

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ICIAG
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

RAYANNE MAYARA NUNES DE RESENDE

**Degradação Ambiental no Município de Araguari - MG: acompanhamento para
minimização.**

**Uberlândia
2025**

RAYANNE MAYARA NUNES DE RESENDE

Degradação Ambiental no Município de Araguari - MG: acompanhamento para minimização.

Projeto de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Graduada em Engenharia Ambiental, pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Orientador: Prof. Dr.: José Geraldo Mageste da Silva

**Uberlândia
2025**

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas continua a representar um desafio significativo para o Brasil, mesmo após inúmeros estudos já desenvolvidos e registrados. Essa recuperação inicia com o planejamento através de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), o qual pode ser exigido e registrado nos órgãos de fiscalização ou não. A eficácia do (PRAD) está diretamente relacionada à sua qualidade técnica, a qual, por sua vez, reflete os cuidados dedicados à sua concepção. O estudo de caso em Araguari evidencia que a degradação do solo, especialmente por erosão hídrica, associada à expansão urbana, impermeabilização do solo e à falta de infraestrutura de drenagem urbana adequada contribuiu para o agravamento do processo erosivo. A área em questão, localizada no município de Araguari, mais precisamente, adjacente à estrada de ferro no entorno do município, tem sido alvo de intervenções com a finalidade de minimizar os impactos ambientais negativos causados principalmente pelo fluxo escoamento superficial de águas pluviais, advinda de bairros relativamente novos, sendo ocupados nas últimas décadas.

Palavras chaves: degradação ambiental, erosão hídrica, expansão urbana voçoroca, impactos ambientais, plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD).

ABSTRACT

The recovery of degraded areas continues to represent a significant challenge for Brazil, despite numerous studies already developed and documented. This recovery begins with planning through a Degraded Area Recovery Plan (PRAD), which may or may not be required and registered with regulatory agencies. The effectiveness of the PRAD is directly related to its technical quality, which, in turn, reflects the care dedicated to its conceived. The case study in Araguari demonstrates that soil degradation, particularly due to water erosion, combined with urban expansion, soil sealing, and lack of adequate urban drainage infrastructure, has contributed to the worsening of the erosive process. The area in question, located in the municipality of Araguari, specifically adjacent to the railway surrounding the city, has been subject to interventions aimed at minimizing negative environmental impacts, which are primarily caused by the surface runoff of rainwater from relatively new neighborhoods that have been occupied in recent decades.

Palabras clave: environmental degradation, water erosion, urban expansion, gully, environmental impactos, degraded area recovery plan (PRAD).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	5
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
2.1. Identificação da área degradada	9
2.2. Origem da degradação da área em estudo	10
2.3. Descrição da atividade causadora do impacto	11
2.4. Impactos ambientais presentes	18
3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL E LOCAL DA ÁREA DEGRADADA	19
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA A SER RECUPERADA.....	25
4.1 Situação original/ Situação atual.....	25
4.1.1 Relevô.....	29
4.1.2 Solo.....	30
4.1.3 Hidrografia	30
4.1.4 Cobertura Vegetal	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1. Da Implantação.....	34
5.2. Isolamento da área	35
5.3. Plantio de mudas.....	35
5.4. Controle de formigas cortadeiras.....	37
5.5. Dispersar a força de destruição da água pluvial	37
6. SUGESTÃO DE AÇÕES PARA UM PRAD.....	41
7. DO MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO.....	42
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
9. REFERÊNCIAS.....	45

FIGURAS

Figura 1- Imagem aérea da área degradada (voçoroca) no Município de Araguari -MG.	10
Figura 2 - Imagem aérea da área degrada (voçoroca) recuperada por meio de obra de engenharia, no Município de Araguari -MG.	10
Figura 3 - Município de Araguari em expansão urbana.	12
Figura 4 - Evolução dos bairros no ano de 2025 no Município de Araguari.....	12
Figura 5 - Início do processo erosivo a jusante a via férrea, no município de Araguari -MG.	13
Figura 6 - Agravamento do processo erosivo na lateral da escada de dissipação de água pluvial, no município de Araguari -MG.	14
Figura 7 - Evolução do processo erosivo na lateral da escada de dissipação de água pluvial, no município de Araguari -MG.	15
Figura 8 - Formação da voçoroca no bairro Millenium no município de Araguari -MG.....	16
Figura 9 - Obra emergencial para restabelecimento da via férrea e a construção da estrutura hidráulica de água pluvial, localizada no bairro Millenium no município de Araguari -MG.	17
Figura 10 - Realização da construção da escada de dissipação de água pluvial e reconformação dos taludes, no bairro Millenium no município de Araguari -MG.	18
Figura 11 - Imagem de drone da aérea a jusante a via férrea, com à presença da vegetação rasteira e porte grande ao longo da escada de dissipação de energia.	25
Figura 12 - Vista do drone da área à jusante a via férrea, com o desprendimento de solo, no arraste da vegetação e a queda da rampa da escada de dissipação de energia.....	26
Figura 13 - Imagem da área parcial recuperada do ponto de vista físico-estrutural, com a escada de dissipação de energia de água pluvial.	27
Figura 14 - Vista parcial do outro lado do talude artificial.....	27
Figura 15 - Desprendimento do solo na canaleta de água pluvial e consequentemente o carreamento dos sedimentos para o leito do Córrego Desamparo.....	28
Figura 16 - Barranco exposto, devido ao fluxo de água pluvial das canaletas e a falta de vegetação arbórea.	29
Figura 17 - Sugestão de distribuição das áreas que serão realizadas o plantio.	35
Figura 18 - Parte superior da escada de dissipação de energia, localizada abaixo da via férrea.	38
Figura 19 - Proposta para a execução do projeto de “rampa dentada”, tendo como referência do projeto: Parque Municipal Santa Luzia, localizado no município de Uberlândia..	39

Figura 20 - Vista do local a ser colocado mais pedras, auxiliando na dissipação de energia e consequentemente diminuir o impacto da água no solo.	40
--	----

TABELAS

Tabela 1 - Algumas espécies da flora características do bioma Cerrado e Mata Atlântica.	21
Tabela 2 - Algumas espécies da fauna características da Mata Atlântica.	22
Tabela 3 - Árvores identificadas antes da área degradada.	31
Tabela 4 - Espécies de plantio.	36

1. INTRODUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O solo é um recurso natural extremamente dinâmico, estudado há centenas de anos e compreender a sua capacidade de suprir as necessidades da sobrevivência dos ecossistemas e das atividades humanas, uma vez que a sua degradação pode suceder em pouquíssimo tempo, principalmente através de práticas indevidas de seu uso que não competem as suas atribuições específicas (MARTINS e FERNANDES, 2017).

O termo degradação é comumente vinculado aos impactos ambientais negativos ou desfavoráveis ao meio ambiente, resultantes predominantemente de atividades antrópicas. No entanto, a definição de degradação pode apresentar diversas variações (TAVARES, et al. 2008).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10703, a degradação do solo se remete a *“alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”*.

Enquanto o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração do IBAMA, define que *“a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico”*.

Dentre as formas de degradação do solo encontra-se a erosão, que pode suceder a partir dos processos naturais ao longo do tempo geológico e ser acelerada pela atividade humana através das falhas praticadas, como a desflorestação. A degradação ocorre notadamente através de dois agentes: água (erosão hídrica) e o vento (erosão eólica) (MARTINS e FERNANDES, 2017).

A erosão hídrica, nesta perspectiva, ocorre pela ação do impacto das gotas de chuva no solo, em concomitância com o escoamento superficial da água e declividade do terreno, carreando nutrientes, matéria orgânica e agrotóxicos para lugares com declives (BOCUTI, 2019).

O processo de erosão hídrica, em conjunto com as atividades humanas, acentua o aumento das perdas de solo e representa o principal motivo da degradação deste, notadamente em ambientes tropicais e subtropicais úmidos. Por tratar-se de um processo natural, que ocorre em escala de tempo geológica e por atividades humanas, pode intensificar o grau dos processos a ponto de dar visibilidade aos seus efeitos (HERNANI et al., 2002).

Embora existam diversas formas de erosão hídrica, as principais se materializam em três diferentes escalas, quais sejam: a laminar, a em sulco e pôr fim em voçoroca (PES, et.al., 2017).

Em especial, a erosão em voçoroca é formada por um grande acúmulo de água que percorre o mesmo sulco ano após ano, resultando em um aumento do tamanho da cavidade, podendo ser profundo e extenso, capaz de alterar a paisagem local (CERATTA, et.al., 2010).

A degradação ambiental, especialmente a erosão em voçoroca, tema do presente trabalho, resulta em impactos ambientais, urbanos e sociais. Segundo ANDRADE (2011), no que se refere aos impactos ocasionados em áreas de voçoroca, é possível considerar a perda da cobertura vegetal, assoreamento de cursos d'água, perdas das camadas dos horizontes do solo e perda da área. Outro ponto importante a se considerar, são as interferências que podem surgir nas infraestruturas locais, como danificações das redes de drenagens de áreas urbanas, crescimento e expansão de loteamentos em áreas irregulares ou fruto do mal planejamento.

E além do mais, em algumas circunstâncias pode haver a interrupção de estradas, pasto e vias férreas suspensas devido as formações de voçorocas, como é um dos casos específicos que ocorreu no município de Araguari – Minas Gerais, em virtude do grande fluxo de água pluvial que se concentra em alguns pontos da via.

Neste cenário, encontra-se o município de Araguari, que, em razão do seu processo de desenvolvimento econômico, é cercado por vias férreas, visto que durante décadas funciona como entroncamento ferroviário.

