



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL



JONATHAN FERNANDO COSTA ALVES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PRÁTICA DE RECUPERAÇÃO DE
FEIÇÃO EROSIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA
AREIA - ITUIUTABA/MG**

ITUIUTABA/MG

2023

JONATHAN FERNANDO COSTA ALVES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PRÁTICA DE RECUPERAÇÃO DE
FEIÇÃO EROSIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA
AREIA - ITUIUTABA/MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal - Área de Concentração: Produção do Espaço e as Dinâmicas Ambientais, do Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki

ITUIUTABA/MG

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

A474d
2023 Alves, Jonathan Fernando Costa, 1993-
 Diagnóstico ambiental e prática de recuperação de feição erosiva na
 bacia hidrográfica do Córrego da Areia - Ituiutaba/MG [recurso
 eletrônico] / Jonathan Fernando Costa Alves. - 2023.

Orientadora: Leda Correia Pedro Miyazaki.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.A474d>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geografia. 2. Bacias hidrográficas. 3. Erosão. 4. Impacto ambiental.
I. Miyazaki, Leda Correia Pedro, 1979-, (Orient.). II. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Programa de Pós-graduação em
Geografia do Pontal. III. Título.

CDU: 910.1

Rejâne Maria da Silva Bibliotecária
Documentalista – CRB6/1925

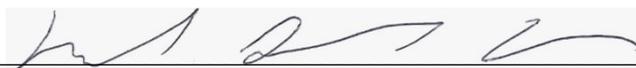
JONATHAN FERNANDO COSTA ALVES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E PRÁTICA DE RECUPERAÇÃO DE
FEIÇÃO EROSIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA
AREIA - ITUIUTABA/MG**

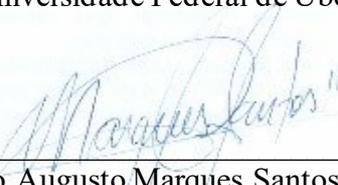
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki (orientadora)
Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal - PPGEP
Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO)
Universidade Federal de Uberlândia



Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa (Membro interno)
Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal - PPGEP
Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO)
Universidade Federal de Uberlândia



Prof. Dr. Cajo Augusto Marques Santos (Membro externo)
Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Universidade Federal de Rondonópolis

Data: 15/12/2023

Resultado: **Aprovado**

Dedico à minha família, pelo amor e apoio incondicionais

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à minha família, principalmente minha filha, mãe, pai e irmão pela união e o apoio de sempre.

À minha mãe Marina, mulher guerreira que nunca deixou de se sacrificar para dar o melhor possível aos seus filhos, que sempre esteve ao meu lado nas batalhas diárias, me apoiando, incentivado, dando força e principalmente muito amor.

Ao meu pai Vespasiano, por sempre poder contar com sua ajuda e esforço, por ter me aliado em vários trabalhos de campo desta pesquisa.

A minha filha Luna, que é a minha alegria de viver e minha inspiração.

Ao meu irmão Jonny, pela ajuda e preocupação comigo.

Ao Silvanio, companheiro de universidade que se tornou um dos meus melhores amigos, sempre esteve disposto a me ajudar no que fosse preciso, te amo.

Ao Jhonatan Nunes, amigo de infância que considero um irmão cuja a amizade e o companheirismo pude sempre contar.

Ao Edvanio, um grande amigo que a vida fez questão de colocar em meu caminho “Amigo é coisa pra se guardar debaixo de sete chaves” - Milton Nascimento”.

Ao meu grande amigo “Wil”, companheiro presente nos momentos de lágrimas e sorrisos. Colega de profissão que contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Danilo, companheiro de longa data que sempre esteve disposto a me auxiliar.

Ao Iru, grande amigo que fiz na universidade, pai de Cauê, um dos amigos que a Luna mais ama.

Aos amigos Anderson, João, Marcelo, Tavares e Deivide, que trouxeram luz aos dias obscuros em Campo Novo do Parecis e levarei para toda a vida.

Ao Leonardo, colega de profissão e amigo, sempre disposto e dono de conselhos valiosos.

À orientadora Leda, que sempre acreditou em meu potencial. Excelente professora, pesquisadora e amiga, me auxiliou incansavelmente.

Aos amigos de turma Helier e Matheus Alfaiate, amizades que levarei comigo para o resto da vida.

Aos professores Anderson Pereira Portuguez, Carlos Roberto Loboda, Vitor Koiti Miyazaki, colegas de profissão que sempre me auxiliaram e donos de minha admiração.

Aos professores Rildo e Caio pelas contribuições fundamentais ao desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, do INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL, da UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA.

Aos demais professores do Curso Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, que se empenham e esforçam diariamente para a construção e manutenção de um curso de qualidade.

Ao Grupo de pesquisa GEPDA, composto por pesquisadores sempre dispostos a ajudar.

Aos amigos de trabalho que tornam nossos dias mais prazerosos, Rosimeir, Érika, Aliane, Jussivania, Sidneia e Ericson.

Aos grandes amigos que fiz em VG: Ranielli, Nadja, Rubia, Paula e Bruna.

A todos que contribuíram de forma positiva durante todo o período de graduação e desenvolvimento desta pesquisa.

Com vocês ao meu lado, sinto-me mais forte para enfrentar os desafios da vida.
Obrigado, amigos!

Muito Obrigado!

*É preciso amor para poder pulsar
É preciso paz para poder sorrir
É preciso a chuva para florir
Almir Sater*

Resumo

Uma maneira de analisar os impactos ambientais causados e/ou promovidos pelas atividades humanas nas áreas rurais brasileiras, é utilizar a bacia hidrográfica como unidade de análise territorial, buscando elaborar planejamento e executar medidas com o intuito de extinguir ou mitigar tais impactos. As bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. A partir destes conceitos, delimitou-se como área de estudo da presente pesquisa a Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, que está localizada a cerca de 9 km ao sul da área urbana do Município de Ituiutaba/MG, tendo como sua principal via de acesso a Estrada Municipal das 7 Placas. Ela é composta pelo Córrego da Areia, curso d'água principal (canal de segunda ordem) e 2 afluentes, os Córregos Água Boa e dos Paula (canais de primeira ordem). A área total da bacia é de 635 ha. A pesquisa buscou caracterizar os componentes naturais e sociais da área de estudo para compor o diagnóstico ambiental; espacializar as feições e identificar áreas propícias a manifestação; avaliar técnicas de mitigação de erosão e averiguar a eficácia de algumas técnicas de estabilização de sedimentos para diminuir o avanço das feições erosivas em pequenas propriedades rurais. Justifica-se pela falta de trabalhos acadêmicos que possam contribuir com informações teórico-metodológicas a fim de explicar os motivos que têm agravado o quadro de degradação ambiental por erosão linear na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia. O embasamento teórico deste trabalho se pautou nas discussões sobre bacias Hidrográficas; o diagnóstico ambiental como uma ferramenta importante para os estudos das bacias hidrográficas; dinâmicas erosivas em pequenas propriedades e as técnicas de controle de feições erosivas. Para elaboração da presente pesquisa foi executado o Método de Investigação, alicerçado pelos Trabalhos de Campo - metodologia fundamental para a elaboração do diagnóstico ambiental e da execução dos barramentos para controle de feições erosivas - e mapeamentos temáticos da área de estudo. Como resultado, constatou-se que os problemas mais relevantes encontrados na bacia impactam diretamente a conservação dos solos e recursos hídricos da área e suas existências são nítidas ao analisar a mata ciliar insuficiente, o pastejo do gado próximo aos cursos hídricos e os processos erosivos nas áreas de pastagem. O Diagnóstico Ambiental se mostrou eficiente para a análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, tornando possível, a partir da análise dos dados, a indicação de algumas recomendações para recuperação das áreas degradadas. Foi possível constatar que é possível mitigar, controlar e evitar os principais impactos ambientais causados na área analisada por meio de planejamento, investimento, diálogo por parte do poder público com os pequenos produtores. A metodologia dos barramentos se mostrou uma técnica de baixo custo, pois os materiais podem ser adquiridos em stands locais. Isso a torna acessível aos pequenos produtores rurais, permitindo a aplicação da mesma técnica em uma grande e uma pequena propriedade rural e, conseqüentemente, a comparação dos resultados obtidos. Houve disseminação de vegetação no entorno das barreiras, bem como a contenção de parte considerável dos sedimentos transportados. Esta forma de intervenção se mostrou eficiente no controle de processos erosivos, impedindo sua intensificação, bem como favorecendo a recuperação de áreas degradadas que podem novamente ser incorporadas às atividades agrícolas. Este fator é extremamente relevante, em especial, quando se trata de pequenos produtores rurais.

Palavras-Chave: Bacia Hidrográfica. Feições Erosivas. Impacto ambiental. Erosões Lineares

Abstract

One way to analyze the environmental impacts caused and/or promoted by human activities in Brazilian rural areas is to use the river basin as a unit of territorial analysis, seeking to develop planning and execute measures with the aim of extinguishing or mitigating such impacts. River basins are considered within the scope of territorial planning as the basic unit of analysis for the development of structural and non-structural actions and measures with the perspective of integration between water resources management and environmental management. Based on these concepts, the study area of this research was defined as the Córrego da Areia Hydrographic Basin, which is located approximately 9 km south of the urban area of the Municipality of Ituiutaba/MG, having as its main access route the Municipal Road of 7 Plates. It is made up of the Córrego da Areia, the main watercourse (second order channel) and 2 tributaries, the Água Boa and dos Paula streams (first order channels). The total area of the basin is 635 ha. The research sought to characterize the natural and social components of the study area to compose the environmental diagnosis; spatialize the features and identify areas suitable for manifestation; evaluate erosion mitigation techniques and investigate the effectiveness of some sediment stabilization techniques to reduce the advancement of erosion features on small rural properties. It is justified by the lack of academic work that can contribute with theoretical-methodological information in order to explain the reasons that have worsened the situation of environmental degradation due to linear erosion in the Córrego da Areia Hydrographic Basin. The theoretical basis of this work was based on discussions about river basins; environmental diagnosis as an important tool for river basin studies; erosive dynamics on small properties and techniques for controlling erosive features. To prepare this research, the Investigation Method was carried out, based on Field Work - a fundamental methodology for preparing the environmental diagnosis and the execution of dams to control erosion features - and thematic mapping of the study area. As a result, it was found that the most relevant problems found in the basin directly impact the conservation of soil and water resources in the area and their existence is clear when analyzing the insufficient riparian forest, cattle grazing close to water courses and erosive processes in pasture areas. The Environmental Diagnosis proved to be efficient for the environmental analysis of the Córrego da Areia Hydrographic Basin, making it possible, based on data analysis, to indicate some recommendations for the recovery of degraded areas. It was possible to verify that it is possible to mitigate, control and avoid the main environmental impacts caused in the area analyzed through planning, investment, dialogue on the part of the public authorities with small producers. The busbar methodology proved to be a low-cost technique, as the materials can be purchased at local stands. This makes it accessible to small rural producers, allowing the application of the same technique on a large and a small rural property and, consequently, the comparison of the results obtained. There was a spread of vegetation around the barriers, as well as the containment of a considerable part of the transported sediments. This form of intervention proved to be efficient in controlling erosion processes, preventing their intensification, as well as favoring the recovery of degraded areas that can once again be incorporated into agricultural activities. This factor is extremely relevant, especially when it comes to small rural producers.

Keywords: Hydrographic Basin. Erosive Features. Environmental impact. Linear Erosion

Lista de Siglas

EMBRAPA.....	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	Global Positioning System
IBGE.....	Instituto Brasileiro de geografia e Estatística
IEF.....	Instituto Estadual de Florestas
INMET.....	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT.....	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
MMA.....	Ministério do Meio Ambiente
OMM.....	Organização Mundial de Meteorologia
SIG.....	Sistema de Informação Geográfica

Lista de Figuras

Figura 01: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	24
Figura 02: Modelos de bacias hidrográficas	30
Figura 03: Ciclo Hidrológico	41
Figura 04: Impacto da água da chuva na superfície do solo	44
Figura 05: Barramento de madeira	56
Figura 06: Barramento de bambu e sacos de ráfia	56
Figura 07: Registro da paisagem de cima da Serra do Calcário	60
Figura 08: Registro da paisagem de cima da Serra dos Bandarras	61
Figura 09: Início dos procedimentos para instalação dos barramentos de madeira	61
Figura 10: Pluviômetro instalado na propriedade, localizado pelas coordenadas geográficas 9°05'27.82"S; 49°27'11.28"O	62
Figura 11: Aparelho de GPS utilizado nos trabalhos de campo	62
Figura 12: Utilização do aparelho de GPS em trabalho de campo próximo a uma nascente do Córrego dos Paula	63
Figura 13: Pagina inicial do site EARTH DATA	64
Figura 14: Localização da bacia hidrográfica do Córrego da Areia – Ituiutaba/MG	65
Figura 15: Sequência de construção das barreiras e cercamento da erosão com uso de mourões de madeira, tela de alambrado, pregos, fios de arame farpado entre outros. A- Registro da erosão em forma de ravina. B- Perfuração do solo para instalação dos mourões de cercamento da área. C- Cerca para evitar a presença do gado na erosão. D- Perfuração do solo dentro da ravina para instalação da barreira de contenção. E- Barreira de mourões implantada na cabeceira da erosão. F- Barreira de mourões e tela de alambrado construída a jusante da cabeceira da ravina próximo ao córrego da Areia	66
Figura 16: Aspectos quantitativos da ravina	67
Figura 17: Plantio de muda de bambu para conter a erosão entre a cabeceira da ravina e o primeiro barramento. A- Preparação do local onde foi plantado uma das mudas de bambu no interior da erosão. B- Destaque para a muda de bambu colocada no local que foi cavado	68
Figura 18: Unidades litológicas do Município de Ituiutaba/MG, com destaque para as Formações Serra Geral, Vale do Rio do Peixe e Marília	71
Figura 19: Rochas da Formação Serra Geral. Basaltos apresentando juntas verticais e de alto ângulo	71
Figura 20: Arenito do Grupo Bauru, Formação Marília	73

Figura 21: Linhas de pedras encontrada no talude da erosão entalhada em solos hidromórficos	75
Figura 22: Geomorfologia do Triângulo Mineiro	77
Figura 23: Mapa hipsométrico da área	79
Figura 24: Canais de escoamento e formação em anfiteatro da Serra dos Bandarras	80
Figura 25: Formação de cabeceiras de drenagem em anfiteatro no residual Serra do Calcário	81
Figura 26: Perfil topográfico da Serra dos Bandarras	82
Figura 27: Perfil topográfico da Serra dos Bandarras	84
Figura 28: Mapa de solos do Estado de Minas Gerais	87
Figura 29: Tipos de solos no Município de Ituiutaba - MG.....	89
Figura 30: Coloração do solo na erosão localizada às margens do Córrego da Areia	91
Figura 31: Solo de coloração vermelha localizado próximo ao Córrego dos Paula.....	92
Figura 32: Mapa da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3)	94
Figura 33: Hidrografia da bacia.....	97
Figura 34: Pisoteio do gado no Córrego dos Paula	98
Figura 35: Trecho com ausência de mata ciliar no Córrego dos Paula	99
Figura 36: Erosões às margens dos córregos dos Paula e da Areia.....	100
Figura 37: Alterações na morfologia do canal fluvial dos Córregos da Areia e dos Paula ...	101
Figura 38: Banco de areia localizado nas margens do Córrego dos Paula.....	102
Figura 39: Localização dos pontos de coleta dos dados.....	107
Figura 40: A, B - Anta registrada próximo a foz do Córrego da Areia, tamanduá-bandeira registrados na Fazenda Terra Preta, interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	108
Figura 41: Registros de javalis na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	109
Figura 42: Tucano registrado no Sítio Terra Preta – Propriedade rural localizada na Bacia do Córrego da Areia.....	110
Figura 43: Cobras registradas na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia.....	111
Figura 44: Peixes pescados por proprietários rurais no Córrego da Areia	112
Figura 45: Bacuri, Gueroba e Baru, localizados na fazenda Terra Preta	113
Figura 46: Tabela de uso da terra e cobertura vegetal do município de Ituiutaba-MG em agosto de 2011.....	115
Figura 47: Vegetação preservada nas escarpas da Serra do Calcário.....	116
Figura 48: Capim plantado no topo da Serra do Calcário	117
Figura 49: Propriedades com sedes na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	120

Figura 50: Maiores feições erosivas localizadas no interior da bacia	126
Figura 51: Feição erosiva localizada as margens do Córrego dos Paula.....	127
Figura 52: Trieiros oriundos do pisoteio do gado em uma das vertentes da feição erosiva número 4	128
Figura 53: Terraços em curva de nível baixos e com falhas, registro realizado em uma das propriedades localizadas no interior da bacia	129
Figura 54: Dimensão das maiores feições erosivas em seus canais mais extensos e profundos	130
Figura 55: Vegetação presente no interior da feição erosiva número 5	131
Figura 56: Área susceptível ao aumento da feição erosiva na feição 4.....	132
Figura 57: Raízes expostas no interior da feição erosiva número 3	133
Figura 58: Início da feição erosiva número 5, localizada na Serra dos Bandarras.....	134
Figura 59: Localização da propriedade Sitio Terra Preta na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	136
Figura 60: Barramento e assoalho da feição erosiva após as primeiras chuvas de setembro de 2022	138
Figura 61: Retenção de sedimentos na barreira a jusante em novembro de 2022.....	138
Figura 62: Dinâmica de escoamento superficial concentrado registrado em janeiro de 2023	140
Figura 63: Registro de água retida pelo terraço em curva de nível em janeiro de 2023	140
Figura 64: Feição erosiva e cobertura vegetal após 1 ano de monitoramento	141
Figura 65: Presença de vegetação ao redor da erosão e dentro dela – julho de 2023	143

Lista de Quadros

Quadro 01: Possíveis intervenções de controle da Bacia.....	54
Quadro 02: Procedimentos que devem ser tomados no controle da erosão	55
Quadro 03: Elementos climáticos atuantes no Município de Ituiutaba.....	105
Quadro 04: Dados sobre os estabelecimentos agropecuários com sede localizada no interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	121

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1.	Problemática e Hipótese	21
1.2.	Área de Estudo	23
1.3.	Objetivos	26
1.4.	Justificativa	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1.	Bacias Hidrográficas: conceito, componentes e processos	28
2.2.	Diagnóstico Ambiental como uma ferramenta importante para os estudos das bacias hidrográficas	36
2.3.	Dinâmicas erosivas	40
2.4.	Técnicas de controle de feições erosivas	50
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
3.1.	O método de investigação	59
3.2.	Trabalhos de campo	59
3.3.	Mapeamentos temáticos	63
3.4.	A construção de barramentos e os materiais utilizados	64
4	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA AREIA	69
4.1.	Aspectos Físicos	70
4.1.1.	Aspectos Geológicos	70
4.1.2	Aspectos do Relevo	76
4.1.3.	Aspectos Pedológicos	85
4.1.4.	Aspectos Hidrológicos	93
4.1.5.	Aspectos Climáticos	102
4.2.	Aspectos Biogeográficos	107
4.3.	Aspectos socioeconômicos	117
5	ESPACIALIZAÇÃO DAS feições erosivas NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA AREIA	124
5.1.	Espacialização das maiores feições erosivas localizadas no interior da bacia do Córrego da Areia.....	125
5.1.1.	Morfologia das maiores feições erosivas localizadas no interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia	129

5.2. Técnica de baixo custo utilizada para estabilização de feição erosiva na área piloto da Bacia.....	134
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
REFERÊNCIAS.....	149

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas podem gerar impactos ambientais que afetam o equilíbrio dinâmico dos processos naturais. Os impactos negativos mais intensos e extensos são causados pelos detentores de capital, pois, além de possuírem acesso à tecnologia, maquinário e mão de obra, suas ações, via de regra, visam, acima de tudo, o lucro. Desta maneira, o bem-estar coletivo e a conservação da natureza, comumente, ficam em segundo plano.

Os impactos oriundos da degradação dos recursos naturais afetam, de forma negativa, o equilíbrio dinâmico dos ambientes e, conseqüentemente, as sociedades humanas. Na contramão dos que mais produzem impactos ambientais, os grupos com menor poder aquisitivo são os que mais sofrem com os seus resultados, pois a falta de poder econômico os impede de buscar meios que amenizem as conseqüências destas ações em suas vidas, os tornando mais vulneráveis.

Dentre os impactos, pode-se destacar aqueles que atingem os solos, sendo exemplificados por erosões, contaminação e perda de fertilidade. Todos eles afetam tanto as terras rurais quanto as urbanas, uma vez que as áreas com vegetação natural são cada vez mais suprimidas, portanto, a degradação dos solos é um dos mais graves problemas ambientais dos nossos dias.

As ações antrópicas aceleram os processos erosionais, condicionada a isto, as características climáticas, litólicas e latólicas da área, o relevo, entre outros, são fatores que podem determinar a suscetibilidade erosiva de uma área. O ser humano, sobretudo, os grupos que mais detêm capital, desempenham um papel que pode identificá-lo como agente acelerador dos processos erosivos naturais. Isto tem se manifestado principalmente nas áreas rurais, por meio da erosão laminar e linear, provocando a perda de solo em um curto período de tempo (tempo histórico), além de contribuir para o assoreamento dos canais fluviais.

Crucial para o surgimento das civilizações sedentárias, a agricultura teve um papel fundamental no processo de transição de nômade a sedentário por qual o ser humano passou. Com isso, a exploração dos recursos naturais disponíveis aumentou e o ser humano tem comprometido essa disponibilidade.

Os dados referentes a degradação dos solos por erosão no Brasil são preocupantes, a exemplo disso, pode-se citar a condição do cerrado brasileiro onde aproximadamente a quantidade de solo perdida chega a 130ton/ha/ano (GOEDERT, 1990).

O crescimento tecnológico da agricultura, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, incorporou um conjunto de tecnologias avançadas, as quais aumentaram a produção e alteraram as relações sociais no campo (SCHONS; MIORIN, 2007). Porém, a incorporação dessas novas tecnologias em transferência para o rural brasileiro ocorreu, muitas vezes, de

forma inadequada à realidade do meio, com consequências altamente negativas sobre o ambiente.

Com a modernização da agricultura e a expansão do agronegócio, o uso desregrado do solo, gerou sérios problemas de erosão, que veem reduzindo a espessura e a fertilidade dos solos, além de diminuir a produtividade nas áreas de ocorrência (ROCHA et al., 2011).

A degradação dos solos contribui para a vulnerabilidade socioeconômica do ser humano que vive do campo, em especial, os que são menos favorecidos economicamente, entre os problemas causados estão à infertilidade do solo, queda de produtividade, queda no preço das terras agricultáveis, contaminação dos solos e lençol freático, assoreamento dos rios, gastos exorbitantes com a correção do solo e o consequente êxodo rural (ROCHA et al., 2011).

Uma maneira de analisar os impactos ambientais causados e/ou promovidos pelas atividades humanas nas áreas rurais brasileiras, é utilizar a bacia hidrográfica como unidade de análise territorial, buscando elaborar planejamento e executar medidas com o intuito de extinguir ou mitigar tais impactos.

As bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental (CARVALHO, 2020).

No Brasil, este recorte territorial foi instituído através da Política de Nacional de Recursos Hídricos, a partir da promulgação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, sendo posteriormente empregado na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007; Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e, em normativas derivadas da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (CARVALHO, 2020).

A definição de bacia hidrográfica pode ser entendida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001).

Nos estudos sobre bacias hidrográficas também são utilizados os termos sub-bacia e microbacia, normalmente empregados a recortes espaciais de uma bacia. Sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal e de acordo com Faustino (1996), são áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km².

Existem outras definições de sub-bacias, a título de exemplo Rocha (1997) entende que sub-bacia hidrográfica é a área que drena a água de chuvas por canais e tributários para um

curso principal, com vazão efluente e o deságue se dá diretamente em outro rio, tendo dimensões superficiais que variam entre 20.000 ha a 300.000 ha.

A literatura também apresenta o termo microbacia. Uma série de definições são aplicadas ao conceito de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos (TEODORO et al., 2007). De acordo com Faustino (1996), a microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 km².

Embora o termo microbacia faça alusão a uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, alguns autores argumentam que não existe consenso acerca de qual seria a área máxima de uma microbacia, portanto a área pode variar entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km² a 200 km² (CECÍLIO; REIS, 2006).

Um dos conceitos norteadores para a realização deste estudo de caso foi o de bacia hidrográfica, aqui, compreendido como unidade de planejamento e ação, já que a mesma possibilita a interrelação entre a ocorrência de processos erosivos, a dinâmica das águas e o uso e ocupação do solo (BALDASSARINE; NUNES, 2014).

Os impactos ambientais relatados anteriormente estão presentes nas bacias hidrográficas do município de Ituiutaba e tem piorado o quadro de degradação ambiental. No sentido de tentar compreender o avanço da degradação ambiental nas bacias hidrográficas contidas no município de Ituiutaba, escolheu-se a Bacia Hidrográfica do córrego da Areia como área de estudo da presente pesquisa.

1.1. Problemática e Hipótese

Os elevados índices de consumo dos detentores do capital, as mudanças climáticas, a desertificação e a degradação dos solos, estão destruindo os recursos naturais do Planeta Terra em um ritmo que a natureza não é capaz de se recuperar.

De acordo com o relatório “Estado das Finanças para a Natureza” - produzido em 2021 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA); o Fórum Econômico Mundial (WEF, da sigla em inglês); e a Iniciativa Economia da Degradação da Terra (ELD, da sigla em inglês), por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) em colaboração com a *Vivid Economics* – é necessário um investimento de 8,1 trilhões na natureza entre agora e 2050 (ONU, 2021).

O relatório aponta que atividades de reflorestamento, agricultura regenerativa e a restauração dos oceanos, são fundamentais para que as futuras gerações possam usufruir dos

recursos disponibilizados pela natureza e não sofram com escassez de alimentos e problemas climáticos (ONU, 2021).

São diversos os estudos apontando que a degradação ambiental tem crescido no mundo todo, inclusive no campo brasileiro. Apesar de todos os alertas emitidos por pesquisadores, o ritmo das tomadas de medidas para freá-los tem sido insatisfatório, portanto, é fundamental que tomemos medidas com o propósito de diminuir a degradação ambiental provocada pelas atividades humanas.

A degradação dos solos identificados nas bacias hidrográficas atinge principalmente os pequenos produtores que dependem da terra para seu sustento e o abastecimento do mercado interno do Brasil, no entanto, apesar das pesquisas apontarem que esse problema tem causado perda de solo fértil, contaminação, desertificação, assoreamento dos cursos d'água e várias campanhas alertarem sobre este problema, ainda sim tem piorado o nível de degradação nestas áreas.

Diante desses apontamentos é que se elaborou a questão problema dessa pesquisa:

O diagnóstico ambiental e as técnicas de baixo custo para controle de avanço de feições erosivas podem ser ferramentas norteadoras para ações que visem mitigar ou diminuir impactos ambientais em pequenas propriedades rurais?

Deste modo, parte-se da premissa que em vários casos a falta de conhecimento técnico sobre o manejo adequado do solo aliado ao baixo investimento estatal por meio de políticas públicas e a falta de recursos tem desencadeado erosão acelerada e perda de solo, isso tem gerado um manejo incorreto da terra, tendo como consequência o agravamento da degradação ambiental no Brasil. E o manejo, por sua vez, potencializa a erosão e a perda de solo, que aumenta a vulnerabilidade socioeconômica.

Assim, a presente pesquisa tem como intuito buscar informações a fim de esclarecer, compreender, resolver ou mitigar o problema da degradação ambiental por erosão em pequenas propriedades. Para tanto, optou-se em utilizar como recorte espacial a bacia hidrográfica, uma vez que, o ciclo hidrogeográfico e as formas de apropriação, uso e ocupação se dão sobre a bacia e é nela que os processos morfodinâmicos são alterados/intensificados.

Acredita-se que a presente pesquisa pode contribuir no sentido de conhecer os processos morfodinâmicos que ocorrem na bacia, os impactos decorrentes das formas de apropriação, uso e ocupação do relevo que de forma integrada pode explicar o que está levando ao agravamento do quadro de degradação ambiental por erosão do local. Além de contribuir para o planejamento das atividades que ocorrem na área e de colocar em prática medidas conservacionista voltadas ao manejo adequado do solo, com a implantação de técnicas de baixo custo de estabilização de

sedimentos para conter o avanço das feições erosivas, colaborando para a diminuição da perda de solo fértil nas bacias hidrográficas dos municípios.

1.2. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia está localizada a cerca de 9 km ao sul da área urbana do Município de Ituiutaba/MG, tendo como sua principal via de acesso a Estrada Municipal das 7 Placas (Figura 01). Ela é composta pelo Córrego da Areia, curso d'água principal (canal de segunda ordem) e 2 afluentes, os Córregos Água Boa e dos Paula (canais de primeira ordem). A área total da bacia é de 635 ha.

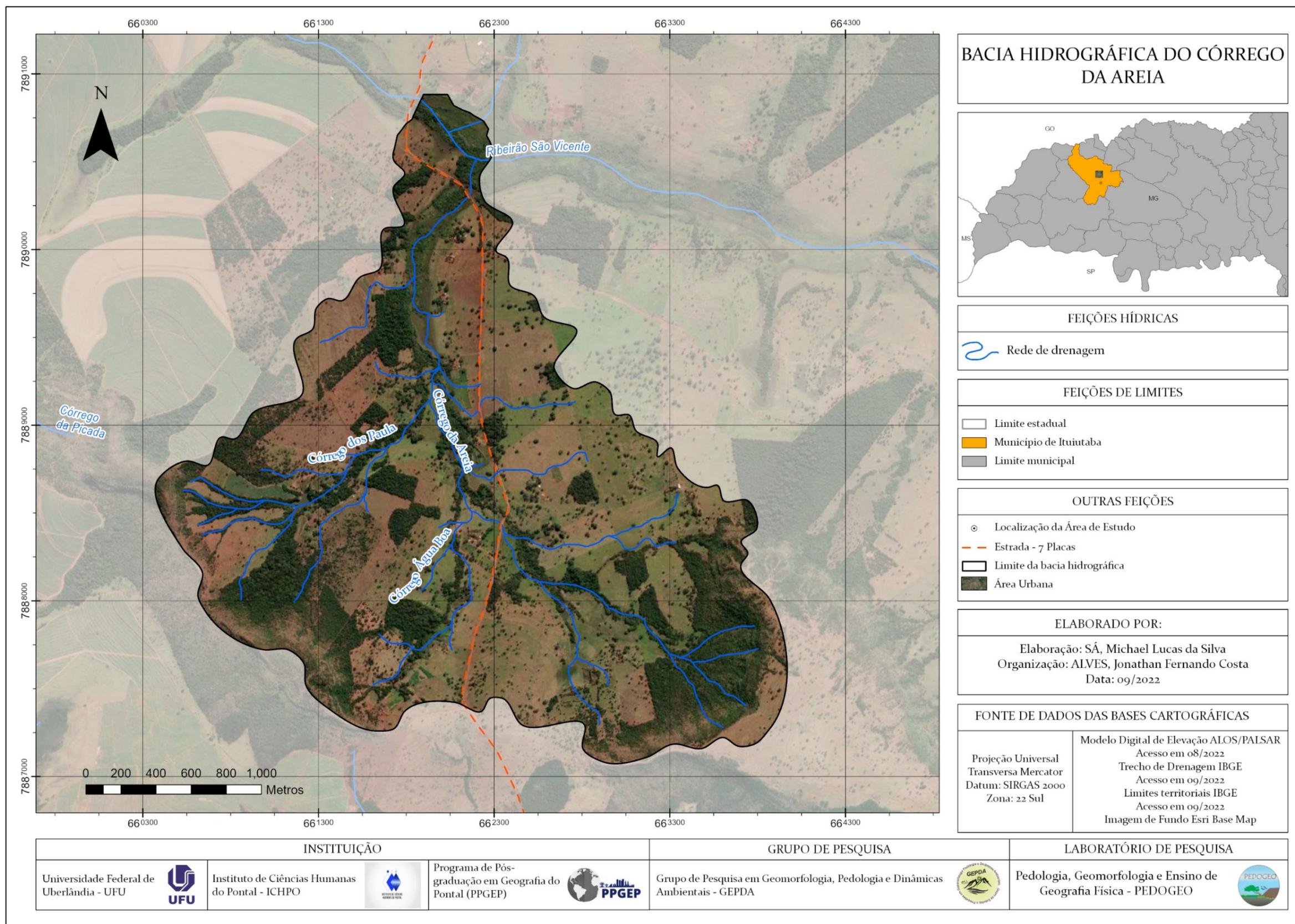
Em relação aos aspectos gerais da área de estudo, optou-se em apresentar nesta introdução alguns aspectos geográficos do município de Ituiutaba, Minas Gerais, no qual a área de estudo se encontra inserida.

Atualmente, a área do Município de Ituiutaba está localizada na porção oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, especificamente na Microrregião de Ituiutaba (IBGE em 1990). Localizado a cerca de 120 kms de Uberlândia, o Município de Ituiutaba se encontra situado entre os paralelos 19°22' e 19°35' de latitude Sul e os meridianos 49°10' e 49°52' a Oeste de Greenwich. Segundo dados do IBGE a população absoluta de Ituiutaba no ano de 2010 era de 97.171 habitantes, e estima-se que a atual população do município é de 105.818 habitantes (IBGE, 2021), cuja área territorial totaliza 2.598,046 km² com uma densidade demográfica de 37,4 habitantes por km².

A Região Imediata de Ituiutaba é composta pelos municípios de Ituiutaba (1901), Santa Vitória (1948), Capinópolis (1953), Cachoeira Dourada (1962), Guarinhatã (1962) e Ipiacú (1962), estes municípios eram, outrora, distritos de Ituiutaba, e se emanciparam com o decorrer do tempo.

O Produto Interno Bruto (PIB), per capita, do município é de 32.172,89 reais e o índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,739 (IBGE, 2019). Dados de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística apontam que o município possui 91,7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização, 94,3% das residências possuem esgotamento sanitário adequado e 28,7% das vias públicas urbanas apresentam urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2021).

Figura 01: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



Em relação aos aspectos naturais do Município de Ituiutaba, o mesmo pertence a morfoestrutura da bacia sedimentar do Paraná, que é uma ampla área sedimentar do continente sul americano que totaliza uma extensão de aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros quadrados, compreendendo um pacote sedimentar-magmático com uma espessura total máxima em torno de 7 mil metros (MILANI et al., 2007).

As litologias presentes no município de Ituiutaba/MG pertencem à Bacia Bauru, sendo contempladas pelas Formações Vale do Rio do Peixe – que corresponde a antiga formação Adamantina - e Marília, do Grupo Bauru e a Formação Serra Geral, do Grupo São Bento (PEDRO MIYAZAKI; COSTA, 2017).

Os arenitos do Grupo Bauru ocupam as áreas superiores a 570m de altitude, localizando-se nas porções sul e sudeste da área urbana, diretamente assentada sobre o basalto da Formação Serra Geral (COSTA; MARTINS, 2011).

O município de Ituiutaba possui duas principais formas de relevo, a primeira ocupa uma pequena área, sendo identificado como do tipo tabuliforme. Esta forma de relevo é caracterizada por apresentar uma sequência de camadas sedimentares horizontais, que podem ou não estar associadas a derrames basálticos, possuindo um formato de mesa, com topo plano e vertentes íngremes. A segunda forma refere-se as colinas com topos amplos e suavemente ondulados, além de vertentes com comprimento de rampa alongado e suave (SILVA; PEDRO MIYAZAKI, 2014).

Em relação aos solos predominantes no município de Ituiutaba se destacam as classes dos Latossolos, ocupando mais da metade da extensão territorial. Além dos Latossolos, se fazem presentes no município outros quatro tipos, sendo esses: Gleissolos Melânicos, Neossolos Litólicos, Argissolos vermelho-amarelo e Nitossolos Vermelho (MARTINS; COSTA, 2014).

Já em relação a dinâmica atmosférica, o município de Ituiutaba está sobre controle dos sistemas de circulação intertropicais que ocasionam um clima tropical alternadamente seco e úmido (COSTA; MARTINS, 2011).

O município de Ituiutaba possui, em quase toda sua totalidade, o Cerrado *strictu sensu* (referente apenas às formações savânicas). Nas áreas mais baixas, é comum encontrar as veredas que são caracterizadas por solos mal drenados e o acúmulo de águas, formando as nascentes das áreas de cerrados. Já nas partes mais altas com solos desenvolvidos existe a presença do Cerradão, que foi destruído em grande parte devido ao avanço da agropecuária sobre suas áreas (COSTA, 2011).

Diante dos questionamentos foi possível estabelecer os objetivos dessa pesquisa, que serão apresentados a seguir.

1.3. Objetivos

O principal objetivo dessa pesquisa é realizar um estudo sobre a degradação ambiental decorrentes da manifestação de erosões lineares na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, no município de Ituiutaba-MG, e aplicar técnicas de baixo custo visando conter ou mitigar o avanço de uma ravina em uma pequena propriedade localizada nessa bacia hidrográfica.

Para que esses objetivos fossem alcançados, estabeleceram-se como objetivos específicos:

- a) Realizar a caracterização dos componentes naturais e sociais da área de estudo para compor o diagnóstico ambiental;
- b) Espacializar as maiores feições localizadas no interior da bacia;
- c) Aplicar, monitorar e avaliar a técnica de estabilização de sedimentos através de barramentos, para diminuir o avanço da feição erosiva em pequena propriedade rural.

1.4. Justificativa

A justificativa para a investigação se deu pelo fato de inexistir trabalhos acadêmicos que possam contribuir com informações teórico-metodológicas a fim de explicar os motivos que têm agravado o quadro de degradação ambiental por erosão linear na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia.

De modo geral, os processos erosivos acelerados prejudicam o ambiente e afetam a vulnerabilidade socioeconômica dos moradores da área que, em sua grande maioria, são pequenos produtores rurais. Os processos erosivos acelerados resultam em perda de solo fértil, podendo ocasionar menor potencial produtivo, além da degradação dos corpos hídricos.

Neste sentido, é importante desenvolver medidas conservacionistas, manejo adequado, técnicas de estabilização de sedimentos, além de um diagnóstico da área que possa subsidiar o planejamento ambiental na referida área de estudo. É necessária a elaboração de pesquisas que pretendem auxiliar na construção de um desenvolvimento que seja sustentável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico, aqui apresentado, traz o debate sobre conceitos e definições norteadoras da presente pesquisa relacionando a caracterização de bacias hidrográficas, a elaboração de diagnóstico ambiental nessas unidades territoriais, além de abordar conceitos acerca dos processos erosivos, suas definições, causas e aplicação de técnicas de baixo custo para conter o avanço de feições erosivas.

