerais, que exerce atividades ligadas à agricultura, pecuária e silvicultura. Para a caracterização do estudo foi utilizado dados disponíveis dos relatórios ambientais da empresa CLAM Meio Ambiente, através de visitas técnicas executadas durante mês de fevereiro de 2022, foram analisadas as fragilidades do ambiente e as percepções das áreas avaliadas, em relação à qualidade de solo e água e propostas as técnicas de recuperação destas. Também foram realizadas amostragem para análise de parâmetros de qualidade das águas com coletas de dados in loco, considerando os padrões de qualidade de água definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

**Palavras-Chave:** recuperação de área degradada; assoreamento; intervenção ambiental.

## **ABSTRACT**

The state of Minas Gerais stands out nationally for its mining and metallurgical industrial activities. These activities result in anthropogenic interventions in the environment, disrupting its balance and causing various consequences. The objective of this study was to identify environmental impacts and analyze preventive measures against erosion processes and degradation by proposing appropriate bioengineering techniques for eroded areas affected by anthropogenic intervention. The study focused on water supply channels in the municipality of Barão de Cocais, Minas Gerais, which is involved in agriculture, livestock, and forestry activities. For the study's characterization, data from environmental reports by the company CLAM Meio Ambiente were used. Technical visits conducted in February 2022 analyzed environmental vulnerabilities and assessed the conditions of the areas in terms of soil and water quality, with corresponding recovery techniques proposed. Water quality parameters were also sampled and analyzed on site, in accordance with the standards defined in CONAMA Resolution No. 357/2005.

**Keywords:** recovery of degraded área; siltation; environmental intervention.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Identificação da Intervenção em Recursos Hídricos.....	16
Figura 2 - Variação das temperaturas média compensada, mínima e máxima ao longo do ano .....	20
Figura 3 - Variação da precipitação mensal acumulada e dos índices médios e umidade atmosférica.....	21
Figura 4 - Situação da leira na estrada de acesso. ....	24
Figura 5 - Sedimentos carregados para a nascente.....	24
Figura 6 - Situação da nascente, com presença de sedimentos. ....	24
Figura 7 - Procedimentos de monitoramento da qualidade da água. ....	24
Figura 8 - A seta indica onde será instalada o poço 02, e mostra o processo de ravina na estrada de acesso. ....	24
Figura 9 - Acesso poço 03, vista sentido baixo para cima.....	24
Figura 10 - Presença de ravina, acesso ao Poço 03.....	25
Figura 11 - Poço 03. ....	25
Figura 12- Sump Poço 03.....	25
Figura 13 - Extravasor Sump Poço 03. ....	25
Figura 14 - Vista da Lagoa 01.....	25
Figura 15 - Realização do procedimento de análise da água.....	25
Figura 16 - Vista da Lagoa 02.....	26
Figura 17- Fluxo D'água, descarga de fundo da lagoa 2.....	26
Figura 18 - Acesso captação COPASA.....	26
Figura 19 - Poço 01. ....	26
Figura 20 - Paliçada através da manta geotêxtil bidin, danificada. ....	26
Figura 21 - Leira danificada. ....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização pontos de coordenadas, local da intervenção.....	16
Tabela 2 - Dados climáticos para o município de Itabira-MG .....	19
Tabela 3 - Valores médios mensais para temperatura média, mínima e máxima, umidade relativa e precipitação mensal para Itabira-MG .....	19
Tabela 4 - Resultados do monitoramento de Qualidade da Água. Parâmetros Unidade Limite CONAMA 357/2005 Água Doce Classe II .....	22
Tabela 5 - Técnicas de RAD e seus benefícios conforme autoria/ano .....	30

---

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APP - Área de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

RSU - Deposição de resíduos sólidos urbanos



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
3.1 Vegetação.....	17
3.2 Clima.....	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
5. REFERÊNCIAS .....	34

---

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação da terra é um problema ambiental global que afeta o meio ambiente, pode danificar, de forma temporária ou permanente, mudando as características físicas, químicas e biológicas do solo (Kumar et al., 2022).

De acordo com Verdum, Vieira e Caneppele, (2016), a erosão é, naturalmente, o principal processo modelador das formas de relevo e fator contribuinte na formação dos solos agrícolas. A ação de desgaste da superfície consiste basicamente das fases de arrançamento/desagregação, transferência/transporte de material e sedimentação/deposição de partículas sólidas causadas por agentes erosivos externos, como água, vento e/ou gravidade. Outros fatores que podem aumentar o processo erosivo são: declividade, comprimento de rampa, erosividade da chuva, erodibilidade do solo, cobertura vegetal, uso e manejo do solo e aumento da rugosidade na superfície.

Ações como mineração, construção de estradas, represas e áreas industriais resultam em impacto imediato sobre o solo (Embrapa, 2002).

A falta de planejamento na ocupação de terras associada a práticas de manejo inadequadas, levam à degradação acelerada do solo e ao desmatamento de áreas impróprias à agricultura. Com isso, observa-se um declínio na produtividade dessas áreas, que acabam sendo abandonadas, com riscos de novas áreas serem ocupadas novamente de forma inadequada (Araújo et al., 2012).

No Brasil, estima-se que existe mais de 200 milhões de hectares as áreas degradadas, sendo 177 milhões de hectares de pastagens, dos quais 109,7 milhões apresentam limitação de moderada a severa. (CLIMAINFO, 2024).

O processo da revegetação de áreas degradadas vem se tornando cada vez mais necessária. Atualmente existem várias técnicas que permitem revegetar áreas degradadas. O primeiro passo para colocar em prática esse processo é classificar a área enquanto perturbada ou degradada, para depois decidir qual será a metodologia adotada. Sartori (2014) define “área degradada é a área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado”. Por sua vez, “área alterada ou perturbada é aquela que após o impacto ainda mantém meios de regeneração biótica, ou seja, possui capacidade de regeneração natural.