Ocorre que o transporte ferroviário era de suma relevância ao longo das últimas décadas, onde procurava facilitar o transporte de passageiros e produtos agrícolas da região (SAMPAIO, 1985).

Com o passar do tempo, o transporte ferroviário dividiu espaço com os outros meios de locomoção, reduzindo as frotas e deixando de adentrar certas partes da área urbana central, especialmente porque o município encontrava-se em crescente expansão. Em razão disso, foi necessário desativar algumas linhas férreas centrais, o que, por outro lado, contribuiu para o aumento do risco de desastres ambientais no entorno da cidade, devido a barreira que a linha férrea cria no terreno. Essa estrutura altera o fluxo natural das águas pluviais, concentrando e redirecionando grandes volumes para pontos de maior vulnerabilidade, o que potencializa processos erosivos.

A relocação dessas linhas férreas sem o devido planejamento urbano, resultou em intensos processos de degradação ambiental, tais como: o descarte inadequado de resíduos sólidos, assoreamento de corpos hídricos adjacentes, início de erosões no solo, falta da cobertura vegetal, taludes naturais desprotegidos e contaminação do solo por ausência de manejo adequado. Ademais, a falta do planejamento adequado de estruturas de rede de drenagem urbana e contenção existentes contribuiu para o agravamento da instabilidade

geotécnica, elevando a suscetibilidade a deslizamentos e alagamentos urbanos em períodos de maior precipitação.

Uma das empresas com participação nesse processo é a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA) operada pela VLI - Valor da Logística Integrada, que conta com um Terminal Integrador Araguari (TIA) no município, fazendo conexão com o Complexo do Porto de Tubarão, no Estado do Espírito Santo, com o transporte de grãos e fertilizantes (PIMENTA, 2014).

No exercício atual de suas atividades, as rotas férreas encontram-se situadas no entorno do município de Araguari, deslocando-se da rodovia LM 748, sentido aos bairros Novo Horizonte, Milenium, Parque Flamboyants, Gaivotas, Santa Helena, Jardim Ipanema, Residencial Madri, Residencial Bela Suíça, Goiás (Parte Alta), Independência, São Sebastião, Santiago e seguindo sentido Distrito de Amanhece percorrendo as áreas rurais com grande volatilidade de degradação ambiental.

Tendo em vista que, antes da expansão dos bairros, como Milenium, Flamboyant e o Gaivotas (com aparecimento de grandes edificações), havia uma boa infiltração de água no solo nos bairros e conseqüentemente próximo à via férrea. A expansão e construção de edificações proporcionou o aparecimento de áreas totalmente impermeáveis com redução da cobertura vegetal no solo. Somado ao fato de boa declividade dos terrenos houve um grande acúmulo final da água pluvial nos pontos mais baixos, facilitando a ocorrência de grandes voçorocas.

A expansão desenfreada dos bairros e a topografia favorável do terreno em concomitância com as linhas férreas que circundam o município, tornam-se barreiras que dificultam o fluxo de água dos bairros adjacentes para a área a jusante da via férrea, em virtude dos poucos pontos de concentração de drenagem urbana localizados na própria via local. Além do mais, ocasionam uma sobrecarga de água pluvial devido a declividade acentuada do terreno, acarretando danos ambientais previsíveis.

O presente trabalho terá como foco central a área situada nas coordenadas 18°40'28.50" S e 48°11'8.35" W, no município de Araguari, onde foi observado um processo de erosão pluvial, provocada pela má direção do fluxo da água

O objetivo geral neste estudo é apresentar medidas imediatas viáveis para a área, juntamente com o acompanhamento e discussões de soluções para minimização dos danos ambientais, a fim de complementar as técnicas geotécnicas utilizadas na reconformação dos taludes, onde restam pendências como a melhoria na cobertura vegetal.

Ressalva-se que, o estudo tem como metodologia pesquisa de campo, com o auxílio de fotografias aéreas e acompanhamento local (com registros fotográficos e descrições) dos danos e das medidas tomadas para a redução do impacto ambiental no local.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Identificação da área degradada

A área de estudo é uma propriedade urbana particular localizada à jusante do bairro Milenium, situado no Município de Araguari - MG, sendo que maior porção de terras afetada pertencente à comunidade religiosa denominada “Congregação do Sagrado Coração”.

Ademais, a área com maior evidência de degradação encontra-se nas imediações da Via Férrea Centro-Atlântico (FCA), tendo notável importância para as rotas de escoamento de grãos como soja, farelo de soja, milho, fertilizantes, combustíveis e outros da região, (PIMENTA, 2014).

Importante mencionar, ainda, que a zona em estudo encontra-se localizada nas coordenadas 18°40'28.50" S e 48°11'8.35" W, compreendendo 27,5059ha de área afetada total.

Conforme a Infraestrutura de Dados do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE Sisema), a área se encontra no bioma de Mata Atlântica, com mata de galeria que circunda a área da voçoroca e as várias nascentes afluentes ao Córrego Desamparo (IDE SISEMA, 2018).

Por outro lado, as imagens a seguir foram obtidas da plataforma Google Earth, nas quais acompanha-se através do tempo os diversos eventos de degradação desta área.

Na figura 1, a seguir é possível observar a dimensão da voçoroca que se formou, resultado da má condução de água pluvial e ausência de medidas mitigadoras. Ela vem dos bairros adjacentes e da própria via, sucedendo-se nas perdas do solo superficial significativas e consequentemente arraste da vegetação do entorno.

Acrescentando-se, na figura 2, nota-se que a área foi recuperada do ponto de vista físico-estrutural pela responsável pela via férrea em forma de taludes e com vegetação rasteira no decorrer do ano 2023.

No decorrer das visitas de campo voltadas para à caracterização da área de estudo, foi possível identificar *in loco* diversos indicativos de degradação ambiental de forma direta, como processos erosivos, assoreamento do curso d'água e ausência de cobertura vegetal em trechos significativos, especialmente na área a jusante da via férrea.

Tais observações permitiram a delimitação dos pontos mais críticos da degradação, embasando o diagnóstico ambiental e a definição de estratégias de intervenção necessárias para a recuperação da área impactada.

Figura 1- Imagem aérea da área degradada (voçoroca) no Município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2023. Data da imagem: junho de 2021.

Figura 2 - Imagem aérea da área degradada (voçoroca) recuperada por meio de obra de engenharia, no Município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2023. Data da imagem: maio de 2023.

2.2. Origem da degradação da área em estudo

O desenvolvimento da erosão se deu em virtude da má condução de água pluvial advinda dos bairros adjacentes à via férrea como também pela impermeabilização dos bairros em expansão. Ademais, isso resulta em uma sobrecarga no sistema de drenagem pluvial daquela

região, gerando um grande volume de água pluvial na escada de dissipação, afetando parte da estrutura da via férrea e sua área à jusante.

2.3. Descrição da atividade causadora do impacto

A degradação ambiental tem relação com a existência de um dissipador sob a via férrea, juntamente com o fluxo de água pluvial vinda dos bairros adjacentes e da própria via, como também da declividade do terreno, da impermeabilização do solo, que juntos culminou em impactos ambientais.

Nesse sentido, tem-se que a área analisada a jusante da via férrea, situa-se em um ponto com uma declividade criada pela altitude 930 m para 874 m, sendo alvo de convergência dos percursos naturais das águas pluviais e por estar posicionado para a bacia do rio Araguari, com uma maior propensão de erosões, devido a declividade ser bem acentuada, em torno de 590 m.

A área em que houve o dano ambiental é acompanhada por técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Araguari desde o ano de 2005. Sendo analisados diversos pontos, quanto à viabilidade de um projeto, composto por uma estrutura, chamada de escada de dissipação de água pluvial, construída com a finalidade de reduzir a velocidade do escoamento da água.

Outro ponto observado é quanto a perda da flora e fauna, do carreamento de sedimentos e em consequência disso o assoreamento do córrego Desamparo.

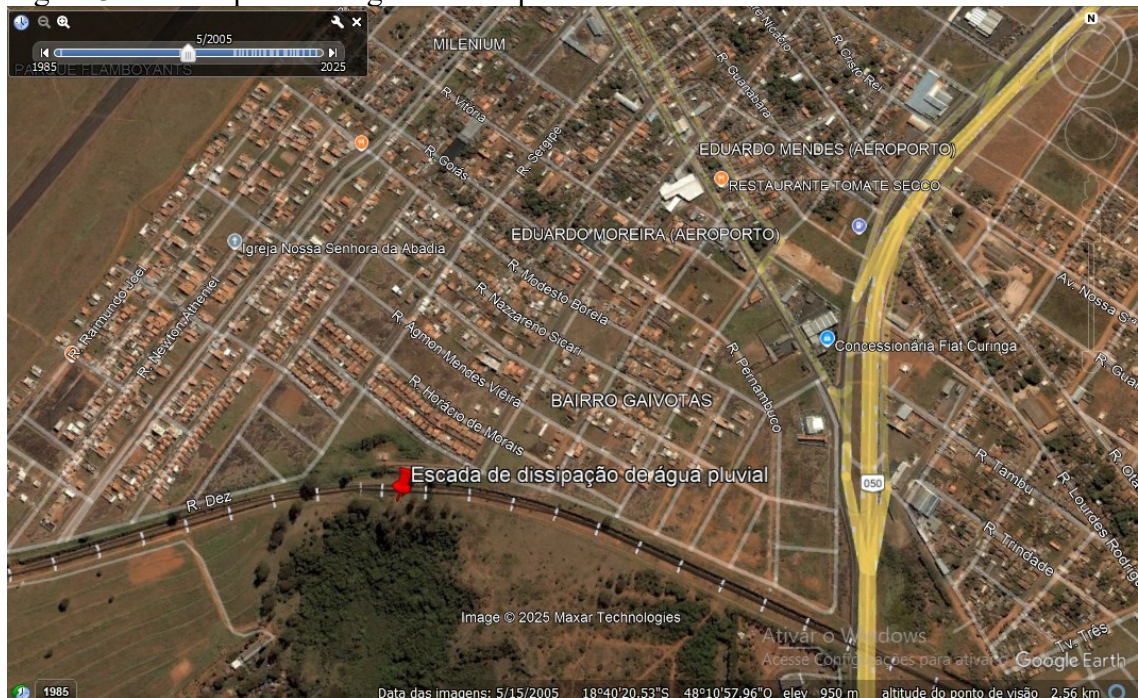
Além do mais, observa-se que os bairros a montante da via férrea encontram-se em expansão urbana, apresentando diversas quadras sem impermeabilização do solo, o que contribuiu para uma maior infiltração e retenção de água da chuva, resultando em um fluxo menor na escada de dissipação e na própria via férrea.