2.1. Bacias Hidrográficas: conceito, componentes e processos

Historicamente, o conceito de bacia hidrográfica (BH), foi abordado de diferentes maneiras, isso ocorreu devido às variadas perspectivas em que este objeto de estudo foi analisado. Inicialmente, sua definição foi elaborada focando basicamente nas questões físico-naturais, pois, naquele momento, foi desenvolvida para ser aplicada nas ciências naturais, posteriormente foram incorporadas contribuições das ciências humanas, tornando o conceito mais amplo e abrangente (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021).

Neste sentido, Gomes, Bianchi e Oliveira (2021, p. 5) apontam que, de maneira geral, “o conceito de BH foi abordado de três meios diferentes, sendo eles: a abordagem hidrológica, abordagem geomorfológica e no âmbito do planejamento e da gestão”.

A primeira abordagem retrata uma definição mais simples e não exalta a complexidade que o conceito atualmente é abordado:

[...] vislumbrada principalmente nos trabalhos de Horton (1945), Strahler (1979), Suguio (1998), Novo (2008) e Coelho Netto (2009). Afinal, os conceitos adotados por esses autores limitam a BH a uma área delimitada por interflúvios onde há a drenagem e a convergência hídrica para uma saída comum, chamada de exutório. Essa foi a primeira conceituação atribuída à BH, pois sua complexidade não era plenamente conhecida, assim foi reduzida a um espaço cuja água e seu ciclo eram as variáveis mais importantes (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 5).

No que se refere a abordagem Geomorfológica, fundamentada na teoria do geossistema o conceito:

BH passou a ser compreendida como um sistema aberto e dinâmico, geossistema ou unidade de paisagem. Com isso, há um incremento na abordagem hidrológica, e os estudos passaram a analisar as relações entre os elementos deste sistema (rochas ou sedimentos, clima, geomorfologia, hidrologia, vegetação, solo e outros), contudo as variáveis sociais não eram, significativamente, enfatizadas. Exemplos de conceitos dessa corrente de pensamentos são apresentados por Chorley (1962), Christofolletti (1980), Sanjaume e Villanueva (1996), Cunha (2007), Guerra e Guerra (2008), Karmann (2009) (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 5).

E a abordagem no âmbito da gestão e do planejamento que ainda se encontra em construção, considerando aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais, como apresentado a seguir:

[...] a conceituação de BH tem passado por vários estágios e está em um estado de fluxo. Acrescenta também que, mesmo após sua “descoberta” ocidental no século XVIII, como conceito primordial para a política hídrica europeia, a definição de bacia foi alterada em contextos com evoluções e diferentes intenções (MOLLE, 2009). Desta maneira, a definição de BH incorpora as variáveis sociais, políticas, econômicas e culturais, como podem ser vistas em Brasil (1997), Botelho e Silva (2004), Santos (2004), Torres e Vianna (2008), Tundisi (2008), Wani e Garg (2009) e Gaspari *et al.* (2013). Esse fato ocorreu porque o paradigma analítico tem sido alterado pelo holístico, e isso tem mudado a visão de mundo dos pesquisadores que prezam pela integração. Isso está presente na perspectiva de Gaspari *et al.* (2013), que dizem que a natureza é uma unidade indivisível, onde os elementos naturais (solo, água, vegetação, fauna, clima e o homem) encontram-se intimamente relacionados e afetam, direta ou indiretamente, a natureza (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 5).

Embora os diferentes enfoques possibilitem maneiras distintas de se conceituar as BH, as concepções elaboradas não se anulam ou são contraditórias, mas se sobrepõem e complementam-se mutuamente. Essas conceituações variam desde a mais simplista das definições contemplando uma área drenada por um rio principal e seus afluentes até conceituações mais precisas e detalhadas, ou seja, complexas, considerando a interação entre os processos e aspectos, como também aquelas que consideram aspectos socioeconômicos, culturais, políticos etc.

A exemplo da conceituação com uma abordagem mais complexas, pode-se citar a elaborada por Rodrigues e Adami (2005, p. 147-8) que define BH como:

um sistema que compreende um volume de materiais predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais.

Os autores deixam claro como os elementos de uma bacia hidrográfica estão ligados, portanto, as iniciativas conservacionistas dessas áreas devem ser embasadas por um planejamento que contemple seus elementos.

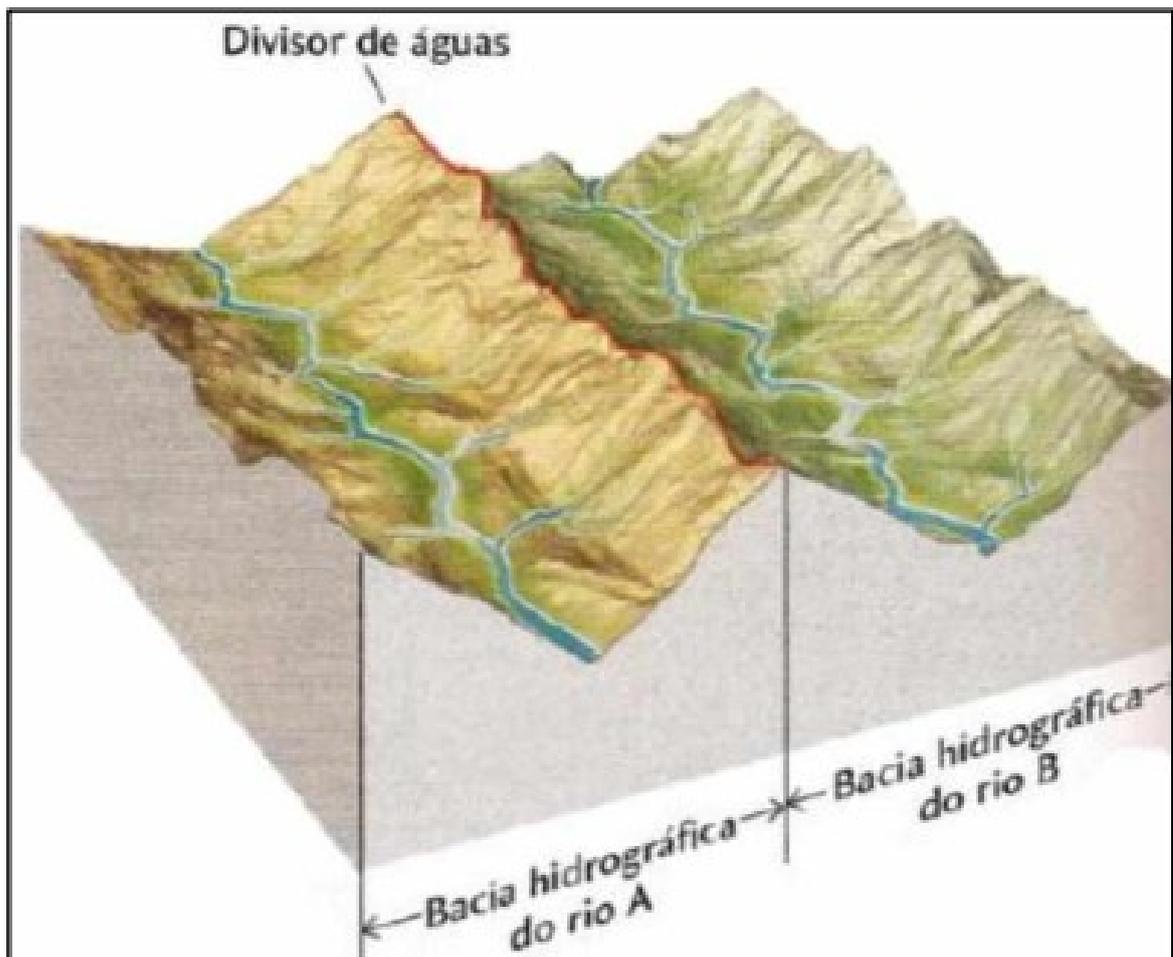
Neste sentido, de modo geral, seu conceito é entendido como uma célula ou categoria de análise empregada nos estudos ambientais por ser um sistema ambiental e uma unidade de planejamento onde é possível analisar elementos, estruturas e processos de forma integrada (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021).

A bacia hidrográfica é uma região hidrológica que também pode ser chamada de bacia fluvial ou bacia de drenagem e pode ser definida como certa “área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial” (COELHO NETO, 2007, p. 147- 8).

Deste modo, a bacia hidrográfica tem sido definida, por alguns pesquisadores, como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, funcionando como um sistema aberto, em que cada um dos elementos, matérias e energias, presentes no sistema apresentam uma função própria e estão estruturados e intrinsecamente relacionados entre si (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As bacias hidrográficas são áreas de um terreno delimitadas por divisores que direcionam toda a água para uma rede de rios que as drenam (Figura 02) e podem variar de áreas pequenas, por exemplo ravinas ao entorno de um riacho ou extensas com um canal principal e seu tributários. (GOETZINGER; JORDAN, 2013).

Figura 02: Modelos de bacias hidrográficas



Fonte: Goetzinger e Jordan (2013).

Além dos divisores d'água, Venceslau e Pedro Miyazaki (2019, p.75), complementam que as bacias hidrográficas também são constituídas por:

[...] cabeceiras de drenagem ou nascentes, divisores de águas, cursos d'água principais, afluentes, sub-afluentes, vertentes, planícies inundações, entre outros. Além disso, é importante considerar que em todas as bacias hidrográficas existe uma hierarquização da rede hídrica, em que algumas das águas que compreendem a bacia escoam normalmente nas linhas divisórias de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia.

Assim, devido a hierarquização da rede hídrica, as alterações realizadas nos elementos que compõem uma bacia, podem ocasionar modificações em outras bacias, inclusive em locais distantes do ponto em que a alteração ocorreu.

Segundo Pissarra e Politano (2004), os elementos que compõem uma bacia hidrográfica e suas características são:

A planície de inundação é aquela extensão do terreno geralmente plana, na posição baixa, que normalmente se apresenta como extensões contíguas aos canais de drenagem. [...] O interflúvio é identificado como “terras altas” situadas entre duas planícies de inundação e composto pelas encostas e pelo divisor, constituindo-se, desse modo, na porção do terreno de maior expressão para o uso agrícola. [...] As encostas ou vertentes são os locais onde ocorre a máxima manifestação dos processos hidrológicos. Na parte mais alta situa-se a área de maior valor florestal, e de acordo com suas características ecológicas e hidrológicas é considerada como pertencente à classe de uso florestal. (PISSARRA; POLITANO, p. 30-31).

A análise destes elementos é fundamental para compreender os processos existentes numa bacia hidrográfica, possibilitando o planejamento e a tomada de iniciativas conservacionistas e/ou recuperativas.

Em países como França, Espanha e Reino Unido a bacia hidrográfica tem sido adotada como a unidade físico-territorial básica para uma série de intervenções, especialmente as relativas à gestão dos recursos hídricos, ademais, seu conceito tem sido cada vez mais expandido e utilizado como gestão da paisagem na área de planejamento ambiental (MACHADO, 2012).

A respeito dessa visão de bacia hidrográfica como unidade de planejamento, Carvalho (2020, p. 141) afirma que

As bacias hidrográficas são tidas no âmbito do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. No Brasil, este recorte territorial foi instituído através da Política Nacional de Recursos Hídricos, a partir da

promulgação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, sendo posteriormente empregado na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007; Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e, em normativas derivadas da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Para realizar a elaboração de planejamento nessas unidades territoriais, é necessário compreender suas características físico-naturais, portanto, é preciso efetuar a delimitação de suas áreas. As bacias hidrográficas são compostas por um conjunto de canais de escoamento de água (CHRISTOFOLETTI, 1980). Guerra (1980, p. 48) complementa afirmando que a “noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, cursos d’água principais, afluentes, subafluentes, etc.”.

A quantidade de água que a bacia hidrográfica vai receber depende do tamanho da área que ela ocupa e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, etc. (CAZULA; MIRANDOLA, 2010).

As atividades humanas podem interferir na drenagem de uma bacia hidrográfica, conceituada por Guerra (1993, p. 143) como o “traçado produzido pelas águas de escorrência que modelam a topografia, o conjunto destes traçados de drenagem é que dão os padrões de drenagem”.

A rede de drenagem é o conjunto de canais responsáveis por toda a drenagem das águas superficiais (FORTUNATO NETO, 2010), não pode ser confundida com bacias hidrográficas, pois é um elemento que a compõem, tal como é compreendido por Guerra (1993, p.48):

O conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus efluentes. Nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando o lençol concentrado – os rios. A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d’água, cursos d’água principais, afluentes, subafluentes, etc. Em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede potâmica, e a água esco normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos. [...] O conceito de bacia hidrográfica deve incluir também uma noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas divisoras da água sob o efeito dos agentes erosivos.

As bacias hidrográficas podem ser entendidas como áreas de captação das águas pluviais, direcionadas para a rede de drenagem e desta para o exultório. Nela, estão presentes todos os elementos da paisagem, isto é: solo, relevo, vegetação, clima, geologia, e a rede de drenagem; assim, qualquer alteração em um de seus componentes promove a quebra do equilíbrio entre todos os outros, gerando impactos ambientais (ROCHA; TIZ; CUNHA, 2009).

O que acontecer a qualquer um dos cursos d’água que compõem uma bacia hidrográfica terá reflexos sobre os demais, ou seja, toda ação gera uma reação. Desta forma,

tudo o que ocorre na bacia hidrográfica repercute direta ou indiretamente nos rios e na qualidade e quantidade das águas (LEAL, 1995).

A delimitação deste território, elaborada a partir de divisores de águas, permite analisar de forma sistêmica elementos, fatores e relações ambientais, sociais e econômicas a partir de demandas e ofertas existentes em sua área e ao seu redor (CARVALHO, 2020).

Os processos e as formas de ocupação do solo podem ser determinantes para a ocorrência de processos erosivos acelerados, a devastação da vegetação, as zonas de intenso uso agropecuário e o avanço da urbanização, pois são fatores que influenciam diretamente a quantidade de água infiltrada (ALVES, 2017). Aquando a ocupação de uma bacia hidrográfica acontece “[...] sem considerar a complexidade dos processos geomorfológicos, pedológicos, hidrográficos, climáticos que ocorrem neste ambiente, grandes problemas podem se manifestar [...]” (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019, p.72).

A ação modeladora dos processos sedimentares, erosivos ou deposicionais não se restringem às paisagens naturais. A ideia ilusória de que a urbanização seria capaz de estancar estes processos conduziu, em muitas cidades, a uma ocupação urbana sem critérios, que ignorou e desrespeitou os sítios naturais de erosão e deposição (GIANNINI; RICCOMINI, 2001).

O aumento da capacidade de erosão causa uma maior produção de sedimentos, resultando em impactos, tais como: o assoreamento da drenagem, com a redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos e transporte de poluentes agregados ao sedimento, que contaminam as águas pluviais (TUCCI; COLLISCHONN, 2000).

O assoreamento é ocasionado pelo material proveniente das erosões. Segundo o Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT (IPT, 1997), os impactos mais relevantes causados pelo o assoreamento são: diminuição do armazenamento de água nos reservatórios; colmatação¹ total dos pequenos lagos e açudes; obstrução de canais de cursos d’água; destruição dos habitats aquáticos; indução de turbidez, prejudicando o aproveitamento da água e reduzindo as atividades de fotossíntese; degradação da água para o consumo; prejuízo dos sistemas de distribuição de água; veiculação de poluentes como pesticidas, fertilizantes, herbicidas, dentre outros; veiculação de bactérias e vírus; abrasão nas tubulações e nas partes internas das turbinas e bombas.

A ocorrência do assoreamento gera diversas consequências, de acordo com Soubhia e Bianchini (s. d.), são:

¹ Trabalho de atulhamento ou enchimento realizado pelos agentes naturais ou pelo homem (GUERRA, 1993).

Em lagos, lagoas, baías e golfos: a) Elevação do fundo do corpo hídrico, prejudicando a navegação e diminuindo a lâmina d'água, o que provoca seu maior aquecimento e menor capacidade de dissolver oxigênio.

b) Alteração da circulação e dos fluxos das correntes internas, comprometendo a vegetação da orla (manguezais) e as zonas pesqueiras.

c) Em área de manguezais o assoreamento altera a flutuação das marés pelo avanço da linha de orla, podendo muito rapidamente comprometer este importante ecossistema.

d) O material fino em suspensão na coluna d'água (turbidez) é uma barreira à penetração dos raios solares, prejudicando a biota que realiza fotossíntese e conseqüentemente diminuindo a taxa de oxigênio dissolvido na água.

Em rios: a) o carreamento intenso de sedimentos provoca a elevação topográfica do talvegue de córregos, rios e canais, originando inundações, que nada mais são do que o transbordamento da água para além de sua calha.

b) Este processo interfere na dinâmica hidráulica, provocando aumento da velocidade da corrente próxima a uma das margens, provocando sua erosão, deslocando o eixo do curso de água e dando início à construção de meandros, o que leva a uma maior deposição de material sedimentar na planície do rio, potencializando o problema das inundações. A simples retificação do curso do rio, somente desloca o problema para jusante. Como a retificação aumenta a velocidade da água, o material que ficaria depositado na planície passa a ser transportado diretamente para outro lugar (SOUBHIA; BIANCHINI, s.d., p. 8-9).

As bacias hidrográficas variam muito de tamanho, desde a pequena bacia de um córrego de 1ª ordem até a enorme Bacia Amazônica, com milhões de km² e, por essa razão, os estudos e intervenções que visam o planejamento e a gestão adotam diferentes áreas de abrangência, resultantes de subdivisões da unidade principal. Aparecem como derivações, usualmente, os termos sub-bacia e microbacia (MACHADO, 2012).

Embora estes termos sejam amplamente discutidos, ambos apresentam “imprecisões qualitativas (conceitos monodimensionais e uso de atributos semelhantes em outras categorias, por exemplo) e quantitativas (ausência de um consenso sobre o tamanho de suas áreas, uso de ordens de drenagens presentes nas duas categorias de BH etc.)” (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 2). É necessário que ocorram debates acerca de tais termos e as imprecisões que os envolvem sejam corrigidas, feito isto, os acadêmicos que debatem a temática irão os utilizar cada vez mais.

Apesar de estar incorporado na literatura técnico-científica, o termo sub-bacia hidrográfica, não possui a mesma convergência conceitual difundida nos estudos sobre BHs (TEODORO et al., 2007). Isto ocorre, de acordo com Gomes, Bianchi e Oliveira (2021, p. 7), porque

[...] há divergências expressivas quanto às suas áreas ideais, às ordens fluviais que seus rios devem ter, à hipótese de as BHs precisarem confluir diretamente ou não para o rio principal, à possibilidade de elas poderem ou não ser uma

célula de análise viável para estudos hidrossedimentológicos, assim como uma unidade de planejamento ou hidroterritório.

Neste sentido, o termo sub-bacia, é empregado aos estudos de BHs com o intuito de indicar uma subcategoria de seu sistema de drenagem, sendo entendida como um fragmento “multidimensional do sistema fluvial composto essencialmente por outras sub-bacias e/ou microbacias hidrográficas, que apresentam padrões de drenagem endorréica e são tributárias de uma BH mais complexa”. (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 9).

No que tange os estudos sobre BHs, o conceito mais controverso é o de microbacia hidrográfica devido a sua variabilidade de definições. Diversos autores a entendem como:

A menor área possível do ecossistema ou do sistema fluvial que favorece a compreensão de parte das características ecológicas e socioeconômicas de uma BH que é tributária [...]. Portanto, é uma célula de análise propícia para a obtenção de dados e informações detalhadas dos elementos ambientais e socioeconômicos, viabilizando a proposição de planos de manejo e sua gestão territorial. (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 10).

Este entendimento sobre a microbacia ser uma área propícia para a execução de projetos e planos de manejo, também se faz presente no estudo de Hollanda et al. (2015), eles afirmam que

As microbacias hidrográficas são unidades naturais propícias para o gerenciamento dos recursos naturais, implementação de políticas públicas conservacionistas e ambientais, pois contêm processos vinculados ao escoamento hídrico, a atividades sociais e florestais, com destaque para as inter-relações e impactos sobre os recursos naturais. (HOLLANDA et al. 2015, p. 490).

Embora haja concordância acerca do entendimento de que hierarquicamente as microbacias são as menores unidades territoriais das BHs, não há uniformidade sobre sua dimensão espacial, tamanho do rio principal, as ordens dos rios, a densidade de drenagem ou outro atributo que indique uma delimitação segura de uma microbacia, uma vez que “é possível ver sugestões de áreas que oscilam de 1 ha a 5.000 ha” (GOMES; BIANCHI; OLIVEIRA, 2021, p. 11).

A designação microbacia expressa uma ideia de tamanho, de dimensão, difícil de estabelecer (MACHADO, 2012). Para Lima (1996, p. 56), “o conceito de microbacia é meio vago [...] porque não há um limite de tamanho para a sua caracterização”. Em concordância com o autor, Fernandes (1996, p.4) afirma que o termo microbacia remete a “uma denominação empírica, imprópria e subjetiva”.

De todo modo, todos os cursos d'água de uma determinada bacia vão dar “direta ou indiretamente, no rio principal do sistema” (MACHADO, 2012, p. 43). Portanto, muitas vantagens são comumente elencadas para justificar a adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudos (MACHADO, 2012).

Desta forma, o presente trabalho, parte da consideração de que a bacia hidrográfica possui um caráter dinâmico e que apresenta interações entre os espaços físicos, bióticos e antrópicos inseridos nas dimensões espaço e tempo. Portanto, de acordo com Venceslau e Pedro Miyazaki (2019, p.75),

[...] é necessário compreender a dinâmica dos processos naturais que compõem uma bacia hidrográfica, bem como a interferência da dinâmica da sociedade por meio da ação antrópica, pois essa é responsável em romper o equilíbrio dinâmico dos processos, provocando a degradação do ambiente. A partir dessa interferência antrópica o próprio sistema hidrográfico procura se reorganizar em busca de um novo equilíbrio dinâmico.

É importante compreender essa relação entre o homem e a natureza, afinal, ela é arrimo para a existência e chave para o caminho que a sociedade humana deve seguir. Para entender essa relação nas bacias hidrográficas é importante analisar os elementos que a compõem.

2.2. Diagnóstico Ambiental como uma ferramenta importante para os estudos das bacias hidrográficas

As discussões em torno dos impactos ambientais influenciados pelas atividades humanas são de total importância para se entender quais as dimensões desses impactos. Neste sentido, Silva e Pedro Miyazaki (2014, p. 2) consideram que:

Os debates sobre os impactos ambientais negativos, como por exemplo, o efeito estufa, as ilhas de calor, a ocupação em áreas de risco, os deslizamentos de encostas, os alagamentos em fundos de vale, os assoreamentos dos cursos d'água, feições erosivas, entre outros, ganham, cada dia mais, espaço nas discussões mundiais. Neste sentido, cientistas e pesquisadores buscam cada vez mais explicações e soluções para que se possa resolver ou minimizar os problemas ambientais, os quais afetam tanto o equilíbrio natural, quanto provocam impactos sobre a sociedade.

Contudo, os impactos ao ambiente influenciados pela sociedade não podem ser vistos de maneira a considerar o ser humano como um agente individual na atuação para a ocorrência destes impactos, pois as modificações causadas no espaço são fruto das atividades da sociedade como um todo, considerando a interação sociedade e natureza. Consoante a isto, Souza (1997) resume a concepção de espaço social da seguinte forma:

O espaço social é, primeiramente ou em sua dimensão material e objetiva, um produto da transformação da natureza (do espaço natural: solos, rios etc.) pelo trabalho social. Palco das relações sociais, o espaço é, portanto, um palco verdadeiramente construído, modelado, embora em graus muito variados de intervenção e alteração pelo homem, das mínimas modificações induzidas por uma sociedade de caçadores e coletores (impactos ambientais fracos) até um ambiente construído e altamente artificial como uma grande metrópole contemporânea (fortíssimo impacto sobre o ambiente natural), passando pelas pastagens e pelos campos de cultivo, pelos pequenos assentamentos etc. Não é um espaço abstrato ou puramente metafórico (acepção usual no domínio do senso comum e em certos discursos sociológicos, a começar por Durkheim), mas um espaço concreto, um espaço geográfico criado nos marcos de uma determinada sociedade (SOUZA, 1997, p. 22).

Nesse caminho, é importante destacar que a apropriação e a ocupação, seja do espaço ou do relevo, provocam alterações nas dinâmicas naturais de vários processos devido à interação entre a sociedade e natureza. Isso resulta no que se conhece como espaço geográfico. Pode-se observar então, que o ambiente é social e historicamente construído, sendo que essa construção acontece no processo de interação contínua entre uma sociedade em movimento e o espaço físico particular que se modifica permanentemente.

Em geral, o conceito de degradação associa-se com os efeitos ambientais considerados negativos oriundos de intervenções sociais sobre o meio ambiente (TAVARES, 2008). Já no campo da Geomorfologia correlaciona-se mais com os efeitos geomorfológicos produzidos pelas atividades humanas como: mineração, urbanização, pastagem, agricultura, usos recreativos e construção civil (BALDASSARINI, 2013).

As interferências na natureza, causadas pelo ser humano, necessitam de estudos que levem ao diagnóstico, compreendido como um conhecimento do quadro ambiental da área onde se vai atuar. Isto é de suma importância, pois toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto (ROSS, 2012).

O artigo 1º da Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
 I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 II - as atividades sociais e econômicas;
 III - a biota;
 IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
 V - a qualidade dos recursos ambientais.
 (CONAMA, Resolução nº 001, art. 1, p. 1).

Para desenvolver estudos sobre impactos ambientais, também é importante compreender o conceito de ambiente, pois é nele que ocorrem os impactos, sejam eles positivos ou negativos. No contexto da problemática ambiental, seu conceito pode ser abordado a partir de duas perspectivas, de acordo com Mirandola-Avelino (2006, p. 16), sendo elas:

A primeira tem uma significação biológica e social e valor antropocêntrico, focalizando o contexto e as circunstâncias que envolvem o ser vivo, sendo o ambiente definido como as condições, circunstâncias e influências sob as quais existe uma organização ou um sistema. O sistema pode ser afetado ou descrito pelos aspectos físicos, químicos e biológicos, tanto naturais como construídos pelo homem.

A segunda perspectiva considera a funcionalidade interativa da geosfera (terra) e da biosfera (vida), focalizando a existência de unidades de organização e englobando os elementos físicos abióticos e bióticos que compõem o meio ambiente, elaborado mesmo sem a presença e ação do ser humano.

Ainda que semelhantes, alguns autores apontam que há diferenças entre os termos “ambiente” e meio ambiente”. O segundo, considerado por alguns autores como impróprio, em termos linguísticos, por ambas as palavras terem o mesmo significado (MOREIRA, 1997), é defendido por outros, uma vez que nele estão explicitamente incluídas as variáveis bióticas, onde o ser humano se inclui (MIRANDOLA-AVELINO, 2006). Dessa maneira, o termo “meio ambiente” é usado como representação do conjunto dos componentes da geosfera e biosfera. Moreira (1992, p. 152), o define como:

Conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas, inclusive sócio-econômicas. Numa visão "micro", pode ser entendido como os arredores no qual uma organização opera, incluindo ar, água, terra, recursos naturais, flora, fauna, homens e suas relações. Apresentam-se, para meio ambiente, definições acadêmicas e legais, algumas de escopo limitado, abrangendo apenas os componentes naturais, outras refletindo a concepção mais recente, que considera o meio ambiente um sistema no qual interagem fatores de ordem física, biológica e sócio-econômica. A totalidade dos fatores fisiográficos (solo, água, floresta, relevo, geologia, paisagem, e fatores meteoroclimáticos) mais os fatores psicossociais inerentes à natureza humana (comportamento, bem estar, estado de espírito, trabalho, saúde, alimentação, etc.) somados aos fatores sociológicos, como cultura, civilidade, convivência, o respeito, a paz, etc.

No Brasil, o conceito legal de meio ambiente encontra-se disposto no art. 3º, I, da Lei nº. 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, que diz que o meio ambiente é “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

Para que haja a execução de uma proposta de avaliação ambiental, é necessário realizar várias etapas da pesquisa em uma determinada área, região, bacia hidrográfica, município ou outras formas de delimitação operacional, buscando atender a vários objetivos, dentre eles, o diagnóstico e o prognóstico ambiental (MIRANDOLA-AVELINO, 2006).

A finalidade básica de um diagnóstico ambiental é a identificação dos quadros físico, biótico e antrópico de uma dada região, mediante seus fatores ambientais constituintes e, sobretudo, as relações de modo a evidenciar o comportamento e as funcionalidades dos ecossistemas que realizam (MACEDO, 1995).

Para Ross (2012, p. 18), o objetivo máximo dos diagnósticos ambientais é “[...] conhecer os mecanismos de funcionamento dos mais diversos ambientes que constituem o Estrato Geográfico”, estudando cada um de seus componentes, incluindo o entendimento do relevo quanto à sua forma, dinâmica e gênese.

O diagnóstico ambiental é um importante recurso no controle e preservação do meio ambiente, por ser uma caracterização da qualidade ambiental atual da área estudada, de modo a fornecer conhecimento suficiente para identificar e avaliar os impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico (SILVA, 2017).

A respeito disto, Mirandola-Avelino (2006, p. 16), afirma que, por meio dos diagnósticos ambientais, “é possível caracterizar as potencialidades e vulnerabilidades do limite operacional da área de estudo [...], ante as atividades transformadoras que nela ocorrem, assim como de novas atividades que eventualmente venham a ser instaladas”.

Isto demonstra que é preciso ter uma postura mais voltada para o preventivo do que para o corretivo, tendo em vista que na natureza, certamente, é bem menor o custo de prevenção à degradação generalizada do ambiente, do que corrigir e recuperar o quadro ambiental deteriorado. Vale destacar que, dependendo da dimensão dos danos, determinados recursos naturais podem tornar-se irrecuperáveis (ROSS, 2012).

Deste modo, compreende-se que o diagnóstico ambiental é uma importante ferramenta de prevenção à degradação ambiental, e sua elaboração contribui para formulação de prognósticos, estabelecendo, do modo mais racional possível, diretrizes de uso dos recursos naturais, visando sua conservação (SILVA, 2017; MACEDO, 1995; MIRANDOLA-AVELINO, 2006; ROSS, 2012; FERREIRA et al., 2015).

Ao realizar o diagnóstico ambiental de uma pequena propriedade, Milagre (et al., 2021) constatou que os problemas mais relevantes encontrados através do diagnóstico ambiental e que impactam diretamente os corpos hídricos na propriedade rural foram: inexistência de mata

ciliar, pisoteio de animais nos canais dos cursos hídricos e processos erosivos em área de pastagem.

Essa é a realidade de grande parte das áreas rurais brasileiras. Embora ainda que se constate uma efetiva falta de atenção do planejamento territorial que se preocupe com os ambientes das áreas rurais, deve-se reconhecer que há, no Brasil, legislação, políticas e instrumentos capacitados a lidar com esta questão. Entretanto, ainda é necessário trabalhar as diferentes perspectivas de planejamento, no caso, a urbanística e a ambiental, seus instrumentos, recortes e escalas de trabalho, de forma menos setorizada e efetivamente integrada (SANTOS; RANIERI, 2018).

Não se pode deixar de dar atenção à problemática da falta de informação elaborada ou disponível sobre as áreas rurais, bem como, reconhecer que ainda há incertezas quanto às responsabilidades e competências sobre aqueles a quem cabe planejar e gerir estas áreas (SANTOS; RANIERI, 2018).

2.3. Dinâmicas erosivas

Dentre as dinâmicas ambientais está o processo de erosão, Braghiroli (2015, p. 31) enfatiza que os processos erosivos “são responsáveis pela esculturação do relevo, sendo um processo natural e de extrema importância para a evolução das formas superficiais, pois ele é responsável pela remoção, transporte e deposição do sedimento”.

Para Guerra (1993, p. 153), o conceito de erosão pode ser entendido como “destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, tendendo a um nivelamento ou colmatagem, no caso de litorais, enseadas, baías e depressões [...]”. Já Suguio (1998, p. 276) compreende o processo de erosão da seguinte forma:

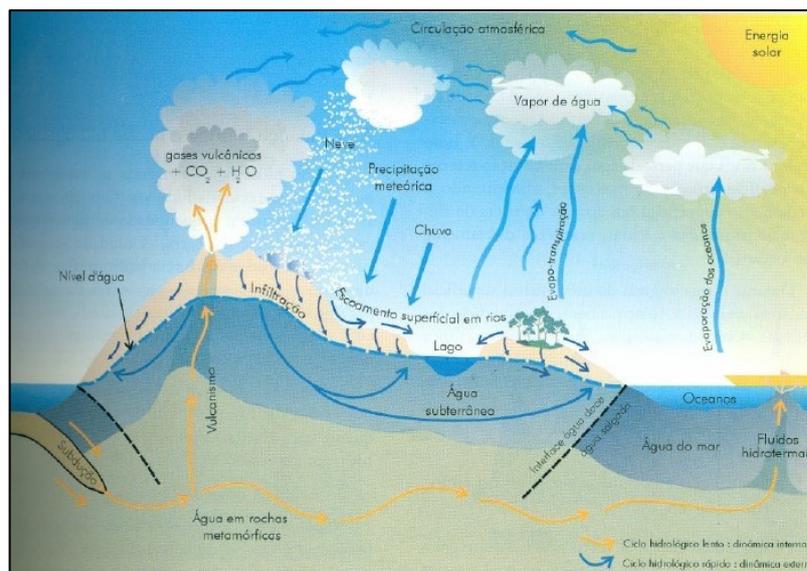
Conjunto de processos que atuam na superfície terrestre, levando à remoção de materiais minerais e rochas decompostas. Quando a água constrói o agente essencial o processo de dissolução torna-se muito importante. Os principais agentes de remoção física e transporte durante os processos de erosão são os seguintes: eólico, fluvial, marinho e glacial.

Os rios, os ventos, as geleiras e as enxurradas das chuvas deslocam, transportam e depositam continuamente as partículas de rocha e solo, cujo fenômeno denomina-se de erosão geológica ou natural (LEPSCH, 2002). Devido à existência de vários condicionantes capazes de influenciar os processos erosionais, esses foram diferenciados levando em consideração as características de seu processo de formação.

No Brasil, a erosão Hídrica é a mais atuante devido as características climáticas do país, tais como, a intensidade, a quantidade e a distribuição de chuvas no território (LEPSCH, 2002). Neste sentido, é importante entender a dinâmica do ciclo hidrológico (Figura 03) para se compreender o processo de erosão natural. Um dos estágios do ciclo hidrológico é a precipitação meteórica, que representa a condensação de gotículas a partir do vapor de água presente na atmosfera, dando origem a chuva (KARMANN, 2001).

Dentre as fases do ciclo hidrológico, o momento primordial para a ocorrência dos processos erosivos ocorre quando a gotícula d'água entra em contato com a superfície terrestre, ocasionando o efeito *splash*, em seguida, a água pode infiltrar-se ou escoar. A parcela d'água que infiltra é guiada pela força da gravidade e tende a preencher os vazios no subsolo e abastecer os corpos d'água subterrâneos, a infiltração é favorecida pela presença de materiais porosos e permeáveis como solos e sedimentos arenosos, assim como, rochas expostas muito fraturadas ou porosas (KARMANN, 2001).

Figura 03: Ciclo Hidrológico



Fonte: Teixeira, et al (2001).

Quando a capacidade de absorção de água da superfície é superada, uma porção do volume total é impulsionada pela gravidade para as zonas mais baixas, ocasionando o escoamento superficial (KARMANN, 2001).

O escoamento superficial pode promover a fragmentação das rochas. Este fenômeno ocorre através do processo denominado intemperismo, que pode ser entendido como o conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra (TOLEDO, 2001). O intemperismo pode ser entendido

também como o conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas (GUERRA, 1993).

O intemperismo é provocado pela ação física ou bioquímica de organismos vivos ou da matéria orgânica resultante de sua decomposição, sendo chamado de intemperismo físico-biológico ou químico biológico. O intemperismo físico é constituído de todos os processos que causam desagregação das rochas, com separação dos grãos e minerais antes coesos e com sua fragmentação, transformando a rocha inalterada em material descontínuo e friável (TOLEDO, 2001).

Dessa maneira, Suguio (1980) define o intemperismo e suas principais causas como:

[...] a rotura das rochas da crosta terrestre por solicitação de processos inteiramente mecânicos atribuídos a várias causas. Algumas dessas forças originam-se no interior das próprias rochas enquanto outras são aplicadas externamente. Os esforços aplicados conduzem a deformação, eventualmente à rotura das rochas. Três são os principais mecanismos do intemperismo físico: crescimento de cristais em poros e fraturas; insolação e alívio de pressão (SUGUIO, 1980, p. 7).

Fragmentando as rochas e, portanto, aumentando a superfície exposta ao ar e à água, o intemperismo físico abre as portas e facilita a ação do intemperismo químico (TOLEDO, 2001). Este, ocorre quando o equilíbrio do conjunto de átomos, que constituem os minerais é rompido e ocorrem reações químicas que conduzem um mineral a um arranjo mais estável em suas novas condições (SUGUIO, 1990). Tal desequilíbrio ocorre pelo fato de que a pressão, a temperatura, a riqueza de água (principal agente do intemperismo químico) e oxigênio a qual as rochas são submetidas é bem diferente do ambiente ao qual elas foram formadas (TOLEDO, 2001).

A ocorrência do intemperismo vai originar o processo pedogenético que dará origem à formação dos solos e sua evolução (GUERRA, 1993). A pedogênese ocorre quando prepondera sobre a erosão, assim sendo, para que se tenha formação de solos, é preciso que a erosão seja praticamente nula. Dessa forma, quando solos são erodidos é porque, provavelmente, houve alteração do relevo. Isso do ponto de vista natural, sem intervenção humana.

Neste sentido, a pedogênese ocorre quando as modificações causadas nas rochas pelo intemperismo, além de serem químicas e mineralógicas, tornam-se, sobretudo, estruturais, com importante reorganização e transferência dos minerais, dando origem aos diferentes tipos de solos (TOLEDO, 2001).

Assim como as rochas, os solos também são corpos que sofrem processos erosivos normais na natureza, uma vez que erosão normal é sinônimo de erosão geológica ou ainda erosão natural, exercida pelos agentes exodinâmicos (GUERRA 1993).

Em contrapartida à erosão normal, pode-se mencionar o processo erosivo denominado de erosão acelerada ou biológica, que é conceituado por Guerra (1993), da seguinte forma:

Erosão Acelerada ou Biológica – também chamada de anormal – realizada na superfície terrestre pela intervenção humana e seres vivos, em geral, ocasionando um desequilíbrio litogliptogênico. É o aceleramento da erosão nas camadas superficiais do solo motivado por desflorestamento, cortes de barrancos em estradas, etc (GUERRA, 1993, p. 155).

Botelho e Guerra (2001) consideram que o manejo inadequado dos solos é o principal fator responsável pela erosão acelerada no Brasil. Bertoni e Lombardi Neto (1999) evidenciam um aspecto cultural importante que ajuda a entender a gravidade do problema, qual seja, a percepção dos agricultores de que as erosões sempre atuaram no país e, assim “[...] ignoram a diferença entre erosão geológica, sob condições de equilíbrio e proteção, e a transformação acelerada, que começa quando o solo é limpo e lavrado” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999, p. 73).