A recuperação de áreas degradadas pode ser definida como um processo de reversão dessas áreas em terras produtivas e autossustentáveis, de acordo com uma proposta preestabelecida de uso do solo (IBAMA, 2024). A revegetação de áreas degradadas evita a exposição do solo às intempéries, prevenindo processos erosivos e contribuindo para o aumento da biodiversidade e a estabilidade do solo. Em relação aos recursos hídricos, os impactos mais significativos resultam da proximidade e intervenção antrópica nas nascentes e da ausência de mata ciliar, o que altera parâmetros de qualidade da água, como os níveis de nitrogênio e fósforo, conforme observado por Garcia et al. (2018).

No estado de Minas Gerais, há muitas áreas com atividade de pecuária, sendo necessárias aplicações de técnicas que melhorem a conservação do solo da região afetada, como implantação de paliçadas, técnicas de nucleação, biomantas e hidrossemeadura de gramíneas e leguminosas nas áreas de solo exposto; drenagem na estrada de acesso, com direcionamento para sumps e dentre outras propostas, assim evitando o aparecimento de focos de erosão, colocando em risco a integridade física do local. Para isso, devem-se adotar técnicas preventivas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas e permitir que o espaço danificado consiga recuperar os recursos bióticos e abióticos necessários para manter-se em equilíbrio.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi identificar os impactos ambientais causados pela degradação antrópica e analisar as proposições preventivas aos processos erosivos e degradativos no município de Barão de Cocais- MG.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo está situada na zona rural da cidade de Barão dos Cocais no estado de Minas Gerais (Latitude: 19° 56' 13" Sul, Longitude: 43° 28' 20" Oeste). O local constitui-se em área rural onde são realizadas atividades ligadas à agricultura, pecuária e silvicultura. Estes locais sofreram intervenção antrópica devido à implantação de canais de abastecimento hídrico.

Utilizou-se de instrumentos padronizados como questionários e entrevistas, que conduzem a resultados caracterizados pela precisão. Assim, para a pesquisa explanatória realizou-se visita técnica *in loco* no dia 08/02/2022, para avaliar a situação local e verificar os impactos ambientais, procedentes das obras de abastecimento hídrico para o município. A fim de reunir a maioria das evidências

existente referente à qualidade da água, do solo e vegetação foram adotados registros fotográficos e procedeu-se a coleta da água nos pontos.

A busca de técnicas propostas à recuperação da área ocorreu em artigos científicos em mais de um banco de dados, e durante a seleção dos estudos foram avaliados os trabalhos e identificados conforme critérios de inclusão definido pelo pesquisador.

Para a caracterização do estudo, foi utilizado dados disponíveis de relatórios de monitoramento ambientais, diante de visitas técnicas executadas durante mês de fevereiro de 2022 e realizado amostragens para análise de parâmetros de qualidade das águas com coletas de dados in loco, considerando os padrões de qualidade de água definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Foram realizadas coletas de água bruta na propriedade, em diferentes pontos e realizadas análises físico-químicas para os parâmetros pH, temperatura, turbidez, Oxigênio dissolvido, Condutividade elétrica, Temperatura do Ar e Temperatura da Água.

Os artigos selecionados foram refinados com os filtros ano de publicação (2010-2023), contemplando o estado de Minas Gerais, áreas que sofreram intervenção antrópica, e sem restrição de idiomas. A estratégia de busca nas bases de dados considerou as seguintes palavras chaves: "*solo exposto*", "*voçoroca*", "*técnicas recuperação*", "*qualidade da água*", "*impacto*".

Foram levantadas informações no empreendimento e da necessidade de recuperação das áreas existentes, tais como condições atuais, localização, cobertura, presença de focos erosivos, relevo, tipos de solos, formas de exploração, presença ou não de vegetação.

Nas visitas técnicas nos pontos amostrados foram feitos o monitoramento físico-químico da qualidade da água coletadas nos seguintes pontos de monitoramento: Nascente Castro (Monit. 01) Lagoa 01 (Monit. 02) Descarga de fundo da lagoa (Monit. 03).

Os dados das amostragens de análise de água foram obtidos em fevereiro de 2022 e compiladas e reunidas na Tabela 2. Na respectiva tabela, as células na cor laranja destacam os valores que superaram os limites estabelecidos na legislação.

A partir dos dados coletados a análise e interpretação dos dados foram realizadas com a codificação, tabulação e análise descritiva dos dados até delinear sua interpretação.

Foram analisadas as fragilidades do ambiente e as percepções das áreas avaliadas, em relação à qualidade de solo e água e propostas as técnicas de recuperação destas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as coordenadas dos pontos de identificação via GPS dos oito pontos locais avaliados e na Figura 1, o mapa de identificação dos pontos em interesse.

Tabela 1 - Localização pontos de coordenadas, local da intervenção.

Ponto	Coordenadas UTM (Datum SIRGAS2000 Fuso 23S)		Descrição
	E	N	
<b>01</b>	656.214	7.794.809	Nascente Castro
<b>02</b>	656.329	7.794.764	Lagoa 01
<b>03</b>	656.466	7.794.739	Lagoa 02
<b>04</b>	656.530	7.794.765	Poço 01
<b>05</b>	656.115	7.794.829	Poço 02
<b>06</b>	655.953	7.794.686	Poço 03
<b>07</b>	656.495	7.794.662	Poço 04
<b>08</b>	656.496	7.794.746	Captação COPASA