Por meio da análise das figuras (3) e (4), é possível constatar, de forma clara, o avanço da expansão do município ao longo dos anos, sobretudo nos bairros localizados a montante da via férrea. Nota-se um aumento na intensificação do uso e ocupação do solo, embora grande parte das quadras, como já identificado em 2005, ainda apresente boa impermeabilização.

Essa característica, embora favoreça a infiltração das águas pluviais, evidencia uma urbanização ainda em estágio inicial, com infraestrutura urbana incipiente.

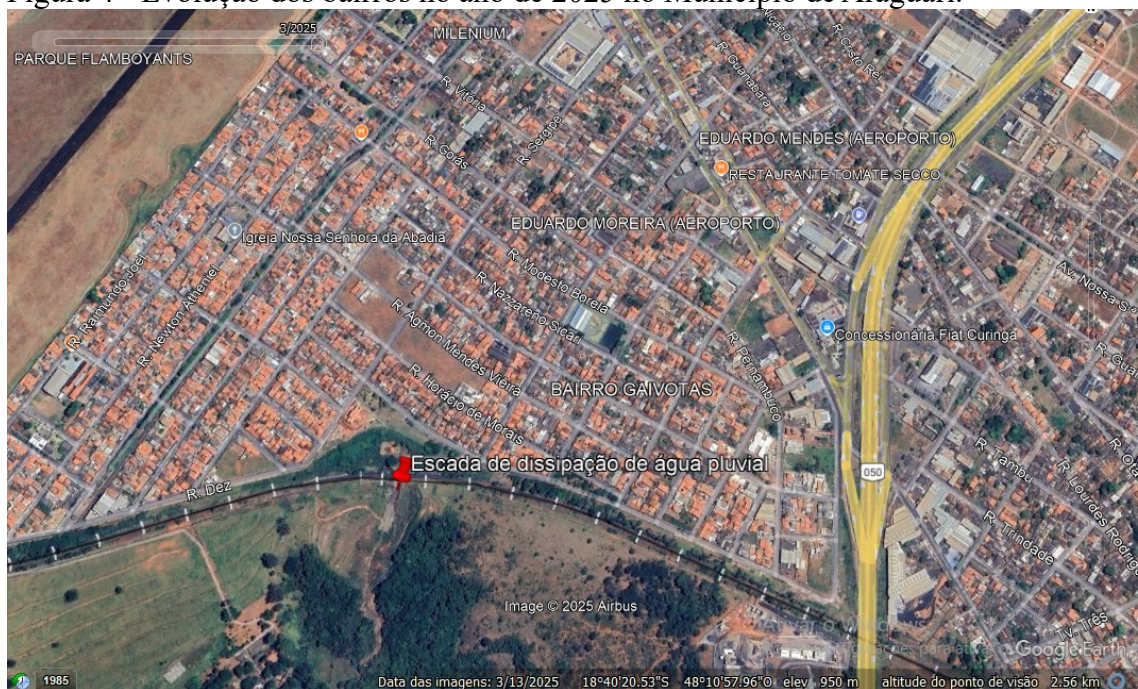
Consequentemente o cenário atual (2025), acaba comprometendo o regime de escoamento superficial e a efetividade dos dispositivos de drenagem existentes na área, devido a ocupação do solo.

Figura 3 - Município de Araguari em expansão urbana.



Fonte: Google Earth, 2005. Data da imagem: maio de 2005.

Figura 4 - Evolução dos bairros no ano de 2025 no Município de Araguari.



Fonte: Google Earth, 2025. Data da imagem: março de 2025.

Diante do contexto da urbanização e da impermeabilização do solo, a imagem de satélite do ano de 2013 - figura (5) evidencia o início do processo erosivo em uma pequena área, onde observa-se parte da vegetação arbustiva, possivelmente arrastada pelo escoamento superficial. Esta situação demonstra a instabilidade do solo e na área, resultando em um início de

degradação física da paisagem, marcado pela perda da cobertura vegetal e pela exposição do solo.

Figura 5 - Início do processo erosivo a jusante a via férrea, no município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2013. Data da imagem: maio de 2013.

Com o decorrer dos anos, o processo erosivo se agravou significativamente, acarretando diversos danos, como os deslocamentos das camadas superficiais do solo, como consequência direta, a perda da vegetação arbustiva do local. Sendo possível observar esse fato na imagem do ano de 2015, através do Google Earth.

Figura 6 - Agravamento do processo erosivo na lateral da escada de dissipação de água pluvial, no município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2015. Data da imagem: junho de 2015.

No ano de 2018 foi observada que a área degradada aumentou muito de tamanho, com novos desprendimentos dos solos próximo a escada de dissipação, evoluindo para uma voçoroca e causando o comprometimento do curso de água do córrego Desamparo.

A evolução do processo erosivo pode ser atribuída à ausência de intervenções emergências, voltadas à contenção de possíveis danos futuros, A inexistência de obras de controle e estabilização na área, contribuiu diretamente para o agravamento do problema ao longo do tempo. Paralelamente, o aumento progressivo da impermeabilização do solo nos bairros situados a montante da via férrea reduziu significativamente a capacidade de infiltração da água pluvial, intensificando o escoamento superficial. Como consequência, houve um aumento do volume e da velocidade do fluxo hídrico direcionado à escada de dissipação, o que gerou impactos mais severos sobre a área degradada, acelerando o processo de instabilidade e degradação do solo.

Neste sentido, a figura a seguir ilustra as condições da área no ano de 2018, evidenciando os impactos acumulados no processo erosivo.

Figura 7 - Evolução do processo erosivo na lateral da escada de dissipação de água pluvial, no município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2018. Data da imagem: junho de 2018.

Ademais, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, observa-se uma progressão acentuada no processo erosivo, intensificada pelo volume de água pluvial escoada pela escada de dissipação, o que contribuiu diretamente para o aumento da voçoroca.

Como consequência, houve uma perda significativa da vegetação arbustiva do local, aumento dos deslizamentos de solo e intensificação do carreamento de sedimentos para dentro do córrego do Desamparo, ocasionando o assoreamento do mesmo. Esses impactos tornam-se ainda mais evidentes durante o período chuvoso, comprometendo de forma significativa a estabilidade ambiental da região.

Figura 8 - Formação da voçoroca no bairro Millenium no município de Araguari -MG.



Fonte: Google Earth, 2021. Data da imagem: setembro de 2021.

Como a área afetada se encontrava bastante degradada, este fato colaborou para o desabamento da escada de dissipação, do solo e da vegetação arbustiva em 2022.

Em suma, a intensificação do processo erosivo ocorreu em decorrência de uma grande instabilidade dos horizontes dos taludes e pelo aumento do fluxo de água pluvial decorrentes dos bairros ali próximos e da própria via, deixando a mesma suspensa, proporcionando consideravelmente o aumento de tamanho da voçoroca.

Diante dessa situação, a Concessionária Ferrovia Centro-Atlântico (FCA), responsável pelo monitoramento da malha ferroviária, pertencente à VIL logística, foi acionada para adotar medidas necessárias. Como resposta, a empresa elaborou e executou um projeto emergencial.

No ano de 2022, foi registrada a implantação do projeto emergencial a fim de restabelecer imediatamente o tráfego da via e garantir o escoamento das águas pluviais dos bairros adjacente quanto da própria via férrea. Observa-se, contudo, que a intervenção possui caráter provisório, evidenciando a necessidade de que, em curto prazo a Concessionária Centro-Atlântico (FCA) venha elaborar e executar um projeto melhor estruturado onde ambos (a área de impacto e a via férrea) se beneficiem.

Figura 9 - Obra emergencial para restabelecimento da via férrea e a construção da estrutura hidráulica de água pluvial, localizada no bairro Millenium no município de Araguari -MG.



Fonte: Acervo Pessoal, 2022. Data da imagem: maio de 2022.

Concomitante à obra e como citado anteriormente, foi necessário, por parte da empresa concessionária responsável pela via a elaboração de diversos estudos ambientais e implementação dos mesmos, elaborando um projeto amplo e estruturado, com o intuito de evitar novas adversidades ambientais.

O projeto à princípio e sua implantação são compostas por uma escada hidráulica de dissipação de água pluvial, tipo gabião a jusante da via férrea, sendo indispensável ainda uma rampa após a escadaria para minimizar os impactos da água pluvial e a nova conformação dos taludes na área, em conjunto foi realizado o plantio de gramíneas.