O conceito de erosão acelerada demonstra o quanto a sociedade ao ocupar uma determinada área pode exercer influência sobre os processos erosionais, podendo acelerá-los e possivelmente ocasionar impactos ambientais bastante prejudiciais para determinadas áreas. A erosão é um processo natural e atuante na dinâmica de formação do relevo, que pode ser acelerada pelas formas de uso e ocupação do solo, sendo de suma importância o recorte espacial e temporal na análise dos processos erosivos (FRANCISCO, 2011).

A extração da floresta, assim como qualquer cobertura vegetal, frequentemente manipulada de forma inadequada, leva à maior exposição do solo, que passa a ser mais susceptível aos agentes erosivos, com sua conseqüente desestruturação e perda da capacidade de absorção da água, o que provoca maior escoamento superficial que, por sua vez, intensifica a erosão, podendo ocasionar o assoreamento dos corpos d’água (CORDNI; TAIOLI; 2001).

A perda ou remoção da vegetação da encosta pode resultar no aumento das taxas de erosão, tendo uma função extremamente importante no controle da erosão pluvial, pois, mantendo-se uma cobertura densa de gramíneas ou vegetação herbácea, as perdas de solo devido a esse tipo de erosão podem ser diminuídas em até mil vezes (USDA, *Soil Conservation Service*, 1978).

Sendo um processo evolutivo é necessário entender o desenvolvimento gradativo das feições erosivas desde seus primeiros estágios. O início do processo erosivo se inicia a partir da ação do *splash* (Figura 04), que tem o potencial de preparar as partículas que compõem o solo para serem transportadas pelo escoamento superficial. Essa preparação pode ocorrer pela ruptura dos agregados, quebrando-os em tamanhos menores ou pela própria ação transportadora que o *splash* provoca nas partículas dos solos. Estes agregados preenchem os poros da superfície do solo, provocando a selagem e conseqüentemente a diminuição da porosidade ocasionando o aumento do escoamento superficial (GUERRA, 2012).

Figura 04: Impacto da água da chuva na superfície do solo



Fonte: SEA/DAEE (1990) apud Zoccal (2007).

O efeito *splash* tem seu potencial variado devido a elementos, tais como, a resistência do solo ao impacto das gotas de água e também a própria energia cinética das gotas de chuva (GUERRA, 2012). O impacto das gotas no solo é responsável pela quebra de agregados formando crostas na superfície que dificultam a infiltração (GUERRA; CUNHA, 1994).

A energia cinética é definida por Goudie (1985, apud GUERRA, 2012, p. 19), como “[...] a energia resultante do movimento translacional de um corpo, e, do ponto de vista teórico, a energia cinética de uma chuva é altamente significativa para a erosão, por que gastos de energia para a ruptura dos agregados [...]”. Desta forma, quanto maior a energia cinética de uma chuva maior será a probabilidade de ruptura dos agregados, podendo ser considerado um dos primeiros fatores no processo de erosão dos solos (GUERRA 2012).

O impacto das gotas de chuva contribui para o processo erosivo de três formas: desprendendo as partículas do solo no local do impacto, transportando por salpicamento as partículas desprendidas e imprimindo energia, em forma de turbulência, à água superficial. Em áreas planas, onde o escoamento superficial não é favorecido, as partículas individuais podem preencher os poros existentes no topo do solo, diminuindo a porosidade do mesmo,

aumentando a densidade e contribuindo para a formação de crosta superficial (WEILL; PIRES NETO, 2007, p.46).

Em relação à ruptura dos agregados, Farres (1978, apud GUERRA, 2012, p. 22), considera que:

[...] a evolução da ruptura dos agregados se inicia com o impacto das gotas de chuva e, uma vez vencida a resistência interna dos agregados à energia cinética dessas gotas, a tendência é que eles se rompam, formando partículas pequenas, ou seja, grãos individuais, que poderão preencher os poros existentes no topo do solo, diminuindo não só a porosidade e aumentando a densidade aparente, mas também dando início ao processo de formação de crostas na superfície do terreno, o que aumentará o escoamento superficial.

Com o rompimento dos agregados no topo do solo vai ocorrendo a formação de crostas, que possivelmente causará a selagem dos solos. Para Guerra (2012, p. 22), “esse processo é pela diminuição das taxas de infiltração e, conseqüentemente, aumentam as taxas de escoamento superficial, podendo aumentar a perda de solo”. Com formação das crostas a superfície do terreno se torna selada, dificultando a infiltração da água das chuvas (GUERRA, 2012).

A erosão por salpicamento pode diminuir se o próprio *splash* formar crostas na superfície, o que diminui o processo erosivo das gotas de chuva. Porém, neste caso, há um aumento do escoamento superficial (GUERRA; CUNHA, 1994).

Quando há a formação das crostas na superfície o solo se torna selado, havendo a diminuição da infiltração da água e o aumento do *runoff*. Segundo Guerra e Cunha (1994, p.176), neste momento há uma mudança no sistema erosivo de: “[...] elevada remoção/baixo transporte, antes de ocorrer o escoamento superficial, para baixa remoção/elevado transporte, durante a fase de escoamento superficial”.

Como pode ser visto, a formação de crostas é mais comum na superfície do solo, entretanto, Hodges e Bryan (1982, apud GUERRA, 2012, p. 26) observaram em seus estudos realizados no Canadá, que também é possível a formação de crostas em subsuperfície, em solos resultantes da decomposição de folhelho, resultante da ação de superconsolidação glacial.

A formação das crostas pode acarretar o surgimento de poças, formadas a partir da concentração de água nas irregularidades existentes no topo do solo, tendo de 1 a 2 mm de profundidade, até alguns centímetros dependendo do tipo de solo, sendo o estágio que antecede o escoamento superficial, que a princípio é difuso, podendo tornar-se concentrado à medida que o processo tem continuidade temporal (GUERRA, 2012).

No que tange a erosão hídrica, ela pode ser laminar, em sulcos, ravinas e voçorocas. A erosão laminar constitui-se na lavagem da superfície dos solos: “[...] Tipo de erosão que promove uma remoção mais ou menos uniforme do solo de uma região, sem que ocorra o aparecimento de sulcos na superfície” (IBGE, 2004, p.122).

Já a erosão em sulcos se dá pela presença de irregularidades na declividade do terreno que promove a concentração da enxurrada em alguns pontos (BALDASSARINI, 2013). Um dos fatores que condicionam o aumento dos sulcos refere-se ao aumento do volume da enxurrada. Este volume depende tanto da intensidade da precipitação como também da posição na paisagem, tipo de solo, cobertura vegetal e o comprimento e inclinação da encosta: “[...] onde o terreno apresenta encostas curtas, a maior parte da erosão se relaciona com a erosão entre sulcos. À medida que as encostas se alongam, o processo de erosão em sulcos passa a ser dominante” (WEILL; PIRES NETO, 2007, p.46).

Os fluxos lineares podem atingir altas velocidades. Segundo Braghiroli (2015), estes são:

Capazes de retirar e transportar sedimentos e além disso a concentração de sedimentos no interior do fluxo linear faz com que haja um forte atrito entre essas partículas e o fundo dos pequenos canais, podendo passar por processos evolutivos, como microravinas, ravinas e voçorocas por meio desse escoamento linear (BRAGHIROLI, 2015, p. 33).

Neste sentido, Guerra (1993, p. 349) define as ravinas como sendo “sulcos produzidos nos terrenos, devido ao trabalho erosivo das áreas”. Caso o processo de ravinamento, ou seja, formação de ravinas seja contínuo, estas poderão evoluir para voçorocas. Para Bryan (1987, apud GUERRA et al, 2014, p. 47), “ravinas permanentes, que persistem no mesmo local por períodos prolongados, quase sempre evoluem para voçorocas [...]”.

O estágio mais evoluído dos processos erosionais são as voçorocas ou boçorocas, vistas como as formas mais espetaculares de erosão, apresentando-se como rasgos disseminados nas encostas e podem atingir profundidades de vários metros, até o horizonte C dos solos, com paredes quase verticais, indicando destruição total de áreas agrícolas e, por vezes, também áreas urbanas (LEPSCH, 2010).

Uma vez atingido o estágio de voçoroca, seu controle é geralmente muito difícil e oneroso, e, em muitas situações, exige intervenções em nível de obras de engenharia, por isso, o ideal é a adoção de práticas conservacionistas na utilização dos solos para agricultura ou urbanização para evitar que processos erosivos se iniciem e evoluam (MARTINS, 2009, p.223).

De acordo com Capeche et al (2008, p.108), denomina-se voçoroca ao:

[...] estágio mais avançado e complexo da erosão, cujo poder destrutivo local é superior às outras formas e, portanto, mais difícil de ser contida. As voçorocas podem ser formadas através de uma passagem gradual da erosão laminar para erosão em sulcos e ravinas, as quais tem suas dimensões aumentadas, tornando-se cada vez mais profundas, ou então, diretamente a partir de um ponto de elevada concentração de águas sem a devida dissipação de energia.

Outro fator causador do aparecimento de voçorocas é a intervenção humana no ambiente visando obras civis, com a construção de estradas, de represas e a exploração de jazidas minerais.

Para Guerra (1993, p. 437) essa feição erosiva é definida como, “escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol de escoamento superficial”, para ele é possível diferenciar as ravinas das voçorocas levando em consideração as distinções entre suas dimensões. Segundo Guerra (1998), ravinas seriam incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade. Acima desses valores, as incisões erosivas seriam denominadas voçorocas.

Com o viés de avaliação prática no campo, Capeche et al (2008, p. 111), apontam que as voçorocas podem ser classificadas quanto à profundidade e extensão da bacia de contribuição:

Profundidade:

- voçoroca pequena – quando tiver menos de 2,5m de profundidade;
- voçoroca média – quando tiver de 2,5 a 4,5m de profundidade; e
- voçoroca grande – quando tiver mais de 4,5m de profundidade.

As voçorocas são ocasionadas pelas concentrações de enxurrada, com o deslocamento de grandes massas de solo, resultando em grandes cavidades tanto no que tange a largura como também a extensão (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). Para Baldassarini (2013, p. 80), “uma das formas de surgimento da voçoroca é o processo de aprofundamento e alargamento das ravinas, podendo evoluir a partir da ação da água da chuva na base e nas laterais da ravina, havendo um colapso do material e seu transporte”.

Já Oliveira (2012) aponta a existência de outra definição utilizada por técnicos do Instituto Paulista de Tecnologia (IPT), que definem ravinas como canais criados para ação do escoamento superficial, já as voçorocas são canais esculpidos pelo afloramento do lençol freático, porém o autor diz que essa definição proposta pelo IPT lança confusão no meio acadêmico. O mesmo autor complementa sua indagação dizendo que:

Esta definição opõe, por exemplo, mecanismos que com frequência interagem em diferentes estágios do processo erosivo, dificultando a compreensão da evolução do processo erosivo a partir de sulcos, passando por ravinas e

chegando a voçorocas. Embora essa evolução nem sempre seja pertinente a sua utilidade pedagógica é incontestável. A associação de ravinas ao escoamento superficial e a de voçorocas ao escoamento subsuperficial se contrapõem, ainda, às terminologias utilizadas a nível internacional, dificultando nossa comunicação com colegas estrangeiros. Além do mais, considerar que uma incisão com mais de 10 metros de profundidade seja denominada “ravina” esbarra com dificuldades de ordem etimológica que caracterizam nosso linguajar brasileiro (ver, por exemplo, a origem dos termos “ravin” e “ravine” em francês e do termo “voçoroca”, ou “boçoroca” em português) (OLIVEIRA 2012, p. 59).

As áreas onde se formam essas feições erosivas podem ser constituídas por elementos que influenciam positivamente a existência desses processos. A maior ou menor susceptibilidade de um terreno à erosão depende de uma série de fatores, dos quais quatro são considerados os principais: a chuva, os tipos de solos, a cobertura vegetal e a topografia (SALOMÃO, 2012).

Em relação a influência das chuvas nos processos erosionais, Salomão (2012) afirma que:

[...] sua ação erosiva depende da distribuição pluviométrica, mais ou menos regular, no tempo e no espaço e sua intensidade. Chuvas torrenciais ou pancadas de chuvas intensas, como tromba-d'água, constituem a forma mais agressiva de impacto da água no solo. Durante esses eventos a aceleração da erosão é máxima (SALOMÃO, 2012, p. 232).

Outro elemento fundamental para analisar a susceptibilidade do terreno aos processos erosivos é a natureza dos solos, suas características físicas, tais como, textura, permeabilidade e profundidade são essenciais para a ocorrência das erosões. Segundo Lepsch (2010, p. 195):

Solos de textura arenosa são mais facilmente erodidos. A permeabilidade é outro fator importante. Os Argissolos, por exemplo, em igualdade de textura e relevo, são mais susceptíveis devido a presença do horizonte B menos permeável, com acumulação de argila. Da mesma forma, solos rasos são mais erodíveis do que os profundos, porque neles a água das chuvas se acumula muito acima da rocha ou camada adensada, que é impermeável, encharcando mais rapidamente o solo, o que facilita o escoamento superficial e, conseqüentemente, o arraso do horizonte superficial.

A cobertura vegetal é extremamente importante para a conservação dos solos, pois, ela propicia a defesa natural do terreno e exerce importante papel na estabilização dos geoambientes, visto que protegem o solo dos processos erosivos, facilita a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais e influência nas condições climáticas do ambiente (VILAR ALMEIDA; BAPTISTA DA CUNHA, 2012).

Outra característica essencial para a conservação do solo é a sua fertilidade, pois o solo fértil proporciona um bom desenvolvimento das plantas, atribuindo assim uma melhor proteção (SALOMÃO, 2012).

Segundo Lepsch (2010, p. 195) “um solo naturalmente mais fértil, ou adequadamente adubado, oferece condições para um desenvolvimento mais vigoroso das plantas; por isso fica menos sujeito ao degaste pela erosão”.

Por último, mas não menos importante, a topografia do local é um fator determinante no que tange a formação de erosões. Para Salomão (2012, p. 233), “[...] a intensidade erosiva verifica-se principalmente pela declividade e comprometimento de rampa (comprimento de encosta). Esses fatores interferem diretamente na velocidade das enxurradas”. Neste sentido é importante ressaltar a contribuição de Lepsch (2010), para ele:

Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar em velocidade baixa e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para se infiltrar; nos terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades (LEPSCH, 2010, p. 195).

Os processos erosivos são dinâmicos e ocorrem naturalmente, entretanto alguns condicionantes como a influência da sociedade podem acelerá-los, causando desequilíbrio ao ambiente natural. Não é um único fator que fundamenta a ocorrência de uma erosão, mas sim uma miscelânea de elementos. Dentre estes, tem-se a interferência do ser humano enquanto fator que intensifica ou mesmo cria condições para o desencadeamento de erosões (BALDASSARINI, 2013). As causas analisadas estão relacionadas à intervenção do homem, enquanto ser social, na natureza.

Os solos, através de atividades desenvolvidas diretamente sobre eles, como a agricultura, ou atividades desenvolvidas em áreas urbanas, como a industrialização, estão sempre ameaçados de degradação. Os custos de sua recuperação são geralmente elevados e, por isso mesmo, quase nunca são efetivados. Entretanto, os custos de práticas de conservação são quase sempre mais baixos, e os resultados obtidos, em várias partes do mundo, têm demonstrado sua eficiência (GUERRA; CUNHA, 1994, p.189).

São exemplos clássicos de atividades que podem contribuir para a ocorrência ou impulso das erosões, sobretudo em seu estágio mais avançado, as voçorocas: retirada de material saibroso para assentamento do pavimento de rodovia, bem como para construção de barragens e açudes, sem a devida revegetação da área explorada; canalização e desvio

inadequado das águas pluviais nas estradas; e revegetação inadequada de taludes resultantes de “cortes” em morros para alocação de estradas (CAPECHE et al, 2008).

No ano de 2001 calculou-se que cerca de um bilhão de toneladas de materiais agrícolas foi erodido (LEPSCH, 2010). Esse dado demonstra a imensidão do impacto causado pelas erosões, ilustrando o tamanho do prejuízo ecológico e processo de degradação de grande parte dos municípios brasileiros.

2.4. Técnicas de controle de feições erosivas

Devido ao histórico processo de exploração dos recursos naturais e, em especial do solo, sem considerar a conservação dos mesmos, intensificou-se a necessidade de se desenvolver medidas de recuperação de áreas degradadas por erosão (BALDASSARINI, 2013).

A erosão superficial pode ser controlada ou evitada investigando alguns princípios básicos que são universalmente aplicáveis e devem ser observados independentemente do tipo de medida (convencional ou de bioengenharia) que será aplicado (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2012).

Ao longo dos anos, muitas medidas de controle da erosão foram desenvolvidas e são, de acordo com Araújo, Almeida e Guerra (2012, p. 99-100), mais eficientes quando aplicadas em conjunto com os seguintes princípios:

1. Ajuste do plano de desenvolvimento ao local. Evite trabalhos de movimentação do solo e terraplanagem em áreas com tendência à erosão.
2. Instale equipamentos de condução hidráulica para lidar com o aumento do *runoff*.
3. Mantenha a baixa velocidade do escoamento superficial.
4. Desvie o *runoff* para fora das encostas íngremes e áreas desprotegidas construindo bermas e drenos de interceptação.
5. Aproveite a vegetação nativa do local sempre que possível.
6. Se a vegetação deve ser removida, limpe o local aos poucos, divida a área em parcelas. Limite a duração da exposição.
7. Proteja as áreas limpas com *mulches* (cobertura morta) e coberturas vegetais formadas por herbáceas temporárias de rápido crescimento.
8. Construa bacias de sedimentação para evitar que o solo erodido deixe o local.
9. Instale medidas do controle da erosão tão cedo quanto possível.
10. Inspecione e faça a manutenção das medidas de controle da erosão.

As perdas por erosão serão minimizadas tendo como base estes dez princípios básicos citados acima. As práticas agropecuárias desenvolvidas de forma incompatível com as características pedoclimáticas de vastas regiões do planeta têm intensificado o processo de erosão dos solos (DE SANTANA, 2019).

As atividades agrícolas podem modificar diversos elementos dos solos, à exemplo disso tem-se a alteração de sua densidade, que consiste na redução do volume do solo graças à ação de pressões externas, como máquinas e implementos agrícolas, pisoteio de animais etc. O uso da terra pode gerar compactação tal como a ocasionada por implementos agrícolas, que chega a 20-30 centímetros, já a de causa animal é de caráter mais superficial em torno de 5-10 centímetros (FERRAZ, 2008).

De acordo com Reis-Duarte e Casagrande (2006, p.67), a compactação do solo:

[...] altera propriedades básicas do solo, principalmente o volume e a distribuição dos macros e microporos. Estas propriedades têm grande influência na elongação das raízes das plantas, no armazenamento e movimentação de água, ar e calor do solo. O efeito negativo da compactação no desenvolvimento vegetal é função do reduzido crescimento radicular, devido à resistência à penetração das raízes. A infiltração de água no perfil do solo é diminuída, com aumento do escoamento superficial, causando erosão, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

Segundo relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2015), a erosão remove entre 25 e 40 bilhões de toneladas de solos por ano no mundo, o que compromete sua capacidade de armazenar nutrientes, carbono e água, prejudicando a produção e oferta de alimentos. Na América Latina, cerca de 50% dos solos sofrem algum tipo de degradação e, no Brasil, os principais problemas estão relacionados ao avanço das erosões e perda de nutrientes (FAO, 2015).

A perda de solo fértil, além de degradar o ambiente, compromete a produção de alimentos. Considerado o terceiro maior produtor de alimentos do mundo (FAO, 2021), com território de 851,487 milhões de hectares (ha), o Brasil tem um total de 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, que ocupam uma área total de 351,289 milhões de ha, ou seja, cerca de 41% da área total do país. Em relação ao levantamento anterior, feito em 2006, houve aumento de 5,8% na área ocupada, apesar da redução de 102.312 unidades rurais (IBGE, 2017).

A perda de solo por processos erosivos acelerados não é um fenômeno exclusivamente rural. Em áreas urbanas, mesmo quando há um sistema de captação apropriado, existe a necessidade de se fazer manutenções nesse sistema para que o mesmo se mantenha eficaz. Em relação a isso, Soubhia e Bianchini (s. d.), enfatizam que:

Quando as águas são conduzidas por sistemas de captação apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas, sendo comum o mau dimensionamento e falta de conservação das obras terminais de dissipação. O problema agrava-se em função da necessidade de sistemas de drenagem para o lançamento das águas pluviais e servidas nos cursos d'água próximos às zonas urbanas, que não comportam um grande

incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local (SOUBHIA; BIANCHINI, s.d., p. 4).

Apesar dos riscos causados por esses processos, no Brasil ainda não foram incorporadas medidas básicas de prevenção contra a erosão urbana, que além dos perigos, causam custos a comunidade e ao poder público, tais como: mobilização periódicas de funcionários públicos para a limpeza de vias de circulação assoreadas por projetos privados, trabalhos de limpeza da rede de drenagem urbana, uma vez que o assoreamento ocasiona enchentes catastróficas que, por sua vez, levam o aumento de gastos públicos em obras de reparação (OLIVEIRA; HERRMANN, 2012).

O controle da erosão em áreas rurais é muito complexo, por envolver questões tanto de ordem técnica como socioeconômica, que devem ser conjuntamente avaliadas. Para Salomão (2021, p. 258), tal controle deve ser feito:

[...] visando à adoção de uma política agrícola que contemple a manutenção ou aumento do potencial produtivo das terras. No que se refere às questões técnicas, destacam-se, como fundamentais, a utilização adequada de práticas agrícolas de conservação do solo, a adoção de medidas preventivas contra a erosão associada a estradas e o fornecimento de subsídios visando ao planejamento da ocupação agrícola (capacidade de uso das terras).

Algumas medidas podem ser tomadas para que haja o controle dos processos erosivos e dos sedimentos, tanto na bacia de forma distribuída, quanto no canal. Este processo envolve a definição de velocidade mínima, melhor estimativa de cargas de sedimentos, redimensionamento de seções transversais e declividade, e o estabelecimento de trechos para deposição programada para limpeza (TUCCI; COLLISCHONN, 2000).

Assim, os processos erosivos podem ser minimizados ou controlados com a aplicação de práticas conservacionistas, “que têm por concepção fundamental garantir a máxima infiltração e menor escoamento superficial das águas pluviais” (SALOMÃO, 2012, p. 258).

A recuperação de uma área degradada seria, de acordo com a Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000: “a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”.

Queiroz Neto (2001, apud Baldassarini, 2013) apresenta os processos, fatores e práticas de controle das erosões nas áreas rurais, além das áreas de maior ocorrência:

Erosão nas áreas rurais:

- escoamento concentrado superficial e sub-superficial (erosão em sulcos):
- fatores agravantes: formas de relevo (colinas médias e convexas) + substrato geológico (rochas sedimentares) + solo (coberturas pedológicas com forte gradiente textural entre horizontes A e B) + uso e manejo inadequados (caminhos, divisões de parcelas, intensidade do manejo, densidade do recobrimento do solo em relação à declividade, textura do horizonte superficial, etc.).
- áreas: Planalto Ocidental e Depressão Periférica
- controle preconizado - nas maiores declividades: reflorestamentos e pastagens; declividades menores: controle do escoamento superficial (meios mecânicos e/ou vegetativos).
- Voçorocas: de modo geral são de difícil controle, sobretudo pelos processos envolvidos em sua evolução e dinâmica, que tanto são longitudinais quanto transversais.
- escoamento difuso superficial (erosão laminar)
- fatores agravantes: uso e manejo do solo (como no caso anterior)
- áreas: generalizadas em todo o estado, inclusive sobre pastagens, porém mais importantes nas zonas de maior declive e sobre solos de textura média a arenosa;
- controle preconizado: práticas mais tradicionais de conservação dos solos, tanto de caráter vegetativo quanto mecânico. (QUEIROZ NETO, 2001 apud BALDASSARINI, 2013, p. 84 – 85)

As técnicas de conservação do solo podem ser agrupadas em vegetativas, edáficas e mecânicas. Segundo Salomão (2021, p. 258), as técnicas de caráter vegetativo e edáfico “[...] são de mais fácil aplicação, menos dispendiosas e mantêm os terrenos cultivados em condições próximas ao seu estado natural, devendo, portanto, ser privilegiadas. Recomenda-se a adoção das técnicas mecânicas em terrenos muito susceptíveis à erosão [...]”.

Em bacias o controle estrutural distribuído do escoamento e dos sedimentos envolvem os controles da quantidade de água, sedimentos e qualidade da água através de ações distribuídas.

O quadro abaixo (Quadro 01) demonstra as principais intervenções de controle na bacia, sendo elaborado com base no que foi proposto por Tucci e Collischonn (2000).

De acordo com Araujo (2010), os principais fatores que devem ser considerados no processo de recuperação de uma erosão ou na diminuição da ocorrência da mesma são:

- Diminuição das forças de tração ou arraste, com a redução da velocidade do fluxo de água sobre a superfície ou por meio da dissipação de energia da água em uma área que esteja protegida;
- Aumento da resistência à erosão por meio da proteção da superfície com cobertura vegetal e aumento da força de ligação entre as partículas.

Quadro 01: Possíveis intervenções de controle da Bacia

Medidas Criadas	Objetivos
Reservatórios	Os reservatórios podem ser secos, quando atuam basicamente sobre o volume e com lâmina de água, quando atuam sobre os sedimentos e a qualidade da água. No primeiro caso, existem os reservatórios secos <i>extended</i> , que retêm o volume por um período de 24 horas, para minimizar o impacto dos sedimentos e da qualidade da água. O ideal é instalar, já no início do loteamento, reservatórios cuja função primeira será reter os sedimentos gerados na etapa crítica de abertura de ruas, remoção da camada vegetal e movimentação de volumes para aterro. Os mesmos reservatórios podem ser utilizados também para minimizar o efeito da urbanização sobre os picos de cheia.
Infiltração	Bacias de infiltração, trincheiras que permitem que o escoamento recupere as suas condições de infiltração.
Área úmida	Utilizado como um reservatório com lâmina de água, mas com vegetação aquática que consome os nutrientes e retém os sedimentos.
Pavimentos Permeáveis	Este tipo de dispositivo é utilizado em passeios e estacionamentos de carros leves, permitindo maior infiltração da precipitação.

Fonte: TUCCI e COLLISCHONN (2000).

Org.: Autor (2022).

Mesmo que as feições erosivas estejam no estágio mais avançado, sendo identificadas como voçorocas, é possível tomar medidas que possam estabilizar os sedimentos e mitigar as erosões.

Se tratando de grandes processos erosivos, o primeiro passo, de acordo com Martins (2009), é considerar que a voçoroca se constitui em uma área instável, com grande movimentação de solo. Neste sentido, deve-se, primeiramente, avaliar o entorno da área, observando a conservação do solo e identificando os fatores de degradação. Nesta perspectiva, Capeche (2008, p.108) afirma que:

O controle de voçorocas é uma prática que, normalmente, demanda tempo, trabalho e capital e, muitas vezes, torna-se economicamente onerosa. Entretanto, embora as terras que se apresentam erodidas com voçorocas tenham pequeno valor agregado imediato, elas devem receber um cuidado especial, pelo menos para proteger o ambiente que a cerca, como outras propriedades, nascentes, rios, lagos, barragens etc.

Segundo Baldassarini (2013, p. 91), “dentro das erosões pode ser utilizadas instalações de barragens, ou seja, as paliçadas de bambu ou de troncos de eucalipto, com o intuito de reter os sedimentos que possam ser transportados pela ação da água da chuva”. No caso do bambu, o mesmo pode ser recomendado para o plantio nas partes baixas da erosão, por conta de seu sistema radicular que confere maior estabilidade ao solo.

Dependendo do tamanho da voçoroca e da relação custo benefício, pode-se optar pela recuperação total ou estabilização da área. Capeche (et al, 2008) propõe procedimentos básicos que deverão ser utilizados, independentemente do processo que atue na formação das voçorocas (Quadro 02).

Quadro 02: Procedimentos que devem ser tomados no controle da erosão

PROCEDIMENTOS	OBJETIVOS
Isolamento da área de contribuição da formação da voçoroca	Eliminar os fatores que estejam influenciando e contribuindo para a concentração da água na área de contribuição (bacia de captação), bem como no interior da voçoroca, e paralisar seu crescimento. Por exemplo, deve-se: evitar o acesso de animais ao local afetado; o tráfego de máquinas e veículos nas áreas adjacentes; a atividade agrícola sem práticas conservacionistas no entorno da voçoroca; as atividades extrativistas (minerais e florestais); a alocação inadequada de estradas e caminhos que direcionam a enxurrada para a voçoroca etc;
Controle da erosão em toda a bacia de captação de água da voçoroca	Executar práticas mecânicas e vegetativas tanto a montante como nas laterais da voçoroca para desviar a água que cai em seu interior. Isto pode ser conseguido com sistemas de terraceamento, canais escoadouros, bacias de captação de água, plantio em nível, cobertura vegetal com espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, instalação de paliçadas de bambu e sacos de terra e, também, a implantação de cordões vegetados;
Drenagem da água subterrânea	Toda vez que a voçoroca atinge o lençol freático aparece uma mina de água subterrânea que, para o sucesso do controle da mesma, deve ser captada e conduzida para fora da voçoroca até um leito de drenagem estável, o que pode ser feito com dreno de pedra ou feixes de bambu
Construção de barreiras artificiais e/ou naturais no interior das voçorocas	Visando evitar a erosão no interior da voçoroca, provocada pelo escoamento da água, e facilitar retenção dos sedimentos carregados, é preciso construir barreiras que funcionam como pequenas barragens. Essas estruturas podem ser feitas com bambu, pedras, sacos de terra, madeira, galhos e troncos de árvores, entulhos etc.

Fonte: CAPACHE et al (2008).

Org.: Autor (2022).

Estudos como o de Baldassarini e Nunes (2014) demonstram que a implementação de barramentos é uma medida que tem dado ótimos resultados e alcançado seu principal objetivo, que é diminuir a velocidade do escoamento, e conseqüentemente, o poder erosivo do escoamento superficial.

A técnica de barramento (Figura 05) consiste em uma das técnicas de controle de feições erosivas que objetiva diminuir a velocidade de escoamento da água dentro do processo erosivo, seja ele desde um sulco até uma voçoroca. Busca-se com este procedimento o estabelecimento de barreiras de retenção da água superficial, bem como de sedimentos que possam ser carregados pela mesma, intensificando a erosão (CAPECHE et al, 2008).

Figura 05: Barramento de madeira



Fonte: Autor (2023).

Para que o controle da voçoroca tenha resultados positivos, Capeche et al (2008, p. 116) afirmam que:

é necessário o permanente monitoramento das estruturas construídas (paliçadas, terraços, cordões vegetados etc), fazendo-se a manutenção sempre que necessário. Após chuvas fortes deve-se fazer uma inspeção para verificar possíveis danos e implementar reparos para a conservação das estruturas. Essa prática é de especial importância na fase inicial dos trabalhos de implantação das estruturas protetoras, quando os materiais ainda não estão completamente consolidados.

Outra estrutura que pode ser utilizada para a revegetação de voçorocas é conhecida por travesseiro ou almofada (Figura 06), e consiste no enchimento de sacos com terra adubada, na forma de travesseiros, sobre o qual pode ser plantada ou semeada espécies de leguminosas herbáceas, gramíneas ou outras espécies vegetais. Capeche (2008, p. 119) afirma que os sacos são “dispostos no interior dos sulcos e voçorocas e, por conterem solo mais fértil, ao contrário do solo degradado que, normalmente ocorre nas voçorocas, permite o rápido crescimento das plantas, possibilitando aumentar a cobertura do solo e reter sedimentos”.

Figura 06: Barramento de bambu e sacos de rafia



Fonte: Carvalho (2022).

Neste sentido, apesar de ser uma técnica simples e barata esta forma de intervenção apresentou-se como eficiente no controle de processos erosivos impedindo sua intensificação e favorecendo a recuperação das áreas degradadas, além de ser de baixo custo (BALDASSARINI; NUNES, 2014).

3 PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

Neste momento são apresentados os procedimentos que foram necessários para elaboração da presente pesquisa. Os mesmos são indispensáveis para o desenvolvimento das análises propostas e para o atendimento dos objetivos da investigação.

3.1. O método de investigação

Para nortear a interpretação e reflexões sobre a temática escolhida utilizou-se nesta investigação o método indutivo, que de acordo com Gil (2006), parte-se de algo particular para uma questão mais ampla, geral. Isso significa que a indução parte de um fenômeno para chegar a uma lei geral por meio da observação e experimentação.

O método indutivo consiste em uma observação sistemática e a experiência dos fenômenos e fatos naturais, e com a pesquisa de campo a confirmação de tal experiência, oferecendo um conhecimento amplo sobre o fenômeno estudado. O raciocínio indutivo propõe regras gerais a partir de observações realizadas.

3.2. Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo perpassaram todo o momento de realização da pesquisa e foram realizados tendo como principais objetivos:

- Reconhecimento da área;
- Registros fotográficos;
- Instalação, monitoramento e manutenção dos barramentos;
- Registro dos índices pluviométricos;
- Validação dos mapeamentos e obtenção de coordenadas geográficas utilizando um GPS de mão;
- Diálogos com produtores rurais e com o ex-presidente da comunidade do Córrego da Areia.

Diversos trabalhos de campo, em diferentes pontos da bacia hidrográfica, elencada como a área de estudo da pesquisa, foram realizados. A atividade foi fundamental para o reconhecimento da área, etapa indispensável na elaboração de seu diagnóstico ambiental.

Nos dias 23, 24, 25 e 26 de agosto de 2022, grande parte da bacia foi percorrida. A locomoção pela área de estudo ocorreu a pé e utilizando motos, sendo necessário, para percorrer

áreas de terreno acidentado, o uso de uma motocicleta Honda CRF 230, própria para a prática de motocross.

Buscando conseguir uma visão mais ampla da paisagem, subiu-se nos morros testemunhos, denominados de “serras” pelos moradores locais. Com isso, foi possível analisar a paisagem a partir da “Serra do Calcário” – em pontos com elevação média de 701 metros de altitude (figura 07); e na “Serra dos Bandarras” – em pontos com elevação média de 665 metros de altitude (figura 08).

Figura 07: Registro da paisagem de cima da Serra do Calcário



Fonte: Autor (2022).

Os registros fotográficos foram realizados utilizando 2 smartphones com Sistema Operacional Android, sendo eles: o Smartphone Infinix Zero 8, cujo conjunto de câmeras é equipado com quatro sensores com resoluções de 64 + 8 + 2 + 2 Megapixel; e o Smartphone Poco X3 Pro que também é constituído por um conjunto de câmeras com 4 sensores com resoluções de 64 + 8 + 2 + 2 Megapixel.

Figura 08: Registro da paisagem de cima da Serra dos Bandarras



Fonte: Autor (2022).

A instalação dos barramentos na feição erosiva selecionada ocorreu no trabalho campo realizado no dia 18 de agosto de 2022 (Figura 09), já o seu monitoramento ocorreu uma vez por mês nos meses seguintes, havendo manutenções em sua estrutura quando necessário.

Figura 09: Início dos procedimentos para instalação dos barramentos de madeira



Fonte: Autor (2022).

Na pequena propriedade de 6,43 hectares onde ocorreu a construção dos barramentos, foi inserido um pluviômetro de 200 milímetros (Figura 10), que está localizado a cerca de 246 metros dos barramentos.

Para facilitar a leitura e registro dos índices pluviométricos, que ocorreram diariamente, o pluviômetro foi colocado próximo à sede da propriedade rural. Sua instalação ocorreu com o objetivo de observar os índices pluviométricos da área e analisar os resultados obtidos através dos barramentos, comparando os dados coletados.

Figura 10: Pluviômetro instalado na propriedade, localizado pelas coordenadas geográficas $9^{\circ}05'27.82''S$; $49^{\circ}27'11.28''O$



Fonte: Autor (2022).

Por fim, foram realizados trabalhos de campo na área para validar os mapeamentos temáticos prontos, até então. Para isso, foi utilizado um aparelho de *Global Positioning System*, ou Sistema de Posicionamento Global (GPS) portátil da marca Garmin, modelo “eTrex Legend H” (Figura 11).

Figura 11: Aparelho de GPS utilizado nos trabalhos de campo



Fonte: Autor (2022).

A utilização do aparelho de GPS nos trabalhos de campo (Figura 12), foi importante, pois possibilitou a coleta de coordenadas, inclusive em alguns locais com vegetação, onde as copas das árvores impedem que o terreno seja observado por meio de imagens de satélite.

Figura 12: Utilização do aparelho de GPS em trabalho de campo próximo a uma nascente do Córrego dos Paula



Fonte: Autor (2022).

Essa etapa é importantíssima, pois auxilia o mapeador e equipe de campo a verificar se as feições mapeadas estão correspondendo com a realidade do local. Isso permite a equipe realizar uma série de observações no mapeamento e em seguida realizar correções e ajustes dos mapeamentos em trabalho de gabinete.

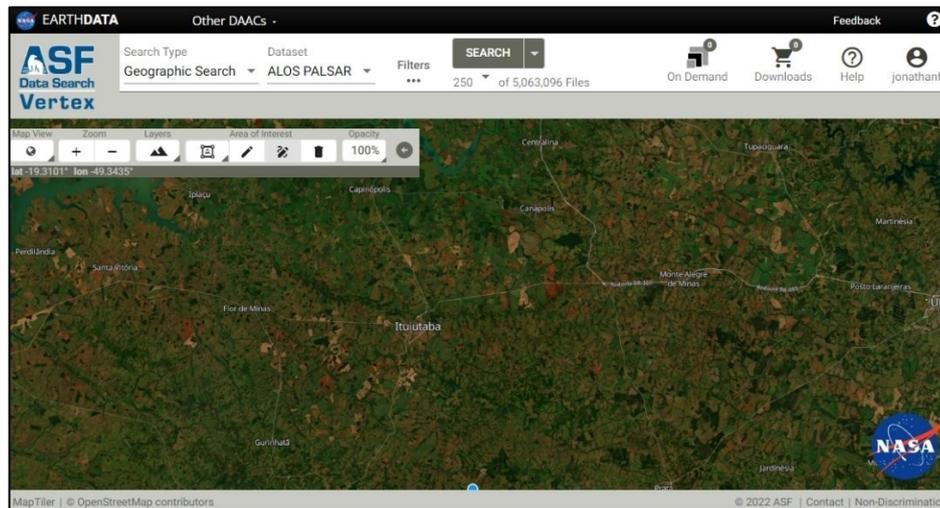
3.3. Mapeamentos temáticos

Os mapas elaborados contaram com o uso do *software* ArcGis Pro (versão 2.9) desenvolvido pela empresa Esri. O Modelo Digital de Elevação utilizado nos mapas foi o produto do satélite ALOS PALSAR e de seu sensor AVNIR-2 que conta com uma resolução espacial de aproximadamente 10 metros.