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

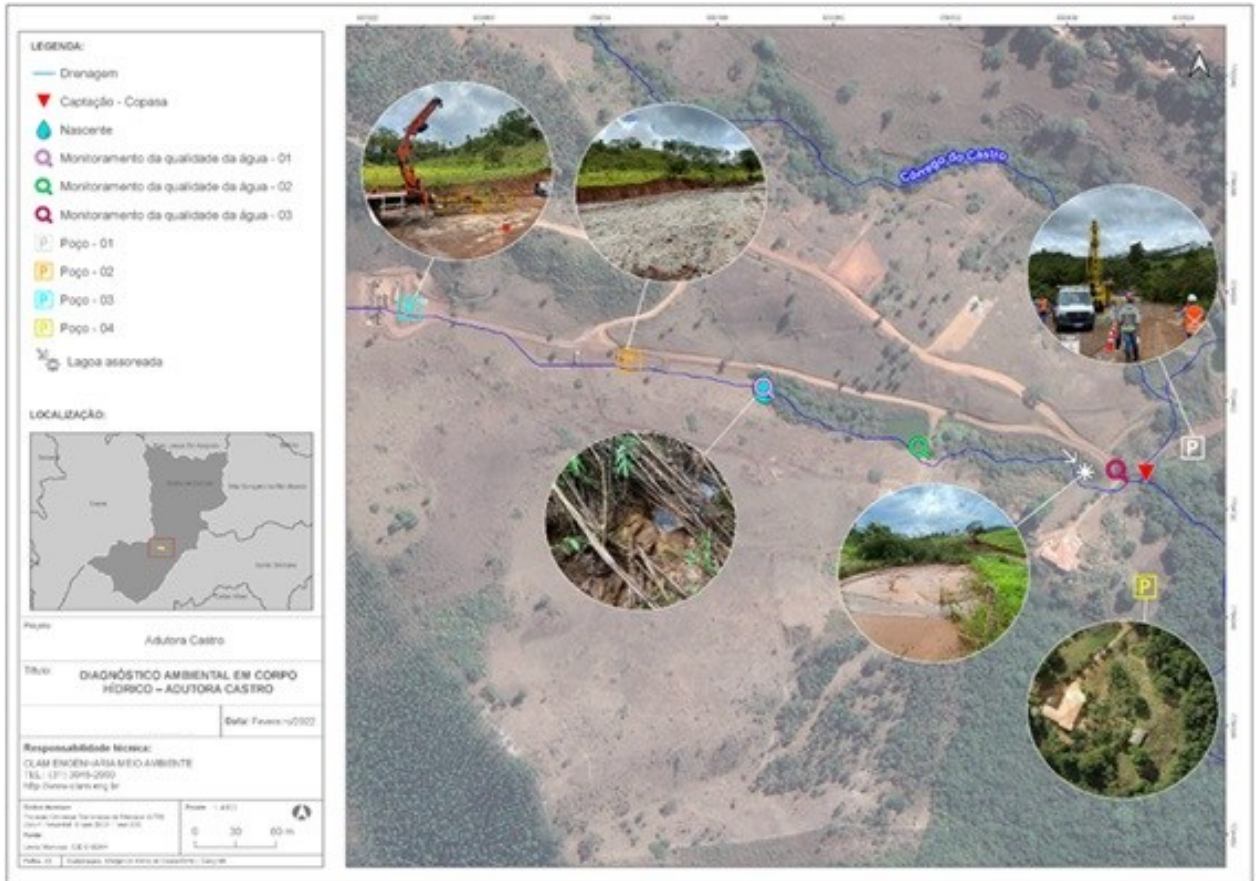


Figura 1 - Mapa de Identificação da Intervenção em Recursos Hídricos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Dos dados observados na caracterização da área de estudo foram realizadas considerações, a seguir, contendo uma descrição geral da área, sobre clima e vegetação.

### 3.1 Vegetação

Regionalmente, a área de estudo está inserida na porção sul da Cadeia do Espinhaço, no Quadrilátero Ferrífero (QF). A Cadeia do Espinhaço é considerada uma das regiões de maior diversidade florística da América do Sul (Harley, 1995), com mais de 30% de endemismo em sua flora (Giulietti et al., 1987). As formações florestais da cadeia do Espinhaço vêm sofrendo perturbações de forma mais evidente desde o ciclo da mineração no século XVII, no entanto, o quadro agravou-se a partir da década de 1940, com a adoção do corte raso de florestas nativas, visando à produção do carvão vegetal para as usinas siderúrgicas instaladas junto às reservas de minério de ferro.

Em um passado mais recente, a supressão da cobertura florestal nativa teve como causa principal a abertura dos campos de pastagens para a pecuária extensiva, devido a isso, atualmente as florestas remanescentes encontram-se fragmentadas, em diferentes estágios de regeneração e, em alguns casos, exploradas por meio da extração seletiva de madeira.

O Quadrilátero Ferrífero, por sua vez, é uma das mais importantes províncias minerais do mundo, contribuindo para que o Brasil seja o segundo maior produtor mundial de minério de ferro. Situa-se no centro-sudeste de Minas Gerais e ocupa cerca de 7.000 km<sup>2</sup> (Ruchkys, 2007), dos quais 14,2% são de formações ferríferas.

Atualmente, na região, existem mais de 50 minas a céu aberto em atividade (DNPM, 2006), resultando em alteração da paisagem, com impactos na biodiversidade local e regional (TEIXEIRA, 2002). As cangas (áreas sobre substrato ferroso) possuem uma variedade de tipologias fito fisionômicas que variam desde formações mais abertas até formações florestais e essa grande variedade de ambientes está diretamente relacionada à elevada diversidade biológica. Contudo, restam poucas áreas naturais em bom estado de conservação no QF e grande parte dessas áreas é de propriedade de empresas de mineração e encontram-se impactadas, causando a perda irreversível desta fitofisionomia (Jacobi et al., 2011).

### **3.2 Clima**

O Estado de Minas Gerais apresenta uma geografia peculiar, possuindo diferentes complexos topográficos como as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço e não faz fronteira com o oceano. Tais características influenciam diretamente o clima regional, pois a distância do oceano contribui para uma maior amplitude do ciclo diurno da temperatura do ar (Reboita et al., 2015).

As características mencionadas anteriormente, juntamente, com a posição latitudinal que influencia na quantidade de incidência solar que, por sua vez, cria boas condições à evaporação, compõem o conjunto de fatores estáticos, que são as condições geográficas de uma determinada região (Nimer, 1989). Ainda segundo este autor, além do conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de uma determinada região, também é preciso considerar as características atmosféricas, os fatores dinâmicos, para compreendê-lo e analisá-lo.

Para Cupolillo (2008), Minas Gerais se destaca por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática. A climatologia do estado se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical, e os sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada.

A área de estudo encontra-se localizada na importante província mineral do Quadrilátero Ferrífero, onde existe o predomínio do clima do tipo Cwa, caracterizado como temperado-quente, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco.