Através da imagem abaixo, nota-se que foi um projeto bem elaborado na época da construção, visando o equilíbrio do ambiente e a segurança do local.

Figura 10 - Realização da construção da escada de dissipação de água pluvial e reconformação dos taludes, no bairro Millenium no município de Araguari -MG.



Fonte: Acervo Pessoal, 2023. Data da imagem: novembro de 2023.

2.4. Impactos ambientais presentes

A degradação da estrutura do solo, está relacionado com fatores tanto naturais quanto antrópicos, que afetam diretamente a estabilidade dos agregados, a porosidade e a capacidade de infiltração.

Esses fatores pode resultar também na formação de sulcos, ravinas e voçorocas sendo o estágio que evidência a maior degradação, seja por processos naturais ou pelas consequências das ações humanas. Esses processos erosivos, como a voçoroca, podem decorrer-se de deslizamento de terras, deixando o terreno vulnerável, com os horizontes do solo expostos e no arraste da vegetação (ANDRADE, et al. 2005).

Isso pode acontecer também em áreas de taludes e encostas desprotegidas, seja pela ação direta do homem ou pela degradação de sistemas de drenagem superficial. Já os sulcos e as ravinas são formações de pequenos cortes no terreno até se tornarem um pouco mais profundos, isso acontece porque a água pluvial faz um caminho preferencial na superfície. Portanto, se não houver medidas para mitigar esses impactos pode ocasionar maiores degradações (BARTH, 1989).

Outro efeito que o ambiente sofre é o arraste da vegetação, através de deslizamentos de terra, pois a vegetação tem a função de auxiliar na contenção de encostas e taludes e as suas raízes possuem características que ajudam na sustentação do solo e na absorção de água.

3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL E LOCAL DA ÁREA DEGRADADA

3.1 Clima e precipitação

A área de estudo está localizada no Município de Araguari – MG, com base na classificação climática de Koppen-Geiger o clima da cidade enquadra-se no tipo Cwa, que caracteriza o clima temperado úmido com inverno seco e verão quente, com temperaturas no mês mais frio inferiores a 18°C e com temperaturas quentes superiores a 22°C.

Com base nos dados da Agência Nacional de Águas (2006), (BERTOL 2007) o regime médio registrado na estação pluviométrica situada em Araguari (1848010) é de 1.507 mm. A média da precipitação é correspondente a 31 anos de observações hidrológicas, dos anos de 1975 a 2006.

As elevadas precipitações concentram entre os meses de outubro a março, enquanto os meses de dezembro e janeiro são os mais chuvosos, já os períodos de estiagem acontecem entre os meses de abril a setembro, incluindo precipitações com valores nulos nesse período.

3.2 Bioma

Sob uma perspectiva mais ampla e atual, um bioma pode ser compreendido como uma unidade territorial relativamente homogênea quanto aos aspectos de vegetação, clima, solo e relevo, manifestando-se em escala regional e sendo moldado por processos ecológicos e geológicos similares (COUTINHO, 2006).

O Bioma Mata Atlântica é considerado um dos mais importantes *hotspot* mundial, também uma das áreas mais ricas em biodiversidade e mais ameaçada e degradada pela ação do homem (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2017).

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2022), o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica são mapas publicados atualmente anualmente a partir das imagens de satélites LANDSAT. Neste atlas é analisado o desmatamento e conservação do bioma, constatado apenas 12,4% de remanescentes da vegetação nativa sendo mais que três hectares de todo o bioma.

Já as áreas de domínio abrangem total ou parcialmente dezessete estados, sendo destinado de área para Minas Gerais um total de 46%, caracterizado por vegetações exuberantes e com uma grande biodiversidade (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2020).

O Cerrado por outro lado, é considerado o segundo maior bioma do país em termos de área, cobrindo dois milhões de Km², é apenas superado pela Floresta Amazônica, com aproximadamente 3,5 milhões. O Cerrado é caracterizado por diversas fitofisionomias, com

vegetação diversificada, desde os pequenos arbustos à locais sem a presença de vegetação e por florestas mais densas (RIBEIRO & WALTER, 2008).

O bioma Cerrado é rico em biodiversidade, compreendendo das formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), as savânicas como o (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres como (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) muitos apresentam subtipos (RIBEIRO, et.al., 2008).

Dessa forma, o município de Araguari encontra-se em uma mancha de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. E de acordo com a Lei 11.428/2006, grande parte do município, em especial a área urbana, encontra-se no bioma Mata Atlântica, (BRASIL, 2006).

A área do estudo, está em uma zona de transição ecológica, sendo possível observar, em determinados trechos, remanescentes de vegetação arbórea típica da Mata Atlântica inseridos no domínio do bioma do Cerrado. Essa característica foi constatada durante a visita ao local.

3.3. Fitofisionomia

A vegetação do bioma Mata Atlântica é reconhecida por ser exuberante, com acentuado higrofitismo, isto é, por apresentar alta capacidade para adaptarem bem à presença da água (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2020).

Além disso, o bioma Mata Atlântica é composta por um conjunto de fitofisionomias, como a floresta ombrófila densa ou floresta atlântica (senso estrito), as florestas ombrófila aberta, floresta ombrófila mista ou floresta de araucária, floresta estacional semidecidual ou floresta tropical subcaducifólia, floresta estacional decidual, as formações pioneiras (restingas, manguezais, campos sulinos e vegetação com influência fluvial ou lacustre) e também encraves de cerrado e estepe e zonas de tensão ecológica (SANQUETTA, 2008).

O bioma apresenta diversas fitofisionomias como mencionadas acima, e dentre elas, a floresta estacional semidecidual, uma vez que está de acordo com a Lei nº 11.428/2006 de proteção da vegetação nativa do bioma e é típica no município de Araguari.

As florestas estacionais semidecíduais também conhecidas como floresta tropical subcaducifólia, estão condicionadas a um clima estacional, onde há a presença da estação seca e outra estação chuvosa. Essa fitofisionomia apresenta uma perda razoável nas folhagens durante a estação de seca e podem atingir em torno estrato mais alto em torno dos 20 metros (ARAUJO FILHO, 2021).

Dentre as principais fitofisionomias presentes no Cerrado, pertencentes aos grupos fitofisionômicos da formação savânica, o Cerrado Sentido Restrito é caracterizado pela

presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares, retorcidas e geralmente com evidências de queimadas (RIBEIRO et.al., 2008).

Além do mais, considera-se dentro do grupo fitofisionômicos do Cerrado as formações florestais, compreendendo-se de mata ciliar, mata seca, cerradão e dentre elas a mata de galeria (RIBEIRO et.al., 2008).

A mata de galeria são formações florestais em forma de túneis ou galeria, que circundam cursos de água de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil. Sua vegetação perenifolia mantém suas folhagens durante todo o ano e sua altura podem variar de 20 a 30 metro, com superposições de copas de 70 % a 90% com a formações florestais (RIBEIRO et.al., 2008).

A flora é bem diversa, uma vez que é composta por vários ecossistemas que têm seus processos biológicos interligados, assim como acontece com a fauna, muito abrangente, com inúmeros exemplos de espécies existente na Mata Atlântica, com aproximadamente, 261 espécies de mamíferos, 1020 de aves, 197 répteis, 340 anfíbios, 350 peixes e ainda os insetos e os demais invertebrados que ainda não foram descobertos (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2020).

As tabelas 1 e 2 a seguir, apresentam algumas espécies arbóreas, arbustivas e animais de pequeno, médio e grande porte, respectivamente, que são típicas do bioma Cerrado e da Mata Atlântica e que possivelmente faziam parte da caracterização original da área estudada em períodos anteriores à degradação.

Tabela 1 - Algumas espécies da flora características do bioma Cerrado e Mata Atlântica.

Nome Popular	Nome científico	Família	Grupo Ecológico
Açoita-cavalo	<i>Luehea grandiflora</i>	Malvaceae	Secundária inicial
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	Secundária inicial
Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	Secundária inicial
Araticum	<i>Rollinia exalbida</i>	Annonaceae	Secundária inicial
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Pioneira
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Clímax
Canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	Clímax
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	Pioneira
Ingá	<i>Inga marginata</i>	Leguminose	Pioneira
Ipê	<i>Handroanthus sp.</i>	Bignoniaceae	Secundária tardia
Jacarandá	<i>Dalbergia brasiliensis</i>	Fabaceae	Secundária tardia

Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Clímax
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>	Leecythidaceae	Secundária tardia
Marinheiro	<i>Guarea sp.</i>	Urticaceae	Pioneira
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia rufa</i>	Caesalpiniaceae	Pioneira
Pau-bombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Pioneira
Pindaíba-vermelha	<i>Xlyopia sericea</i>	Annonaceae	Secundária inicial
Sandra-d'água	<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	Pioneira

Fonte: Instituto Brasileiro de Florestas, 2020; CARVALHO, 2003 (Embrapa Florestas).

Tabela 2 - Algumas espécies da fauna características da Mata Atlântica.