As imagens foram obtidas no site “EARTH DATA” (Figura 13) disponibilizado pela *National Aeronautics and Space Administration* – Administração Nacional da Aeronáutica e

Espaço (NASA). As imagens são disponibilizadas gratuitamente e seu *download* só é possível após a realização de um cadastro.

Figura 13: Pagina inicial do site EARTH DATA



Fonte: EARTH DATA, 2022

Para delimitação da área de estudo foi necessário tratar os dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) através do conjunto de ferramentas de hidrologia do *software*, dentre elas as ferramentas “*fill*”, “*flow direction*” e “*basin*”.

Na extração da rede de drenagem foram utilizadas as ferramentas “*flow accumulation*” e a calculadora *raster* nativa do *software*. Na classificação hierárquica da rede de drenagem foi utilizada a ferramenta “*Stream Order*”.

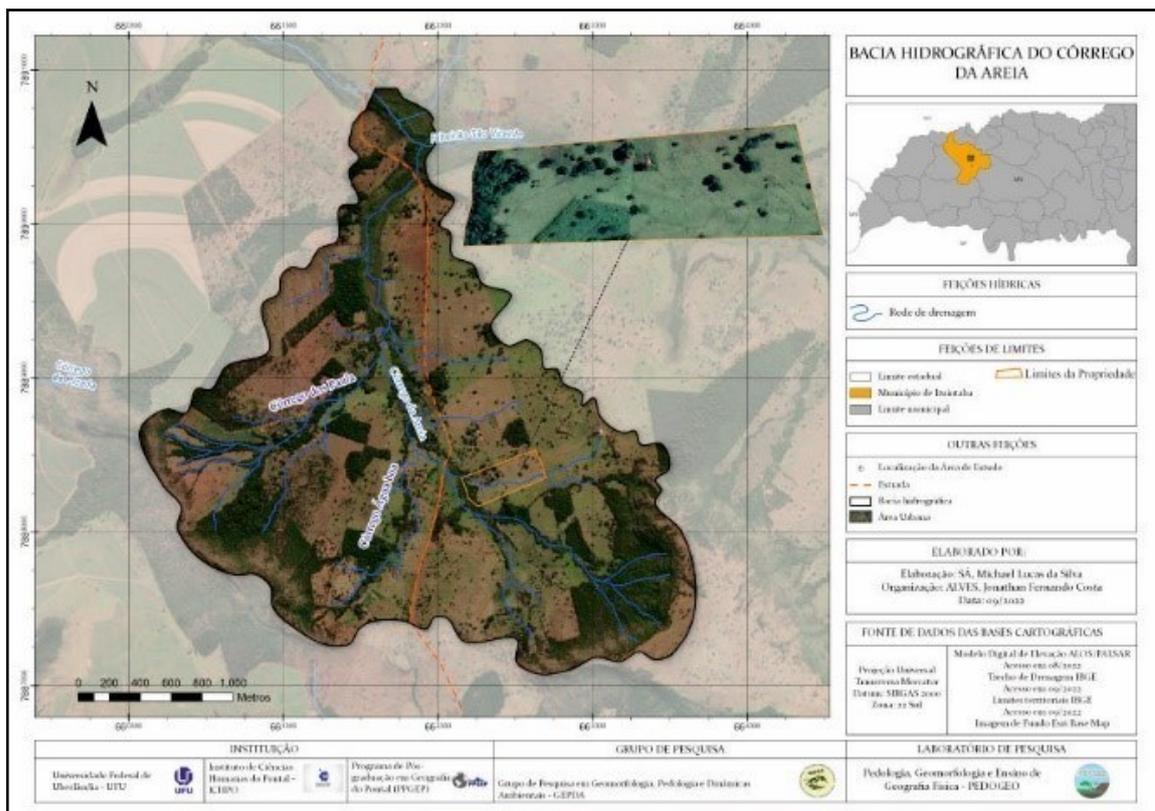
A hipsometria e a declividade também foram resultados do tratamento das informações do MDE, na hipsometria da área de estudo foi feita adequação dos valores hipsométricos para representar melhor a elevação da área, e na declividade foi utilizada a ferramenta “*Slope*” para calcular as classes de declive da área.

3.4. A construção de barramentos e os materiais utilizados

Para demonstrar a eficácia da aplicação da técnica de bioengenharia dos solos foi escolhida uma área piloto que se encontra no município de Ituiutaba, localizado na porção oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, a cerca de 130 km de Uberlândia e 673 km da capital Belo Horizonte. O município está situado entre os paralelos 19°22’ e 19°35’ de latitude Sul e os meridianos 49°10’ e 49°52’ a Oeste de Greenwich e possui 102,217 mil habitantes, com uma área de 2.598,046 km² e densidade demográfica de 39,34 hab/km².

A bacia hidrográfica do Córrego da Areia, cuja área piloto está contida, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Prata, está localizada a cerca de 9 km ao sul da área urbana do município de Ituiutaba/MG (figura 14). A principal via de acesso é a estrada municipal das 7 Placas.

Figura 14: Localização da bacia hidrográfica do Córrego da Areia – Ituiutaba/MG



Fonte: Autor (2022).

A bacia é composta pelo córrego da Areia, curso d'água principal (canal de segunda ordem) e dois afluentes, os córregos Água Boa e dos Paula (canais de primeira ordem), possui uma área total de 635 ha., cujo interior apresenta várias propriedades rurais pequenas, com o predomínio do trabalho familiar.

Com o objetivo de controlar a dinâmica erosiva para diminuir a velocidade do escoamento superficial e conseqüentemente promover a sedimentação dos materiais transportados, foi aplicado os princípios da bioengenharia dos solos que visam recuperar áreas degradadas por erosão linear. Assim a técnica construiu-se na instalação de duas barreiras de contenção, ou seja, barramentos, utilizando-se como fundamentação o método de controle dos processos erosivos lineares da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

(2011) para solos arenosos em áreas rurais, no qual foram adaptados os materiais utilizados para tal construção.

As barreiras de contenção foram construídas dentro da erosão linear em forma de ravina, sendo a primeira localizada na cabeceira e a segunda no local onde a erosão encontrava-se mais ampla. As barreiras foram estruturadas utilizando materiais disponíveis, de fácil acesso e baixo custo, tudo para viabilizar a implantação da estrutura (figura 15).

A intervenção na área iniciou-se no dia 16 de julho de 2020, no qual foi construída uma cerca para que a área fosse totalmente isolada, não permitindo a entrada do gado na erosão. Foram utilizados 17 mourões com 4 fios de arame farpado, que foram implantados a uma profundidade média de 1,20m, no qual totalizou um perímetro de 51 metros de comprimento abrangendo a área do primeiro barramento junto a cabeceira da erosão, local que servia de acesso para o gado adentrar na ravina e chegar até o córrego para dessedentação. Todos os materiais utilizados foram doados pelo proprietário do sítio e vizinhos.

Figura 15: Sequência de construção das barreiras e cercamento da erosão com uso de mourões de madeira, tela de alambrado, pregos, fios de arame farpado entre outros. A - Registro da erosão em forma de ravina. B- Perfuração do solo para instalação dos mourões de cercamento da área. C- Cerca para evitar a presença do gado na erosão. D- Perfuração do solo dentro da ravina para instalação da barreira de contenção. E- Barreira de mourões implantada na cabeceira da erosão. F- Barreira de mourões e tela de alambrado construída a jusante da cabeceira da ravina próximo ao córrego da Areia

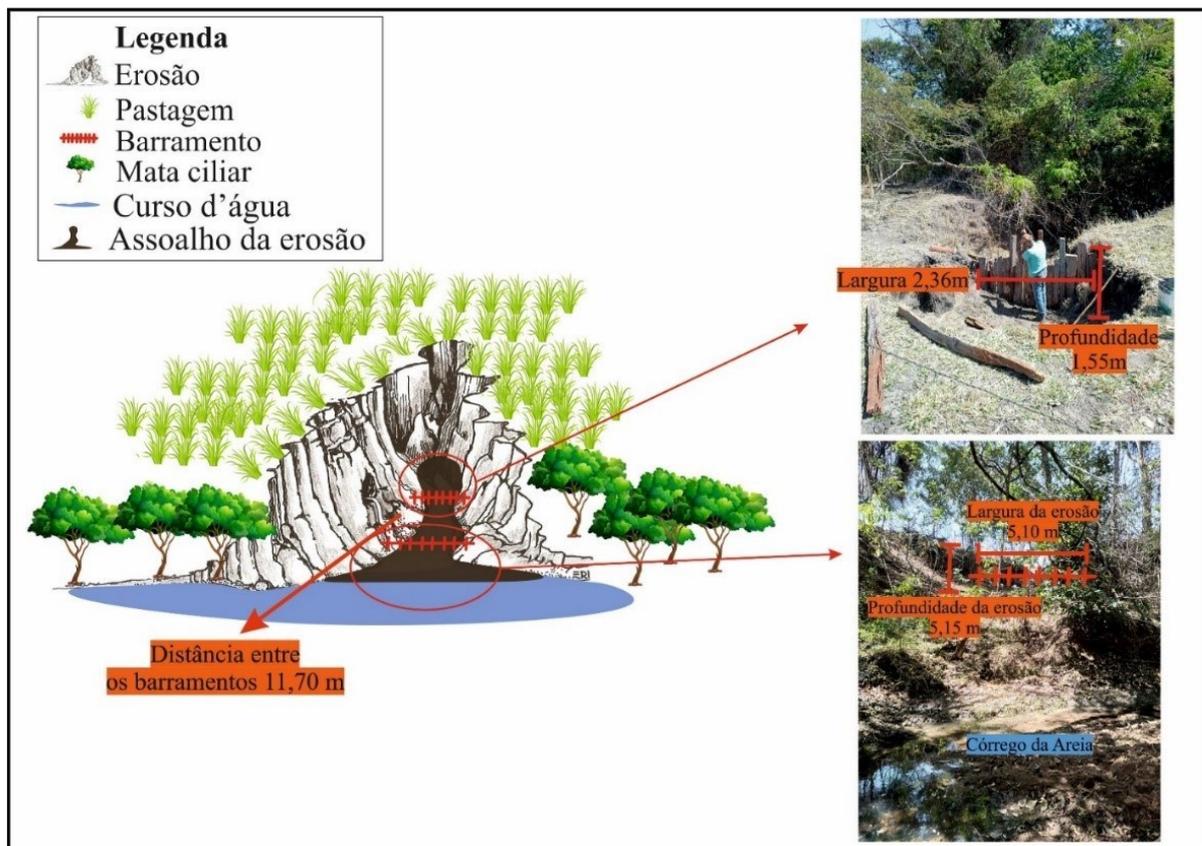


Fonte: J. F. C. Alves (2022)

Os barramentos foram construídos logo após o cercamento da área. Exatamente no dia 23/08/2022 dois barramentos foram erguidos, utilizando-se diversos mourões, o material foi escolhido por apresentar uma maior resistência ao grande volume de água das chuvas que atinge a área, quando comparado ao bambu, material comumente utilizado para a construção de barramentos como nos trabalhos de Nunes et.al. (2023), Baldassarini e Nunes (2016) e Guerra et. al. (2023).

O primeiro barramento foi construído bem perto da cabeceira da ravina e o segundo barramento foi construído mais a jusante do primeiro, ficando 11,70 metros de distância entre as duas barreiras. A primeira barreira foi construída com 2,36 metros de largura no local onde foi registrada na erosão 1,55 metros de profundidade, a segunda barreira apresentou largura 5,10 metros de largura em uma profundidade de 5,15 metros (figura 16).

Figura 16: Aspectos quantitativos da ravina



Fonte: Autor (2023).

Org: Autor (2023).

As barreiras foram construídas com o objetivo de diminuir a velocidade do escoamento pluvial concentrado e promover a estabilização dos sedimentos, além dos barramentos de madeira foram plantadas mudas de bambu no interior da ravina (figura 17).

Figura 17: Plantio de muda de bambu para conter a erosão entre a cabeceira da ravina e o primeiro barramento. A- Preparação do local onde foi plantado uma das mudas de bambu no interior da erosão. B- Destaque para a muda de bambu colocada no local que foi cavado. C- Destaque para a muda de bambu colocada no local que foi cavado.



Fonte: Autor (2022).

Após a construção dos barramentos foram realizados trabalhos de campo visando monitorar a erosão e os barramentos. Isso para observar registros na paisagem que pudessem demonstrar se ocorreu o avanço ou não da ravina, se houve a retenção de sedimentos e realizar manutenções nas estruturas.

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA AREIA

Nesta parte da dissertação será apresentado o diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia. Para a sua elaboração foi necessário analisar dados físicos, sendo eles: geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e climáticos; e bióticos, tais como: vegetação e fauna da área.

Conforme exposto anteriormente, as atividades humanas podem alterar as dinâmicas das bacias, portanto, foi necessário levantar e compreender os aspectos sociais da área, como as atividades desenvolvidas e a disposição dos estabelecimentos agropecuários, uma vez que a ação antrópica pode romper o equilíbrio dinâmico dos processos e provocar a degradação do ambiente.

A bacia do Córrego da Areia possui uma área de 635 hectares e está localizada ao sul da área urbana do município de Ituiutaba. O canal principal da bacia é o Córrego da Areia, cujas principais nascentes estão situadas na Serra do Calcário, seguido pelos afluentes dos córregos dos Paula e Água Boa, ambos com nascentes na Serra dos Bandarras.

4.1. Aspectos Físicos

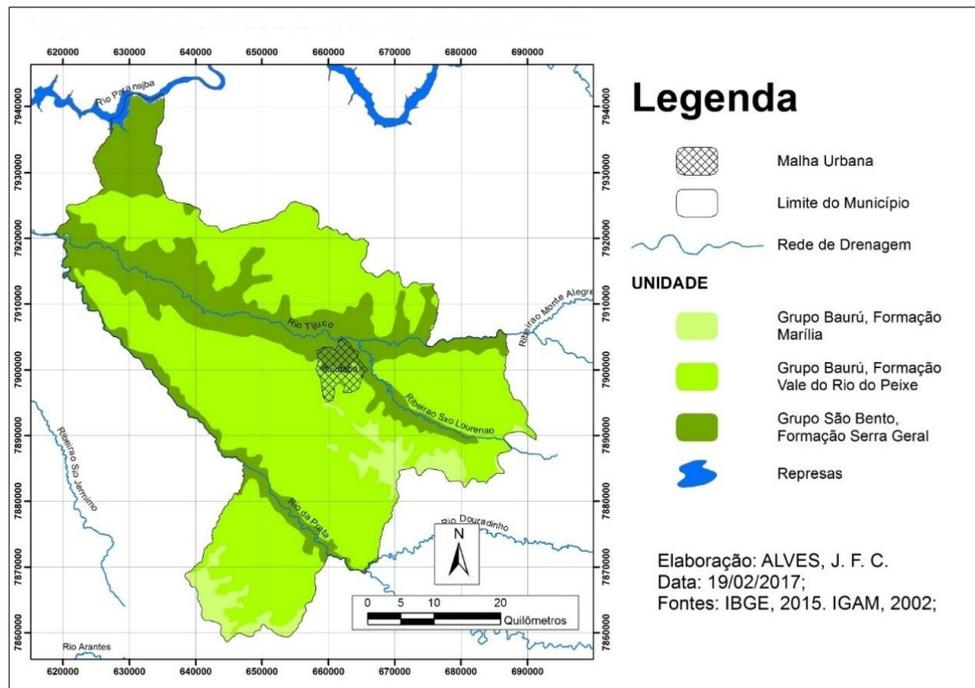
A realização de trabalhos de campo, assim como os mapeamentos e a utilização de imagens de satélite, foram fundamentais para o levantamento de dados necessários na elaboração do diagnóstico ambiental. Deste modo, foi imprescindível analisar alguns aspectos da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, apresentados adiante.

4.1.1. Aspectos Geológicos

Em relação aos aspectos litológicos, no município de Ituiutaba é possível encontrar rochas da Formação Serra Geral (Figura 18), Grupo São Bento, que afloram ao longo de vários vales, como por exemplo do Rios Tijuco e São Lourenço, e dos córregos São José e Pirapitinga (localizados na área urbana), sendo que a exposição dessa camada é o resultado de processo erosivo que atuou nas sequencias sobrejacentes.

O Grupo São Bento está presente na literatura geológica brasileira desde 1908. Compreende as rochas oriundas do derrame de lavas básicas (Formação Serra Geral) e arenitos eólicos da Formação Botucatu.

Figura 18: Unidades litológicas do Município de Ituiutaba/MG, com destaque para as Formações Serra Geral, Vale do Rio do Peixe e Marília



Fonte: Autor (2017).

Ao analisar o mapa acima, é possível observar o afloramento de rochas da Formação Serra Geral às margens dos cursos d'água, demonstrando a capacidade erosiva dos mesmos, uma vez que, foram capazes de remover as camadas de rochas do Grupo Bauru representado pelas Formações Marília e Vale do Rio do Peixe.

Os basaltos da Formação Serra Geral (Figura 19) – Grupo São Bento são originados dos derrames que ocorreram com a separação da América do Sul e da África, no final do Jurássico. Esses derrames propiciaram um processo de subsidência termal, culminando com a formação de muitas bacias interiores, entre elas a Bacia Caiuá, no Eocretáceo (PEDRO MIYAZAKI; BENTO, 2018).

Figura 19: Rochas da Formação Serra Geral. Basaltos apresentando juntas verticais e de alto ângulo



Fonte: Amorim (2005).

Na porção centro-norte da Bacia do Paraná, após sucessivos processos tectônicos de abatimento, quando na separação entre Brasil e África, desenvolveu-se a Bacia Bauru (BATEZELLI, 2003). Acumulou-se uma sequência sedimentar suprabasáltica, essencialmente arenosa em área de 370.000 km². Estes depósitos são representados pelos Grupos Bauru e Caiuá, sendo que, este último não se acha presente na região do Triângulo Mineiro, depositado essencialmente no noroeste do Paraná e Estado de São Paulo (FERNANDES; COIMBRA, 2000).

O Grupo Bauru, presente no Triângulo Mineiro, é composto pelas Formações Adamantina (denominada também como Vale do Rio do Peixe²), Uberaba e Marília (CANDEIRO, 2005). Sua deposição ocorreu sob condições climáticas semi-áridas a áridas (BARCELOS, 1984). Nesta área a maioria das rochas deste grupo encontram-se recobertas pelos sedimentos do Cenozóico (NISHIYAMA, 1989).

O mapeamento produzido pelo Projeto RADAM BRASIL (1983) apresenta uma expressiva área de abrangência da Formação Adamantina/Vale do Rio do Peixe no Triângulo Mineiro, especialmente a oeste do Rio Araguari. Está localmente capeada pelas litologias da Formação Marília e nos entalhes dos vales a Formação Vale do Rio do Peixe/Adamantina aflora quando não dá lugar aos basaltos sotopostos (SILVA, 2014). Soares et al. (1980) foi o responsável por definir a Formação Adamantina, cujas principais características litológicas são:

[...] a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, cor de róseo a castanho, portando estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 m, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-avermelhado a cinza-castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro [...] (SOARES et al., 1980, p.180).

Segundo Suguio (2003), arenitos do Grupo Bauru apresentam estruturas maciças com presença de conglomerados mal selecionados de matriz arenosa cimentados por calcretes³ e silcretes⁴.

² Sabe-se que na bibliografia geológica brasileira a Formação Adamantina foi redefinida por Fernandes (1998), em quase toda sua extensão, para Formação Vale do Rio do Peixe. Aqui neste texto que foca na caracterização dos aspectos geológicos será utilizado os termos, Formação Adamantina ou Vale do Rio do Peixe, conforme as obras investigadas.

³ Acumulações secundárias de carbonato de cálcio continentais formadas próximo à superfície como resultado de processos pedogenéticos e diagenéticos, produzindo grande variedade de morfologias e texturas (SAMPAIO et al, p. 194).

⁴ Silcretes são produzidos pela cimentação de materiais não consolidados (sedimentos, saprólito, solos) por várias formas de sílica secundária, incluindo opala, quartzo criptocristalino ou quartzo cristalizado. O termo silcrete é largamente utilizado para referir a materiais silicificados de diferentes estruturas e texturas, independentemente de sua origem (MILNES; THIRY, 1992 apud DA SILVA; MENEGOTTO, 2002, p. 317).

Os arenitos que afloram em determinados locais no município, são pertencentes ao Grupo Bauru, sendo a Formação Marília (Figura 20) e Vale do Rio do Peixe localizando-se nas porções sul e sudeste da área urbana, diretamente assentada sobre o basalto da Formação Serra Geral do Grupo São Bento (COSTA; MARTINS, 2011).

De acordo com Pedro Miyazaki e Bento (2018, p.1), os processos que deram origem ao Grupo Bauru iniciaram no Neocretáceo, quando

uma reestruturação tectônica da porção Sudeste brasileira gerou abatimento de blocos formando uma nova área deprimida que veio a ser preenchida por sedimentos de origem fluvial e lacustre (Bacia Bauru). Bacias estas que, após o processo de sedimentação, começam a ser trabalhadas pelos agentes geológicos externos, gerando diferentes feições de relevo, como os residuais encontrados em Ituiutaba.

Figura 20: Arenito do Grupo Bauru, Formação Marília



Fonte: Autor (2022).

Na figura acima, demonstra o registro de parte da paisagem da Serra do Calcário (relevo residual), com altitude de 657 m. Geologicamente, tais residuais são formados por rochas

sedimentares da Formação Marília, Grupo Bauru, sendo composta por arenitos grossos a conglomeráticos, textural e mineralogicamente imaturos, em bancos maciços ou com incipiente estratificação sub-paralela, pode-se encontrar em determinados locais estratificação cruzada (SOARES et.al. 1980; BARCELOS 1984; FERNANDES, 1998).

Este relevo tabuliforme é frequentemente encontrado em centro de bacias sedimentares e neste caso específico encontrados na Bacia Bauru, apresentando formas semelhantes às mesas ou tabuleiros com topo aplainado e vertentes íngremes, sustentados por camadas sedimentares que apresentam alternância quanto à resistência (PEDRO MIYAZAKI, 2017). Por apresentar rochas extremamente arenosas e de formato tabuliforme, com vertentes íngremes e uma vegetação incipiente.

A base desses residuais os basaltos (Formação Serra Geral – Grupo São Bento) originados dos derrames que ocorreram com a separação da América do Sul e da África, no final do Jurássico. Esses derrames propiciaram um processo de subsidência termal, culminando com a formação de muitas bacias interiores, entre elas a Bacia Caiuá, no Eocretáceo. Já no Neocretáceo uma reestruturação tectônica da porção Sudeste brasileira gerou abatimento de blocos formando uma nova área deprimida que veio a ser preenchida por sedimentos de origem fluvial e lacustre (Bacia Bauru). Bacias estas que, após o processo de sedimentação, começam a ser trabalhadas pelos agentes geológicos externos, gerando diferentes feições de relevo, como os residuais encontrados em Ituiutaba (HASUI, 2010; ALMEIDA; CARNEIRO; BARTORELLI, 2012; ALMEIDA; ASSINE; CARNEIRO, 2012).

Em relação aos aspectos geológicos da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, a mesma se encontra em área com predominância do Grupo Bauru, Formação Vale do Rio do Peixe e Formação Marília.

A Formação Vale do Rio do Peixe é constituída por arenito finos a muito finos e siltitos intercalados, de cores rósea a castanha. Dispõe-se normalmente em estratos tabulares e lenticulares, maciços ou de acamamento plano-paralelo grosseiro, alternados com unidades com estratificação cruzada de médio a pequeno porte.

A Formação Marília é composta por arenitos quartzosos de aspecto maciço, com intercalações subordinadas de conglomerados nas zonas de bordo da bacia, textural e mineralogicamente imaturos (FERNANDES, 1998).

Durante os trabalhos de campo foram encontradas linhas de pedra no talude da ravina onde foram instalados os barramentos, o local fica próximo à área com nascentes e vertentes adjacentes ao Córrego da Areia (Figura 21).

Figura 21: Linhas de pedras encontrada no talude da erosão entalhada em solos hidromórficos



Fonte: Autor (2022).

A linha de pedra, linha de seixos, paleopavimentos ou *stone-line* são nomenclaturas atribuídas a determinados horizontes que apresentam material fragmentado em formatos subangulosos e até mesmo arredondados de materiais resistentes a alterações químicas no interior de coberturas pedológicas de zonas intertropicais (HIRUMA, 2007).

Conforme características descritas a respeito dos arenitos presentes no município, as linhas de pedras encontradas associam-se aos arenitos da Formação Marília, tanto por sua coloração quanto por seu aspecto homogêneo e resistente devido a concentração do agente cimentante calcário. Acredita-se que os sedimentos tenham sido carreados das áreas a montante, do relevo tabuliforme Serra do Calcário, que está situada próximo ao local, em tempos pretéritos.

4.1.2 Aspectos do Relevo

O relevo, no quadro ambiental, está associado aos componentes do meio físico natural, sua interação é responsável pela gênese de inúmeras fisionomias presentes na paisagem em constante transformação no modelado terrestre. Dessa forma, os estudos geomorfológicos são ferramentas para o planejamento e desenvolvimento socioeconômico destes ambientes naturais com vistas à preservação do Cerrado que vem sendo muito degradado nas últimas décadas (DUTRA; GISELE, 2018).

O município de Ituiutaba se encontra nos “Domínios dos Chapadões Tropicais do Brasil Central”, constituindo a subunidade identificada como Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná (AB’ SABER, 1971). Este relevo é resultante da evolução da Bacia do Paraná com formas homogêneas de chapadas. “Esta caracterização física indica que o relevo regional é resultado da evolução da Bacia do Paraná, mostrando-se homogêneo, cuja morfologia encontra-se caracterizada por chapadas” (MARTINS; COSTA, 2014, p. 318).

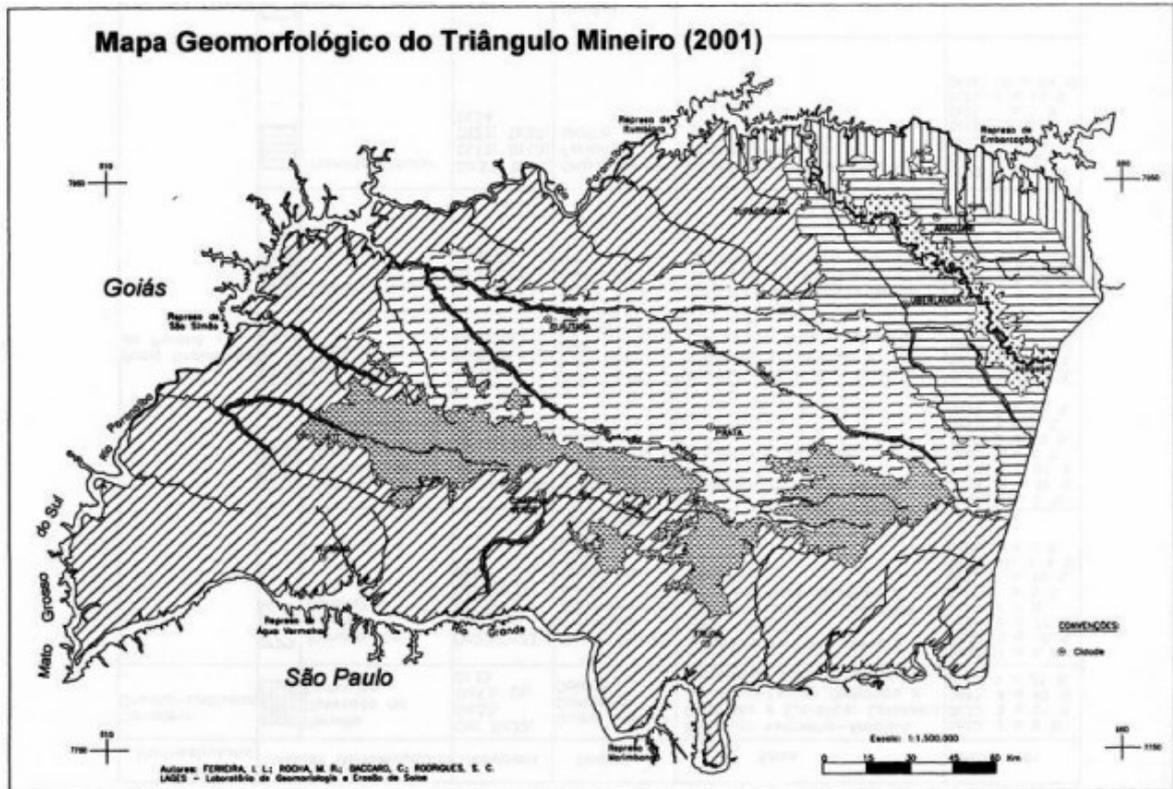
O mapeamento realizado pelo projeto RADAMBRASIL (1983) insere grande porção do Triângulo Mineiro na Folha 22-SE – Goiânia (volume 31). A unidade geomorfológica que compreende o Triângulo Mineiro é denominada de “Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná”, na sub-unidade “Planalto Setentrional da Bacia do Paraná”. Dos seus quatro compartimentos topomorfológicos, três estão presentes na região do Triângulo Mineiro, sendo eles: unidade das áreas elevadas; das áreas rebaixadas e dos relevos residuais (Figura 22).

O primeiro dos compartimentos caracteriza-se por ser mais elevado, com as cotas altimétricas variando entre 900 a 1.050 metros, possui formas tabulares com topos longos e aplanados em forma de chapada, outrora denominada de “chapada Uberlândia-Araguari”, drenada pelos rios Uberabinha e Tijuco (NISHIYAMA, 1998). Na passagem para outro compartimento, nota-se o desenvolvimento de ressaltos topográficos delimitados por escarpas com desníveis de até 150 metros (RADAMBRASIL, 1983).

O segundo compartimento representa os terrenos rebaixados que se estendem na direção do Pontal do Triângulo Mineiro⁵, sobretudo em Monte Alegre de Minas (MG), com níveis altimétricos entre 350 e 650 metros. Conforme RADAMBRASIL (1983) são formas tabulares com vertentes amplas acrescidos de formas convexas em associação com o terceiro compartimento.

⁵ Denominação regional cultural, utilizada por parte da sociedade que reside nesta porção do estado de Minas Gerais.

Figura 22: Geomorfologia do Triângulo Mineiro



Fonte: Baccaro, et al (2001).

O terceiro compartimento foi caracterizado pelo projeto RADAMBRASIL (1983) como relevos testemunhos com superfícies erosivas tabulares de topo aplanado, limitados por escarpas erosivas na ordem de menos de 150 metros de desnível, desenvolvidas em arenitos do Grupo Bauru (NISHIYAMA, 1998).

Com base na geologia, morfologia e dinâmica fluvial Baccaro (2001) descreveu quatro compartimentos no Triângulo Mineiro, sendo: área de relevo intensamente dissecado, medianamente dissecado, relevo residual e áreas elevadas de cimeira.

As formas desse relevo vêm sendo trabalhadas desde o período Terciário, termo substituído atualmente pela literatura por Paleógeno, (BACCARO, 1991). No decorrer desses períodos, através de alterações climáticas e implicações tectônicas, o relevo regional sofreu extenso processo de pediplanação, laterização e dissecação, evidenciada por Barbosa (1970), resultando nas formas atuais.

Essas superfícies antigas, cujos testemunhos são encontrados na paisagem atual e que evidenciam uma superfície de erosão, são, provavelmente, resultado do aplainamento Sul-Americano que terminou no Terciário superior (provavelmente Oligoceno-mioceno). Esses altos aplanados são assoalhados por lateritas que formam uma capa contínua em alguns locais

e constituem concreções no solo. Muitas vezes essas capas resistentes são responsáveis pela preservação dos testemunhos da superfície (DEL GROSSI, 1991).

A partir de trabalhos de campo e em estudos de gabinete com análise de cartas topográficas, e mapas hipsométricos, Martins e Rocha (2011) detectaram que os relevos residuais no município de Ituiutaba se encontram entre as cotas altimétricas de 600 a 750m nos interflúvios das principais bacias.

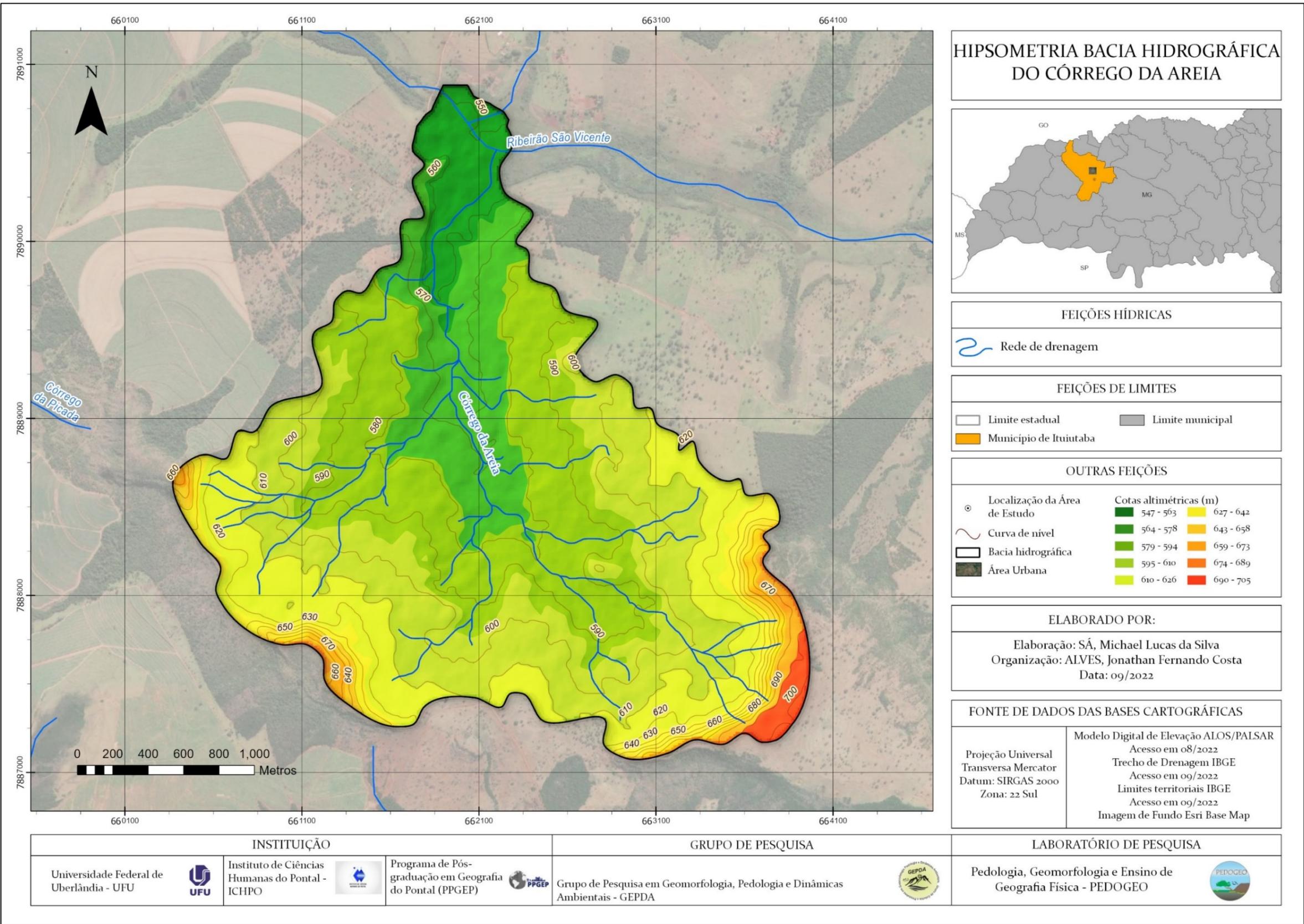
Pedro Miyazaki (2017) elaborou uma espacialização dos compartimentos geomorfológicos de parte do município de Ituiutaba, utilizando-se fotografias aéreas com escala aproximada de 1:60.000. Neste estudo, foi possível ter uma visão geral das principais formas de relevo existentes no município, tais como: relevo de colinas convexizadas com topos amplos suavemente ondulados e o relevo residual do tipo tabuliforme com topos planos que variam de estritos a largos e com vertentes íngremes (PEDRO MIYAZAKI; OLIVEIRA, 2021).

A Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia se enquadra no que é proposto pelos autores, como pode ser observado no mapa hipsométrico da área (Figura 23), que foi elaborado com 10m de equidistância das curvas de nível. A declividade, bem como a hipsometria são importantes para se caracterizar o relevo de uma bacia.

Observando o mapa, é possível perceber que parte da Serra do Calcário, formação que exerce o papel de interflúvio na Bacia do Córrego da Areia, possui cotas altimétricas dentro do intervalo de 600 a 750m, onde seu topo, de acordo com o mapa, possui altitude superior a 700m.

Concomitante a isto, a Serra dos Bandarras, que também exerce o papel de interflúvio na bacia, possui cotas altimétricas dentro do intervalo de 600 a 750m, onde seu topo, de acordo com o mapa, tem altitude de 660m.

Figura 23: Mapa hipsométrico da área



Já na área mais baixa da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, foram registradas altitudes inferiores a 550m, estando localizadas nas proximidades da foz do córrego que dá nome a bacia, local de encontro com o Ribeirão São Vicente, cuja amplitude altimétrica da área é de 150 m.

Os residuais Serra do Calcário e Serra dos Bandarras formam cabeceiras de drenagem (Figura 24), onde se encontram os canais de escoamento, sendo uma “área onde os olhos d’água que dão origem a um curso fluvial, é o oposto de foz (GUERRA, 1993, p. 64) do tipo anfiteatro – “Muito frequentes nas bordas dos chapadões. [...] O anfiteatro tem, por conseguinte uma forma semicircular ou oval (GUERRA, 1993, p. 25) onde as nascentes dos Córregos da Areia e dos Paula estão, sucessivamente, localizadas.

Figura 24: Canais de escoamento e formação em anfiteatro da Serra dos Bandarras



Fonte: Autor (2022).

A Figura 25 demonstra a cabeceira em anfiteatro formada pela Serra do Calcário, nela se localiza a nascente do Córrego da Areia.