A definição do clima na área do projeto foi baseada na análise dos dados da estação climatológica Itabira (83590), localizada a uma distância aproximada de 2,5 km da área do projeto. Segundo os dados da referida estação climatológica, compreendendo os anos entre 1981-2010, a temperatura média do ar do mês mais quente é superior a 28,40°C, sendo este um dos fatores característicos do respectivo clima. As informações desta estação estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados climáticos para o município de Itabira-MG

Nome	Código	Município	Lat.	Long.	Operador	Alt.	Período de dados disponíveis
<b>Itabira</b>	83590	Itabira / MG	19° 37' S	43° 13' W	INMET	845,0 m	1981-2010

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 3 apresenta os valores mensurados para os seguintes parâmetros climatológicos: temperatura (média compensada, mínima e máxima), umidade relativa do ar e precipitação mensal acumulada.

Tabela 3 - Valores médios mensais para temperatura média, mínima e máxima, umidade relativa e precipitação mensal para Itabira-MG

Mês	Temperatura média compensada (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade Relativa do Ar (%)	Precipitação mensal acumulada (mm)
<b>Janeiro</b>	22,20	17,40	28,40	84,50	160,80

<b>Fevereiro</b>	<b>22,30</b>	<b>17,40</b>	<b>27,70</b>	<b>82,40</b>	<b>130,30</b>
<b>Março</b>	21,60	17,00	25,70	84,20	121,20
<b>Abril</b>	20,00	15,40	24,30	86,40	82,40
<b>Mai</b>	18,00	12,70	23,70	85,20	35,80
<b>Junho</b>	16,40	10,30	23,20	83,40	20,80
<b>Julho</b>	15,70	10,10	25,10	81,70	23,90
<b>Agosto</b>	17,00	10,60	25,90	79,40	19,40
<b>Setembro</b>	18,70	13,20	26,50	79,80	66,70
<b>Outubro</b>	20,30	15,60	26,60	81,80	137,20
<b>Novembro</b>	21,10	16,70	26,50	85,30	243,50
<b>Dezembro</b>	21,20	17,50	27,80	83,80	273,90
Média	<b>19,54*</b>	<b>14,49*</b>	<b>25,95*</b>	<b>83,16*</b>	<b>1315,90**</b>

\* Média anual; \*\* Precipitação média acumulada anual.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A estação meteorológica de Itabira registrou a temperatura média compensada anual de 19,54 °C, com os meses mais quentes apresentando temperatura máxima de 28,4 °C e a mínima ocorrendo no mês de julho (média de 10,1 °C). A Figura 2 mostra a variação das temperaturas (média compensada, mínima e máxima) ao longo do ano.

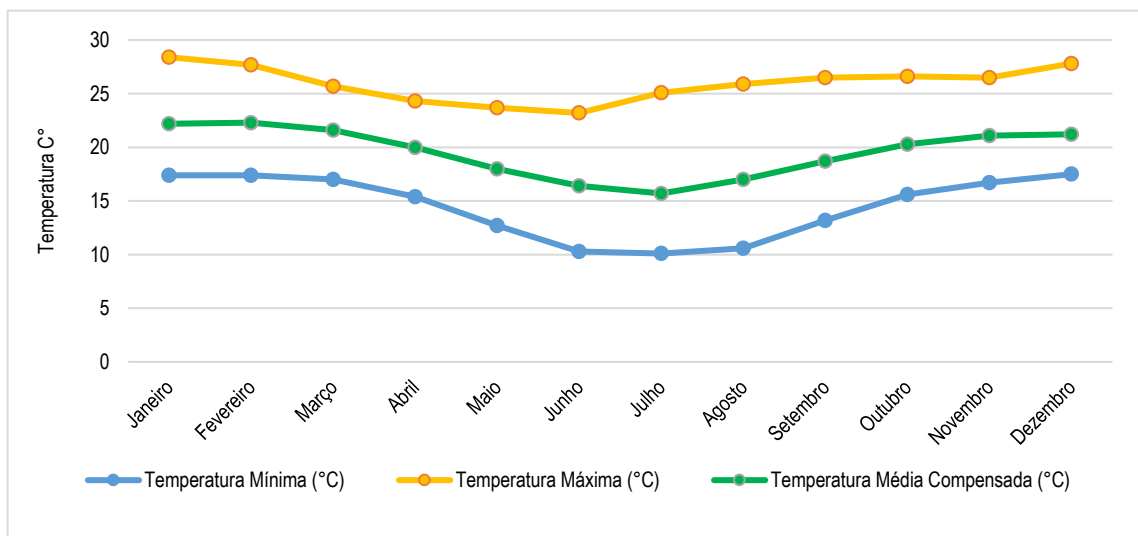


Figura 2 - Variação das temperaturas média compensada, mínima e máxima ao longo do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A precipitação acumulada anual é de 1.315,90 mm e o período de maior concentração de chuvas ocorre entre os meses de novembro a março. Com a média de 19,4 mm de precipitação acumulada, o mês de agosto se apresenta como o mais seco do ano, sendo o mês de dezembro o mais chuvoso, com média de 273,90 mm.

O índice médio anual da umidade relativa do ar é de 83,16 %, sendo que o mês de abril foi de 86,40 % com o maior índice e os meses de agosto e setembro apresentaram os menores índices.

A Figura 3 apresenta os valores de precipitação mensal acumulada em relação à variação da umidade relativa do ar ao longo do ano. Como pode ser observado, há um decréscimo da precipitação mensal acumulada e da umidade relativa do ar a partir de abril/maio, com retomada a partir do mês de setembro/outubro.