Nome popular	Nome científico	Família	Ordem
Onça-pintada	<i>Panthera onça</i>	Felidae	Carnívora
Bicho-preguiça	<i>Bradypus variegatus</i>	Bradypodidae	Pilosa
Capivara	<i>Hydrochoerus hidrochaeris</i>	Caviidae	Rodentia
Macaco-prego	<i>Sapajus nigritus</i>	Cebidae	Primatas
Jaguatirica	<i>Leopardus pardalis</i>	Felidae	Carnívora
Cachorro-do-mato	<i>Cerdocyon thous</i>	Canidae	Carnívora
Jararaca	<i>Bothrops jararaca</i>	Viperidae	Squamata
Coral-falsa	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Squamata	Colubridae
Jacaré-do-papo-	<i>Caiman latirostris</i>	Alligatoridae	Crocodylia

amarelo			
Sapo	<i>Bufo spinosus</i>	Bufonidae	Anura
Dourado	<i>Salminus maxillosus</i>	Characidae	Characiformes
Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Characidae	Characiformes
Garça	<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	Pelecaniformes
Tiê-sangue	<i>Ramphocelus bresilius</i>	Thraupidae	Passeriformes
Tucano	<i>Andigena laminirostris</i>	Ramphastidae	Piciformes

Fonte: Instituto Brasileiro de Florestas, 2020.

3.4 Bacia Hidrográfica da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paranaíba está situada na região central do Brasil, ocupando cerca de 31,7% no estado de Minas de Gerais, com uma área de 70.502,9 Km². As (UPGRH) - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - do Plano de Recursos Hídricos do rio Paranaíba, são representadas pelas divisões hidrográficas estaduais, adotados pelo Estado para auxiliar na gestão dos recursos hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013).

Dessa forma, o Triângulo Mineiro e nossa região pertence ao Paranaíba dividido em três (UPGRH) em funcionamento, sendo: PN1, correspondente ao Comitê da Bacia Hidrográfica Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba, PN2, referente ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e PN3, correspondente ao Comitê da Bacia Hidrográfica Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba, (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013).

Ademais, a bacia hidrográfica do Rio Araguari encontra-se localizada nas mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, abrangendo uma área de aproximadamente 20.186 Km² englobando vinte municípios que compõem a UPGRN PN2 – Rio Araguari, sendo: Araguari,

Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Iraí de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Rio Paranaíba, Sacramento, Santa Juliana, São Roque de Minas, Serra do Salitre, Tapira, Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia (ROSENDO, 2005).

Portanto, a área em estudo encontra-se situada na Microbacia do Córrego Desamparo, e por sua vez, na bacia hidrográfica do rio Araguari (IDE SISEMA, 2018).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA A SER RECUPERADA

4.1 Situação original/ Situação atual

A área a jusante a via férrea era caracterizada por vegetação rasteira com presença da gramínea braquiária e por alguns indivíduos de *Eucalyptus* isolados de porte médio a grande ao longo da escada de dissipação.

No local foi construída uma escada de dissipação de estrutura hidráulica, com a funcionalidade de amenizar o volume da água vinda dos bairros próximos e da própria via férrea, para que não gerasse danos ambientais. O local também era cercado com arames e estacas para evitar a presença de pessoas, animais e à degradação da área.

A partir das imagens capturadas por drones, fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente em conjunto com a Polícia Ambiental de Minas Gerais – Araguari, foi possível analisar a situação da área no período de 2017/2018 e quais eram os possíveis riscos ambientais para a mata de galeria que cercundava a área, para os ecossistemas, para o Córrego do Desamparo e consequentemente para a via férrea.

De início, nota-se que a antiga escada de dissipação de energia, estava se desfazendo em virtude da má condução da água pluvial.

Figura 11 - Imagem de drone da aérea a jusante a via férrea, com à presença da vegetação rasteira e porte grande ao longo da escada de dissipação de energia.



Fonte: Acervo da Secretária Municipal de Meio Ambiente – Araguari, MG, 2015.

A imagem 12 ilustra o estágio avançado do processo erosivo, consequência da ausência de monitoramento e da falta de projetos voltados para o reestabelecimento da estrutura, o que resultou na intensificação dos danos ambientais.

Como não houve interferência na área, grande parte da vegetação e do solo cedeu, como pode ser visto na imagem 12, abaixo. Em decorrência disso, grande parte do solo ficou exposto, ocasionando a abertura de uma voçoroca em processo avançado e como resultado, o arraste de materiais para o córrego Desamparo, causando o assoreamento.

Diante do exposto, a área a ser recuperada do ponto de vista ambiental atualmente abrange um total de 9.436 m², com predominância de mata de galeria ao entorno da área degradada e das nascentes, com exemplares como Eucalipto, Bambu, Embaúba, Pau Bombo, Pindaíba e Jenipapo, entre outras.

Figura 12 - Vista do drone da área à jusante a via férrea, com o desprendimento de solo, no arraste da vegetação e a queda da rampa da escada de dissipação de energia.



Fonte: Acervo da Secretária Municipal de Meio Ambiente – Araguari, MG, 2015.

Conforme evidenciado nas imagens de 2023, nota-se que a área da voçoroca foi recuperada do ponto de vista físico-estrutural pela empresa responsável pela via férrea (FCA). Por outro lado, há ainda a necessidade da recomposição da vegetação nos taludes e melhorias, para obter-se uma maior estabilidade.

Para a estabilidade, levou-se em consideração as características do solo, do comportamento da água que escoia dos bairros adjacentes e da própria via férrea. A presença da vegetação nos taludes irá favorecer uma maior firmeza ao solo como também promover benéficos ao meio ambiente.

A empresa responsável pela obra de engenharia optou de imediato por vegetação rasteira com o método de tela gramada armada que auxiliaria na contenção de possíveis erosões nos

taludes. A área dos taludes encontra-se em sua maioria toda gramada, com alguns vãos livres apenas na passagem para ter acesso ao centro e nas canaletas por onde a água percorre.

Figura 13 - Imagem da área parcial recuperada do ponto de vista físico-estrutural, com a escada de dissipação de energia de água pluvial.



Fonte: RESENDE, R. M. N. - Acervo pessoal, 2023.

Figura 14 - Vista parcial do outro lado do talude artificial.



Fonte: RESENDE, R. M. N. - Acervo pessoal, 2023.

Em visita ao local em datas diferentes, referentes ao final do ano de 2023 e o começo de 2024, foi notável a importância da vegetação nos taludes, uma vez que evitaria novas e possíveis erosões.

Ademais, foram necessárias construções de canaletas ao longo dos taludes para que a água percorresse um caminho e desaguasse no curso d'água com uma menor velocidade. Como o fluxo de água que ali escoava acaba se tornando muito intenso em épocas chuvosas, o solo sobrecarregou e acabou cedendo. Consequentemente, o barranco ficou exposto devido à falta de vegetação de médio e grande porte, culminando no arraste de uma das canaletas para dentro do córrego, como é possível observar na imagem 15.

É perceptível também o processo de erosão ao longo dos barrancos no leito do córrego, como o desprendimento do solo e o carregamento dos sedimentos.

Atualmente é necessária a contenção dessas erosões que vão acontecendo e se intensificando com o fluxo de água pluvial que escoava dos bairros e da própria via férrea.

Figura 15 - Desprendimento do solo na canaleta de água pluvial e consequentemente o carregamento dos sedimentos para o leito do Córrego Desamparo.



Fonte: RESENDE, R. M. N. - Acervo pessoal, 2023.

Figura 16 - Barranco exposto, devido ao fluxo de água pluvial das canaletas e a falta de vegetação arbórea.



Fonte: RESENDE, R. M. N. - Acervo pessoal, 2023.

4.1.1 Relevo

A área do município de Araguari encontra-se no domínio morfoclimático dos Chapadões Tropicais, recobertos pela própria vegetação do cerrado, caracterizado por planaltos de estruturas complexas, podendo ser capeadas ou não por lateritas de cimeira com formação dos Planaltos Sedimentastes de acordo com (AB'SABER, 1971).

O município de Araguari está situado na borda da Bacia Sedimentar do Paraná com a presença de afloramentos rochosos como o do Complexo Goiano, Grupo Araxá, Formação Serra Geral e do Grupo Bauru (ASSUNÇÃO, 2001).

Segundo os dados do (IDE Sisema, 2024), a área se encontra na unidade de Canyon de Araguari, com o relevo de categoria estrutural aguçada, em forma de topo aguçado, com declividade ondulado variando entre 8% e 20%.

Conforme Calderano (2014) o relevo ondulado tem um potencial erosivo mais forte, porém, isso dependerá de vários fatores, como a classe do solo, a declividade predominante no terreno, a cobertura atual e ausência de práticas agrícolas.

O relevo da área em seu estado original, era composto por taludes naturais com vegetação arbustiva, porém, devido a diversos fatores ocorridos ao longo dos anos, o estado

atual da área se encontra em forma de talude artificial, realizado em cada lado do projeto hidráulico, contando com o apoio da contenção de tela grama, para oferecer uma maior estabilidade, acessibilidade na área e o controle da erosão.

4.1.2 Solo

Na área de estudo, o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd2), com textura média, fase cerrado, com relevo ondulado e com poucas alterações entre os horizontes ao longo dos taludes e com características de baixa fertilidade (IDE SISEMA, 2018).

Conforme a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SILVA, 2008), os Latossolos Vermelhos são solos com cores vermelhas acentuadas, que apresentam elevadas quantidades de óxidos de ferro, sendo considerados profundos e bem drenados, e apresentam características de estrutura granular e homogeneidade da cor e textura ao longo do perfil do solo.

Porém, alguns solos apresentam estruturas bem desenvolvidas e uma pequena coesão entre as estruturas, com alto teor de areia e silte e baixo teor de argila. Em razão disso, existe uma maior suscetibilidade de erosão no solo, acarretando o surgimento de sulcos, quando há um fluxo de água constante que não se infiltra solo. (LIMA, et al. 2012).

Por fim, na referida área, o solo encontra-se significativamente exposto ao longo dos taludes, favorecendo aos processos erosivos em diversas escalas. Pois, quanto maior a intensidade e o fluxo de água, maior será erosividade desse solo exposto.