Figura 25: Formação de cabeceiras de drenagem em anfiteatro no residual Serra do Calcário



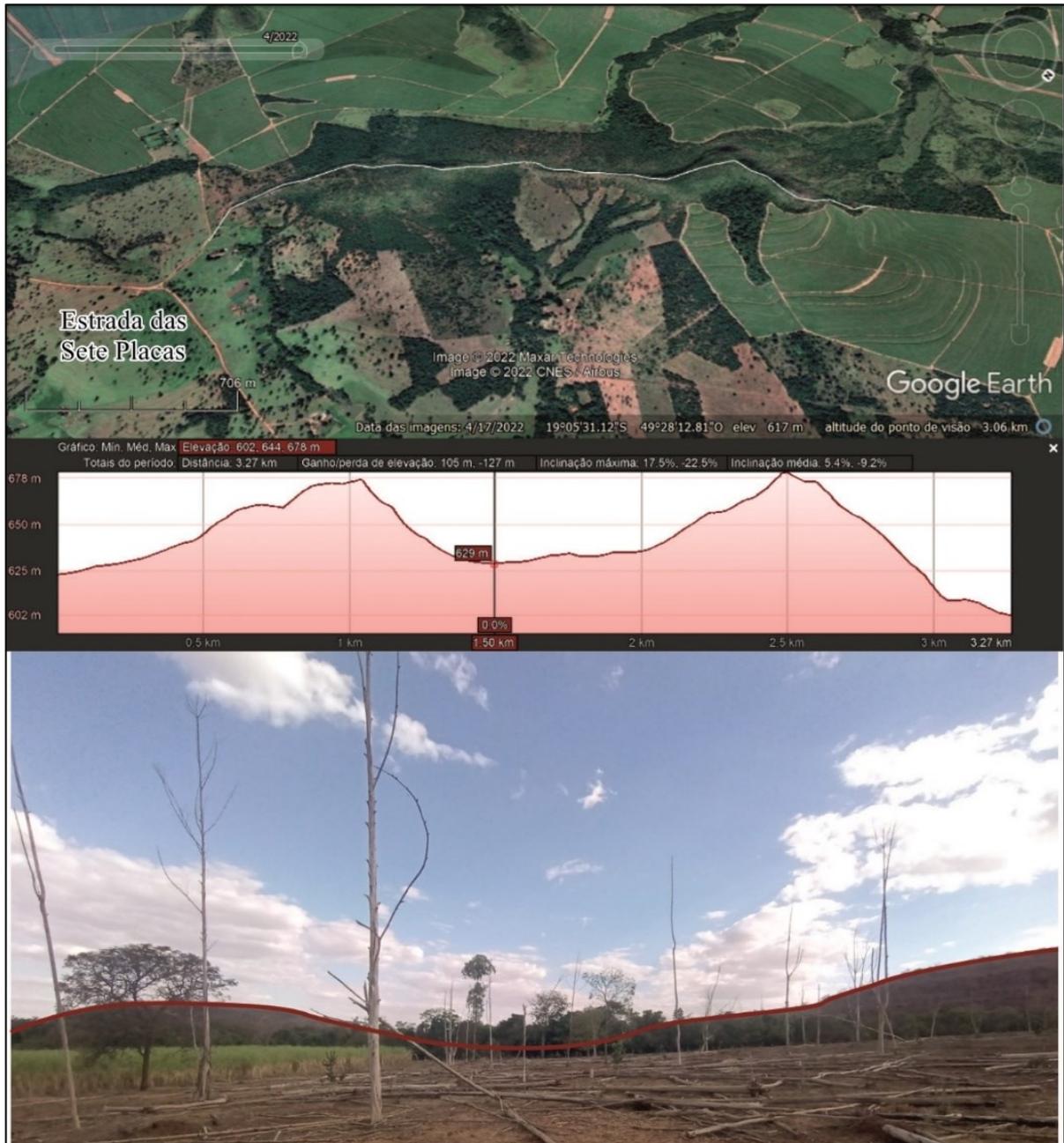
Fonte: Autor (2022).

Na serra dos Bandarras também é identificado a formação em anfiteatro. Próximo a sua base, localizam-se a nascente e alguns canais de escoamento do Córrego dos Paula.

A Serra dos Bandarras possui cerca de 3.248m de comprimento (GOOGLE EARTH, 2022), nos quais os agentes erosivos atuaram de forma desuniforme. Na Figura 26 é possível

observar que o meio desta estrutura residual possui altitude menor que áreas próximas às suas extremidades.

Figura 26: Perfil topográfico da Serra dos Bandarras



Fonte: Google Earth (2022).

Org. Autor (2022).

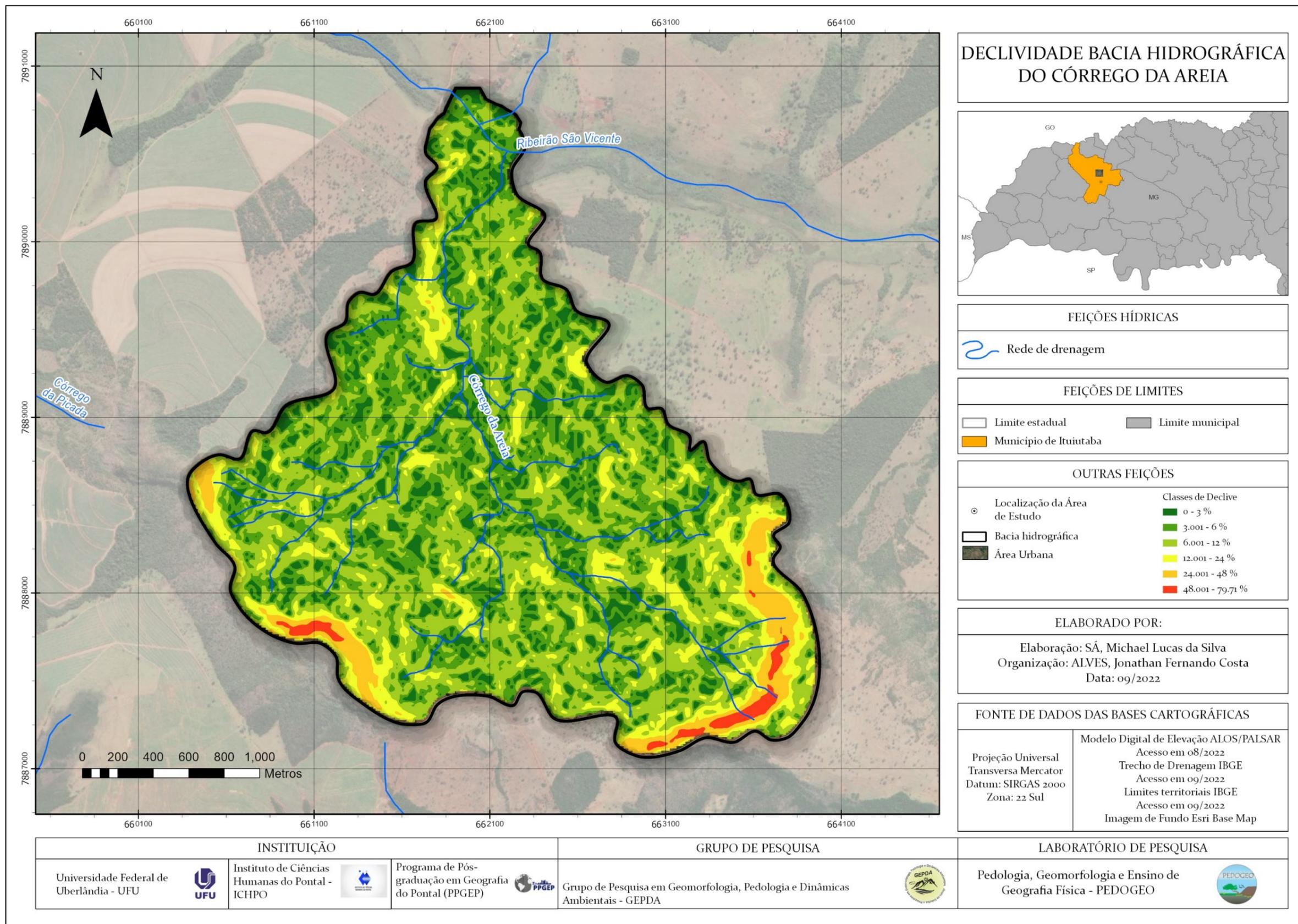
Analisando seu perfil topográfico fica nítida essa diferença de altitude, possivelmente isto ocorreu porque o material que compunha essa estrutura, nas áreas próximas ao seu meio, isto é, a cerca de 1.500 metros de sua extremidade localizada próximo a Estrada das Sete Placas,

era mais susceptível a ação dos agentes erosivos, quando se compara as suas extremidades, que por sua vez sofreram menos denudação.

Ainda que o relevo da Bacia do Córrego da Areia seja heterogêneo, e sua amplitude altimétrica seja de 150 m, a maior parte da declividade da área é suave e está entre 0 a 12% (Figura 27). Pode-se observar que as zonas adjacentes aos cursos d'água, são as que possuem o relevo com menor declividade.

Oposto a isto, as áreas com maiores declividades, que vão de 40.001% a 79.71%, estão localizadas no ou próximo aos relevos residuais da área.

Figura 27: Perfil topográfico da Serra dos Bandarras



4.1.3. Aspectos Pedológicos

Os aspectos dos solos encontrados na região e na área de estudo desta investigação serão abordados a seguir. Vale ressaltar que o solo é um importante elemento natural e deve ser levado em consideração ao realizar o diagnóstico ambiental, uma vez que ele é compreendido como “a camada superficial de terra arável possuidora de vida microbiana. Algumas vezes o solo é espesso, outras vezes pode ser reduzido a uma delgada película e deixar de existir [...]” Guerra (1993, p. 397).

De acordo com Lepsch (2010), solo pode ter mais de uma definição:

Para alguns, solo é sinônimo de qualquer parte da superfície terrestre e mesmo de outros planetas [...]. Geólogos podem entendê-lo como parte de uma sequência de eventos geológicos do chamado “ciclo geológico”. Para o engenheiro de minas, ele é mais um material solto que cobre os minerais e que deve ser removido. [...] O pedólogo examina o solo com atenções diferentes porque o vê como um objeto completo de estudos básicos, aplicados, e usa métodos científicos. Para ele, solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva, e resulta da ação do clima e dos organismos sobre um material de origem, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciado pelo tipo de relevo (LEPSCH, 2010, p. 19).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) foi desenvolvido com base em dados extraídos dos levantamentos exploratórios e de reconhecimento realizados nos últimos 60 anos em todos os estados brasileiros. A primeira versão oficial do SiBCS foi apresentada pela EMBRAPA em 1999, sendo constantemente revisada e aperfeiçoada (LEPSCH, 2010). Atualmente o SiBCS classifica 13 classes de solos em território brasileiro, sendo estes: Neossolo, Vertissolo, Cambissolo, Chernossolo, Luvisolo, Argissolo, Nitossolo, Latossolo, Espadossolo, Planossolo, Plintossolo, Gleissolo e Organossolo (EMBRAPA, 2006).

No Cerrado, os solos mais comuns são os da classe do Latossolo, tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, com presença de solos concrecionários em grandes áreas (AB' SABER, 1983; LOPES, 1984).

Os Latossolos são dominantes na região do Cerrado, estes solos são geralmente distróficos e ácidos. Por serem profundos, bem drenados e estarem presentes em relevos planos a suavemente ondulados são passíveis de utilização agrícola e por isso aproximadamente 40% de toda sua extensão tem sido usada por pastagem e agricultura (REATTO, 2008). Isso tem provocado uma grande devastação proveniente desta intensa exploração.

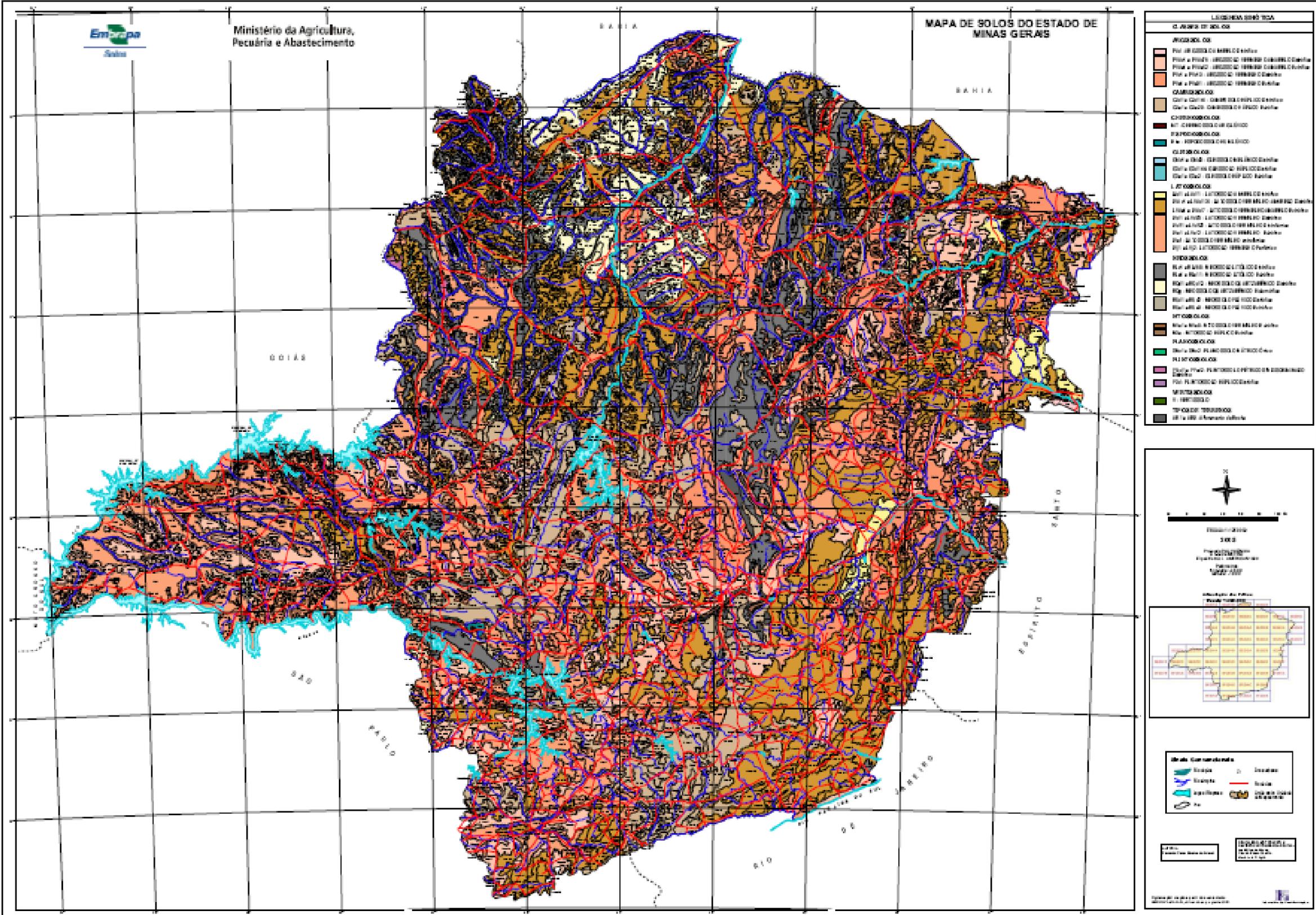
A partir da análise do mapa de solos do estado de Minas Gerais (Figura 28), elaborado pela EMBRAPA (1980), na escala 1:650.000, Braghiroli (2017) identificou no Triângulo Mineiro a existência de quatro classes de solos na região, sendo os Latossolos vermelho,

Argissolo vermelho-amarelo, Neossolos Quartzarênicos e Cambissolos, prevalecendo os Latossolos vermelho.

No município de Ituiutaba/MG, Martins e Costa (2014) identificaram e espacializaram as classes de solos, na escala 1:250.000, no qual identificou-se 5 tipos de solos, sendo eles: Gleissolo Melânico, Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico, Argissolo vermelho-amarelo e Nitossolo Vermelho. Os autores justificam a presença destes materiais inconsolidados da seguinte forma:

Os Argissolos aparecem basicamente nas Superfícies de Cimeira e são justificados por serem os locais mais elevados dentro do município, favorecendo a migração de argila dos horizontes superiores para o horizonte B. Enquanto os Latossolos Vermelhos e Nitossolos Vermelhos estão presentes nas áreas mais rebaixadas da paisagem, onde ocorre o afloramento de basalto próximo aos cursos d'água principais. O Latossolo abrange todos os subcompartimentos da Unidade dos Planaltos, parte da Superfície de Cimeira, Depressão e Chapadas Embutidas. O Gleissolo Melânico está em uma área onde há rede de drenagem organizada e conectada, fato este que favorece sua formação (MARTINS; COSTA, 2014, p. 325-326).

Figura 28: Mapa de solos do Estado de Minas Gerais



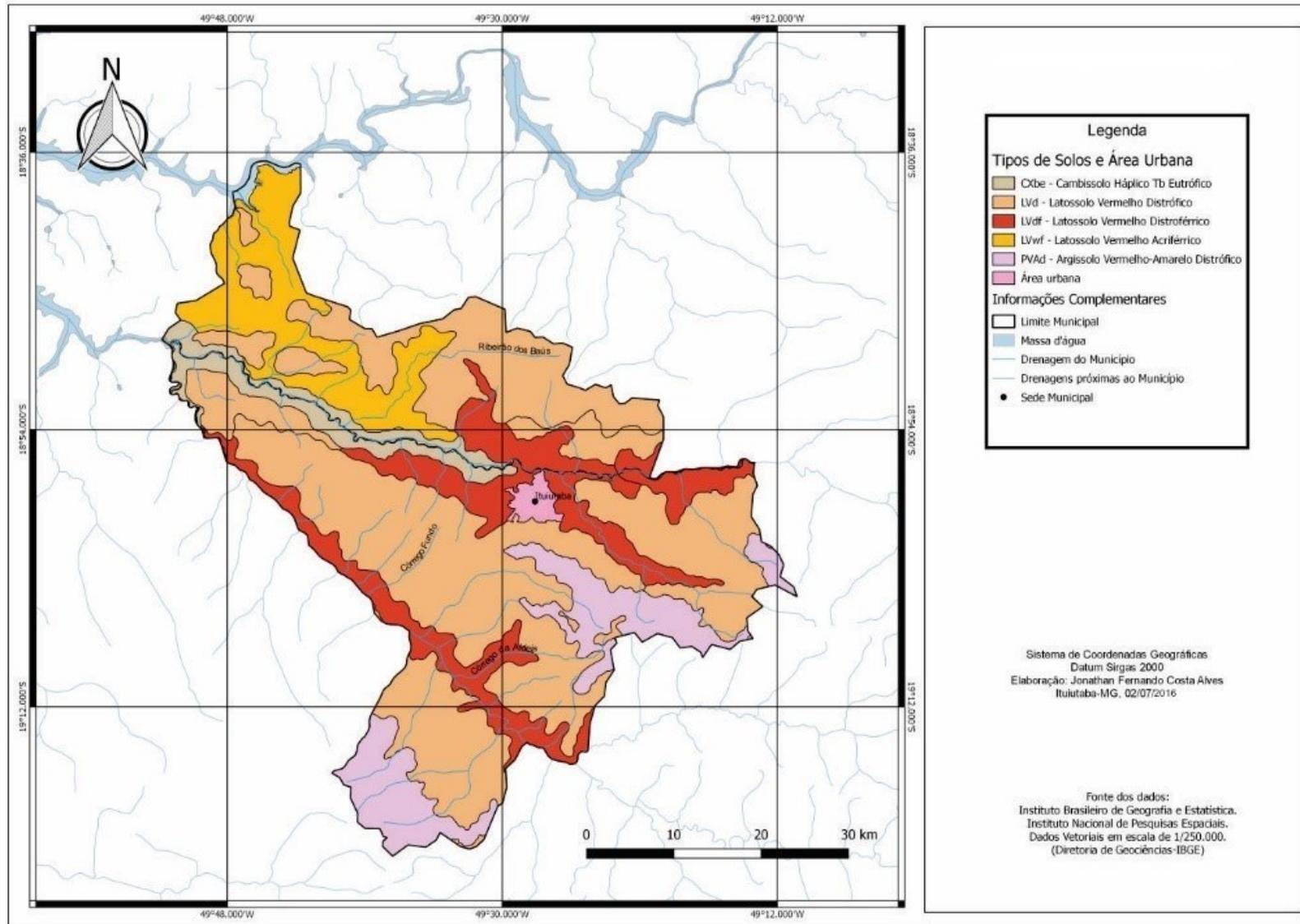
Fonte: EMBRAPA (1980).

Já a base de dados vetoriais com escala de 1/250.000 obtida no site da EMBRAPA foi possível obter uma espacialização diferente da proposta por Martins e Costa (2014) em relação aos tipos de solos presentes no município (Figura 29). Essa diferença pode estar associada a uma base de dados e/ou escalas diferentes. O mapa elaborado demonstra 5 tipos diferentes de solos no território do município de Ituiutaba, sendo estes de ordem dos Cambissolos, Latossolos e Argissolos.

Em relação ao nível de erodibilidade, a presença de Argissolos sobre arenitos das Formações Adamantina e Marília, apresentam baixo gradiente textural com transição entre os horizontes, plana e gradual, estrutura em blocos com grau média moderada a fraca friável a muita friável, obtendo condições favoráveis ao ravinamento. Desta forma, o gradiente textural do Argissolo facilita o fluxo paralelo ao caimento das encostas, e incrementando a erosão laminar (ARRAES et al., 2010).

Nas áreas onde ocorrem o Latossolo de textura média são observados altos valores de erodibilidade, por mais que estes solos possuam uma tendência à rápida infiltração das águas da chuva devido a sua alta permeabilidade e a homogeneidade textural, sendo pouco favoráveis a concentração de água por escoamento superficial, entretanto, em condições de ocupação inadequada resultando em concentração do escoamento superficial de água da chuva esses solos se tornam susceptíveis ao ravinamento e rápido aprofundamento erosivo, podendo levar ao desenvolvimento de voçorocas de grande porte por serem solos bastante profundos (ARRAES et al., 2010).

Figura 29: Tipos de solos no Município de Ituiutaba - MG



Os Cambissolos são solos em início de formação, seus perfis mais típicos ocorrem em áreas de relevo acidentado, sendo pouco profundos (raramente com mais de 1m. de espessura), com argilas de atividades média a alta, discreta variação de textura, com quantidades relativamente elevadas de materiais primários susceptíveis ao intemperismo e alguns apresentam fragmentos de rocha em sua composição. Grande parte dos Cambissolos está sob vegetação natural, em áreas de difícil acesso e manejo (LEPSCH, 2010).

A pouca espessura desses solos, a pedregosidade e sua ocorrência em áreas de relevo acidentado, fazem com que esses solos sejam restritos às práticas de agricultura, neste sentido, suas características não dispersam tanto interesse na ocorrência de atividades humanas sob suas áreas, conservando-os de certa forma, entretanto, quando mal utilizados, sua ocorrência em relevos acidentados pode ser um fator que eleva ainda mais suas taxas de erodibilidade, uma vez que a retirada de vegetação nessas áreas desprotege esses solos, aumentando assim a capacidade erosiva do escoamento superficial, que em áreas de relevo acidentado é ainda mais rápido.

Durantes os trabalhos de campo, foi possível observar que existe uma variedade nas características dos solos presentes na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, não expressas espacialmente nos mapas com pequenas escalas.

O solo presente na erosão que recebeu os barramentos, localizada às margens do Córrego da Areia, é acinzentado (Figura 30). Pode-se interpretar que essa cor indica um ambiente hidromórfico, com predomínio de área encharcada, são típicos de áreas próximas a cursos d'água, envolvendo principalmente planícies aluviais, com deficiência de drenagem (EMBRAPA, 2009). Em condições de um ambiente seco pode indicar um intenso processo de remoção de ferro no passado, sendo uma de suas características a deficiência de minerais e de estabilidade de estrutura de solo. Apresentam um elevado percentual de areia em sua composição e quando ocorre ausência de matéria orgânica, esses solos tendem a apresentar cores esbranquiçadas. Também podem apresentar reduzida capacidade de retenção de água e nutrientes (EMBRAPA, 2009).

Figura 30: Coloração do solo na erosão localizada às margens do Córrego da Areia

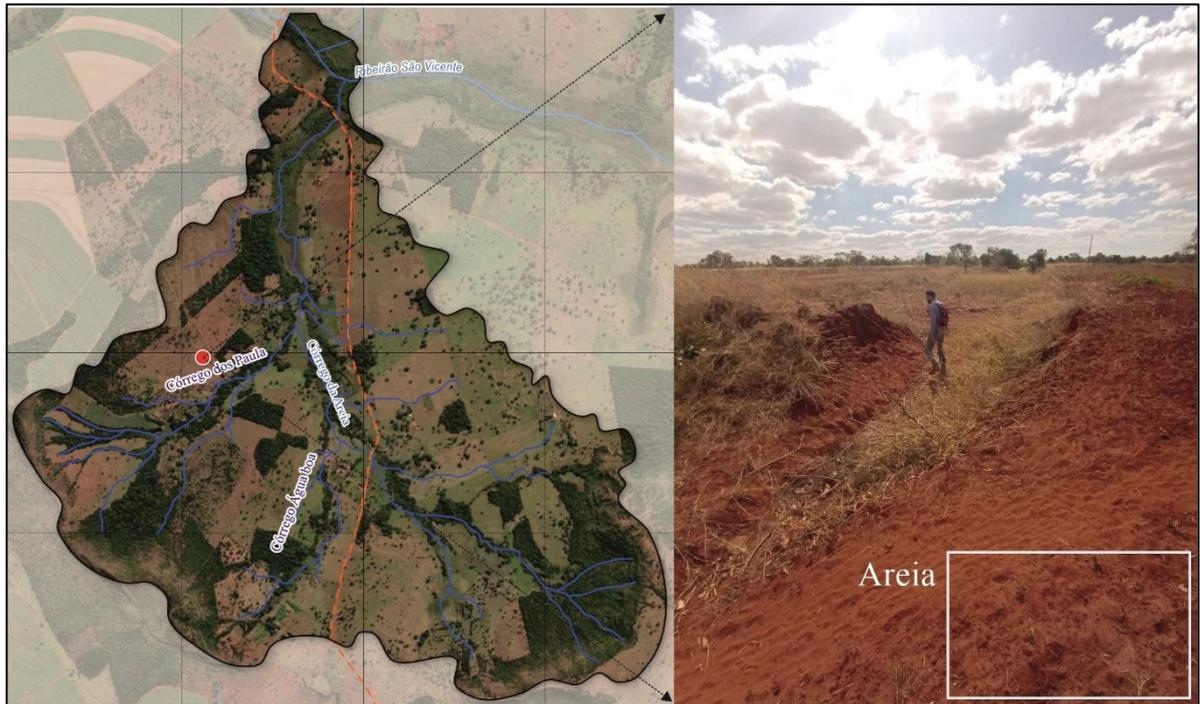


Fonte: Autor (2022).

Os Gleissolos são solos hidromórficos, e passam muito tempo ou períodos sobre influência do acúmulo de água. Não necessariamente podem apresentar textura arenosa em todos os seus horizontes, e devido ao processo de gleização podem manifestar algumas cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas (EMBRAPA, 2019).

Já nas áreas mais distantes dos cursos d'água, o solo apresenta colocação mais avermelhada, apresentando altos índices de areia em sua composição, quando se textura uma porção do solo por meio do tato (Figura 31).

Figura 31: Solo de coloração vermelha localizado próximo ao Córrego dos Paula



Fonte: Autor, 2022

Os solos com coloração avermelhada apresentam um alto poder de pigmentação decorrentes da presença de óxidos de ferro, sendo as cores avermelhadas dependentes do conteúdo de sesquióxidos e óxidos de ferro não-hidratados, como a hematita. São locais que são bem drenados, com presença marcante de minerais de ferro, principalmente a hematita (EMBRAPA, 2009).

O material pedológico da área tem como base as rochas basálticas e areníticas. Os Latossolos oriundos do basalto são solos bem desenvolvidos e com boa drenagem. Entretanto, estes fatores podem ser um agravante para a incidência do surgimento dos processos erosivos em locais sem a presença da cobertura vegetal, ficando susceptíveis a erosão (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019).

Devido ao pouco material sobre a pedologia da área de estudo, a única referência literária que está disponível encontra-se na carta de solos da Embrapa na escala de 1: 500.000 do ano de 1999, a qual, por motivos de grandeza escalar, despreza, ou seja, generaliza outros tipos de solo que compreendem pequenas áreas, destacando-se apenas Latossolos com coloração no tom de Vermelho e Nitossolos também com a cor Vermelha (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019).

Os Latossolos Vermelho são solos bem desenvolvidos com grandes profundidades e com excelente grau de porosidade, chegando a possuir valores entre 50-60%. Isto favorece a infiltração da água, contribuindo para uma boa drenagem (EMBRAPA, 2019).

4.1.4. Aspectos Hidrológicos

O Estado de Minas Gerais foi dividido em 36 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos e, no período de 1998 a 2009, foi criado um comitê de bacia para cada unidade. Os comitês são órgãos de Estado, colegiados, compostos por representantes dos poderes públicos, sociedade civil e usuários de recursos hídricos (indústria, mineração, abastecimento, saneamento, dentre outros) (IGAM, s.d.).

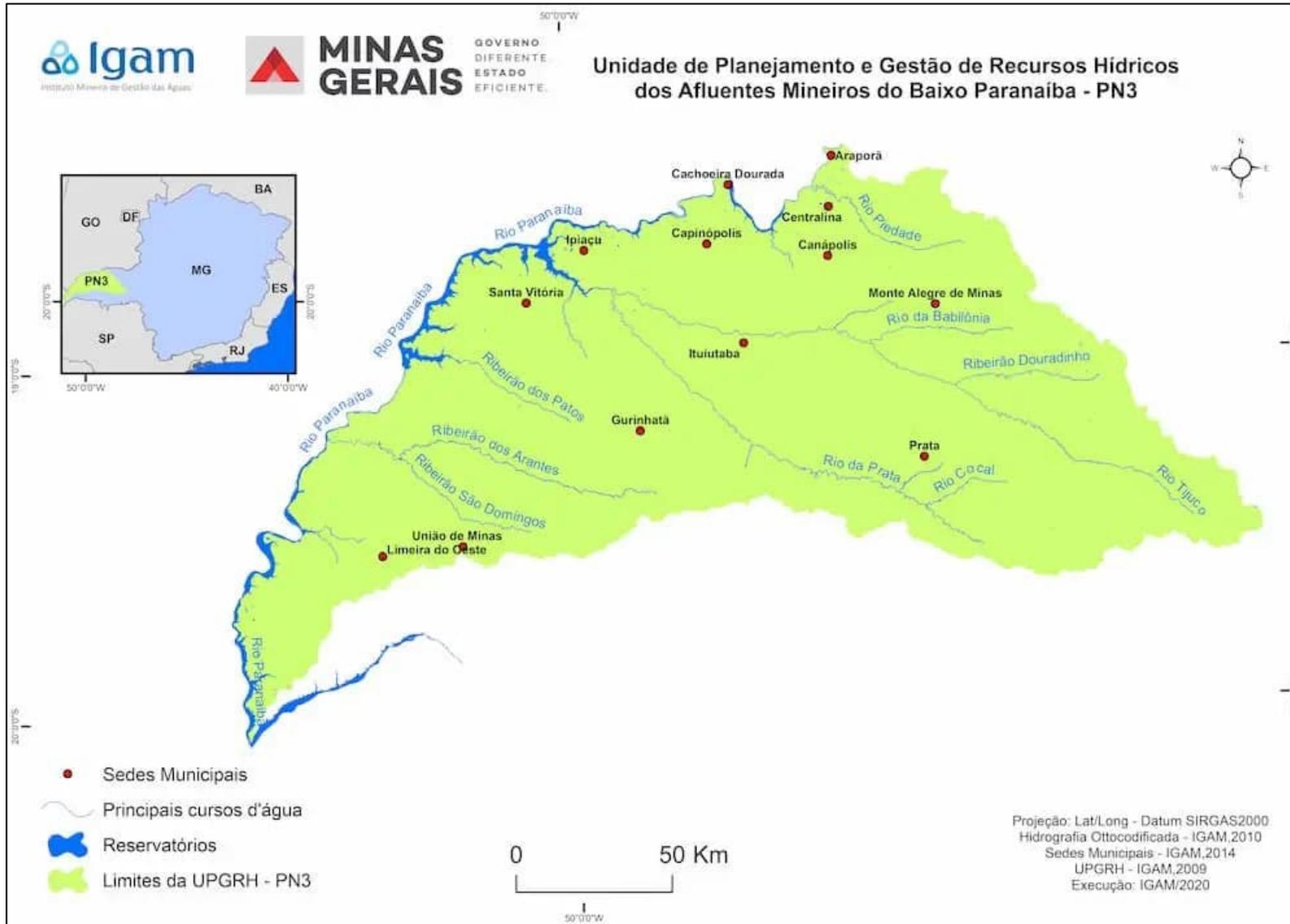
Os comitês são responsáveis por discutir e deliberar sobre a gestão das águas em sua área de abrangência, os dados e as informações sobre eles são divulgados no Portal dos Comitês, que é um site gerenciado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (IGAM, s.d.).

O município de Ituiutaba está localizado na Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3), que possui área de 26.894 km², equivalente a 38,07% do território da bacia do Rio Paranaíba. A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba, abrange a sede de 13 municípios, sendo eles: Araporã, Cachoeira Dourada, Campina Verde, Campo Florido, Canápolis, Capinópolis, Carneirinho, Centralina, Gurinhatã, Ipiáçu, Ituiutaba, Iturama, Limeira do Oeste, Monte Alegre de Minas, Prata, Santa Vitória, Tupaciguara, Uberaba, Uberlândia, União de Minas, Veríssimo (Figura 32) (IGAM, 2014).

O Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (CBH PN3) foi criado em 30 de abril de 2004, por meio do Decreto Estadual nº 43.797. A UGH Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba está localizada na região do Triângulo Mineiro, possui área de 27.024 km² (4% da área de Minas Gerais) e compreende 18 municípios - Araporã, Campina Verde, Campo Florido, Canápolis, Capinópolis, Carneirinho, Centralina, Gurinhatã, Ipiáçu, Ituiutaba, Limeira do Oeste, Monte Alegre de Minas, Prata, Santa Vitória, Uberaba, União de Minas e Veríssimo (ABHA, 2018).

Com densidade populacional de 8,5 hab./km², a área é composta por uma população total de 242.638 mil habitantes, dos quais 199.926 mil residem em áreas urbanas, e 42.712 mil em áreas rurais (IBGE/CENSO, 2010).

Figura 32: Mapa da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3)



O Rio Paranaíba, cuja nascente fica no município de Rio Paranaíba (MG), na Serra da Mata da Corda, percorre 1160km até sua foz, no encontro com o Rio Grande, seus cursos delimitam o Triângulo Mineiro. Neste ponto, os dois rios formam o rio Paraná. A bacia do Paranaíba tem mais de 8,5 milhões de habitantes que vivem predominantemente em áreas urbanas num total de 197 municípios de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, além do Distrito Federal (ABHA, 2018).

O Rio Paranaíba recebe desta região um grande volume de água, totalizando aproximadamente 75%, o qual é formado por três bacias secundárias: Rio Araguari, Rio Tijuco e Rio da Prata. O Rio Grande contempla as seguintes bacias: dos rios Verde ou Feio, rio dos Bois e rio Corrente (GOMES, et. al., 1982).

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba atua como comitê de integração, entre as nove Unidades de Gestão de Recursos Hídricos – UGH existente na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (ABHA, 2018).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, em seu trecho mineiro, é a primeira a ser priorizada em Minas Gerais para aperfeiçoamento da governança sobre a gestão de recursos hídricos mineiros no âmbito da parceria assinada pela Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) em dezembro de 2018. A decisão consta do Plano de Ação da Resolução Conjunta ANA/IGAM nº 98/2018, que instituiu a gestão integrada das águas federais e estaduais em Minas Gerais entre a Agência e as duas instituições mineiras (ABHA, 2018).

A prioridade foi dada para a bacia do Paranaíba devido à sua importância hidrológica, já que o rio é um dos principais afluentes do Rio Paraná, e também considera a sub-bacia do Rio São Marcos. A região também é marcada por hidrelétricas importantes para o Sistema Interligado Nacional (SIN), como Nova Ponte e Emborcação, e por atividades econômicas, como mineração, indústria sucroalcooleira e cultivos de soja e milho.

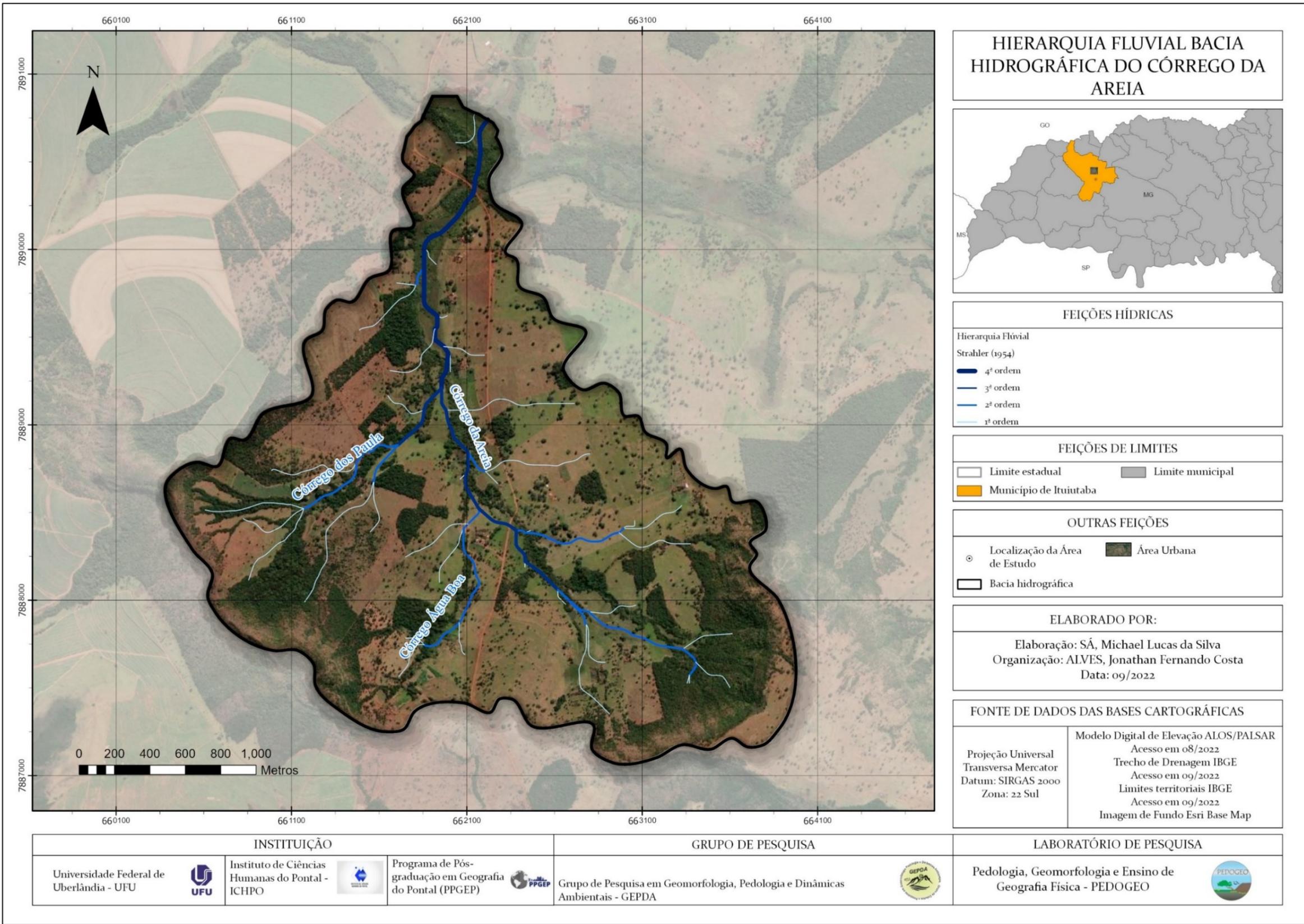
Os principais municípios mineiros com território na bacia são: Araguari, Araxá, Ituiutaba, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba, Uberlândia e Unaí e as principais bacias da Unidades de Gestão de Recursos Hídricos são as formadas pelos rios Tijuco, Arantes e da Prata (ABHA, 2018).