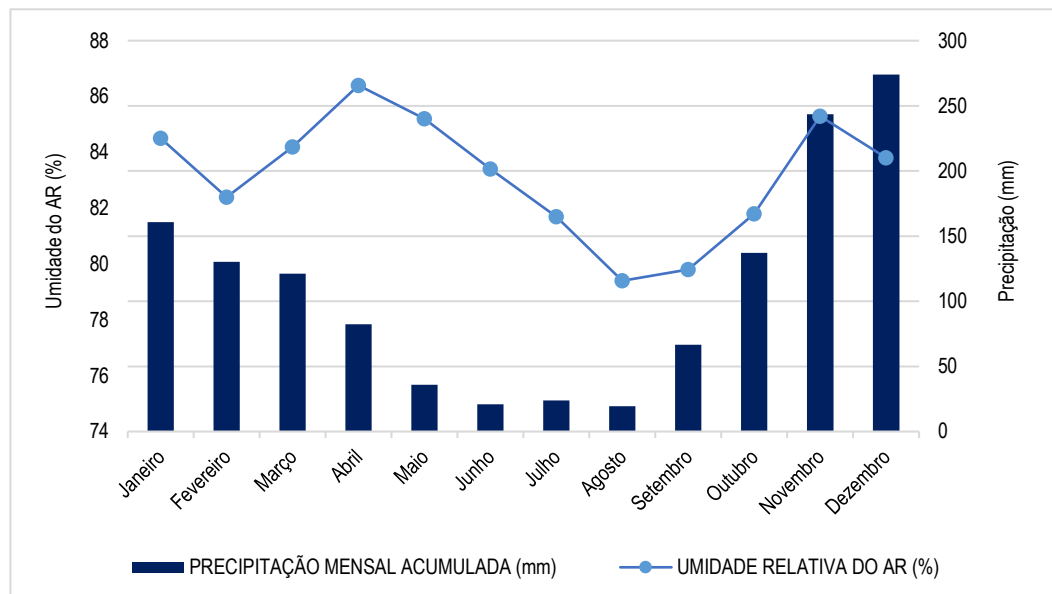


Figura 3 - Variação da prec. mensal acumulada dos índices médios e umidade atmosférica.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Realizou-se a análise de tendências das séries temporais por meio do teste não paramétrico de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), analisando os dias chuvosos e a precipitação total anual no período de 40 anos. Além disso, considerou-se a temperatura média mensal da região para o período estudado (2019-2020), para analisar a correlação entre a intensidade de precipitação e a temperatura.

Para os períodos em referência, foi possível verificar uma maior variação de precipitação acumulada no início de janeiro de 2021 e um aumento gradativo de

precipitação em outubro/2020, comparado à série histórica estudada com base nos dados do INMET, (10/03/2021).

No Brasil a água é a que causa os maiores prejuízos e o processo tende a se acelerar, à medida que mais terras são desmatadas para a exploração da madeira e/ou para a produção agrícola (Silva Neto, 2022).

Foi observado nos registros fotográficos (Anexo I) de todos os procedimentos da amostragem e ensaios de campo, bem como de eventuais condições adversas que possam afetar as atividades. Destarte, as principais causas da erosão foram às chuvas (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica).

O processo de erosão hídrica pode ser separado em três etapas: desagregação, transporte e deposição. Inicialmente ocorre a desagregação de solo pelo impacto da gota da chuva ou pelo escoamento superficial da água. As partículas desagregadas ainda serão transportadas pelas enxurradas, com a posterior sedimentação do material em suspensão num ponto de cota mais baixa no terreno. Segundo Denardin (2005), as chuvas diferem quanto à capacidade de provocar erosão. Quanto maior sua intensidade, maior o diâmetro médio da gota e maior a energia erosiva.

As causas que levam à erosão por voçorocamento, Oliveira (1999, p. 60) afirma que o ravinamento e o voçorocamento são causados por diversos fatores que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais. Todos derivam de rotas tomadas pelos fluxos de água, que podem ocorrer superficialmente ou subsuperficialmente.

Na tabela 2 foram dispostos os resultados do monitoramento físico-químico da qualidade da água coletadas nos pontos de monitoramento: Nascente Castro (Monit. 01); Lagoa 01 (Monit. 02); Descarga de fundo da lagoa (Monit. 03).

Tabela 4 - Resultados do monitoramento de Qualidade da Água. Parâmetros Unidade Limite CONAMA 357/2005 Água Doce Classe II

Parâmetros	Unidade	Limite CONAMA 357/2005 Água Doce Classe II	Pontos de Monitoramento		
			Nascente Castro (Monit.01)	Lagoa 1 (Monit.02)	Descarga de fundo lagoa (Monit.03)
<b>Turbidez</b>	NTU	100	3,68	0,49	106
<b>pH</b>	-	6 a 9	5,15	6,31	6,56
<b>Temp. Água</b>	°C	-	22,47	23,35	29,94
<b>Temp. Ar</b>	°C	-	25	27	28
<b>Condutividade elétrica</b>	(µS/cm)	-	9	36	50

<b>Oxigênio dissolvido</b>	<b>Mg O<sub>2</sub>/L</b>	<b>&gt;5</b>	<b>6,3</b>	<b>3,7</b>	<b>9,32</b>
--------------------------------	-------------------------------	--------------	------------	------------	-------------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Verifica-se que os resultados apresentados para a turbidez, pH, e oxigênio dissolvido apresentaram um parâmetro que extrapolou os limites estabelecido pela CONAMA 357/2005. No caso do ponto Monitoramento 01 o parâmetro pH ficou abaixo dos limites esperados pela legislação.

Já o ponto Monitoramento 2 apresentou valores abaixo do estabelecido pela legislação no parâmetro de Oxigênio Dissolvido;

Enquanto, o ponto Monitoramento 03 não apresentou resultado satisfatório no parâmetro Turbidez. Houve variação na turbidez com média apresentada de 106 NTU bem acima da referência de Máximo, provavelmente o que altera a cor da água acentuada observada.

O monitoramento da qualidade da água para identificar o nível da degradação do corpo hídrico ao longo do tempo, por meio da análise de parâmetros que podem ser de natureza física, química ou biológica, é fundamental nos programas de pagamento por serviços ambientais, pois auxilia na identificação dos impactos positivos gerados aos recursos hídricos, em função das práticas conservacionistas adotadas na bacia hidrográfica, mostrando o quão efetivas estão sendo as intervenções (Fiore et al., 2017).

Abaixo são apresentados a galeria de fotos evidenciando as intervenções e registros de atividades locais (figura 4 a figura 21).