4.1.3 Hidrografia

A área em questão está inserida na microbacia do córrego Desamparo, que deságua na bacia hidrográfica estadual do rio Araguari e afluente da bacia hidrográfica federal do rio Paranaíba

É importante ressaltar que na área encontra-se nascentes de cursos de d'águas dos afluentes do Córrego Desamparo, que está localizada na região do Desamparo, porém a área não está situada dentro do Parque Municipal Mata do Desamparo.

4.1.4 Cobertura Vegetal

Anteriormente à degradação, a cobertura vegetal da área constituía-se em sua maior porção de floresta estacional semidecidual, tendo na parte inferior a mata de galeria que margeia a nascente do Córrego Desamparo e na parte superior, próximo a linha férrea era composto por uma faixa de vegetação do cerrado (VALE, et al. 2017).

Atualmente, a área em que sofreu o maior o dano ambiental não há cobertura vegetal de médio ou grande porte, devido o desabamento do solo. Com tudo, houve de imediato a

implantação de gramíneas nos taludes por parte da empresa responsável pela manutenção da via férrea, a fim de evitar novos inícios de processos erosivos.

Com a falta da cobertura vegetal adequada nos taludes, há a possibilidade de ocorrer impactos negativos futuros ao meio ambiente, como novos deslizamentos de solo, falta de nutrientes, perda da biodiversidade, carreamento do material e consequentemente o assoreamento do córrego Desamparo.

Concomitante a isso, a parte que margeia a nascente está em estágio médio de cobertura vegetal, caracterizado por árvores de pequeno e médio porte, com copas em desenvolvimento, facilitando um ambiente equilibrado e restaurado.

Em função do processo de recuperação da área e do fácil acesso, foram identificadas durante vistoria algumas espécies presentes antes do avanço do processo erosivo.

Tabela 3 - Árvores identificadas antes da área degradada.

Nome popular	Nome científico	Família	Origem	Grupo ecológico	Dispersão	Ameaçada
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	Nativa	Secundária inicial	Anemocórica	Ameaçada
Angico-Branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	Nativa	Secundária inicial	Autocórica	Não ameaçada
Araticum	<i>Rollinia exalbida</i>	Annonaceae	Nativa	Secundária inicial	Zoocórica	Ameaçada
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Nativa	Pioneira	Zoocórica	Não ameaçada
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamun</i>	Fabaceae	Nativa	Secundária tardia	Anemocórica	Não ameaçada
Camboatá	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindáceae	Nativa	Secundária inicial	Ornitocórica	Não ameaçada
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	Nativa	Secundária inicial	Autocórica, barocórica e	Ameaçada

					anemocórica	
					a	
Canela Amarela	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	Nativa	Pioneira	Zoocórica	Não ameaçada
Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	Nativa	Pioneira	Zoocórica	Não ameaçada
Gonçalo Alves	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Nativa	Secundária inicial	Anemocórica	Ameaçada
Ingá	<i>Inga marginata</i>	Fabaceae	Exótica	Secundária inicial	Zoocórica e hidrocoria	Não ameaçada
Ipê	<i>Handroanthus sp.</i>	Bignoniaceae	Nativa	Secundária tardia	Anemocórica	Não ameaçada
Jatobá	<i>Hymenaea sp.</i>	Fabaceae	Nativa	Secundária tardia	Barocórica e zoocórica	Ameaçada
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	Solanaceae	Nativa	Pioneira	Autocórica e barocórica	Não ameaçada
Mandiocão	<i>Schefflera morotoni</i>	Araliaceae	Exótica	Pioneira	Zoocórica e anemocórica	Não ameaçada
Miconia	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	Nativa	Pioneira	Autocórica/zoocórica	Ameaçada
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	Nativa	Secundária inicial	Zoocórica	Não ameaçada
Pau Pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Nativa	Pioneira	Zoocórica	Não ameaçada
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	Exótica	Secundária tardia	Anemocórica e autocórica	Não ameaçada

Pimenta de Macaco	<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae	Nativa	Pioneira	Ornitocórica	Não ameaçada
Pindaíba	<i>Pteridium sp.</i>	Dennstaedtia ceae	Nativa	Pioneira	Anemocóric a	Não ameaçada
Piper	<i>Piper sp.</i>	Piperaceae	Exótica	Pioneira	Zoocórica	Ameaçada
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	Melastomataceae	Nativa	Pioneira	Anemocóric a	Não ameaçada
Samambaia	<i>Pteridium sp.</i>	Dennstaedtia ceae	Nativa	Pioneira	Anemocóric a	Não ameaçada
Tainheiro	<i>Alchornea sidifolia</i>	Euphorbiaceae	Nativa	Secundária inicial	Zoocórica	Não ameaçada

Fonte: RESENDE, R. M. N. - Acervo pessoal, 2024.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Da Implantação

Tendo-se em vista as finalidades do trabalho em pauta e visando melhorar as condições do local, serão sugeridos nuances necessários para minimizar os danos ambientais, as quais podem apresentar resultados em um curto prazo ou ao longo prazo, sendo que algumas exigem um período maior para a completa estabilização da área.

Diante dos impactos negativos observados na área, torna-se essencial a elaboração, aprovação e execução um Plano de Recuperação de Áreas degradadas – PRAD. Visto que, foi solicitado pelo órgão ambiental do município o estudo, onde deve conter ações detalhadas de recuperação e minimização dos impactos negativos, sendo fundamental um profissional técnico habilitado para a realização. Até o presente momento, não houve a apresentação do mesmo.

Por esse motivo, a técnica de plantio escolhida é chamada de peletização de sementes, que consiste nos revestimentos das sementes por meio de materiais específicos seco e rígido, através da adição de polímeros biodegradáveis, tornando as sementes mais avantajadas, contribuindo para sua distribuição na área, seja semeadura manual ou mecanizada (SILVA, 1998).

Essa técnica traz consigo diversos benefícios, como a melhora na qualidade da semente, uma maior uniformidade e precisão no terreno, menor desperdício e é possível ser disposta no solo com o espaçamento correto e na quantidade precisa. Uma das principais vantagens dessa técnica é a proteção física da semente contra fatores ambientais adversos e qualquer semente poder ser usada nesse processo, que não apresentam dificuldades na distribuição no terreno (SILVA, 1998).

A escolha da técnica de plantio irá auxiliar na recuperação da área, garantindo uma cobertura vegetal diversificada protegendo a camada de solo, o que evitará erosão por fatores ambientais e dificulta no arraste de sedimentos para as nascentes e para o próprio Córrego do Desamparo.

Neste sentido, haverá o plantio da cobertura vegetal por espécies nativas nas áreas onde foram construídos os taludes.

Visto isso, será necessário dividir-se em duas partes, (área 01) o plantio de espécies pioneiras, secundárias e clímax nos cortes superiores e no corte mais baixo, próximo a nascente será realizado o plantio de bambu (área 02).

Figura 17 - Sugestão de distribuição das áreas que serão realizadas o plantio.



Fonte: RESENDE, R. M. N - Acervo pessoal, 2024.

5.2. Isolamento da área

Como houve o isolamento da área através de cercas, em todo o entorno do terreno em que houve a recuperação, para evitar a entrada de pessoas, de maquinários pesados, exceto quando há a necessidade para a manutenção, impedir o pisoteamento por animais e consequentemente na compactação do solo, como também auxiliando na prevenção de acidentes e na origem de novas erosões.

Recomenda-se o acompanhamento contínuo da área isolada, a fim de prevenir irregularidades e evitar a remoção indevida dos materiais utilizadas no cercamento. Esse monitoramento pode ser conduzido por equipe técnica responsável pela recuperação.

5.3. Plantio de mudas

Para o plantio deve-se levar em consideração a escolha adequada das espécies a serem utilizadas no processo de recuperação de uma área degradada, onde desempenha um papel primordial no sucesso dessa recuperação, visto que a diversidade das espécies influencia diretamente nas práticas de manutenção a serem adotadas ao longo de todo o processo.

Além do mais, para o sucesso das escolhas das espécies, é fundamental basear-se em alguns critérios, como: a presença de espécies nativas já identificadas na área, espécies que

demonstram resistência e tolerância a solos de baixa fertilidade, espécies que se adaptam a áreas que sofreram danos com o intuito de auxiliar na reestruturação do solo, e ademais, espécies frutíferas que favorecem o surgimento de fauna, em especial as aves.

Por outro lado, foi realizado o levantamento florístico para caracterização das espécies arbóreas já existentes na área, (juntamente com as características da vegetação e do ambiente físico ao entorno), permitindo assim, auxiliar nas escolhas das espécies que melhor possam se adaptar às condições do ambiente, levando-se em conta, a relação com a classe de solo existente, o tipo de bioma, espécie que melhor se adequam ao redor de nascentes, bem como, o uso de espécies utilizadas na região.

Como já mencionado, para obter-se uma maior estabilidade nas áreas dos taludes, a cobertura vegetal acontecerá por espécies nativas por sementes.

Tabela 4 - Espécies de plantio.

Nome popular	Nome científico	Família	Grupo ecológico
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	Pioneira
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	Pioneira
Embaúba	<i>Cecropia pachytachya</i>	Urticaceae	Pioneira
Açoita-cavalo	<i>Luehea grandiflora</i>	Malvaceae	Secundária inicial
Gonçalo-Alves	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Secundária inicial
Ipê	<i>Handroanthus sp.</i>	Bignoniaceae	Secundária tardia
Jequitibá	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	Secundária tardia
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Clímax
Pau-Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae	Clímax
Gramma esmeralda	<i>Zoysia japonica</i>	Poaceae	Gramínea

Fonte: RESENDE. R. M. N. - Acervo pessoal, 2024.