O rio Tijuco é o principal curso d'água na porção oeste desta região; consiste na principal bacia. Na porção leste o rio Araguari é a principal bacia. De modo geral, estes dois grandes rios são responsáveis pela drenagem de quase toda a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (VENCESLAU; PEDRO MIYAZAKI, 2019).

Situada na bacia do Rio Tijuco, se encontra a bacia do Córrego do Areia. Esta bacia, embora menor em comparação com as vastas bacias dos Rios Tijuco e Araguari, desempenha um papel crucial na drenagem do local. Ela serve como um elo vital, conectando as áreas mais elevadas da área rural com o Ribeirão São Vicente.

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Areia é composta por três canais fluviais (Figura 33). O Córrego da Areia, principal canal da bacia, com aproximadamente 4,5 km de comprimento, o Córrego dos Paula, com cerca de 1,73 km de extensão, e o Córrego da Água Boa, com 1,6 km.

Figura 33: Hidrografia da bacia



Todos os cursos d'água possuem suas nascentes nas áreas mais elevadas da bacia, próximo aos relevos do tipo tabuliforme, da Serra do Calcário e das Bandarras, e percorrem essa área até desaguar no Ribeirão São Vicente.

A Bacia do Córrego da Areia possui um perímetro de aproximadamente 13,61 km e uma área de 6960,1 km², ou seja, 696,1 hectares. A hierarquia fluvial é de 4º ordem e o padrão de drenagem é identificado como dendrítico.

Toda a extensão da bacia está localizada na área rural do município de Ituiutaba, as principais nascentes do Córrego da Areia localizam-se a aproximadamente a 683 metros de altitude, na Serra do Calcário, e sua foz a 561 metros de altitude, possuindo uma amplitude de 122 metros, sendo o nível de base da bacia o Ribeirão São Vicente.

Com a realização de trabalhos de campo nos principais cursos d'água da bacia, detectou-se vários pontos degradados, cujos principais impactos serão citados a seguir.

1 – Pisoteio do gado (figura 34), pode levar à compactação do solo, especialmente em áreas de pastagem intensivamente utilizadas. A compactação do solo reduz a porosidade, dificultando a infiltração de água e o fluxo de ar no solo. Isso pode levar à erosão do solo, diminuição da fertilidade e capacidade de retenção de água, e aumento da vulnerabilidade a inundações e secas;

Figura 34: Pisoteio do gado no Córrego dos Paula



Fonte: Autor (2022).

2- Matas ciliares total ou parcialmente desmatadas (Figura 35), favorecendo o desenvolvimento de feições erosivas, pois elas desempenham um papel crucial na estabilização do solo ao longo das margens dos rios, portanto quando essas áreas são desmatadas, a cobertura vegetal que impede a erosão do solo é perdida. Isso resulta em aumento da sedimentação nos rios, assoreamento dos cursos d'água e diminuição da qualidade da água. Ademais, o desmatamento das matas ciliares contribui para a perda da biodiversidade e alteração no ciclo hidrológico devido a sua capacidade de retenção de água e na recarga de aquíferos;

Figura 35: Trecho com ausência de mata ciliar no Córrego dos Paula



Fonte: Autor (2022).

3- Erosões às margens dos cursos d'água (Figura 36), causando perda de solo e vegetação. À medida em que o solo erodido é transportado para os corpos d'água, contribui para

o assoreamento, o acúmulo de sedimentos pode reduzir a capacidade de armazenamento de água dos corpos d'água, aumentar o risco de inundações e prejudicar a vida aquática, afetando negativamente a biodiversidade e a qualidade da água;

Figura 36: Erosões às margens dos córregos dos Paula e da Areia



Fonte: Autor (2022).

4- Alterações na morfologia dos canais é outro aspecto que caracteriza a degradação da bacia hidrográfica. Conforme relato de um proprietário rural (registrado em um trabalho de campo), um de seus vizinhos tentou construir um aterro para facilitar a travessia do gado e possibilitar o deslocamento de um local para o outro com máquinas, porém, após as primeiras chuvas do ano de 2021, as enchentes destruíram o aterro e o material (que compunha o aterro) foi arrastado córrego abaixo. Ainda de acordo com ele, outro vizinho construiu um aterro em outro ponto do córrego na tentativa de fazer uma represa, mas a mesma também não resistiu as enchentes (Figura 37), resultando em mais assoreamento do canal e acentuando o quadro de degradação.

Figura 37: Alterações na morfologia do canal fluvial dos Córregos da Areia e dos Paula



Fonte: Autor (2022).

5- Outro registro na paisagem da bacia hidrográfica do Córrego da Areia que chamou a atenção foram os vários bancos de areia encontrados nas margens do canal e no leito, oriundos do processo de assoreamento (Figura 38).

Figura 38: Banco de areia localizado nas margens do Córrego dos Paula



Fonte: Autor (2022).

Por falta de autorização dos proprietários não foi possível registrar imagens do Córrego da Água Boa. Acredita-se que o córrego também apresente impactos semelhantes aos encontrados nos córregos da Areia, dos Paula.

4.1.5. Aspectos Climáticos

As condições gerais do tempo meteorológico atuante em uma região estão relacionadas aos mecanismos da escala global da atmosfera. Daí qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais ampla (VIANELLO; MAIA, 1986).

O Cerrado exibe dimensões continentais que abrigam uma grande diversidade climática, de características equatoriais, tropicais e subtropicais. De acordo com Nascimento e Novais (2020, p. 1):

Tal variabilidade climática pode ser explicada pelo contexto dos fatores climáticos, em especial à variação latitudinal – que condiciona a diferença no ganho de radiação solar, de maneira decrescente a partir do equador; à

amplitude topográfica – variando desde os 240m, nas áreas próximas às regiões litorâneas no estado do Maranhão, nas depressões do Rio Araguaia entre os estados de Goiás, Tocantins e Mato Grosso e na transição do Cerrado com o Pantanal, no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, e alcançando os 1.819m, nos chapadões do estado de Goiás; à posição interiorana no continente sulamericano e, especialmente, à atuação de massas de ar de origem equatorial, tropical e polar, formadas em superfícies continental e marítima – que repercutem distintas condições de temperatura, precipitação e umidade.

A Região do Pontal do Triângulo Mineiro está localizada nas chapadas e chapadões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, entre os rios Grande e Paranaíba (AB'SÁBER, 1977), com altitudes variando entre 370 a 620m de altitude. Está sob a influência, de forma geral, da dinâmica das Massas de Ar Polar, que é responsável pela entrada de frentes frias e da Massa Equatorial Continental, responsável pela distribuição da umidade na região (COSTA, 2018).

Em relação a dinâmica de temperatura da região do Pontal do Triângulo Mineiro, Mendes e Queiroz (2011, p.337), afirmam que o verão é caracterizado por sucessões de dias com temperaturas elevadas, “que tem a influência da massa tropical atlântica continentalizada (mTac), e dias com temperaturas amenas (inverno) causado pela ação da massa polar atlântica (mPa)”. Os autores relatam que ocorre uma expressiva falta de umidade e precipitação, o que caracteriza o clima tropical, com duas estações bem definidas, sendo uma marcada por um verão chuvoso e com temperaturas elevadas e a outra com um inverno com escassez de chuvas e temperaturas amenas (MENDES; QUEIROZ, 2011).

No caso da região do Pontal do Triângulo Mineiro tem-se um fator importante que influencia a circulação geral da atmosfera, principalmente facilitando o deslocamento da Massa Polar Atlântica, que é a conformação do relevo. A região se localiza entre dois rios de grande porte, o Rio Paranaíba e o Rio Grande. O vale do Paranaíba é bem encaixado facilitando o deslocamento da massa polar e afetando diretamente a porção norte da região do Pontal do Triângulo (COSTA, 2018).

De acordo com Costa (2018, p. 203-4), a influência dos rios Paranaíba e Grande no clima da região ocorre

[...]quando a Massa Polar entra na América do Sul, de forma continental, o caminho que ela percorre fica facilitado pelo vale dos rios. Isso faz com que a porção noroeste-norte da região se esfrie mais do que as outras, devido ao encaixe do vale do Paranaíba e dos Rios Tijuco e da Prata, fazendo principalmente a cidade de Ituiutaba, registrar temperaturas muito baixas. Cidade esta, que é conhecida justamente por suas temperaturas altas durante grande parte do ano. Portanto, esta condição geomorfológica aliada ao deslocamento da massa polar, se toma uma condição sine qua non para que as ondas de frio ocorram na região do Pontal do Triângulo Mineiro.

Quanto ao clima na região, Köppen o classificou como Aw, megatérmico: tropical com verão chuvoso (outubro a abril) e inverno seco (maio a setembro). As temperaturas oscilam entre 14°C, comum no mês de junho, a 31° C em dezembro. Ituiutaba possui um dos maiores acúmulos pluviométricos da região, tendo variado de 10.800 a 10.000 mm o índice de chuvas acumuladas para sete anos, no recorte temporal de 2002 a 2008 (PRADO; SOUSA, 2010).

A dinâmica atmosférica do município de Ituiutaba está sobre controle dos sistemas de circulação intertropicais que ocasionam um clima tropical alternadamente seco e úmido. Dependendo da época do ano, o avanço de determinadas massas de ar sobre a região é responsável pelas alterações da temperatura e da umidade, desencadeando duas situações climáticas nitidamente diferentes, contendo um período seco, que se estende de abril a setembro (representando 10% do total de chuvas), e um outro período úmido e chuvoso, que se estende do mês de outubro ao mês de março (representando 90% do total pluviométrico) (COSTA; MARTINS, 2011).

A concentração das precipitações nos semestres quente e no período de seca concentrado na estação fria demonstra as características próprias dos climas tropicais em praticamente toda a região da bacia do Rio Tijucu (SANTOS; BACCARO, 2003).

Em relação às massas de ar que atuam no município de Ituiutaba, as condições de tempo e clima estão sob o controle dos sistemas intertropicais e polares, sendo eles:

- Massa Equatorial Continental (MEC): originária da porção noroeste da Amazônia, possui a característica de ser quente e úmida. No verão, recobre grande parte do território brasileiro, produzindo chuvas intensas.
- Massa Tropical Continental (MTC): originária da Depressão do Chaco, caracteriza-se como quente e seca. Essa massa de ar só atua durante o verão, potencializando os sistemas produtores de chuvas tropicais e polares.
- Massa Tropical Atlântica (MTA): originária do Atlântico sul, próximo ao Trópico de Capricórnio, no anticiclone de Santa Helena, configura-se por quente e úmida. No interior do Brasil, é denominada de Massa Tropical Atlântica Continentalizada (MTAc), responsável por temperaturas elevadas e tempo de sua atuação.
- Massa Polar Atlântica (MPA): originária da Patagônia (Argentina), distingue-se por ser fria e seca. Atua durante o ano todo no Brasil, produzindo chuvas frontais no verão e tempo frio e seco no inverno (MENDES apud MENDES e QUEIROZ, 2011, p. 336).

A interação entre as dinâmicas das massas de ar (aporte de matéria e energia) e os fatores climáticos locais, tais como: a continentalidade, a latitude, a altitude e o relevo, determinam o clima do município de Ituiutaba, uma vez que, os registros dos elementos climáticos são resultados da interação entre as dinâmicas e os fatores mencionados acima (MENDES; QUEIROZ, 2011).

Alguns elementos climáticos são fundamentais para o entendimento do clima em determinada localidade, neste sentido, foi elaborado o quadro 03 com base nas pesquisas de (MENDES; QUEIROZ, 2011) que elaboraram um apanhado de dados sobre as características climáticas do município de Ituiutaba.

Quadro 03: Elementos climáticos atuantes no Município de Ituiutaba

ELEMENTO Dados do período de 1987 a 2009	CARACTERÍSTICA DO MUNICÍPIO
Temperatura	Médias mais baixas nos meses de junho e julho 20,1°C e 20,7°C. Médias mais altas no mês de outubro com 26,7°C.
Precipitações	Média pluviométrica anual de 1432 mm. Onde 1222 mm (85%) concentrados no primeiro e último semestres do ano e no outro extremo estão os meses de abril a setembro totalizando 210,8 mm (15%) do total.
Umidade Relativa do ar	Maiores índices no período chuvoso que se estende do mês de novembro ao mês de abril com umidade relativa média superior a 77%, em contraste o mês de agosto com umidade relativa inferior a 55%.
Evaporação	Os maiores índices ocorrem no final do período seco, com picos de 217 a 219 mm nos meses de agosto e setembro. Já o menor índice ocorre no mês de fevereiro, atingindo 92 mm. Diferença relacionada ao fato de a atmosfera na região registrar elevados teores de vapor durante o período chuvoso e baixos teores durante o período de estiagem.
Insolação	Maior média de número de horas de insolação foram dos meses de julho e agosto 236 e 237 horas respectivamente. Fevereiro com 156 horas o mês com menor número.
Balanco Hídrico	Os maiores excedentes hídricos ocorrem de janeiro a março, superando 50 mm, em janeiro o excedente atinge valores de 150 mm. A partir do mês de abril o registro de retirada de água do solo é maior que a reposição, iniciando a ocorrência do déficit hídrico, com pico em agosto, superando 55 mm.

Fonte: Mendes e Queiroz (2011).

Org: Autor (2017).

As condições climáticas do município provocam um maior ressecamento, desagregação e diminuição da coesão aparente do solo favorecendo a ocorrência de processos erosivos, principalmente nos meses chuvosos e quentes, neste sentido, as primeiras chuvas, com certeza, terão impactos maiores, principalmente em áreas desmatadas (COSTA; MARTINS, 2011).

O proprietário de uma fazenda com sede localizada a 200 metros do limite da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, anota diariamente os índices pluviométricos registrados no pluviômetro que ele instalou em sua propriedade. O senhor disponibilizou as fichas dos anos

de 2009 a 2022, com elas foi possível comparar a quantidade de chuva registrada pelo pluviômetro com os dados pluviométricos do município de Ituiutaba registrados e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Tabela 01).

Tabela 01: Índices pluviométricos registrados pelo morador e pela estação do INMET – 2009 a 2022

Ano	Pluviometria morador - MM	Dados INMET - Estação A512 Ituiutaba - MM
2009	1872,00	1620,00
2010	1467,00	1209,02
2011	1624,30	1487,60
2012	1452,50	1178,60
2013	1737,50	1360,02
2014	1175,00	1030,20
2015	1289,00	1266,40
2016	1587,00	Deixou de registrar de 27/01 à 18/03 1106,08
2017	1707,00	Deixou de registrar de 20/08 à 30/09 1341,02
2018	1897,00	Várias interrupções no fornecimento de dados ao longo do ano 870,60
2019	1476,50	1356,0
2020	1501,50	Deixou de registrar de 05/01 à 04/12 272,06
2021	1342,00	Deixou de registrar de 10/04 à 15/10 1023,20
2022		

Fonte: Proprietário rural (2009-2022); INMET (2009-2022).

Org.: Autor (2022).

Conforme demonstrado pela tabela acima, existe diferença entre os dados fornecidos pelo morador e os dados disponibilizados pelo INMET. De acordo com o morador, o volume de chuvas é sempre maior do que o apresentado pelo Instituto de Meteorologia, essa diferença pode ser explicada por metodologias de coleta desiguais ou porque as chuvas ocorrem em maneiras distintas em ambos os pontos, que estão localizados a 14,8km de distância um do outro (Figura 39).

Figura 39: Localização dos pontos de coleta dos dados



Fonte: Google Earth (2022).

Org: Autor (2022).

Provavelmente, devido à problemas, os índices pluviométricos dos anos 2016, 2017, 2018, 2020 e 2021 foram disponibilizados de maneira incompleta pelo INMET.

Os dados pluviométricos obtidos pelo proprietário rural e pelo INMET coincidem ao apontar que o ano mais seco foi o de 2015, com o total de pluviosidade de 1289,00mm. e 1266,4mm. consecutivamente. Já o ano com o maior volume de chuvas, de acordo com o morador, foi o ano de 2018, com o total de 1897,00 mm.

4.2. Aspectos Biogeográficos

Devido às modificações dos ecossistemas naturais, atualmente resta apenas um terço das florestas tropicais em seu estado natural (FAO, 2006). Isto demonstra a importância em se proteger fragmentos de vegetação original, sendo estes considerados importantes refúgios naturais de indivíduos, proporcionando à manutenção da fauna e flora. Diversos estudos mostram que existem consequências para a diversidade, ocasionada principalmente pela ocupação humana (NICHOLS et al., 2007).

As mudanças de uso do solo, associados a mudanças ambientais, como as climáticas, serão os maiores responsáveis por modificações nos padrões de distribuição da biodiversidade. Possui relevância o fato de que pequenas mudanças no meio natural podem resultar em

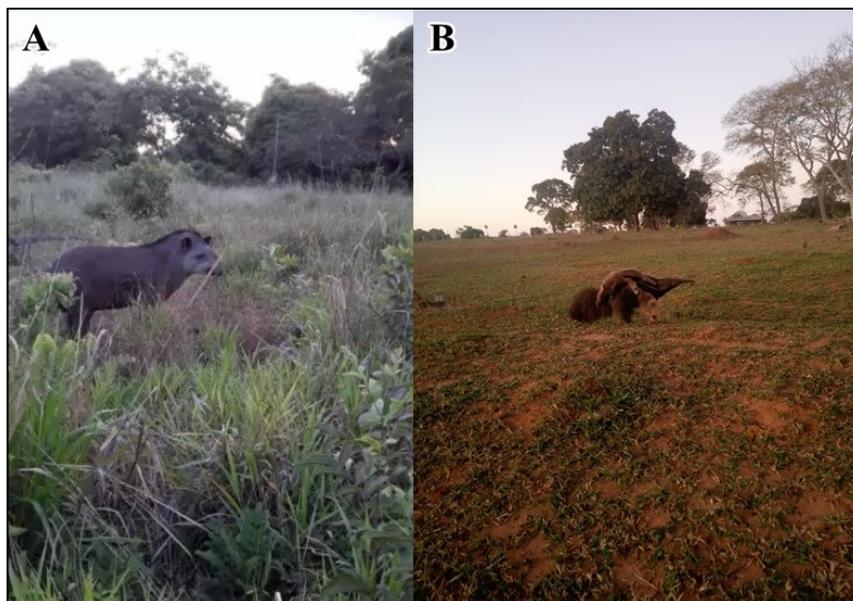
significativas modificações nos ecossistemas (SALA et al., 2000). Além de interferir negativamente na biodiversidade, as suas consequências são proporcionais as alterações nas funções ecológicas que esses organismos são capazes de executar (SUDING; HOBBS, 2009).

As modificações nos ambientes naturais são um dos principais fatores que levam a perda de biodiversidade e da integridade funcional de ecossistemas (GLEISSMAN; GUSTAVO, 2000). O desmatamento de florestas e a consequente fragmentação florestal são ocasionados, na maioria das vezes, pela ocupação humana da paisagem visando a agropecuária. (NICHOLS et al., 2007).

O Cerrado possui uma fauna bastante diversa, cujas estimativas apontam a presença de 199 espécies de mamíferos, 864 de aves, 180 de répteis, 210 de anfíbios e 1200 de peixes, somando 2.653 espécies de animais vertebrados. O bioma é o terceiro com mais diversidade de fauna, depois da Amazônia e da Mata Atlântica (ISPN, s.d.).

Ele é o segundo bioma brasileiro com maior número de mamíferos ameaçados de extinção (Figura 40 - A): são 41 espécies, das quais 12 são endêmicas – nesse rol, estão, por exemplo: a catita, o tamanduá-bandeira (Figura, 40 - B), o tatu-canastra, o veado-campeiro e o lobo-guará (FERREIRA; OLIVEIRA, 2014).

Figura 40: A, B - Anta registrada próximo a foz do Córrego da Areia, tamanduá-bandeira registrados na Fazenda Terra Preta, interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



Fonte: Autor (2022).

Uma espécie de mamífero invasora que se espalhou pelo cerrado foi o javali (Figura 41), um tipo de porco europeu que teve seu primeiro registro na América do Sul datado por volta de 1904 na Argentina. Acredita-se que a invasão do javali asselvajado tenha ocorrido pela

fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul com o Uruguai. Na década de 90 também ocorreram importações de javalis puros destinados a criadouros dos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul para comercialização da carne (IBAMA, 2020).

Figura 41: Registros de javalis na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



Fonte: Autor (2022).

O escape de animais de criadouros contribuiu para a dispersão desses animais em território brasileiro. Essa introdução em ambientes naturais provoca impactos ambientais como: a diminuição e morte de diversas espécies nativas da flora e risco à fauna, pois o javali é predador de ovos e filhotes de outras espécies; transmissão de doenças para os animais nativos; aceleração do processo de erosão e o aumento do assoreamento dos rios (IBAMA, 2020).

Sua facilidade de adaptação e a ausência de predadores naturais colocam o javali na lista das cem piores espécies exóticas invasoras do mundo. Diante do impacto dessa espécie, foi elaborado em 28 de junho de 2017, o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali no Brasil coordenado pelo IBAMA.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) aprovou um Plano de Ação Nacional (PAN) para conservação de 41 espécies ameaçadas dos biomas do Cerrado e Pantanal. O PAN para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Ictiofauna, Herpetofauna e Primatas do Cerrado e Pantanal (Cerpan), será coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN), do ICMBio, e parceiros. O Cerpan tem como objetivo geral reduzir o risco de extinção das espécies alvo de peixes, anfíbios, répteis e primatas do Cerrado e Pantanal e as ameaças aos seus habitats em cinco anos (ICMBIO, 2018).

O plano tem por objetivo influenciar políticas públicas, em diferentes esferas do governo, visando incorporar medidas de proteção. Um outro ponto previsto pelo plano é a promoção da proteção e conectividade dos habitats das espécies alvo em um prazo de cinco anos. A medida também prevê a diminuição da caça das espécies no mesmo período. A redução da degradação do hábitat e a restauração da fauna também estão dentre os objetivos previstos. O plano também prevê a geração e compartilhamento de informações que possam ajudar na conservação das espécies. O Cerpan tem sua abrangência nos biomas Cerrado e Pantanal e na bacia Tocantins-Araguaia. (ICMBIO, 2018).

As aves compõem com muitas cores o cenário do Cerrado, onde podem ser encontrados carcarás, tucanos (Figura 42), araras, maritacas, seriemas, udus-de-coroa-azul, joões-de-barro e araras-azuis (ISPN, s.d.).

Figura 42: Tucano registrado no Sítio Terra Preta – Propriedade rural localizada na Bacia do Córrego da Areia



Fonte: Autor (2022).

O Cerrado é o bioma brasileiro com pouco conhecimento dos répteis que compõem sua fauna (BRASIL, 2007), portanto, é provável que a quantidade indicada anteriormente seja

inferior ao que de fato existe. Nesse grupo, pode-se encontrar cobras, como a jararaca (Figura 43 - A), sucuri (Figura 43 - B), caninana (Figura 43 - C), cobra-capim, jiboia (Figura 43 - D), cascavel (Figura 43 - E); cobra-coral (Figura 43 - F), jabutis; lagartos e jacarés, incluindo espécies como o jacaré-de-papo-amarelo (ISPN, s.d.).

Figura 43: Cobras registradas na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



Fonte: Autor (2022).

Embora a quantidade de peixes no bioma seja grande, visivelmente pode passar despercebido para muitos, com exceção daqueles que se aventuram na prática da pesca ou que dela se utilizam para sua sobrevivência. Um dos principais pontos turísticos para a pesca no país, o Rio Araguaia, localizado em área de Cerrado, pode dar um bom demonstrativo da diversidade desses animais, onde podem ser encontrados desde lambari (Figura 44 - A), bicudo,

traíra (Figura 44 - B), piranha, pacu, sardinha, dourado, tainha, tucunaré, pirarucu, arraia, até a piraíba, conhecida como tubarão-do-rio (ISPN, s.d.).

Figura 44: Peixes pescados por proprietários rurais no Córrego da Areia



Fonte: Autor (2022).

Dos insetos, as abelhas nativas são de grande importância para a conservação do Cerrado e para as populações humanas que não somente fazem uso, mas também geram renda com a comercialização de seus produtos, como mel, pólen, própolis e cerume. Abelhas como as jataís, mandaiaias, tiúbas, limão, uruçú, puxá, são alguns exemplos que podem ser encontrados no bioma (VILLAS-BÔAS, 2018).

Mais de 99 % da área do Cerrado está dentro do Brasil, com o restante consistindo de quatro Áreas Importantes para Aves encontradas na Bolívia e no Paraguai. Esta região de savana tropical é um dos maiores hotspots do mundo, mas tem um dos níveis mais baixos de proteção, apenas 8% (BIODIVERSITY HOTSPOTS, s. d.).

A grandiosidade do Cerrado se traduz por sua biodiversidade: é a savana mais biodiversa do mundo, com aproximadamente 12 mil plantas catalogadas, das quais mais de 4 mil são endêmicas, um percentual bastante expressivo (MARTINELLI; MORAES, 2013).

Por esse motivo, o bioma é considerado um ‘hotspot’ global de biodiversidade, o que significa que possui uma alta quantidade de espécies endêmicas ao mesmo tempo em que se encontra seriamente ameaçado, o que o torna de certa forma “insubstituível” (BIODIVERSITY HOTSPOTS, s. d.).

A flora no Cerrado é adaptada ao seu clima, de acordo com Furquim et al. (2018, p. 1):

No Cerrado, tem-se um clima estacional, com duas estações bem marcadas ao longo do ano, um verão chuvoso e um inverno bastante seco. Características essas que as plantas tiveram que contornar com suas estratégias de sobrevivência e talvez, por esse motivo, possua uma alta taxa de endemismo. As espécies tiveram que lidar com a realidade de secas, as quais anualmente são submetidas, e eventuais queimadas que as atingem nesse período. Assim, pode-se ver plantas com adaptações diversas, com o objetivo de acumular e evitar a perda de água e de se proteger do fogo. Dentre as adaptações, destacam-se: raízes profundas capazes de explorar regiões do solo onde há água, principalmente no período de secas; algumas plantas entram em dormência durante esse período, o que exigem menos água para o metabolismo; alta capacidade de armazenamento de água e nutrientes, seja nas raízes ou troncos; características nas folhas que evitam perda excessiva de água; dentre outras.

O Cerrado é, na verdade, um mosaico com muitos tipos de vegetação. Cabe destaque as fitofisionomias próximas a fontes de água, que possuem uma diversidade bem peculiar. São verdadeiros jardins naturais, combinando capins e pequenos arbustos com lindas árvores e palmeiras. Ao longo de cursos d'água, pode-se encontrar matas ciliares e matas de galeria. Além disso, há as Veredas, que ocorrem geralmente em áreas de nascentes, cuja principal característica é a presença de buritis, uma palmeira muito versátil, que além de sua beleza cênica, possui usos tanto como alimento (palmito e frutos), como para a confecção de artesanatos, móveis e cestarias (com suas palhas e pecíolos das folhas) (SAMPAIO, 2012).

É um bioma com mais de 220 espécies conhecidas para uso medicinal e alimentício. Dentre elas destacam-se: Pequi, Buriti, Mangaba, Cagaita, Bacupari, Araticum, Babaçu, Bacuri (Figura 45- A), Cajuzinho-do-Cerrado, Coquinho-Azedo, Gueroba (Figura 45 - B), Murici, Jatobá, Mangaba E Baru (Figura 45 - C) (SAWYER et al, 2017).

Figura 45: Bacuri, Gueroba e Baru, localizados na fazenda Terra Preta



Fonte: Autor (2022).

A maior parte do Estado de Minas Gerais está sob o domínio do Cerrado, nele há grande amplitude e diversidade de ecossistemas aquáticos continentais, o que resulta em elevada biodiversidade e endemismo (DRUMMOND et al., 2005). No entanto, boa parte desse patrimônio biológico encontra-se ameaçada, em função de um processo histórico de ocupação que não teve o devido cuidado com o ambiente (DRUMMOND et al., 2009) e, apesar de esforços mais recentes de inventariar e avaliar o status de ameaça à biodiversidade aquática do estado (DRUMMOND et al., 2009).

A região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é bastante caracterizada por atividades agropecuárias e hidrelétricas, com elevada utilização dessas bacias para fornecimento de água. Além disso, a intensificação das atividades econômicas e crescimento populacional da região nas últimas décadas, tem resultado em incremento dos impactos ambientais relacionados à poluição, assoreamento, degradação da vegetação ripária e intervenções humanas relacionadas à pesca e aquicultura (SEAPA, 2019).

O município de Ituiutaba está inserido no Domínio Natural dos Cerrados, bioma localizado no Brasil Central que ocupa cerca de 2 milhões de km², equivalendo a 22% do território brasileiro. A vegetação característica desse domínio dos Cerrados apresenta-se bastante diversificada, nesta perspectiva, os aspectos físicos e naturais, além dos fatores abióticos, como a topografia, geomorfologia, características físicas e química do solo, disponibilidade de água e fatores relacionados a atividades antrópicas como a extração de madeira, queimadas e pastoreio intensivo vão condicionar as diversidades fitofisionômicas do Cerrado (SANTOS; BACCARO, 2004).

O Cerrado *strictu sensu* era a forma mais extensa do Bioma que ocupava 65% do total de sua área geográfica, enquanto Cerradão abrangia apenas cerca de 1% no restante de sua área original. A variação mais abrangente é caracterizada pela composição savânica com árvores baixas e esparsas e estrato herbáceo-graminoso presente, já o cerradão é uma formação florestal com árvores mais altas formando dossel arbóreo contínuo e com estrato herbáceo e graminoso ausente ou pouco frequente (MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005).

Em quase todo o município de Ituiutaba encontra-se o Cerrado *strictu sensu* (referente apenas às formações savânicas), nas áreas mais baixas, é comum encontrar as veredas que são caracterizadas por solos mal drenados e o acúmulo de águas, formando as nascentes das áreas de cerrados, já nas partes mais altas com solos desenvolvidos existe a presença do Cerradão, que foi destruído em grande parte devido ao avanço agropecuário em suas áreas (COSTA, 2011).

A cobertura vegetal nativa do município de Ituiutaba é condicionada à presença de duas estações definidas, a disponibilidade hídrica, as características topográficas e os tipos de solos presentes no município. Dessa maneira, Mendes e Queiroz (2011, p. 334 – 5) caracterizam a vegetação do município da seguinte forma:

Originalmente ela era composta por cerrado, apresentando características fisionômicas que englobavam, predominantemente, formações savânicas e florestais. As formações savânicas cobriam a maior parte do município, com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. Estando originalmente concentradas, sobretudo, no interflúvio localizado entre os rios Tijuco e da Prata, tiveram sua vegetação reduzida, primitivamente, a pequenos remanescentes, em função da necessidade do aproveitamento do solo dessas áreas para as atividades pecuárias. Cabe ainda destacar a ocorrência de extrato graminoso nas áreas de veredas associadas, neste caso, a ocorrência de solos hidromórficos. Quanto às formações florestais, elas estavam, no princípio, associados aos recursos d'água que drenam o município (com destaque para os rios Tijuco e da Prata) e nos interflúvios, em manchas de solos bem drenados e de maior fertilidade, com a denominação, nesse ambiente, de Mata Seca Decídua e Semidecídua e Cerradão.

Desde a construção da nova Capital (Brasília) o processo de ocupação do cerrado foi aumentando cada vez mais através de fortes inversões do capital e com a adoção de novas tecnologias de produção cujo auge ocorreu nas décadas de 1970 e 1980 com a Revolução Verde, gerando uma forte pressão sobre os solos e, conseqüentemente, o aumento de processos erosivos tanto laminares, quanto em formas lineares como ravinas e voçorocas (RODRIGUES, 2014).

No Município de Ituiutaba o processo de ocupação da vegetação natural não foi diferente, isso pode ser visto através dos dados obtidos de (MARTINS; ROSENDO, 2013, p. 82) que quantificaram a espacialidade das formas de uso e ocupação da terra no município (figura 46).

Figura 46: Tabela de uso da terra e cobertura vegetal do município de Ituiutaba-MG em agosto de 2011

Categorias	Área (ha)	%
Corpos d'água	2688.846	1,04
Vegetação Natural	70708.613	27,32
Reflorestamento	172.099	0,07
Agricultura	14427.927	5,57
Cana-de-açúcar	34012.395	13,14
Pastagem	134075.059	51,80
Área Urbana	2766.831	1,07
TOTAL	258851.771	100,00

Fonte: MARTINS e ROSENDO (2013).

Os dados demonstram que até o mês de agosto de 2011 a vegetação natural do município ocupava uma área de 70.708.613 hectares, representando apenas 27,32% da área total do município. Já a somatória das áreas ocupadas por pastagens, cana-de-açúcar e agricultura eram 2,58 vezes maiores do que as áreas com cobertura de vegetação natural.

Na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, os pontos com preservação da vegetação natural estão localizados nas matas ciliares, áreas de reserva e locais com relevo acidentado, uma vez que, além destes pontos serem protegidos por leis ambientais, o relevo acentuado dificulta a execução de atividades humanas (Figura 47).

Figura 47: Vegetação preservada nas escarpas da Serra do Calcário



Fonte: Autor (2022).

Mesmo em áreas mais altas, em locais com relevo mais planos, a vegetação foi retirada para dar espaço à agricultura e pecuária, isso pôde ser observado no topo das Serras do Calcário (Figura 48) e dos Bandarras.

Figura 48: Capim plantado no topo da Serra do Calcário



Fonte: Autor (2022).

O capim Braquiária, foi plantado no topo da Serra do Calcário, e quando o capim crescer formará uma área de pastagem para o gado que pasta atualmente nas áreas adjacentes.

4.3. Aspectos socioeconômicos

Para uma melhor compreensão dos aspectos socioeconômicos dos proprietários rurais que vivem na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, optou-se por realizar, de forma sucinta, uma abordagem mais ampla, cuja fonte de informações pautou-se nos estabelecimentos agropecuários do Estado de Minas Gerais para depois focar no município de Ituiutaba e consequentemente na Bacia do Córrego da Areia.

Uma importante fonte de dados para abordar as questões fundiárias é o Censo Agropecuário, que segundo o IBGE (2017) tem como objetivo principal retratar as características dos estabelecimentos agropecuários, bem como conhecer as atividades agropecuárias desenvolvidas, coletando informações dos produtores, aspectos econômicos e trabalhistas no meio rural.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, o Estado de Minas Gerais possui 607,6 mil estabelecimentos agropecuários, que abrangem uma área de 38,2 milhões de hectares nos quais se criam 19,6 milhões de bovinos, que produzem um total de 8,7 bilhões de litros de leite, cujo valor estipulado é de 9.288.077.561 R\$.

Apenas 26% das terras do Estado de Minas Gerais são ocupadas pela agricultura familiar, que tem dinâmica e características distintas da agricultura não familiar. Nela, a gestão da propriedade é compartilhada pela família e a atividade produtiva agropecuária é a principal fonte geradora de renda o (IBGE, 2017).

O município de Ituiutaba possuía no ano de 2006 o total de 1446 estabelecimentos agropecuários, que abrangiam uma área de 219.640 hectares. No mesmo ano, o efetivo rebanho de bovinos era de 193.592 cabeças, que produziam um total de 29.469.000 litros de leite, cujo valor estimado era de 12.026.000 reais (IBGE, 2006).

Já no ano de 2017, o município de Ituiutaba passou a possuir o total de 1465 estabelecimentos agropecuários, abrangendo o total de 215.644 hectares. Naquele ano o efetivo rebanho de bovinos era de 177.976 cabeças, que produziam um total de 53.331.000 litros de leite, cujo valor estimado era de 62.158.873 reais.

O aumento do número de estabelecimentos pode ser explicado pelos processos de herança e regulamentação dos estabelecimentos rurais, uma vez que, de acordo com os moradores da área, ainda é comum a existência de propriedades que não estão regularizadas quanto aos seus registros.

A ocupação, uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia é um aspecto importante na compreensão dos eventos que envolvem os estudos de bacias hidrográficas, tendo em vista que vários autores atribuem ao ser humano a categoria de um dos agentes modeladores do relevo, que exerce um papel de esculturação significativo quanto a alteração da morfologia do relevo, assim como na aceleração de processos naturais.

Nesse sentido, identificar o tipo de ocupação do relevo e o uso e cobertura da terra pode fornecer informações importantíssimas quanto as características dos meios morfodinâmicos da área de estudo.

O uso da terra pode ser considerado como “[...] uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra” (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996 apud IBGE, 2006, p. 35), destinada, portanto, à função socioeconômica.

A ausência de mata ciliar ao longo dos canais fluviais é resultado de uma forma de ocupação pautada na retirada de grande parte da cobertura vegetal para fins de atividades de agropecuária. A inexistência de áreas cobertas por vegetação desencadeia um rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais, o que contribui para a aceleração dos processos morfogênicos em detrimento dos pedogenéticos. Isso resulta na instabilidade da área,

principalmente pela ausência de vegetação (na APP), o que expõem totalmente as margens dos canais fluviais.