**Figura 4 - Situação da leira na estrada de acesso.**



**Figura 5 - Sedimentos carregados para a nascente.**



**Figura 6 - Situação da nascente, com presença de sedimentos.**



**Figura 7 - Procedimentos de monitoramento da qualidade da água.**



**Figura 8 - A seta indica onde será instalada o poço 02, e mostra o processo de ravina na estrada de acesso.**



**Figura 9 - Acesso poço 03, vista sentido baixo para cima.**



**Figura 10 - Presença de ravina, acesso ao Poço 03.**



**Figura 11 - Poço 03.**



**Figura 12- Sump Poço 03.**



**Figura 13 - Extravasor Sump Poço 03.**



**Figura 14 - Vista da Lagoa 01.**



**Figura 15 - Realização do procedimento de análise da água.**



**Figura 16 - Vista da Lagoa 02.**



**Figura 17- Fluxo D'água, descarga de fundo da lagoa 2.**



**Figura 18 - Acesso captação COPASA.**



**Figura 19 - Poço 01.**



**Figura 20 - Paliçada através da manta geotêxtil bidin, danificada.**



**Figura 21 - Leira danificada.**

O ponto de nascente (Nascente Castro) é fonte tributária das lagoas 01 e 02, localizados na Fazenda Castro. Em campo, foram realizadas inspeções e análises de água na nascente e nos pontos de descarga de fundo das respectivas lagoas.

Devido à abertura de acesso para o poço 02 e instalação do poço 03, foi observado que houve rompimento na leira de acesso da estrada, devido às chuvas do período, o que conseqüentemente ocasionou expressiva erosão nos solos expostos, havendo carreamento de sedimentos para a nascente e lagoas a jusante, causando o assoreamento do corpo hídrico.

No trabalho de Garcia et al. (2018) nascentes da bacia do Ribeirão das Pedras estarem inseridas dentro de centros urbanos e sofrerem constantemente com a pressão antrópica, a qualidade de água das mesmas mostrou-se boa, relevando assim a possibilidade de uso para abastecimento após o devido trabalho.

Os impactos mais significantes são decorrentes da aproximação e intervenção antrópica nas mesmas e ausência da mata ciliar, acarretando em alterações nos parâmetros do IQA, tais como teor de nitrogênio e fósforo. As nascentes que se apresentaram mais degradadas são as nascentes P01 e P05, onde a intervenção antrópica é maior.

Em contrapartida, as nascentes que apresentaram melhores resultados tanto na avaliação de impacto quanto no IQA foram às nascentes 8A e 8B por estarem inseridas dentro de uma área de preservação ambiental e com intervenção antrópica mínima (Mata de Santa Genebra).

Em avaliação aos pontos monitorados, foram observadas também que, as contenções através de leiras e manta geossintética bidim, não foram o suficiente para conter todos os sedimentos para transição a jusante do corpo hídrico. Nota-se também, que a saída de água do Sump nas adjacências do poço 03, não foi instalada de forma correta, fato este que, intensificou a degradação ambiental ocasionando o processo de ravina. como apresentadas as fotos da situação local, das lagoas, acesso para o poço 01 e captação COPASA.

No trecho percorrido foram apresentadas e constatadas as erosões ocasionadas devido às obras. A Lagoa 02 foi totalmente coberta pelos sedimentos carreados pelas chuvas, o que conseqüentemente foram carreados para a jusante, no local do ponto de captação da COPASA. Alguns pontos de atenção observados em campo no entorno da lagoa, tais como: corpo hídrico: locais de livre acesso do gado, pastagem degradada, áreas desnudas e processos erosivos, pois contribuem para o assoreamento da lagoa.

Nas figuras 18 e 19 foram registradas algumas imagens de contenção que não se tornaram eficientes durante o período de obra e atual. Ressalta que a técnica Paliçada através da manta geotêxtil bidin está danificada e a Leira também danificada.

Costa et al. (2011) evidenciaram que a implantação das paliçadas de *Bambusa Gracilis* ocorreu uma diminuição das dimensões das erosões, tanto na largura, como no comprimento e espessura. As paliçadas também proporcionaram um menor movimento de solo na área, de até 75%, em relação ao controle e formou-se uma barreira física que impediu que o solo fosse carregado pelo escoamento superficial.

Por se tratar de uma intervenção em recursos hídricos, avaliando o local do presente estudo amplamente verifica-se que a ação antrópica impactou negativamente sobre o regime hidrossedimentológico do afluente, localizado na margem direita do Córrego do Castro, aumentando o aporte de sedimentos nas águas, e intensificou a deflagração de processos erosivos.

Como avaliado, para a realização das obras de perfuração dos poços, houve - se a necessidade de abertura de acessos, trânsito de maquinários pesados, o que consequentemente contribuiu negativamente para a degradação local.

Atividades como, supressão de vegetação, também foi realizada no local, portanto, áreas antropizadas, de pastagem, plantação convencional e outros usos não conservacionistas, comumente acarretam maior produção de sedimentos, consequência de uma maior voracidade dos processos erosivos, resultando no assoreamento acelerado do corpo hídrico.

Na área, foi verificado que as contenções através de leiras e manta geossintética Bidim, não foram o suficiente para que os sedimentos fossem carreados. Portanto, apesar da foz do curso d'água deter grande quantidade de vegetação típica da região, é o que costumam segurar parte dos detritos carreados, é necessário intensificar mais, na proteção e contenção local, fazendo com que a degradação continue evoluindo.

Além do supracitado, a obra intervém diretamente em área de preservação permanente (APP), contribuindo mais ainda com o assoreamento do corpo hídrico, já que o solo nesses locais se apresenta, agora, exposto. Esse cenário é propício ao desencadeamento de processos erosivos e propiciam mais assoreamento do corpo hídrico.

Diante disso, fazem-se necessárias medidas corretivas imediatas, mesmo que paliativas, para contenção dos processos erosivos e culminando no assoreamento na lagoa e curso d'água.

Restaurar uma área é reproduzi-la em condições exatas ao local, tal como era antes de ser alterada. Já a recuperação designa dotar a área alterada de condições ambientais próximas àquelas anteriores a degradação. A recuperação de áreas degradadas pode ser definida como um processo de reversão dessas áreas em terras produtivas e autossustentáveis, de acordo com uma proposta preestabelecida de uso do solo (IBAMA, 2024), podendo chegar ao nível de uma recuperação de processos biológicos - sendo assim chamada "reabilitação", ou mesmo aproximar-se muito da estrutura ecológica original - "restauração", é o que se propõe neste estudo.