Sendo assim, no pé do talude, a melhor espécie a ser indicada para este ambiente é o bambu, já que o solo é mais úmido, em virtude das nascentes do córrego Desamparo e das águas que escoam do dissipador de água pluvial advindo dos bairros e da própria via férrea.

Deste modo, haverá a introdução da cobertura vegetal na área total dos taludes, o que demanda a divisão em duas partes, (área 02) o plantio de espécies pioneiras, secundárias e clímax nas partes centrais e superiores dos taludes, e nas partes inferiores, próximo a nascente o plantio de bambus (área 01), como mostrado na figura 16.

5.4. Controle de formigas cortadeiras

Como a área recuperada se encontra próxima ao córrego Desamparo, uma das maneiras a ser indicadas para o controle de formigas é de forma natural, através do plantio de espécies que são atrativas para elas, sendo uma forma de atraí-las e deixar as outras mudas se desenvolverem, como por exemplo a de Tamarindo (*Tamarindus indica*).

Outra forma de controlar as formigas cortadeiras é utilizando o controle químico, através de inseticidas à base de Sulfluramida ou Fipronil, conciliado com o bagaço da laranja, sendo de grande interesse para as formigas. Essas iscas, podem ser compradas de duas formas, solta ou acondicionada, sendo um método de fácil aplicação e de baixa toxicidade ao meio ambiente (NAVE, et al. 2009).

Além de tudo, o controle das formigas deverá ser realizado 30 dias antes do início do plantio das mudas ou de outro qualquer tipo de intervenção na área. Ademais, é necessário repetir o mesmo procedimento 5 a 7 dias antes do plantio, seguido de um repasse, consequentemente após a implantação dessas mudas (NAVE, et al. 2009).

5.5. Dispersar a força de destruição da água pluvial

Para dispersar a força da água pluvial proveniente dos bairros adjacentes e da própria via férrea será necessária a implantação de novas e mais pedras de mão, conhecidas como “pedra de enrocamento” e de blocos de concreto, chamados de “rampa dentada” na escada hidráulica. Nesse sentido, os mecanismos da construção civil, são utilizados em contenções de energia cinética dos caudais pluviais, consequentemente na contenção de processos erosivos

Como consequência, os mecanismos a serem utilizados para amenizar a força da água da drenagem urbana pluvial em um ponto da rede, em específico, localizada abaixo da linha férrea, no bairro Milenium poderá ser fragmentado em duas etapas:

A primeira etapa desta ação, localizada na parte inferior da escada hidráulica, será utilizado o método de “rampa dentada”, com a finalidade de dissipar o volume de água, antes de chegar na escada, resultando assim na diminuição da velocidade da água.

A imagem abaixo retrata onde deverá ser construído a “rampa dentada”.

Figura 18 - Parte superior da escada de dissipação de energia, localizada abaixo da via férrea.



Fonte: RESENDE, R. M. N - Acervo pessoal, 2024.

A figura subsequente ilustra a metodologia proposta para a execução do projeto. Contudo, para o adequado dimensionamento do projeto, é imprescindível a contratação de profissionais qualificados, especialmente um Engenheiro Civil.

Figura 19 - Proposta para a execução do projeto de “rampa dentada”, tendo como referência do projeto: Parque Municipal Santa Luzia, localizado no município de Uberlândia..



Fonte: RESENDE, R. M. N - Acervo pessoal, 2024.

Na parte final da escada hidráulica, observou-se a aplicação de pedras de mão assentadas com concreto, visando evitar deslocamentos. Contudo, durante a vistoria in loco, constatou-se à necessidade de adicionar mais pedras, uma vez que algumas estão se soltando.

Figura 20 - Vista do local a ser colocado mais pedras, auxiliando na dissipação de energia e consequentemente diminuir o impacto da água no solo.



Fonte: RESENDE, R. M. N - Acervo pessoal, 2024

6. SUGESTÃO DE AÇÕES DE MANUTENÇÃO PARA UM PRAD

Durante o período chuvoso, deverá ser realizada a substituição das mudas que não sobreviveram, mediante constatação da mortalidade de indivíduos plantados, utilizando-se o mesmo padrão de plantio adotado originalmente. Necessitará efetuar a manutenção das áreas ao redor das mudas com o coroamento, consistindo na remoção da vegetação indesejada próximas às covas, com o intuito de prevenir que as plantas invasoras e as gramíneas não prejudiquem o crescimento e desenvolvimento das mudas. É fundamental manter o controle das formigas cortadeiras, pois os danos são detectados nas folhas (LIMA, et. al, 2015)

Para a adubação do plantio é necessário planejar com base na exigência nutricional da planta, pois existem variações entre os indivíduos da mesma espécie, o que acaba tornando mais difícil elaborar recomendações muito específicas, por isso é importante assegurar a adubação de nutrientes para espécies mais exigentes, com isso, as demais acabam se beneficiando das demandas nutricionais.

Em virtude disso, sugere-se a aplicação de fertilizantes ou adubos orgânicos apropriados e mais adequados para as condições locais. Posteriormente, observar possíveis deficiências e o desenvolvimento sadio das mudas. O uso de herbicidas durante o plantio não é indicado, pois pode acarretar riscos de contaminação na área e consequentemente comprometer a recuperação biológica do solo e contaminar as nascentes afluentes do Córrego Desamparo (GUIMARÃES, 1987).

7. DO MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO

As medidas de monitoramento da recuperação de áreas degradadas são implementadas para assegurar o sucesso do projeto, visando garantir uma maior sobrevivência das mudas e um ambiente restaurado. O acompanhamento, será realizado localmente pelos responsáveis do projeto de execução, com foco na recomposição do solo e na introdução de espécies nativas da região.

No início da implantação, as visitas deverá ser realizadas a cada 15 dias, avaliando-se a cobertura do solo e o desenvolvimento das mudas. Nesse processo, é essencial observar alguns aspectos importantes, como:

- Monitoramento das condições físico-química do solo: Averiguar se a erosão está sendo contida e se está havendo um crescimento da vegetação principalmente de espécies nativas na área degradada. Acompanhar a melhoria da qualidade do solo em termos de textura, fertilidade e estrutura;
- Monitoramento da vegetação: Consiste em verificar a quantidade de plantas nativas em desenvolvimento e avaliar se sua distribuição na área está auxiliando na recuperação ambiental, como também analisar a presença de espécies exóticas invasoras que possam competir com as nativas. A implantação das espécies deve ser facilitada e que apresente elevada atratividade para a fauna e possuir boa capacidade de dispersão natural (BRASIL, 2021).

Para o monitoramento da vegetação é fundamental priorizar a diversidade de espécies na área, tomando como base os dados obtidos no inventário florestal da área. Essa seleção de espécies devem considerar critérios ecológicos, adaptativos e funcionais, de modo a garantir a restauração da biodiversidade e a estabilidade da área (BRASIL, 2021).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área, em seu estado inicial, apresentava a estrutura física comprometida e indícios de instabilidade do solo, condições que se agravaram ao longo do tempo. A ausência do monitoramento e manutenção da área, favoreceu para o avanço de processos erosivos, resultando na perda gradual da cobertura vegetal e na exposição do solo. Paralelamente, o escoamento superficial advindo dos bairros e da própria via férrea, sem barreiras de contenção adequadas, intensificou a erosão em sulcos para a formação em voçorocas, ocasionando o transporte de sedimentos para o curso d'água e provocando erosões.

Essa degradação progressiva afetou toda a estabilidade da área, dificultando a regeneração natural, tornando necessária a adoção de medidas estruturais, como a implantação dos taludes artificiais, já presente no local, para conter e reverter o processo.

Constata-se que tentativas de minimização de impactos ambientais negativos, sem os respaldos de medidas efetivas de recuperação, mostraram-se insuficientes para êxitos da solução do problema ambiental enfrentado.

Assim, a ausência de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), devidamente elaborado e executado, comprometeu a efetividade das ações de restauração, resultando em um cenário onde os princípios de conservação e preservação ambiental não foram plenamente atendidos.

Embora tenham sido realizadas intervenções físicas e estruturais na área impactada, como a implantação dos taludes artificiais, a recuperação ambiental em seu sentido ecológico e funcional permanece pendente. A degradação observada, incluindo processos erosivos severos como a formação de voçorocas, evidencia a urgência de ações integradas e sustentadas que visem à reabilitação da paisagem e ao restabelecimento dos serviços ecossistêmicos.

Diante desse cenário, os estudos recomendados são respaldados por diretrizes legais e técnicas estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes, e a sua adoção se torna fundamental para garantir a sustentabilidade e a integridade dos ecossistemas. A minimização de impactos ambientais demanda a aplicação de uma série de estudos técnicos especializados que visam diagnosticar, acompanhar e mitigar os efeitos negativos sobre os sistemas naturais.

Assim, recomenda-se:

- Aplicação de um PRAD específico para as áreas afetadas por erosão, com estudos aprofundados de clima, relevo, velocidade de infiltração da água, medidas de redução do volume de águas superficiais, redução de velocidade de escoamento superficial e outros conhecimentos técnicos de minimização.

- Monitoramento contínuo da erosão dos solos, de toda a rede hídrica e da vegetação até que tenham condições de sobrevivência própria.
- Análises periódicas da qualidade da água (turbidez, cor, sólidos suspensos) e estabilidade dos taludes.
- Estudo topográfico detalhado para identificar microbacias e áreas com riscos de erosão dentro do município.