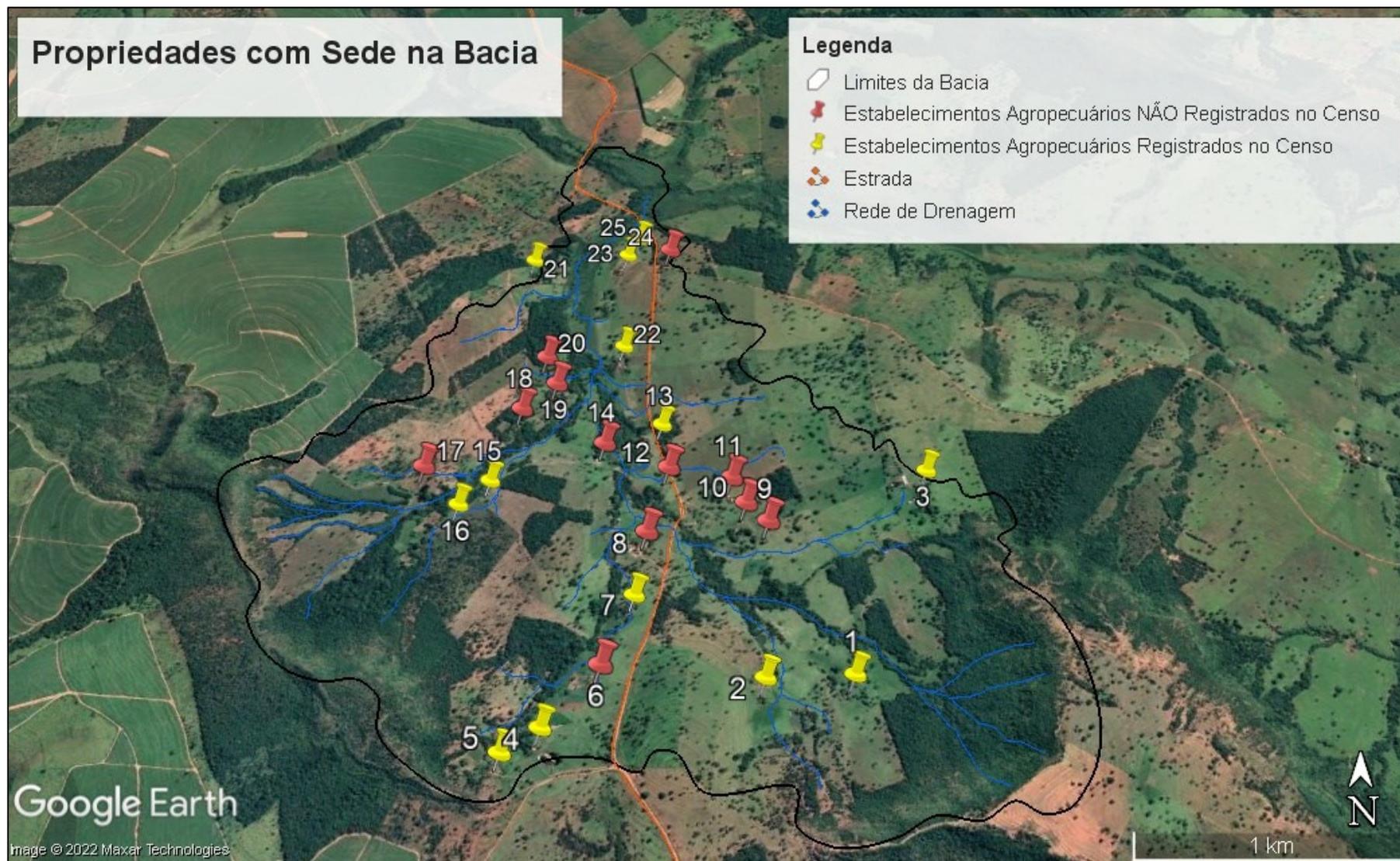
A pastagem ainda é uma cobertura vegetal cujo solo fértil é perdido. Foram observados, nos fundos de vale das áreas rurais onde as vertentes foram ocupadas por pastagem, uma significativa quantidade de sedimentos acumulados nas baixas vertentes e fundos de vale. Esses são oriundos do processo de desprendimento de partículas dos solos, devido ao efeito *splash* decorrente das águas pluviais, seguidos pelo selamento do solo, formação de poças, escoamento superficial, transporte de partículas do solo e deposição. Por isso, várias feições erosivas lineares e laminares podem ser observadas nessas áreas.

Assim, ao se analisar as categorias de uso e cobertura da terra da bacia foram identificadas quatro categorias, sendo essas: mata ciliar, reservas, pastagem e cana-de-açúcar, esta última, plantada em pequenas áreas pelos produtores que a utilizam para alimentar o gado.

O pequeno produtor e ex-presidente da comunidade que abrange a Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, nos apontou alguns dados sobre os estabelecimentos rurais com sede no interior da bacia.

De acordo com os dados do Censo Agropecuário do IBGE, realizado no ano de 2017, disponibilizados no site da instituição, 13 sedes de estabelecimentos agropecuários estão localizadas no interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia. No entanto, o produtor rural e ex-presidente da comunidade apontou mais 12 estabelecimentos com sede no interior da bacia (Figura 49).

Figura 49: Propriedades com sedes na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



O ex-presidente da comunidade disponibilizou dados referentes aos nomes e tamanhos das propriedades, nomes dos proprietários e principais atividades exercidas por estes estabelecimentos rurais (Quadro 04).

Quadro 04: Dados sobre os estabelecimentos agropecuários com sede localizada no interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia

	Nome da Propriedade	Proprietário	Tamanho Hectares	Principal Atividade
1	Córrego da Areia	Vivaldo	19,36	Gado de corte - 20 cabeças
2	Córrego da Areia	Hélio	82,28	Gado de corte - 70 cabeças
3	Santa Fé	José Davi	319,44	Gado de corte - 200 cabeças Gado de leite - 100 cabeças 1000 L. dia
4	Córrego da Água Boa	Antônio da Silva Neves	7,26	Gado de cria - 6 cabeças
5	Córrego da Areia	Francisca Paula de Freitas	33,88	Gado de leite - 15 cabeças - 50 L. dia
6	Córrego da areia	Maria Margarida de Souza	7,26	Mandioca - 30 toneladas/ano
7	Córrego da Areia	Helison Divino da Silva	24,82	Gado de corte - 40 cabeças
8	Córrego da Areia	Luiz Carlos Lacerda	13,21	Gado de cria - 20 cabeças
9	São Vicente Terra Preta	Vespasiano Borges Alves	9,1	Gado de corte - 26 cabeças
10	Córrego da Areia	Vinícius Borges Alves	9,1	Gado de cria - 20 cabeças
11	Córrego da Areia	Gustavo	9,1	Gado de corte - 18 cabeças
12	Córrego da Areia	Moacir José Da Silva	18,39	Gado de cria - 10 cabeças
13	Córrego da Areia	Luiz Carlos Lacerda	12,39	Gado de corte - 20 cabeças
14	Córrego da Areia	Gesiel	12,39	Gado de corte - 15 cabeças
15	Córrego da Areia	Paulo Cesar Andrade Maia	19,36	Gado de corte - 12 cabeças
16	Córrego da Areia	Wilson Mortat	50,82	Gado de cria - 12 cabeças
17	Córrego da Areia	Paulo Cesar Andrade Maia	82,28	Gado de cria - 68 cabeças
18	Córrego da Areia	Rone Correa de Freitas	4,0	Gado de cria - 2 cabeças
19	Córrego da Areia	Maria Aparecida de Freitas	11,13	Gado de cria - 20 cabeças
20	Córrego da Areia	Regina Paula de Freitas	12,10	Gado de cria - 10 cabeças
21	Córrego da Areia	Didi	40,17	Gado de cria - 8 cabeças

22	Córrego da Areia	Antônio Pinto da Silva	48,40	Gado de leite - 20 cabeças – 80 L. dia
23	Córrego da Areia	Adriana Gouveia Cintra	7,26	Gado de leite 40 - cabeças – 300 L. dia
24	Córrego da Areia	Denise	9,68	Gado de cria - 10 cabeças
25	Córrego da Areia	Japonês	5,32	Gado de cria - 10 cabeças e mercearia

Org: Autor (2022).

Conforme demonstrado pelo quadro acima, das 25 propriedades com sedes localizadas no interior da bacia, apenas uma não tem a pecuária como principal atividade. O rebanho criado na área é de 812 cabeças de gado.

É importante ressaltar que a maioria dos moradores destas propriedades vivem nestas terras há muitos anos, vários, inclusive, nunca moraram em outros locais, demonstrando, portanto, o pertencimento que essas pessoas têm para com este lugar.

O módulo fiscal, compreendido como um dos Índices Básicos Cadastrais utilizados pelo Incra, é uma forma de fixar por município parâmetros de caracterização e classificação do imóvel rural, considerando a sua dimensão e disposição regional. Os atuais índices foram definidos pelo Incra por meio da Instrução Especial nº 5 de 2022 (INCRA, 2022) - no município de Ituiutaba um módulo fiscal é composto por 30 hectares.

De acordo com o módulo fiscal é possível classificar os estabelecimentos rurais em: Minifúndio: imóvel rural com área inferior a Fração Mínima de Parcelamento; Pequena Propriedade: imóvel com área entre a Fração Mínima de Parcelamento e 4 módulos fiscais; Média Propriedade: imóvel rural de área superior a 4 e até 15 módulos fiscais; Grande Propriedade: imóvel rural de área superior a 15 módulos fiscais.

De acordo com esta categorização, os estabelecimentos rurais com sedes localizadas na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia são classificados conforme a Tabela 02.

Tabela 02: Classificação dos estabelecimentos rurais com sede no interior da Bacia do Córrego da Areia

Classificação	Número de propriedades
Minifúndio	18
Pequena Propriedade	6
Média Propriedade	1
Grande Propriedade	0

Org: Autor (2022).

Conforme os dados apresentados pela tabela acima, 72% dos estabelecimentos rurais da área se enquadram como minifúndio, já as pequenas propriedades são 24 % do total de

estabelecimentos rurais da área, somente um estabelecimento rural, representando 4% do total de estabelecimentos da área, é classificado como média propriedade e a área não possui grandes propriedades.

**5 ESPACIALIZAÇÃO DAS FEIÇÕES EROSIVAS
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO
DA AREIA**

Nesta etapa realizou-se uma investigação sobre as maiores feições erosivas localizadas na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, cujo objetivo foi construir um mapa de erosão. Em seguida, elegeu-se uma área piloto que tivesse em seu interior uma erosão e que o proprietário rural manifestasse interesse em estabilizar o avanço da erosão.

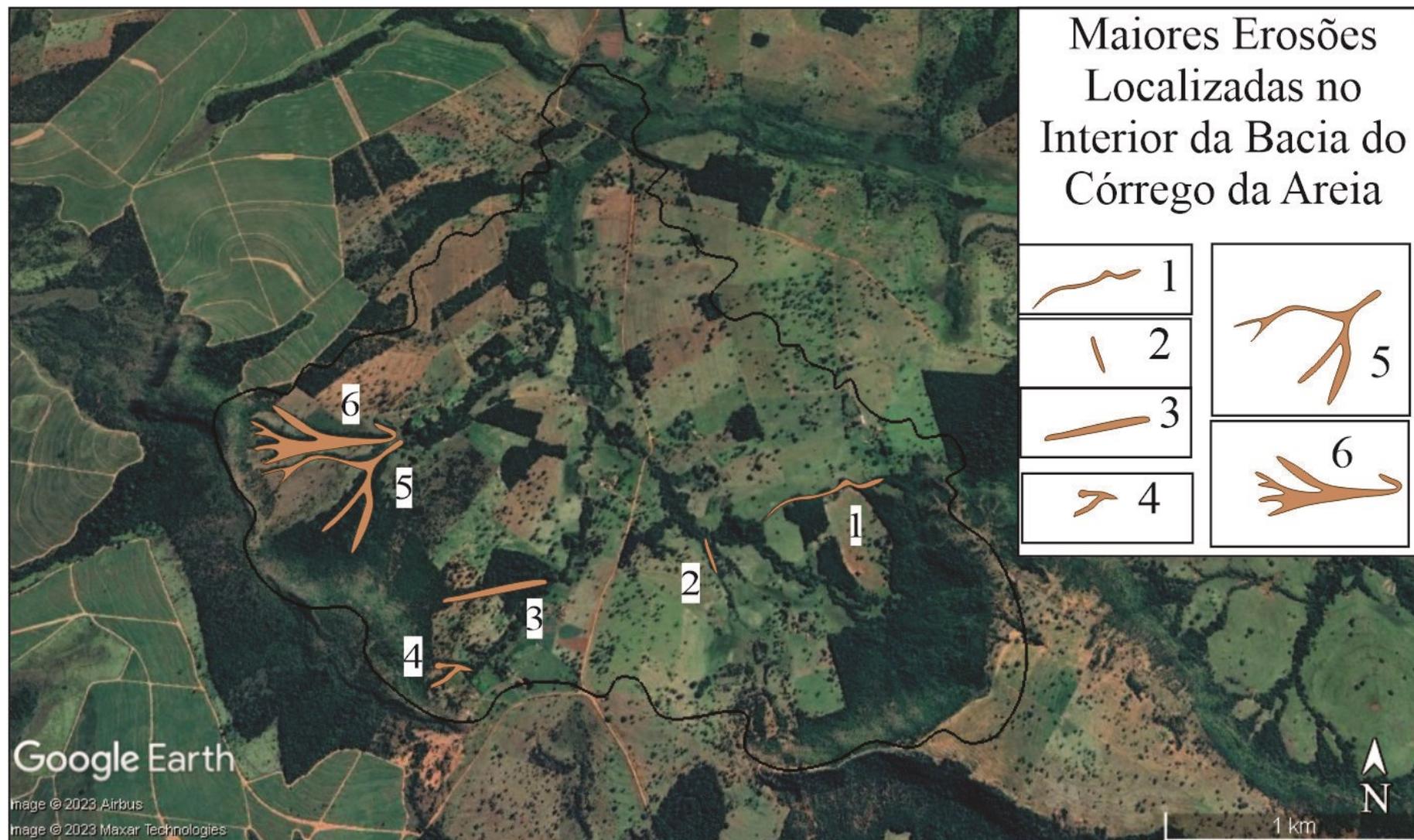
Assim, foi aplicada técnicas de bioengenharia que pudesse conter o avanço da erosão e consequentemente reter sedimentos para evitar o assoreamento de canais fluviais. O emprego de técnicas de baixo custo, como os barramentos vinculado ao plantio de espécies vegetais em uma destas feições erosivas mapeadas foi o objetivo principal desta parte da dissertação, uma vez que o intuito foi demonstrar para o pequeno proprietário rural uma técnica de intervenção de baixo custo que possa mitigar a perda de solo no local e podendo ser adotada como uma prática de recuperação de área de gradada, visando melhorar a qualidade ambiental da bacia.

5.1. Espacialização das maiores feições erosivas localizadas no interior da bacia do Córrego da Areia

Através dos trabalhos de campo, análise de imagens de satélite e conversas com os moradores da área foi possível apontar a localização das feições erosivas lineares mais expressivas na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia

Na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia foi possível identificar 6 feições erosivas de médio a grande porte (Figura 50). A maior parte das grandes feições erosivas da área estão localizadas em canais de drenagem cuja vegetação natural ao seu redor foi retirada e substituída por pastagens, que, em sua grande maioria, estão degradadas, propiciando, portanto, a exposição do solo.

Figura 50: Maiores feições erosivas localizadas no interior da bacia



Org: Autor (2023).

Também se observou a disposição de várias feições erosivas, inclusive em seu estágio mais avançado, as voçorocas, localizadas às margens dos cursos d'água que, em vários locais, não possuem vegetação ciliar preservada (Figura 51).

Figura 51: Feição erosiva localizada as margens do Córrego dos Paula



Fonte: Autor (2023).

A evolução de algumas destas feições erosivas pode ter sido potencializada pelo pisoteio do gado que transita por essas áreas (Figura 52). Isso pode provocar a compactação dos horizontes mais superficiais do solo, dificultando o crescimento de vegetação e consequentemente a exposição do solo.

Figura 52: Trieiros oriundos do pisoteio do gado em uma das vertentes da feição erosiva número 4



Fonte: Autor (2023).

A partir dos trabalhos de campo e ao analisar as imagens de satélite da área, constatou-se que os terraços em curva de nível, construídos na maior parte das propriedades localizadas na área, estão baixos, ou seja, foram assoreados e erodidos, e com falhas ao longo de suas extensões (Figura 53).

Figura 53: Terraços em curva de nível baixos e com falhas, registro realizado em uma das propriedades localizadas no interior da bacia



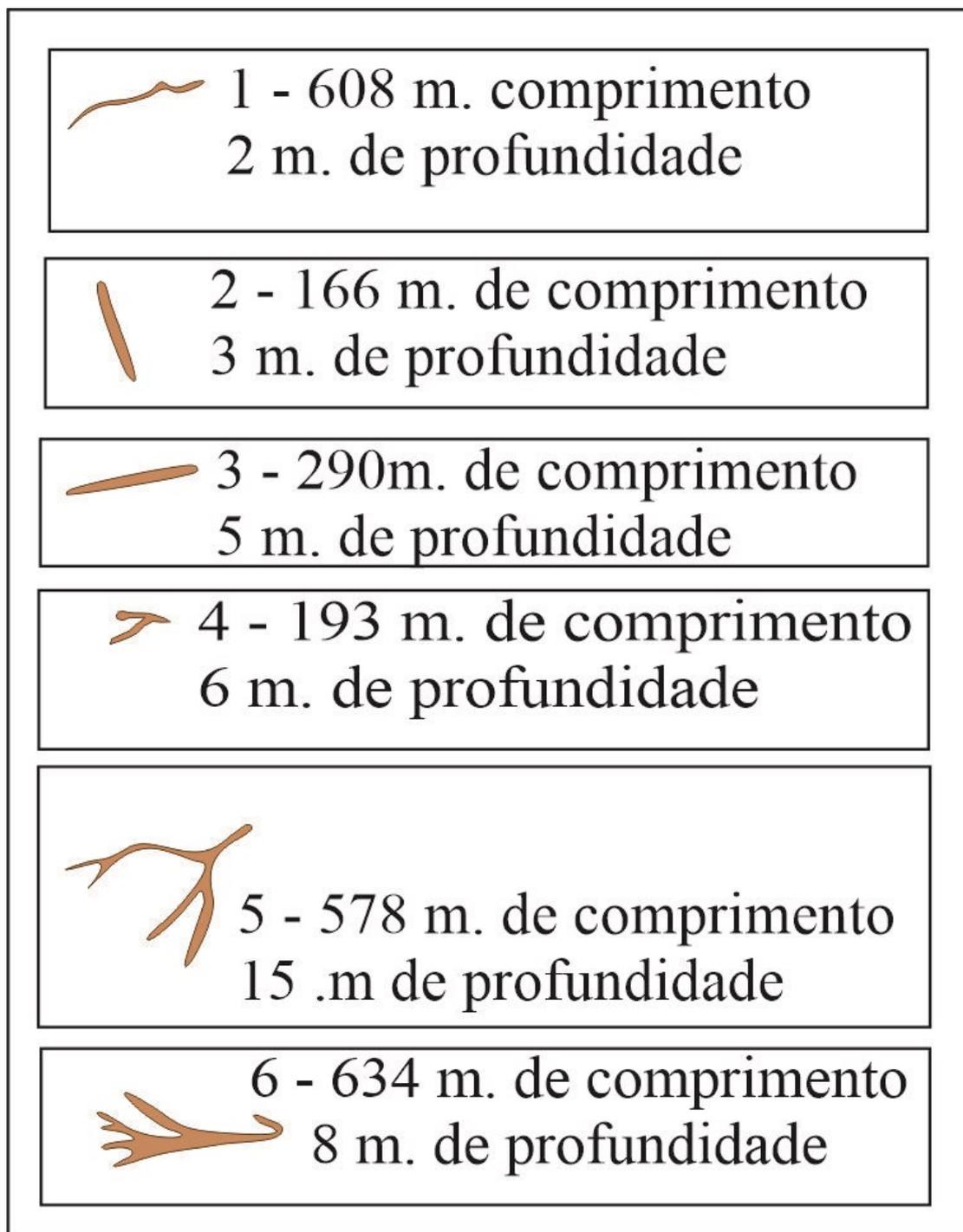
Fonte: Autor (2023).

Isso pode ser ocasionado pela ação das águas pluviais e pisoteio do gado, demonstrando que há falta de manutenção nestas estruturas de contenção, que são importantes para evitar a formação e o desenvolvimento de feições erosivas. De acordo com alguns proprietários, a manutenção desses terraços não foi feita por causa do alto custo, uma vez que a maioria dos produtores da área não possui maquinário necessário para a construção destas estruturas.

5.1.1. Morfologia das maiores feições erosivas localizadas no interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia

No interior da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, foram encontradas 6 feições erosivas extensas e profundas (Figura 54).

Figura 54: Dimensão das maiores feições erosivas em seus canais mais extensos e profundos



Fonte: Autor (2023).

Algumas feições erosivas mais antigas estão localizadas em áreas com vegetação natural (Figura 55), porém, em sua maioria, estas áreas não estão cercadas e o gado circula nestes locais produzindo sulcos com seu pisoteio.

Figura 55: Vegetação presente no interior da feição erosiva número 5



Fonte: Autor (2023).

A feição erosiva acima é decorrente do entalhamento do canal de escoamento, cujas águas pluviais são oriundas das áreas mais elevadas do relevo local. Observou-se também áreas expostas, sem a presença de vegetação natural, visivelmente instáveis e a ponto de colapsar (Figura 56).

Figura 56: Área susceptível ao aumento da feição erosiva na feição 4



Fonte: Autor (2023).

Mesmo em áreas com a presença de vegetação natural, durante os trabalhos de campo, foi possível observar que o fluxo de águas pluviais está erodindo o solo e expondo as raízes das árvores (Figura 57).

Figura 57: Raízes expostas no interior da feição erosiva número 3



Fonte: Autor (2023).

As feições erosivas 5, 6 e 4 se iniciam na vertente dos morros testemunhos (Figura 58), devido a declividade e o comprimento de rampa da vertente, as águas pluviais que escoam nestas áreas possuem grande potencial erosivo.

Figura 58: Início da feição erosiva número 5, localizada na Serra dos Bandarras



Fonte: Autor (2023).

Durante a realização dos trabalhos de campo, foi possível observar na área feições erosivas de diversas dimensões, formadas principalmente pelo potencial erosivo do escoamento das águas pluviais, que tendem a se concentrar à medida que o processo tem continuidade temporal.

5.2. Técnica de baixo custo utilizada para estabilização de feição erosiva na área piloto da Bacia

Visando demonstrar para o proprietário rural da área piloto, Sítio Terra Preta, uma forma de conter o avanço das erosões em propriedades rurais a partir de materiais reaproveitáveis e também de baixo custo, foi implementado em uma feição erosiva a técnica de bioengenharia, conhecida como barramentos, vinculada ao plantio de espécie vegetal na tentativa de reter sedimentos e conter o avanço de uma feição erosiva localizada às margens do Córrego da Areia.

A principal atividade econômica do Sítio Terra Preta, que possui uma área de aproximadamente 10 hectares, correspondendo a 1/3 de um módulo fiscal do município de

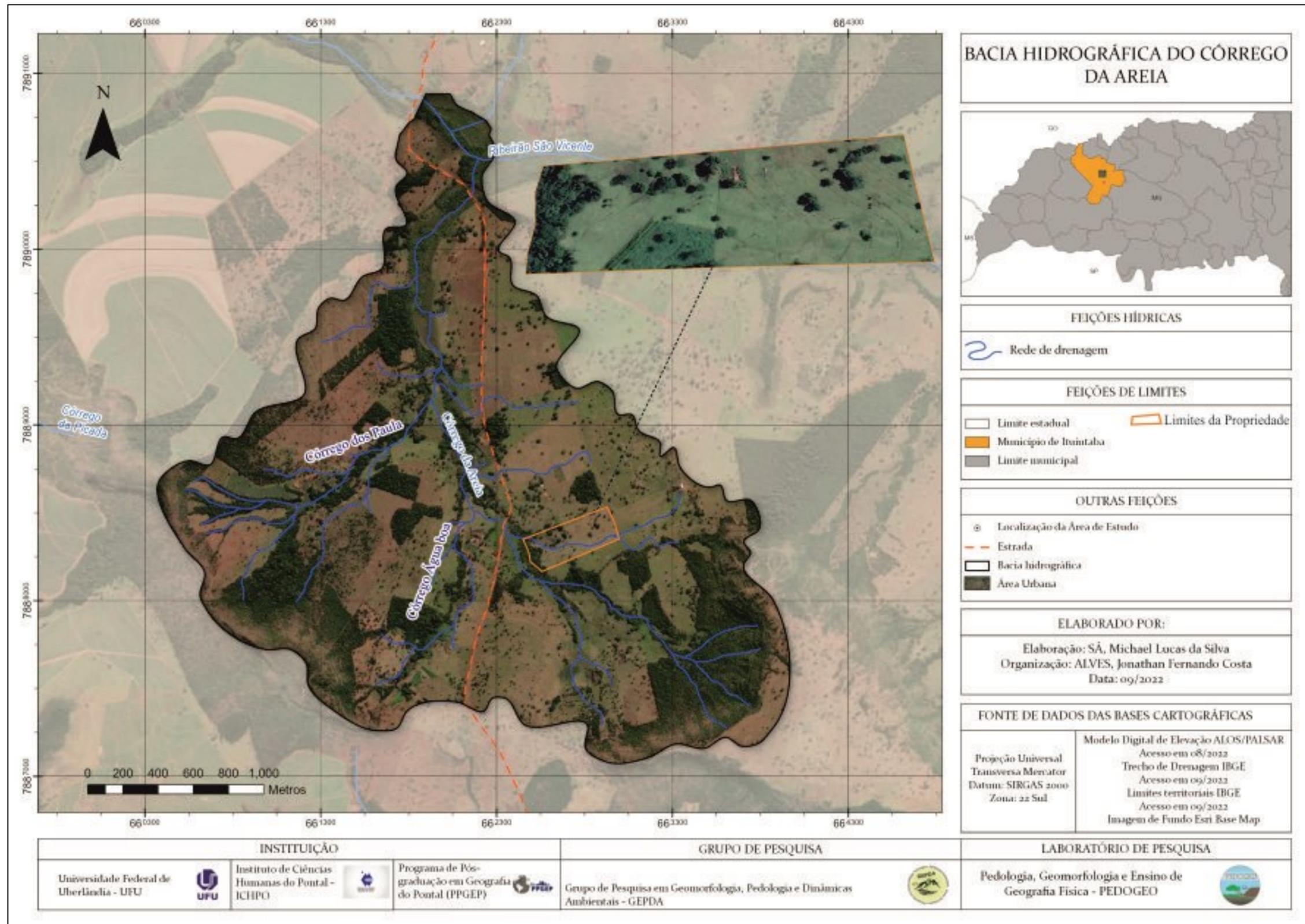
Ituiutaba, caracterizando a propriedade como minifúndio, é a pecuária de corte. Na propriedade também há o cultivo de cana-de-açúcar e capiaçu (*Cenchrus purpureus*), utilizados na alimentação dos bovinos e ovinos.

O proprietário também possui uma horta para o cultivo de hortaliças e verduras orgânicas, que são consumidas pela família, além de destinar uma área de 0,5 hectares para a produção de mandiocas, abóboras e quiabos, os quais são comercializados nos estabelecimentos da cidade.

A feição erosiva escolhida para a instalação dos barramentos apresenta-se em forma de ravina estando localizada próxima ao Córrego da Areia (Figura 59), cujas coordenadas UTM são longitude 662555.00 m E e latitude 7888219.00 m S.

Inicialmente, foi necessário cercar sua área para que o gado não danificasse as barreiras e/ou contribuísse com o avanço da feição erosiva devido ao pisoteio.

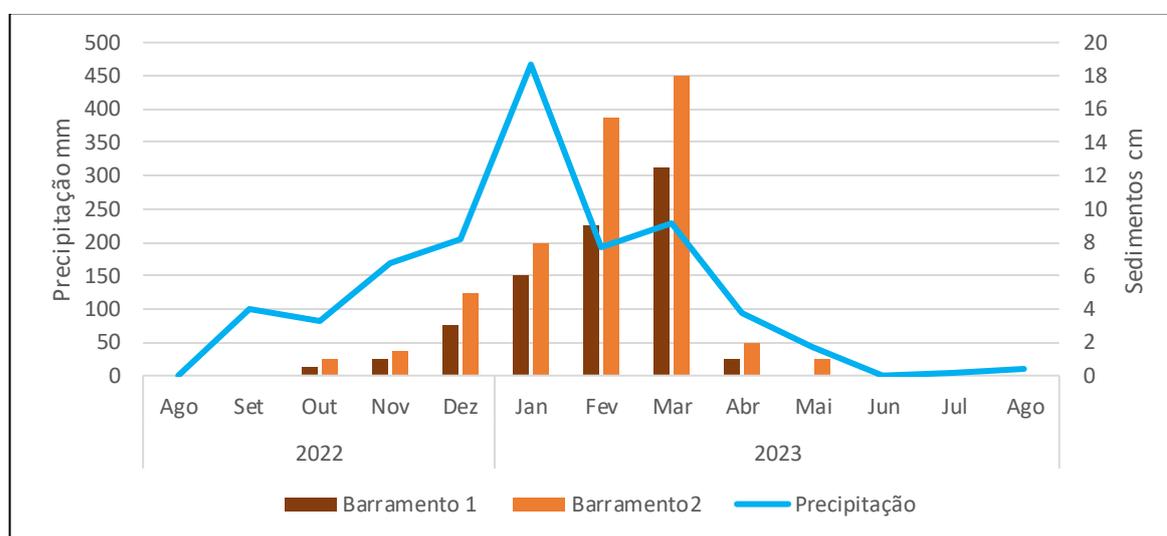
Figura 59: Localização da propriedade Sitio Terra Preta na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia



Com os barramentos instalados na erosão foi realizado o monitoramento da precipitação, no qual se comparou o comportamento da chuva com a dinâmica dos sedimentos na ravina. Para se constatar a eficácia da técnica do barramento foi monitorado mensalmente a acumulação de sedimentos nos barramentos juntamente com os dados pluviométricos.

Os meses de monitoramento e registro pluviométrico corresponderam ao período de agosto de 2022 a agosto de 2023, totalizando 12 meses que contemplou 1587mm, envolvendo tanto a estação mais chuvosa, quanto a mais seca (Gráfico 01).

Gráfico 01: Precipitação acumulada mensal e resultados das medições dos sedimentos retidos nos barramentos, de agosto de 2022 a agosto de 2023



Fonte: Produtor rural (2022, 2023).

Org: Autor (2024).

Pode-se observar que nos meses iniciais de monitoramento dos sedimentos retidos nos barramentos, não foram constatados acumulação, pois a marcação nos mourões que foram realizadas para fixar o nível do assoalho da erosão não foram alterados. Isso porque os barramentos foram construídos no período da seca e no mês de agosto de 2022 o pluviômetro da propriedade não registrou precipitação.

No mês seguinte, setembro de 2022, foi registrado uma precipitação de 100 milímetros na área da bacia, no entanto, não ocorreu mudança em relação a acumulação de sedimentos nos barramentos. Acredita-se que isso ocorreu devido o solo estar bastante seco e as primeiras chuvas foram absorvidas pelo solo.

A pluviometria do mês seguinte, outubro, foi um pouco menor. De acordo com os dados obtidos com o pluviômetro do proprietário rural foi registrado 82 mm de chuva. Nesse período,

foi registrado o primeiro acúmulo de sedimento, totalizando 0,5 cm de deposição no primeiro barramento e no segundo 1 cm (figura 60).

Figura 60: Barramento e assoalho da feição erosiva após as primeiras chuvas de setembro de 2022



Fonte: Autor (2022).

Em novembro o pluviômetro reteve o volume de 170 mm de precipitação, o que resultou em uma deposição de 1 cm no primeiro barramento e 1,5 cm no segundo barramento (figura 61).

Figura 61: Retenção de sedimentos na barreira a jusante em novembro de 2022



Fonte: Autor (2022).

Ainda no mês de novembro, foi necessário realizar manutenção nos barramentos e na cerca ao redor da ravina, pois o gado conseguiu adentrar na área e danificar parte da estrutura. No barramento a jusante, foram inseridos mais mourões em detrimento da construção inicial em agosto de 2022, visando reter uma maior quantidade de sedimentos transportados pelas águas da chuva.

Em dezembro de 2022, a precipitação registrada foi de 204 mm. No primeiro barramento foi anotado 3 cm de deposição e no segundo 5 cm. Em dezembro foi possível notar o momento que ocorreu uma chuva e conseqüentemente a dinâmica da água pluvial ao ser barrada pela estrutura de contenção da erosão. O fluxo após passar pela barreira apresentou uma diminuição na velocidade do escoamento superficial permitindo a sedimentação do material transportado pela água da chuva a montante da barreira.

Neste período, a quantidade de sedimentos e matéria orgânica retidos pelas barreiras aumentou consideravelmente, isso pode ser explicado devido ao aumento do nível de saturação do solo pela água. Parte da matéria orgânica retida pelo barramento 2, principalmente as folhas, potencializou a captura de sedimentos pela estrutura, isso ocorreu por estar localizado numa área com a presença de árvores de médio e grande porte com constante deposição de folhas na superfície do solo e conseqüentemente o transporte delas pelo escoamento superficial concentrado e a retenção no barramento.

Os dados obtidos com o pluviômetro do produtor rural em janeiro de 2023 totalizaram 466,8 mm de chuva. Isso derivou em um acúmulo de sedimento de 6 cm no primeiro barramento e 8 cm no segundo.

No dia 5 de janeiro de 2023, foi possível realizar um trabalho de campo no local da feição erosiva enquanto chovia (figura 62), essa ação permitiu analisar o comportamento da água proveniente do escoamento superficial na área.

Constatou-se que a coloração da água que passava pelos barramentos não estava escura (com sedimentos em suspensão), demonstrando uma baixa turbidez e pouca presença de sedimentos sendo transportados. Isto pode indicar que a pastagem próxima ao barramento 1 e o material orgânico retido pelo barramento 2, estão retendo as partículas de sedimentos dessa água.

Figura 62: Dinâmica de escoamento superficial concentrado registrado em janeiro de 2023



Fonte: Autor (2023).

Outro aspecto que foi observado no mês de janeiro refere-se ao registro realizado no dia 19, pois um terraço construído em curva de nível, localizado poucos metros à jusante da ravina, demonstrou que a saturação do solo estava alta, pois ainda havia grande quantidade de água represada pelo terraço, além de evitar a formação de escoamento concentrado que antes atingia a ravina (figura 63).

Figura 63: Registro de água retida pelo terraço em curva de nível em janeiro de 2023



Fonte: Autor (2023).

No mês de fevereiro de 2023, foi registrado 194 mm. Neste mês, ficou nítido o avanço da retenção de sedimentos nos barramentos, registrando 9 cm no primeiro e 15,5 cm no segundo.

O mês de março, característico por ser o último mês chuvoso na região, o pluviômetro registrou o total de 230 mm de precipitação. Os sedimentos retidos no barramento 1 foi de 12,5 cm e no barramento 2 foi de 18 cm.

Em abril inicia-se o período de estiagem na região, diminuindo assim a precipitação. Foi registrado pelo pluviômetro 93 mm, diminuindo conseqüentemente os sedimentos acumulados, sendo anotados 1cm de deposição no primeiro barramento e 2 cm no segundo.

O mês de maio foi bastante seco. Segundo os dados obtidos no site do INMET, o volume total de precipitação no mês foi obtido o valor de 42 mm de precipitação, não sendo registrado nenhuma acumulação no primeiro barramento e no segundo apenas 1 cm.

Até o mês de maio, a quantidade de sedimentos retidos pelos barramentos foi de 33 cm no barramento 1, e 52 cm no barramento 2. A mensuração foi feita medindo a distância entre a ponta das estacas e o material em sua base.

Em junho, julho e agosto o pluviômetro não registrou nenhuma precipitação, portanto, não houve mudanças significativas. Neste período não ocorreu deposição que pudesse ser mensurada. Em agosto, completou-se um ano de instalação dos barramentos, neste mês o pluviômetro instalado na propriedade acumulou o total de 10 mm de precipitação, mas sem acúmulo de sedimento (figura 64).

Figura 64: Feição erosiva e cobertura vegetal após 1 ano de monitoramento

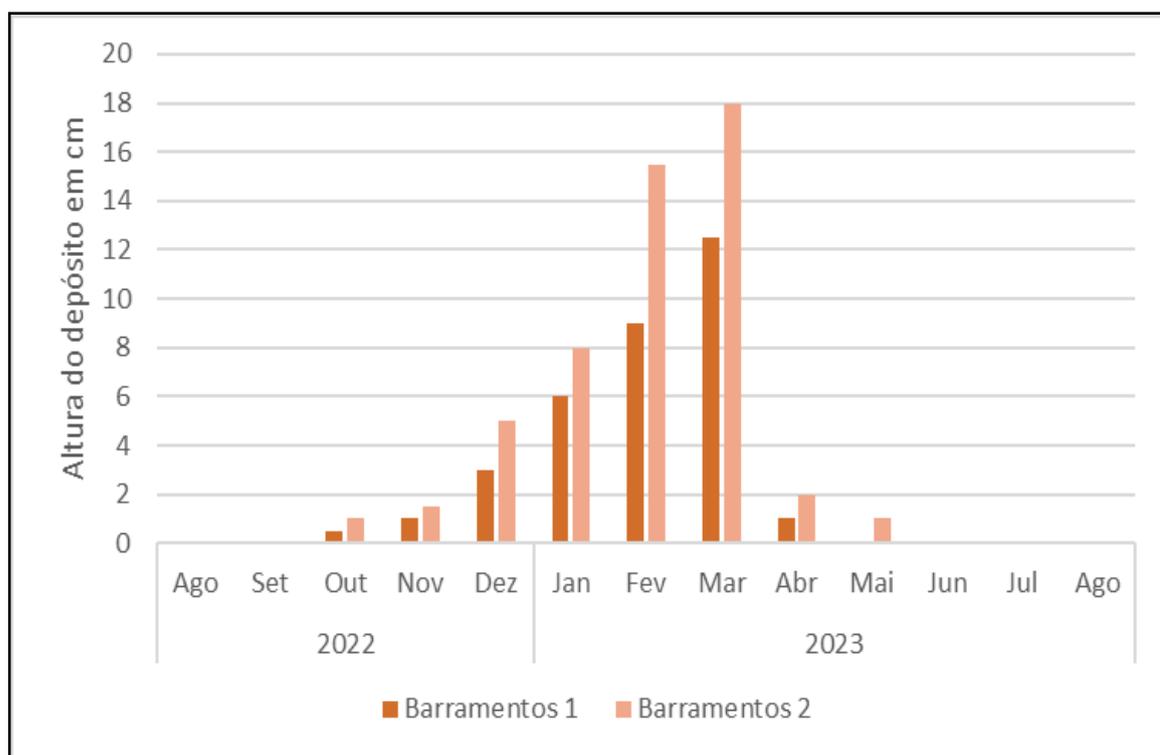


Fonte: Autor (2023).

O gráfico 02 demonstra o comportamento de acúmulo de sedimentos em ambos os barramentos. Foram registrados os maiores acúmulos de sedimentos nos barramentos, sendo em fevereiro a retenção de 9 cm na barreira 1 e 15,5cm na barreira 2, o mês seguinte, março, o primeiro barramento registrou 12,5 cm e o segundo barramento acumulou 18 cm.

O gráfico evidencia que a segunda barreira reteve uma quantidade superior de sedimentos em comparação com a primeira. Tal fenômeno pode ser atribuído à exposição do solo no assoalho da feição erosiva, área que se mostra particularmente suscetível à erosão linear devido à ausência de cobertura vegetal. Dessa forma, à medida que o escoamento superficial gerado pelas águas pluviais percorre pela feição erosiva, os sedimentos são transportados e retidos pela segunda barreira.