Os processos naturais, como formação dos solos, lixiviação, erosão, deslizamentos, modificação do regime hidrológico e da cobertura vegetal, entre outros, ocorrem nos ambientes naturais, mesmo sem a intervenção humana.

A Bacia Experimental em que situa o Córrego Castro apresenta maior ocupação nas classes de formação Mata Atlântica, Cerrado e Pastagem.

A revegetação é importante, pois contribui para o equilíbrio térmico da água, reduzindo os extremos de temperatura e mantendo a oxigenação do meio aquático. Promove, ainda, a absorção de nutrientes pelas árvores, arbustos e plantas herbáceas evitando a lixiviação excessiva dos sais minerais do solo para o rio. No entanto, quando o homem desmata, planta, constrói, transformando o ambiente, esses processos ditos naturais, ocorre com maior intensidade, e nesse caso, as consequências para a sociedade são quase sempre desastrosas (Cunha & Guerra, 2003).

Para um adequado plano de ações com objetivo de controle desses processos de degradação que já ocorre de forma natural, mas que está sendo acelerado por ações antrópica foi sugerido medidas segundo Silva Neto (2022) como a utilização de práticas conservacionistas, dentre elas: a utilização de cobertura morta em plantações, para evitar os processos de erosão do solo causados pelas ações naturais.

Além disso, também se faz necessário a manutenção das matas ciliares no entorno das nascentes a serem recuperadas. E ainda, algumas medidas e técnicas para minimizar os impactos ambientais apontados neste presente estudo foram elucidadas na Tabela 5, e dispostos seus

benefícios aos serem adotadas para a recuperação de áreas degradadas, conforme o autor, ano de publicação.

Tabela 5 - Técnicas de RAD e seus benefícios conforme autoria/ano

Autor/ano	Técnica RAD	Local adotado	Benefícios
<b>Moreira et al. (2018), Moreira et al.(2022), Calil et al. (2016), Iwata et al. (2012), Martinkoski et al. (2017), Stieven et al. (2014), Souza et al. (2012).</b>	Sistemas Silvipastoris.	Minas Gerais Mato Grosso Piauí	Possibilitam a agregação da sustentabilidade e produtividade. otimização das interações biológicas e efeitos sinérgicos entre árvores e cultivos agrícolas e/ou criação de animais. <hr/> Aumento de estoque de carbono no solo. <hr/> Melhorias nos atributos químicos, físicas, biológicos e na matéria orgânica do solo oriundas de efeitos sinérgicos.
<b>Fiori et al. (2017)</b>	Monitoramento da qualidade de água.	Microbacia do Ribeirão das Couves, em São José dos Campos, São Paulo	Monitoramento da qualidade das águas em bacias contempladas programas de Pagamento por Serviços Ambientais, apontou os indicadores de qualidade das águas adotados nos projetos que são semelhantes aos que integram o Índice de Qualidades de Águas (IQA) e que também estão contemplados pelo ordenamento jurídico brasileiro avaliam para garantir o uso seguro das águas superficiais.
<b>Oliveira et al.(2022)</b>	Implantação imediata de biomantas e hidrossemeadura de gramíneas e leguminosas nas áreas de solo exposto.	Solos Rondonienses voltados para a agricultura	Tecnologias podem tornar custo de produção mais baixo, diminuindo gastos com agrotóxicos e fertilizantes, devido suas diversas vantagens no campo, principalmente a recuperação de fertilidade e repelência de pragas agrícolas.
<b>Costa et al. (2011)</b>	Implantação de caniçadas vivas ou método de paliçadas;	Região Sudeste do estado de Goiás, na cidade de Urutaí.	O método de paliçadas vivas, conhecido também como caniçadas ou live fascines, ocorreu uma diminuição das dimensões das erosões, tanto na largura, como no comprimento e espessura, formou-se uma barreira física que impediu que o solo fosse carregado pelo escoamento superficial.

<b>Gontijo (2018)</b>	<b>Manutenção nas leiras na estrada de acesso;</b>	<b>Praia de rejeitos de barragem</b>	<b>O controle da drenagem sobre o barramento é importante, especialmente em épocas de chuva e regiões com elevados índices pluviométricos. A erosão hídrica pode progredir rapidamente. A construção de leiras de proteção gera contenção dos fluxos e escoamento para os locais específicos de drenagem da barragem., que se configura em um fator de segurança para veículos.</b>
<b>Salvador (2012)</b>	Implantação de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD	de Garopaba	Para a elaboração de um PRAD, algumas etapas foram necessárias. Caracterização regional e local, caracterização da área degradada, detalhamento dos pontos críticos, são etapas fundamentais que juntas contemplam um PRAD. A forma de realização e montagem de um PRAD foi estabelecida na INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 04, DE 13- 04-2011.
<b>Silva Neto et al.(2022), Albuquerque et al.(2020)</b>	Uso do sensoriamento remoto para identificar áreas susceptíveis à degradação do solo	de Regiões semiáridas do Norte do Brasil	Áreas com baixos índices de vegetação foram identificadas, podendo indicar a ocorrência de solos em estágio de degradação, requerendo a aplicação de práticas conservacionistas, como uso de cobertura morta em plantações e a manutenção das matas ciliares entorno das nascentes a serem recuperadas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Segundo Araújo et al. (2012) já diziam que a recuperação destas áreas degradadas deve ser fundamentada em três preocupações principais:

**1)** Estabelecer as ações de recuperação, sempre atentando para o potencial de auto-recuperação ainda existente nas próprias áreas degradadas, ou que possam ser fornecidas pelos ecossistemas do entorno, aspectos definidos pelo histórico de degradação da área e pelas características do local.

**2)** Devem resultar na formação da cobertura vegetal recompondo uma área com elevada diversidade florestal, garantindo assim a perpetuação dessas iniciativas e, portanto, a restauração da diversidade local.

**3)** Todas as ações devem ser planejadas de forma a se constituir numa recuperação espontânea após o enriquecimento da área, incorporando o componente

ambiental na estrutura de decisão desse empreendimento, inibindo assim que outras ações de degradação venham a ressurgir (Araújo et al., 2012).