A adoção de estudos técnicos, é essencial para garantir a sustentabilidade ambiental e a conservação dos ecossistemas na área, possibilitando a restauração do ambiente e a preservação dos recursos naturais em longo prazo.

9. REFERÊNCIAS

AB’SABER, Aziz Nacib. A organização das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: **Simpósio sobre o Cerrado**, 3., 1971, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Edgard Blücher, Universidade de São Paulo, 1971. p. 1–14.

ANDRADE, Aluísio Granato; PORTOCARRERO, Hugo; CAPECHE, Claudio Lucas. *Práticas mecânicas e vegetativas para controle de voçorocas*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. (Comunicado Técnico, 33). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/966296/1/comtec332005controlevoçorocas.pdf>>. Acesso em: 15/04/2025.

ANDRADE, Jessyca Mikaelly Benchimol. *Impactos ambientais, urbanos e sociais relacionados às voçorocas e movimentos de massa nas microbacias Boa Vista e Colônia Antônio Aleixo Manaus (AM)*. 2011. Relatório de Pesquisa (Programa PIBIC 2011) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012. Disponível em: <<http://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/2661>>. Acesso em: 24/03/2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba*. Brasília: ANA, 2013.

ARAUJO FILHO, José Coelho. Vegetação – Floresta Estacional Semidecidual. *Embrapa Solos* – Agência de Informação Tecnologia, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual>>. Acesso em: 06/01/2025.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE (AMDA). Mata Atlântica é hotspot mundial. *Blog da AMDA*, 19 de maio 2017. Disponível em: <<https://amda.org.br/informacoes-ambientais/5229-mata-atlantica-e-hotspot-mundial/>>. Acesso em: 01/03/2025.

ASSUNÇÃO, Washington Luiz. Clima e agricultura: a sustentabilidade da cafeicultura irrigada em áreas de Cerrado – o caso do município de Araguari (Minas Gerais – Brasil). In: **ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA (EGAL)**, 8., 2001, Santiago.

Anais... Santiago: EGAL, 2001. p. 1–12. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Geografiasocioeconomica/Geografiaagricola/17.pdf>>. Acesso em: 26/01/2024.

BARTH, Raimundo César. Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil. *Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais*, Viçosa, v. 1, p. 1–41, 1989.

BERTOL, Gisele Ana. **Avaliação da recarga anual no aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-74MN3Y/1/dissertacaogisele.pdf>>. Acesso em: 10/02/2025.

BOCUTI, Edwaldo Dias; AMORIM, Ricardo Santos Silva.; SANTOS, Tulio Gonçalves dos; DI RAIMO, Luís Augusto Loreto.; PEREIRA, Henrique Gomes. Erodibilidade entressulcos e sua relação com atributos de solos do Cerrado. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 1–14, 2019. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17020>>. Acesso em: 21/04/2025.

BRASIL. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. *Diário Oficial da União: seção I*, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso em: 21/04/2025.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. *Programa de monitoramento e recuperação de áreas degradadas – Rodoviário*. Brasília, p. 12-13, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/06-monitoramento-e-recuperacao-de-areas-degradadas-rodoviario.pdf>. Acesso em: 09/08/2025.

CALDERANO FILHO, Braz; CARVALHO JÚNIOR, Waldir; CALDERANO, Sebastião Barreiros; GUERRA, Antônio José Teixeira. Suscetibilidade dos Solos à erosão na área de entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tombos (MG). *Revista Geonorte*, Edição Especial 4, v. 10, n. 10, p. 670-675, 2014.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Livros- Espécies Arbóreas Brasileiras. vol. 1, 2003 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/florestas/publicacoes/especies-arboreas-brasileiras>>. Acesso em: 04/02/2025.

CERETTA, Carlos Alberto; AITA, Celso. *Manejo e Conservação do Solo*. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Curso de Graduação Tecnológica em Agricultura Familiar e Sustentabilidade a distância. 5º semestre. p. 5-88, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16180/Curso_Agric-Famil-Sustent_Manejo-Conservacao-Solo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 21/04/2025.

COUTINHO, Lorenzo Mammi. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasilica*, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006. Acesso em: 22/04/2025.

GUIMARÃES, Guilherme Luiz. Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente. *Série Técnica IPEF*, v. 4, n. 12, p.159–180, set. 1987. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/tecnica/nr12/cap12.pdf>. Acesso em: 09/06/2025.

HERNANI, Luís Carlos *et al.* A erosão e seu impacto. In: PERES, J. R. R. (org.). *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. cap. 5, p. 47–60. IBF, Instituto Brasileiro de Florestas. **Bioma Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>>. Acesso em: 23/03/2023.

IDE-Sisema, **Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. 2018. Disponível em: <<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>>. Acesso em: 15/11 2023.

_____, **Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. 2024. Disponível em: <<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>>. Acesso em: 10/12/2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (IBF). **Bioma Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>>. Acesso em: 12/08/2025.

LIMA, José do Espírito Santo; ALMEIDA, Cláudia Sílvia Cerveira de. *Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: Relatório diagnóstico sistema aquífero Bauru-Caiuá no estado de Minas Gerais bacia sedimentar do Paraná*. CPRM, 2012. Coleção

Diagnóstico dos Aquíferos Sedimentares do Brasil, v. 13). Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22252>>. Acesso em: 22/04/2025.

LIMA, Pedro Augusto Fonseca; PACHÊCO, Bárbara Silva; SOUSA, Simone Rodrigues; GATTO, Alcides. AQUINO, Fabiana de Gois; ALBUQUERQUE, Lidiamar Barbosa. *Indicadores ecológicos: ferramentas para o monitoramento do processo de restauração ecológica*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF: 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1040917/1/doc327.pdf>>. Acesso em: 11/07/2025.

MARTINS, José Casimiro; FERNANDES, Rui. Processos de degradação do solo - medidas de prevenção. *Vida Rural*, v. 5, n. 1827, p. 34-36, 2017. Disponível em: <<https://www.vidarural.pt/wp-content/uploads/sites/5/2017/07/aqui-1.pdf>>. Acesso em: 21/01/2025.

NAVE, André Gustavo; ISERNHAGEN, Ingo Rodrigues; RODRIGUES, Ricardo; GANDOLFI, Sergius. Descrição das ações operacionais de restauração. In: LERF/ESALQ; Instituto BioAtlântica (org.). *Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: ações operacionais para a restauração ecológica*. São Paulo: LERF/ESALQ; Instituto BioAtlântica, 2009. cap. 6, p. 176–192. Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/produzidos/livros/pacto2009.pdf>>. Acesso em: 23/03/2025.

PES, Luciano Zucuni; GIACOMINI, Diego Antônio. Erosão do solo. In: *Conservação do solo*. Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017. p. 17-29. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/10_conservacao_solo.pdf>. Acesso em: 12/04/2025.

PIMENTA, Gustavo Duarte (Minas Gerais) (org.). VLI - *Valor da Logística Integrada*. Ferrovia Centro Atlântica (FCA). 2014. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/>. Acesso em: 17/11/2023.

RIBEIRO, Jose Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais fitofisionomia do bioma Cerrado, cap. 6. In: SANO, Sueli Matiko; et.al. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, 151-199 p. v. 1. DF: Embrapa Cerrados, 2008.

ROSENDO, Jussara dos Santos. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG utilizando dados do sensor Modis**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

SAMPAIO, Roberto Cury. **Migrações Internas no Triângulo Mineiro: análise demográfica e econômica (1960-1970)**. Belo Horizonte, UFMG/CEDEPLAR, (Dissertação de Mestrado), 1985.

SANQUETTA, Carlos Roberto. **Experiencias de Monitoramento no Bioma Mata Atlântica com Uso de Parcelas Permanentes**. Curitiba 2008; 5 p.

SILVA, Cassio Roberto. *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro*. Brasília: CPRM, 2008. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf>. Acesso em: 22/04/2025.

SILVA, João Bosco C. **Utilização de sementes peletizadas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças*. Cap. 10. Dez, 1998.

SOS; Mata Atlântica; INPE, Unidade de Pesquisa do MCTI. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, PERÍODO (2020-2021) RELATÓRIO TÉCNICO**. São Paulo, 2022. 1-72 p. Disponível em: <<https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Sosma-Atlas-2022-1.pdf>>. Acesso em: 21/10/2024.

TAVARES, Sandra Regina de Lima.; MELO, Adriana da Silva; ANDRADE, Ariana Gomes de; ROSSI, Cristiane Queiroz; CAPECHE, Carlos Leandro; BALIEIRO, Fernando de Castro; DONAGEMMA, Gilberto Karamazov; CHAER, Gilvan Medeiros; POLIDORO, José Carlos; MACEDO, José Ribamar de; PRADO, Ronaldo Benevides; FERRAZ, Ricardo Pereira da; PIMENTA, Thaís Santos. *Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/340067>>. Acesso em: 22/04/2025.

VALE, Vagner Santiago; ARAÚJO, Glein Monteiro; OLIVEIRA, Alexandre Silva de; PRADO-JÚNIOR, Jamir Afonso; SANTOS, Lilian Cristina da Silva. Estrutura da comunidade arbórea e características edáficas de um fragmento urbano. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1415–1428, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/30322/16800>>. Acesso em: 22/04/2025.

WILLIAMS, Don Duane; BUGIN Alexandre; REIS Jorge Luiz Brito Cunha. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. p. 13-15, 1990. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/ManualdeRecuperacaodeareasDegradadaspelaMineracao.pdf>>. Acesso em: 22/04/2025.