Salvador (2012) ressalta que com a aprovação da lei 12.305/10, que institui a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), entra em vigor um novo termo: Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Planos de recuperação são importantes instrumentos da gestão ambiental para vários tipos de atividades antrópicas, sobretudo aquelas que envolvem desmatamentos, terraplenagem, exploração jazidas de empréstimos, bota-foras e deposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) diretamente no solo.

Já o IBAMA (2024), na instrução normativa nº 4, trata um plano de recuperação como uma restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original.

Cabe ressaltar a responsabilidade antrópica dos gestores de empreendimentos em seguir, adequadamente, as normas técnicas e estarem atualizados das medidas mitigatórias para aplicá-las corretamente.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As melhorias e ações de recuperações de áreas degradadas devem ser repensadas, com adoção de técnicas que adéquam com estudo prévio das condições edafoclimáticas do local.

Nas áreas avaliadas, foi possível verificar que houve contribuição negativa para degradação ambiental advinda de intervenção antrópica das obras de perfuração dos poços, abertura de acessos, trânsito de maquinários pesados, além de supressão de vegetação no local, portanto, áreas antropizadas, de pastagem, plantação convencional e outros usos não conservacionistas, comumente acarretam maior produção de sedimentos, consequência de uma maior voracidade dos processos erosivos, resultando no assoreamento acelerado do corpo hídrico.

Em futuros estudos, sugere-se atentar aos riscos ambientais em função das obras de intervenção humana, e adotar as normas de segurança concentração ou intensidade e tempo de exposição nas atividades.

Com base nos dados coletados e observados no local de estudo, foi relatado uma descrição geral da situação local, e avaliado a intervenção gerando impactos ambientais, sobretudo, na nascente e lagoa 02.

A qualidade da água e mitigar os impactos gerados no local recomendam-se a adoção imediata de ações que visem mitigar o carreamento de material, recuperar a APP como descritas acima. As alterações na turbidez, pH, e oxigênio dissolvido apresentaram valores que extrapolaram os limites estabelecido pela CONAMA 357/2005. O monitoramento da qualidade da água para identificar o nível da degradação do corpo hídrico ao longo do tempo, por meio da análise de é fundamental nos programas de pagamento por serviços ambientais.

Além das técnicas propostas, sugeridas neste estudo, para recuperação de áreas degradadas ressalta-se a necessidade de elaboração de um Programa Permanente de Educação Ambiental com contínuo acompanhamento da população priorizando o desenvolvimento sustentável, a fim de mitigar os impactos já verificados e atenuá-los.

## 5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Gustavo; ALMEIDA, Josimar; GUERRA, Antonio. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

**CLIMAINFO**. Quase 30 milhões de hectares de pastagens degradadas no Brasil podem ser convertidas em áreas agrícolas. 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/02/19/quase-30-milhoes-de-hectares-de-pastagens-degradadas-no-brasil-podem-ser-convertidas-em-areas-agricolas>. Acesso em: 15 dez. 2024.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL. Megadiversidade – Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridades de conservação. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 1-276, dez. 2008.

COSTA, J. M.da; QUEIROZ, S. É. E.; FERNANDES, R. L.R.; SILVA, L. V. da; SILVA, M. Q. da Paliçadas Vivas: Uma alternativa para recuperação de áreas degradadas por erosão. **Enciclopédia Biosfera**, vol.7, N.13; p. 1259-1266, 2011.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUPOLILLO, F., ABREU, M. L., VIANELLO, R. L. Climatologia da bacia do rio Doce e sua relação com a topografia local. **Revista Geografias**, v. 1, p. 45-60, 2008.

DENARDIN, J. E. et al. **Manejo de enxurrada em sistema plantio direto**. Porto Alegre: Fórum Estadual de Solo e Água, 2005.

**EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologia de recuperação de áreas degradadas**. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/tecnologia-de-recuperacao-de-areas-degradadasexportada#:~:text=A%C3%A7%C3%B5es%20como%20minera%C3%A7%C3%A3o%20constru%C3%A7%C3%A3o%20de,permitir%20o%20estabelecimento%20da%20vegeta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 12 dez. 2024.

FIGLIOTTI, F.A.; BARDINI, V.S.S.; NOVAES, R.C. Monitoramento da qualidade de águas em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso no município de São José dos Campos/SP. **EngSanitAmbient**, v.22, n.6, p. 1141-1150, 2017.

GARCIA, A. P. et al. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, p. 228-254, 2018.

GIULIETTI, A. M. et al. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caract

erização e Lista das Espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, p. 1-151, 1987.

HARLEY, R. M. Introdução. In: STANNARD, B. L. (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina – Bahia, Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1995.

**INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Normais climatológicas do Brasil 1981–2010. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 19 mar. 2022.

**INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139412>. Acesso em: 30 dez. 2024.

JACOBI, C.M.; CARMO, F.F.; CAMPOS, I.C. Soaring Extinction Threats to Endemic Plants in Brazilian Metal-Rich Regions. **AMBIO**, v. 40, p. 540-543, 2011.

KUMAR, R.; KUMAR, A.; SAIKIA, P. Deforestation and forests degradation impacts on the environment. In: SINGH, V. P.; YADAV, S.; YADAV, K. K.; YADAVA, R. N. (ed.). **Environmental degradation: challenges and strategies for mitigation**. Cham: Springer, 2022. (Water Science and Technology Library, v. 104).

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.

REBOITA, M. S et al. Aspectos climáticos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 206-226, 2015.

Ruchkys, Ú. A. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO**. 2007. 211 f. Tese (Doutorado em Geologia) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

Sartori, R. A. Guia prático para elaboração de projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD) em APP. In: **Programa de Qualificação e Gestão Ambiental**, Nota Técnica n. 01/2014, Rio de Janeiro, 2014, p. 1-6.

SILVA NETO, M. A. et al. Parâmetros biofísicos como instrumento analítico de degradação do solo em bacia experimental do semiárido pernambucano. **Agrometeoros**, v.30, e026989, 2022.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS-FILHO, J. P. Fatores edáficos ea colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 25-33, 2002.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.