Gráfico 02: Sedimentos acumulados nos barramentos em cm em um ano de monitoramento



Org: Autor (2023).

Outro aspecto que pode justificar a maior efetividade da segunda barreira é a intensidade do escoamento superficial. Ao atingir a primeira barreira, esse fluxo apresenta uma maior velocidade devido à concentração da água ocasionada pela estreiteza do canal nesse ponto específico. Essa condição propicia o arraste dos sedimentos pela água, que acabam atravessando pelas aberturas entre os mourões da primeira barreira. Por outro lado, a segunda barreira, posicionada mais a jusante, encontra-se em uma área onde a feição erosiva possui uma largura maior, o que resulta em uma distribuição mais uniforme do fluxo de água em seu interior.

Com os dados coletados durante o monitoramento das barreiras, em um período de 1 ano, foi possível constatar a eficiência das barreiras, pois a deposição foi mensurada chegando a acumular 33 cm de sedimento no primeiro barramento e 52 cm de sedimentos no segundo barramento. As estruturas impediram que os sedimentos chegassem no córrego da Areia, evitando o assoreamento do leito do canal fluvial, mitigando o impacto ambiental que o córrego vem sofrendo ao longo das últimas décadas.

Com a diminuição do escoamento superficial concentrado que atingia a erosão associada ao cercamento da área, constatou-se (qualitativamente) o crescimento de gramíneas, tanto ao redor da erosão quanto dentro dela (figura 65).

Figura 65: Presença de vegetação ao redor da erosão e dentro dela – julho de 2023



Fonte: Autor (2023).

A deposição de sedimentos e restos de materiais orgânicos acumulados a montante dos barramentos são indícios da estabilização do entalhamento da erosão linear, o que tem contribuído para a recuperação dessa área degradada.

Além dos barramentos de madeira, também foram plantadas mudas de bambu no interior da feição erosiva. As mudas foram extraídas de uma propriedade vizinha e foram plantadas com o intuito de, no futuro, os bambus servirem de barreira viva e suas raízes segurarem solo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas mais relevantes diagnosticados na Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia estão ligados ao uso e ocupação do solo, sendo eles: a formação de feições erosivas lineares, solo exposto devido a retirada de cobertura vegetal, desmatamento de matas ciliares, alteração na morfologia dos cursos d'água e presença de animais silvestres em áreas de pastagem. Tais problemas impactam diretamente a conservação dos solos e recursos hídricos da área.

A existência desses problemas é nítida ao se analisar a mata ciliar, na qual se identificou que é insuficiente, além da questão do pastejo do gado próximo aos cursos d'água que tem cada vez mais compactado do solo e deixado feições erosivas por causa da busca por fontes de água para a dessedentação do rebanho de gado. Uma forma de mitigar esses problemas ambientais é a realização do cercamento e a recomposição vegetal das áreas de APPs, conforme preconizado na Lei Federal nº 210 12.651/2012.

Proprietários rurais que criam gado podem evitar o acesso dos animais até os cursos d'água por meio da canalização da água para bebedouros na área de pastagem. Isso evitaria a manifestação de sulcos erosivos por meio do pisoteio e o escoamento superficial concentrado das águas pluviais.

Em relação aos processos erosivos, é preciso realizar a adequação da carga animal e adotar práticas conservacionistas para o manejo da pastagem, principalmente nas áreas mais suscetíveis à erosão.

O Diagnóstico Ambiental se mostrou eficiente para a análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Areia, tornando possível, a partir da análise dos dados, a indicação de algumas recomendações para recuperação das áreas degradadas, tais como: proteção das matas ciliares e áreas de vertente; manejo das pastagens, criação e manutenção dos barramentos em curvas de nível; reflorestamento e aplicação de técnicas de bioengenharia para mitigação e recuperação de áreas degradadas pelos processos erosivos acelerados; proteção das áreas de preservação permanente às beiras dos cursos d'água, nascente e áreas húmidas.

Foi possível constatar que é possível mitigar, controlar e evitar os principais impactos ambientais causados na área analisada por meio de planejamento, investimento, diálogo por parte do poder público com os pequenos produtores.

Nos corpos dos principais cursos d'água, que formam a bacia do Córrego da Areia, Córrego dos Paula e Córrego Água Boa, percebe-se o comprometimento da vegetação ciliar arbórea-arbustiva, de modo que boa parte das extensões desses canais fluviais se encontram sem a proteção desta mata ripária, cujas margens dos córregos estão totalmente expostas as

ações do pisoteio do gado, como também ação erosiva, de forma que se tornam primordiais o cercamento da APP e a recomposição/reconstituição da vegetação com espécies nativas.

Em face do exposto, faz-se necessário a adoção de medidas como a revegetação de toda área de preservação permanente, construções terraços em curvas de níveis e que se faça a manutenção dessas estruturas, outro aspecto importante é a manutenção da pastagem (principalmente as que estão degradadas), entre outras ações recomendadas em áreas de bacias impactadas pelas ações antrópicas.

Mais pesquisas tanto nesta como em outras bacias próximas são necessárias, a fim de que se possa ter um panorama geral de toda a bacia do São Vicente, possibilitando com isso a tomada de decisões mais acertadas sobre as ações a serem realizadas. Somente com a adoção destas ações, os solos, os corpos hídricos e vegetação poderão recuperar parte da característica natural. Pois, como ressalta Pedro Miyazaki (2014), no momento que o relevo é apropriado e ocupado as dinâmicas naturais dos processos, com destaque para os morfogenéticos são alterados, o que resulta no rompimento do equilíbrio dinâmico da área.

Novas pesquisas abrangendo mais análises ambientais, principalmente dos solos e água na área, poderão ser realizadas, assim também como campanhas mais sólidas de educação ambiental devem ser elaboradas e implementadas junto aos moradores da bacia, a fim de que se possa adotar técnicas de intervenção que venham a minimizar os impactos ocorridos nestas áreas, melhorando o quadro ambiental e social da bacia.

A compreensão da complexidade dos processos erosivos e a busca por técnicas de contenção e recuperação de áreas degradadas são de grande importância, uma vez que a degradação do solo pode gerar problemas significativos. A erosão hídrica, por exemplo, é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura brasileira, comprometendo tanto os recursos naturais quanto a produção econômica. Além disso, a erosão pode levar a outros problemas, como a baixa produtividade agrícola, o empobrecimento do meio rural, a poluição e o assoreamento de cursos d'água.

A ausência de práticas de conservação e manejo do solo pode levar à sua degradação, representada principalmente pela ocorrência de processos erosivos. Esses fatores intensificam o empobrecimento do solo e a redução da produtividade, aumentando os custos de produção para manter a produtividade mínima. O aumento dos custos de produção dificulta o investimento em medidas mitigadoras em prol da recuperação dessas áreas degradadas e do consequente aumento da produção.

Os principais fatores desencadeadores da erosão dos solos no Brasil são primeiramente o rápido desenvolvimento econômico, seguido por uma visão imediatista em que o solo é visto

como um recurso a ser explorado, também devido a presença de solos frágeis e por último o regime climático.

É importante ressaltar que a erosão não pode ser explicada por si só, mas é resultado de relações que incorporam tanto condicionantes naturais quanto as formas de intervenção da sociedade. A sociedade é relevante enquanto elemento incorporador de novas funcionalidades ao espaço e aos recursos naturais, como transformadora.

Ao se tratar de áreas rurais, é importante considerar outros elementos, como as dinâmicas entre o campo e a cidade, o urbano e o rural. Em especial, é importante considerar as relações que promovem uma maior interdependência entre esses espaços e a maior dependência das atividades agrícolas de técnicas e conhecimentos desenvolvidos na cidade e vendidos ao campo. Isso pode levar a uma maior tendência à tecnificação das atividades agrícolas em prol da maximização da produção, sem considerar, por vezes, a intensificação da exploração do solo e sua consequente degradação.

No que se refere ao desenvolvimento dessas novas tecnologias “disponibilizadas” ao campo, é importante notar que elas não são disseminadas de forma eficiente. As técnicas modernas de manejo e produção encontram-se inacessíveis para a maioria dos produtores rurais, principalmente aqueles pequenos produtores que não possuem condições de dispêndio de capital ou de informação para aquisição das mesmas e suporte técnico.

Para empregar manejos do solo, técnicas de conservação e produção menos degradante, é necessário disseminar e acessar o conhecimento técnico, bem como incentivar financeiramente a aquisição dessas técnicas, além da ampliação de políticas públicas que atendam esse perfil de proprietário rural.

As demandas que condicionam o processo de apropriação e transformação do espaço geográfico resultam de uma gama de elementos de ordem política, econômica, social e ambiental. Essa complexidade é relevante quando se busca compreender como se constituiu e como se constituem atualmente as relações entre a sociedade e a natureza.

A técnica de bioengenharia utilizada nesta pesquisa, pautada principalmente na construção de barramentos de baixo custo (cujos materiais podem ser adquiridos em stands locais). Isso a torna acessível aos pequenos produtores rurais com baixo capital, permitindo a aplicação da mesma técnica em uma grande e/ou pequena propriedade rural e, conseqüentemente, a comparação dos resultados obtidos.

Como resultado, constatou-se a disseminação de vegetação no entorno das barreiras, bem como a contenção de parte considerável dos sedimentos transportados na erosão localizada

no Córrego da Terra Preta. Esse trabalho contribui para a melhoria do quadro ambiental da bacia em estudo e fornece subsídios para adoção de práticas conservacionistas na área.

Esta forma de intervenção se mostrou eficiente no controle de processos erosivos, impedindo sua intensificação, bem como favorecendo a recuperação de áreas degradadas que podem novamente ser incorporadas às atividades agrícolas. Este fator é extremamente relevante, em especial, quando se trata de pequenos produtores rurais.

REFERÊNCIAS

- ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. **Plano Estratégico de Integração para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba**, 2018, 101 p. Disponível em: <https://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/LINKS/Proposicao_Integracao.pdf> Acesso em: nov. 2022.
- AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: **Simpósio sobre o Cerrado**, I, 1971, São Paulo. *Anais...* São Paulo, EDUSP, 1971, p. 97-103.
- AB'SÁBER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977. Disponível em: https://biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1348615_OsDominiosMorfoclimaticos.pdf. Acesso em: mai. 2024.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 111, n. 4, p. 41-55, 1983. <https://doi.org/10.21874/rsp.v40i4.2144>.
- ALMEIDA, F. M. de; CARNEIRO, C. D. R.; BARTORELLI, A. O magmatismo pós-paleozoico no Brasil. In: HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 430-452.
- ALMEIDA, F.M. de; ASSINE, M. L.; CARNEIRO, C. D. R. A megadesertificação mesozoica. In: HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 419-429.
- ALVES, J. F. C. **Impactos Socioambientais e Monitoramento de Feição Erosiva no Parque do Goiabal - Município de Ituiutaba/MG**. Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia. Ituiutaba, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24664/1/ImpactosSocioambientaisMonitoramento.pdf>. Acesso em: fev. 2021.
- AMORIM, G. M. **Construção de um sistema de informações georeferenciadas sobre geoturismo na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí - SP** / Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2005.
- ARRAES, R. de A. et al. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 50, n. 1, p. 119-140, mar. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. 322 p.
- ARAÚJO, GHD; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**, 8ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 322p, 2012.
- BACCARO, C.; FERREIRA, I.; ROCHA, M.; RODRIGUES, S. (2001). Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural / Triângulo Mineiro geomorphological map: a morphostructural-sculptural approach. **Sociedade & Natureza**. 13. 10.14393/SN-v13-2001-29958. <https://doi.org/10.14393/SN-v13-2001-29958>.
- BALDASSARINI, J. de S. **Recuperação de áreas degradadas por erosão hídrica em propriedades produtoras de café nos municípios de Getulina e Vera Cruz - SP**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/118165>>. Acesso em: out. 2022.

BALDASSARINI, J. de S.; NUNES, J. O. R. A intervenção em prol da recuperação de áreas degradadas por erosão hídrica na microbacia hidrográfica da água três unidos no município de Vera Cruz – SP. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n.36, v. especial, p. 174-190, 2014. BALDASSARINI, J. de S.; NUNES, J. O. R. Recuperação de áreas degradadas por erosão hídrica em propriedades rurais nos municípios de Getulina e Vera Cruz-SP. **Revista Geografia**, Rio Claro, v41, n. 3, 2016; Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/12645/8398> Acesso em: ago. 2023.

BARBOSA JR, A. R. Bacias Hidrográficas. In: Lemos, Paulo. (Org.). **Água e Cultura: Inventário de fontes de água da região de Ouro Preto**. 1ed. Ouro Preto: **Livraria e Editora Graphar**, 2015, v. 1, p. 65-84.

BARBOSA, O. **Geologia da região do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, DNPM, 1970.

BARCELOS, J.H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. Tese (Livre Docência). Rio Claro: UNESP - Universidade Estadual Paulista, 1984.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BATEZELLI, A. **Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. Rio Claro, 2003. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista – UNESP.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Embasamento técnico do programa estadual de microbacias hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. (Coord.) **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. 2. Ed. Campinas: CATI, 1994. 15p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BIODIVERSITY HOTSPOTS. **Conservation International**. Disponível em <www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>. Acesso em: dez. 2022.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. (2004) Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.153-192.

BOTELHO, R. G. M.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos. In: CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. pp. 181-227.

BRAGHIROLI, T. L. de Paula. **Análise e caracterização de processos erosivos no município de Ituiutaba- MG: o caso da voçoroca interdigitada ao rio São Lourenço**. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura e bacharelado em Geografia), Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Ituiutaba: [s.n], 2015.

BRAGHIROLI, T. L. de Paula. **Implicações naturais e antrópicas responsáveis pelo desencadeamento de feições erosivas no Parque do Goiabal em Ituiutaba (MG)**. 2017. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2017.

BRASIL. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação. Ministério do Meio Ambiente.** Brasília: MMA, 2007. 540 p. Disponível em <www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Cerrado_pantanal.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em fevereiro de 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997:** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012:** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000:** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** Art. 2º, XIII. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: out. de 2013.

CANDEIRO, C. R. dos A. GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS DA FORMAÇÃO MARÍLIA (NEOMAASTRICHTIANO) NO SÍTIO PALEONTOLÓGICO DE PEIRÓPOLIS. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 6, n. 16, p. 117–124, 2005. DOI: 10.14393/RCG61615453. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15453>. Acesso em: 26 mar. 2023.

CAPECHE, C., MACEDO, J. D., PRADO, R., PIMENTA, T., MELO, A. D. D. S. E., & DA, Á. (2008). Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In:

- TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena [et al]. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.105-132.
- CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S. l.], v. 1, n. 42, p. 140–161, 2020. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953>. Acesso em: ago. 2022.
- CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020. <http://orcid.org/0000-0002-6642-3802>
- CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Editora Contexto, 1991. 84p.
- CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia Hidrográfica – Conceitos e Importância como Unidade de Planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**, n. 12, p. 101-124, 1 nov. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/638>>. Acesso em: mai. 2024.
- CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.
- CHORLEY, R. J. (1962) **Geomorphology and general systems theory**. Geological survey professional paper 500 b. Washington: United States Government Printing Office, 11p. <https://doi.org/10.3133/pp500B>.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980) **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, p. 65- 121.
- COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização das bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148.
- CONAMA, Resolução. N° 001, de 23 de janeiro de 1986. **Publicado no DOU de**, v. 17, n. 02, 1986.
- CORDANI, U. G.; TAIOLI, F. A TERRA, A HUMANIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. In: TEIXEIRA, W. et al. Orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, p. 517-528.
- COSTA, R. A. As ondas de frio e sua influência na saúde pública do Pontal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2018. <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61025>.
- COSTA, R. A. Análise Biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba-MG. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n.33, v.1, p.68-83, jan./jul. 2011. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/issue/download/472/84>>. Acesso em: mai. 2024.
- COSTA, R. A.; MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbano em Ituiutaba-MG. In: PROTUGEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. P. 355-378.

- CUNHA, S. B. da. (2007). Geomorfologia fluvial. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 211- 252.
- DA SILVA, J. L.; MENEGOTTO, E. Aspectos mineralógicos de silicificações em rochas sedimentares mesozóicas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 3, p. 317-326, 2002. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2002323317326>.
- DE SANTANA, A. D. Uso da terra pela agropecuária e sua relação com a erosão dos solos no município de Regente Feijó (SP). **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 252, 2019. <https://doi.org/10.48075/amb.v1i2.22109>.
- DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia. Os caminhos da natureza – Contribuição ao Estudo da Geomorfologia Urbana**. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 1991.
- DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C. S, MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. 2005. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação**. 2a ed. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte. 208p.
- DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C. S; GRECO M.B.; VIEIRA F. 2009. **Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais subsídio ao Programa Biota Minas**. 1 ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 624p.
- DUTRA, T. D.; PEREIRA, K. G. de Oliveira. Relevos Residuais no Município de Ituiutaba-Mg: aspectos geomorfológicos. In: XII SINAGEO - Paisagem e geodiversidade: A valorização do Patrimônio Geomorfológico Brasileiro, 2018, Crato - CE. **Anais do GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL, NEOTECTÔNICA E CARSTE**. Crato - CE, 2018. v. 1.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 1997.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. –Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Amazônia Ocidental. 2009, Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195720/1/A-Cor-Do-Solo-Interpretando-as-Cores-Do.pdf> Acesso em: nov. 2023
- FAO. O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo 2021, **FAO**. Roma, Itália. Disponível em: <<https://policycommons.net/artifacts/1850109/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world-2021/2596732/>>. Acesso em: mar. 2023.
- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, p. 195-205, 1996.
- FERNANDES, L. A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998. 216p.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**. 30 (4), p. 717- 728, dez., 2000. DOI:10.25249/0375-7536.2000304717728.

FERNANDES, M. R. Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas: um projeto mineiro. **Anais da II Semana Interamericana da Água em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EMATER, 1996.

FERRAZ, R. P. D. Fundamentos de morfologia, pedologia, física e químicos do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada. In: TAVARES, Sílvia Roberto de Lucena [et al]. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.9-62.

FERREIRA, G. B.; OLIVEIRA, M. J. R. **Descobrimos os mamíferos: um guia para as espécies do norte de Minas Gerais**. Januária: Biografia, 2014. 132 p. Disponível em <https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/descobrimos_os_mamiferos_guia_norte_mg_ferreira_oliveira_2014_lowres.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

FERREIRA, R. D. S.; BATISTA, E. M. C.; SOUZA, P. A.; SOUZA, P. B.; SANTOS, A. D. Diagnóstico ambiental do córrego Mutuca, Gurupi-TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 08-12, 2015. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3146>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of Food Insecurity in the World**. Quebec: FAO, 42 p. 2006.

FORTUNATO NETO, J. Dicionário Ambiental Básico Iniciação a Linguagem Ambiental. 8. Ed. **XII Encontro Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas**. Fortaleza. 2010.

FRANCISCO, A. B. (2011). **O processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia-SP: sua dinâmica e as propostas de recuperação**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 124f.

FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012. Disponível em: < https://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/12/ms/melina.pdf>. Acesso em: mai.2024.

FURQUIM, L. C.; SANTOS, M. P. dos; ANDRADE, C. A. O. de; OLIVEIRA, L. A. de; EVANGELISTA, A. W. P. Relação entre plantas nativas do Cerrado e água. V.5 N.2: **Cientific@ – Multidisciplinary Journal**, 2018. Disponível em <<http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/download/2553/2248/>>. Acesso em: jan. 2020.

GASPARI, F. J. et al. (2013) **Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas**. La Plata: Universidad Nacional de la Plata, 188p. <https://doi.org/10.35537/10915/27877>

GIANNINI, P. C. F.; RICCOMINI, C. Sedimentos e Processos Sedimentares. In: TEIXEIRA, W. et al. Orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, p. 167-190.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GLEISSMAN, S.; GUSTAVO, R. (2000). **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto alegre: Editora da UFRGS.

- GOEDERT, W. 1990. Estratégias de manejo das savanas. In: G. Sarmiento (ed.). **Las sabanas americanas: aspectos de su biogeografía, ecología y utilización**. pp. 191-218. Acta Científica Venezolana.
- GOMES, I. A.; BARUQUI, A. M.; MOTTA, P. E. F. da; NAIME, U. J.. Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. ilustr. (EMBRAPA. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 1).
- GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; OLIVEIRA, V. P. V. De. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **Geographia**, v. 23, n. 51, 25 ago. 2021. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i51.a27667>.
- GROTZINGER, J. JORDAN, T. **Para Entender a Terra**. Tradução: Iuri Duquia Abreu; revisão técnica: Rualdo Menegat, ed. 6. Porto Alegre: Brokman, 2013.
- GUERRA, A. J. T. SILVA, A. S. da. BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. – 9ª ed. – Rio de Janeiro. Bertand Brasil. 2014. 340p.
- GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, 652p.
- GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos (org.)**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.458p.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T., e CUNHA, S.B. (eds). **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3ª ed., 1998, p. 149-209.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- GUERRA, A. J. T.; BEZERRA, J. F. R.; JORGE, M. do. C. O. Recuperação de voçorocas e de áreas degradadas, no Brasil e no mundo – estudo de caso da voçoroca do Sacavém – São Luís - MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, nº especial, 2023. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2306/386386804> Acesso em: nov. 2023;
- GRAY, D. H.; SOTIR, R. B. **Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control**. New York: Wiley, 1996. 377 p.
- HASUI, Y. A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. **Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 141-169, 2010. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/29_2/Art_1_Hasui.pdf. Acesso em: mai. 2024.
- HIRUMA, S. T. Revisão dos conhecimentos sobre o significado das linhas de seixos. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 27-28, n. 1-2, p.53-64, 2007. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.20070004>.

HOLLANDA, M.; CECILIO, R.; CAMPANHARO, W.; ZANETTI, S.; ANDRADE, L.; DE OLIVEIRA GARCIA, G. (2015). Avaliação do TOPMODEL na estimativa do escoamento superficial em microbacia hidrográfica em diferentes usos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 19. 489-496. 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p489-496. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p489-496>.

HORTON, R. E. (1945) **Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol Soe. Am. Bull., v.56, n.3, p. 275-370. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2).

IBAMA, **Manual de Boas Práticas para o Controle do Javali do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) instituídos no Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/pn3-cbh-baixo-rio-paranaiba>>. Acesso em: nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário – 2006**. Rio de Janeiro, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017 – resultados preliminares (Brasil)**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. Acesso em: out. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Plano de conservação de 41 espécies ameaçadas**. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/aprovado-plano-de-conservacao-de-41-especies-ameacadas>>. Acesso em: dez. 2022.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA – ISPN. **Fauna e Flora do Cerrado**. Disponível em: < <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora-do-cerrado/>>. Acesso em: dez. 2022.

IPT (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA). Relatório nº 40.670. **Diagnóstico da situação dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – Relatório Final**. 1997.

KARMANN, I. CICLO DA ÁGUA, Água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W. et al. Orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001, p. 113-138.

KOZENIESKI, É. de M.; LINDO, P. V. F.; SOUZA, R. J. de. O trabalho de campo como produção de conhecimento: contribuições metodológicas à práxis geográfica. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [S. l.], v. 11, n. 22, p. 05-22, 2021. Disponível em: <https://www.revistaedugeo.com.br/ojs/index.php/revistaedugeo/article/view/1119>. Acesso em: abr. 2022.

LEAL, A. C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas/SP**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, UNESP, 1995.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. 14. ed. São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 2003. 399 p.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do**

- Paraná.** 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
<https://doi.org/10.11606/D.11.2003.tde-27112003-094029>.
- LEPSCH, I.F. **Formação e conservação do solo.** São Paulo. Oficina de textos, 2002.
- LEPSCH, I.F. **Formação e conservação do solo.** 2. ed. São Paulo. Oficina de textos, 2010.
- LIMA, W. de p. **Manejo de bacias hidrográficas.** São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 1996).
- LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.
- LOPES, A. S. **Solos sob cerrado:** características, propriedades, manejo. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1984. 162 p.
- MACEDO, S. S. Espaços livres Paisagem e Ambiente. **Ensaio.** São Paulo. n. 7, p. 15 -56, 1995.
- MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia.** São Paulo: Cengage learning, 2012.
- MARIMON JUNIOR B. H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerrado e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Bot. Brasilica**, v. 19, p. 913-926, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000400026>.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil;** tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p. Disponível em
<<https://ckan.jbrj.gov.br/dataset/23f2e24c-5676-4acd-83f0-03621cba4364/resource/1c77ec02-b490-4caa-83dc-33a418488c70/download/livro-vermelho-da-flora-do-brasil-2013.pdf>>. Acesso em: jan. 2020.
- MARTINS, F. P.; COSTA, R. A. A Compartimentação do relevo como subsídio aos estudos ambientais no município de Ituiutaba-MG. **Revista Sociedade e Natureza.** v. 26. n. 2. Uberlândia, 2014. p. 317-331. <https://doi.org/10.1590/1982-451320140209>.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas.** Aprenda Fácil Editora. Viçosa. 2009. 270p.
- MARTINS, F. P.; ROCHA, L. C. O papel da incisão da rede de drenagem na dissecação dos relevos residuais do “Pontal do Triângulo Mineiro”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XIV, 2011, Dourados/MS. **Anais...** Dourados: UFGD, 2011.
- MILAGRE, J. C., MENDES, L. J., BORGES, A. M., PAULÚCIO, B. P., MORAIS JÚNIOR, V. T. M., & MANTOANELLI, E. (2021). **Diagnóstico ambiental e conservação dos recursos hídricos em uma pequena propriedade rural.** In **Águas e florestas: desafios para conservação e utilização** (pp. 203-211). Editora Científica Digital.
<https://doi.org/10.37885/210504471>.
- MARTINS, F. P.; ROSENDO, J. dos S. Mapeamento do uso da terra do município de Ituiutaba-MG por meio da classificação automática de Bhattacharya (2011). In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **ANAIS...**, Foz do Iguaçu, 2013.

- MENDES, P. C.; QUEIROZ, A. T. Caracterização Climática do município de Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G. & COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central: Enfoques teóricos e particularidades regionais**. Uberlândia: Assis Editora, 2011.
- MILANI E.J., MELO, J.H.G, SOUZA, P.A., FERNANDES, L.A., FRANÇA, A.B. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 265-287, 2007.
- MILNES A.R.; THIRY M. 1992. SILCRETES. I.P. Martini & W. Chesworth (Eds.) Elsevier., p.: 349-377. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-89198-3.50019-2>.
- MIRANDOLA-AVELINO, P. H. **Análise geo - ambiental multitemporal para fins de planejamento ambiental: um exemplo aplicado à bacia hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso - Brasil**. Tese de Doutorado em Geografia do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006, 317 p. https://doi.org/10.11137/2006_2_241-242.
- MOLLE, F. (2009) River-basin planning and management: the social life of a concept. **Geoforum**, v. 40, p. 484-494. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.03.004>.
- MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Eliséé**, v. 9, n. 2, p. e922021, 2020.
- NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. 1v. **Revista Sociedade e Natureza**: Universidade Federal de Uberlândia. 1989, 9 - 16p. <https://doi.org/10.14393/SN-v1-1989-61554>.
- NICHOLS, E., LARSEN, T., SPECTOR, S., DAVIS, AL, ESCOBAR, F., FAVILA, M.; Network, TSR (2007). Resposta global do escarvalho à modificação e fragmentação da floresta tropical: uma revisão quantitativa da literatura e meta-análise. **Conservação biológica**. 137 (1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.023>.
- NOVO, E. M. L. de M. (2008) Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 219-247.
- OLIVEIRA, M. A. T. de. Processos erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.(orgs.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p. 57-94.
- OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. de P. Ocupação do solo e riscos ambientais na área urbana de Florianópolis. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p. 147-185.
- ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). **Status of the World's Soil Resources: main report**. Rome, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>>. Acesso em: out. 2022.
- MIYAZAKI, L. C. P.; GOMES, A. A. G. de O. (2021). Anáglifo, fotointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco- Ituiutaba-MG (Brasil). **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, 2(2), 43–65. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2978> Disponível: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/2978> Acesso: 12/2023.

- MIYAZAKI, L. C. P. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba/MG. **Espaço em Revista**, Goiânia, v. 19, n. 2, 2018. DOI: 10.5216/er.v19i2.49966. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco/article/view/49966>. Acesso em: 11/2023.
- PEDRO MIYAZAKI; L. C. Dinâmica de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente e Marília/SP. **Tese (Doutorado)** – Faculdade de Ciências Tecnológica, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/SP, 2014. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/14/dr/leda_pedro.pdf. Acesso em: nov. 2023.
- PEDRO MIYAZAKI, L.C.; BENTO, L. C. M. O relevo residual Serra do Corpo Seco e o seu potencial como patrimônio geomorfológico do município de Ituiutaba/MG. In: **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2018, Crato. Paisagem e Geodiversidade: a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro. Crato: URCA, 2018. v. 1. p. 1-12.
- PEDRO MIYAZAKI; COSTA, H. R. O. **Caracterização geológica e impactos ambientais decorrentes do uso e ocupação do relevo no município de Ituiutaba/MG**. In: VIII Ciclo de Debates Sobre o Meio Ambiente, 2017, Ituiutaba. As relações Sociedade e Natureza na construção do Direito a Cidade. Ituiutaba, 2017. v. 1. p. 180-193.
- PISSARRA, T. C.; POLITANO, W. A bacia hidrográfica no contexto do uso do solo com florestas. IN: VALERI, Sérgio Valiengo. et al. (Ed.). **Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais**. Jaboticabal: Funep, 2003. p. 29-54.
- PRADO, V. G. T. J.; SOUSA, R. R. **Mapa Pluviométrico do Triângulo Mineiro**. (Relatório Final de Iniciação Científica). Ituiutaba: UFU/FACIP, 2010.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SE 22 - Goiânia. Rio de Janeiro, 1983. V. 31, 76p.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S. T.; MARTINS, E.S. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado ecologia e flora**. 1 ed. Brasília, Embrapa Cerrados. 2008. Cap. 5. p. 107-134.
- REIS-DUARTE, R. M.; CASAGRANDE, J. C. Interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. São Paulo, Instituto de Botânica de São Paulo, 2006. p.60-77.
- RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: Venturi, L. A. B. (ORG.). **Praticando geografia: técnica de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 147-66.
- ROCHA, J. P., DA SILVA, I. J., ZOCHE, N., LEMES, D. P. (2011). Diagnóstico do uso do solo em áreas rurais: Chácara Munis Juína-MT. **Revista Científica da Ajes**, 2(3). Disponível em: <<https://revista.ajes.edu.br/index.php/rca/article/view/52>>. Acesso em: mai. 2024.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**. Brasília: MMA, 1997. 446 p.
- ROCHA, A. S.; TIZ, G. J.; CUNHA, J. E. Reflexos do uso e ocupação do solo urbano no desenvolvimento de processos erosivos em áreas rurais, **Synergismus Scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, v.4, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268446344_REFLEXOS_DO_USO_E_OCUPACAO_DO_SOLO_URBANO_NO_DESENVOLVIMENTO_DE_PROCESSOS_EROSIVOS_EM_ARAES_RURALS>. Acesso em: mai. 2024.

- RODRIGUES, S. C. Degradação dos solos no cerrado. In: GUERRA, A.J.T.; JORGE, M. do C. O. (orgs) **Degradação dos Solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 51-80.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 9. ed. São Paulo (SP): Contexto, 2012.
- SALA, O. E. F.; CHAPIN, S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R. **Science** vol 287 10 march 2000. Disponível em: <<https://jornada.nmsu.edu/files/bibliography/JRN00301.pdf>>. Acesso em: dez. 2022.
- SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G. (orgs.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p.229-267.
- SAMPAIO, L. da F.; Bó, P. F. D.; BASILICI, G.; MARINHO, T. da S. (2017). Interpretação paleoambiental dos calcretes da Formação Marília na região de Uberaba (MG). **Geologia USP. Série Científica**, 17(2), 193-210. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v17-423>.
- SAMPAIO, M. B. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Buriti (*Mauritia flexuosa*). Brasília – DF. Instituto Sociedade, **População e Natureza** (ISPN). Brasil, 2012. 76p. Disponível em <ispn.org.br/buriti-manual-tecnologico-de-aproveitamento-integral/>. Acesso em: dez. 2019.
- SANJAUME, M. S.; VILLANUEVA, R. J. B. (1996) **Teoría y método em geografía física**. España: Editorial Síntesis, p. 67-89.
- SANTOS, L. dos; BACCARO, C. A. D. Caracterização Geomorfológica da Bacia do Rio Tijuco. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.5, n. 11, p. 21,2004. <https://doi.org/10.14393/RCG51115321>.
- SANTOS, R.F. (2004) **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos,184p.
- SANTOS, M. R. R. D., & RANIERI, V. E. L. (2018). Deficiências e desafios do planejamento territorial de áreas rurais no brasil. **Revista Rural & Urbano**, 3(1), 2-21. <https://doi.org/10.51359/2525-6092.2018.241066>.
- SAWYER, D.; MESQUITA, B.; COUTINHO, B.; ALMEIDA, F. V. de; FIGUEIREDO, I.; LAMAS, I.; PEREIRA, L. E.; PINTO, L. P.; PIRES, M. O.; KASECKER, T. **Perfil do Ecosistema Hotspot de Biodiversidade do Cerrado**. Critical Ecosystem Partnership Fund: 2017. Disponível em <www.cepf.net/sites/default/files/Cerrado-ecosystem-profile-pr-updated.pdf>. Acesso em: jan. 2020.
- SCHMEIER, N. P. Bioengenharia de solos: uma alternativa à recuperação de áreas degradadas. **Revista Destaques Acadêmicos, CETEC/UNIVATES**.vol. 5, n.4, 2023. Disponível em: <<https://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/332/327>>. Acesso em: abr. 2023.
- SCHONS, M. I; MIORIN, V.M. F. **Uso da terra no espaço rural do município de Campina das Missões, RS**. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. 2007.
- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS - SEAPA. 2019. **Pesca e aquacultura**. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/pesca_aquacultura_jan_>. Acesso em: dez. 2022.

SILVA, G. F. P. **Contribuições para diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Manhuaçu**. 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SILVA, G. Allan da. **Mapeamento e caracterização do meio físico como indicativo de susceptibilidade erosiva na bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço Ituiutaba/MG**. (2014). Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Geografia. Disponível em:
<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16213/1/MapeamentoCaracterizacaoMeio.pdf>>. Acesso em: nov. 2022.

SILVA, J. V. F.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. P. Impactos Ambientais Oriundos da Implantação de Loteamentos: O caso do Nova Ituiutaba II e IV. **Revista Geonorte**, v. 10, p. 494-498, 2014.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS: ABRH, 2001. 944p.

SOARES, P.C.; LAMDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de geociências**, N. 10,1980. p.177-185.

SOARES, A. Q.; FUJIMOTO, N. S. V. M. Caracterização e compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do rio do Silveira – São José dos Ausentes – RS. **Anais... Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa, 2009.

SOUBHIA, P. F.; BIANCHINI, U. C. (s. d). **Erosão e assoreamento em áreas urbanas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, PHD 2537 – Águas em Ambientes Urbanos. Disponível em:
<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjg9KCCu83TAhUKjpAKHRmMCKwQFggsMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pha.poli.usp.br%2FLeArq.aspx%3Fid_arq%3D5044&usg=AFQjCNE8cPgIc7InhAKRt5rAdaEb5hezrA&sig2=SPFSSS6QkEz6Fx4d4mQsFQ>. Acesso em: nov. 2022.

SOUZA, M. Lopes de. Algumas Notas Sobre a Importância do Espaço Para o Desenvolvimento Social. **Revista Território**. Rio de Janeiro, n.2, v 3, p. 13-35, jul./dez. 1997.

STRAHLER, A. N. (1979) Las aguas de escorrentía y de saturación. In: STRAHLER, A. N. **Geografía física**. Barcelona: Ediciones Omega S. A. p.449-475. SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. (1998) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1.222p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Pesquisa de Campo em Geografia. **GEOgraphia**, Niterói, v. 4, n. 7, p. 64-68, 2002. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13423>. Acesso em: mai. 2020.

UDING, K. N.; HOBBS, R. J. (2009) Threshold models in restoration and conservation: a developing framework. **Trends in Ecology and Evolution**, 24, 271– 279. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.012>.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 222 p.

SUGUIO, K. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

- TAVARES, S. R. de L. Áreas degradadas: conceitos e caracterização do problema. In: TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena [et al]. **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.1-8.
- TEIXEIRA, W. et al. Orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 557 p.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. Disponível em: <<https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>>. Acesso em: ago. 2022.
- TOLEDO, M. Cristina de. et al. Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, W. et al. Orgs. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000, p. 139-158.
- TORRES, A. T. G.; VIANNA, P. C. G. (2008) Hidroterritórios: a influência dos recursos hídricos nos territórios do semi-árido nordestino. **Terra Livre**, v. 2, p. 145-162. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/266>. Acesso em: mai. 2024.
- TUNDISI, J. G. (2008) Recursos Hídricos no Futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 7-16. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>.
- TUCCI, C. E. M.; COLLISCHON, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: Carlos E. M. Tucci; David Motta Marques. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. 1 ed. Porto Alegre, 2000, v. 1, p. 119-127. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/arroiodiluvio/abaciahidrografica/artigos/SED.PDF>. Acesso em: nov. 2022.
- United Nations Environment Programme, **World Economic Forum, Economics of Land Degradation**, Vivid Economic. State of Finance for Nature 2021 (UNEP Report 2021). (2021) Nairobi.
- USDA. **Soil Conservation Service**. Agricultural Handbook, nº 537, Washington, DC,. 1978.
- VENCESLAU, F. R.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. Processos, análises e gestão de bacias hidrográficas em ambientes urbanos: o caso do córrego São José – Ituiutaba/MG. In: **Revista Geografia em Atos** (Geoatos online), v. 02, n. 09, p. 71-92, 2019. <https://doi.org/10.35416/geoatos.v2i9.6342>.
- VIANELLO, R. L.; MAIA, L. F. P. G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. In: **Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG**. UFMG. UFV. v.12. nº138. jun. p.6-8.1986. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Rubens-Vianello/publication/267832399_85_ESTUDO_PRELIMINAR_DA_CLIMATOLOGIA_DINAMICA_DO_ESTADO_DE_MINAS_GERAIS/links/54a2bfeb0cf267bdb90425b3/85-ESTUDO-PRELIMINAR-DA-CLIMATOLOGIA-DINAMICA-DO-ESTADO-DE-MINAS-GERAIS.pdf>. Acesso em: mai. 2024.
- VILAR, A. N.; BAPTISTA DA CUNHA, S. A Cobertura Vegetal e Sua Importância na Análise Morfodinâmica da Bacia Hidrográfica Do Rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 365–378, 2012. Disponível em: [//www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1953](http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1953). Acesso em: mar. 2023.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). 2a edição. Brasil, 2018. Disponível em <<https://ispan.org.br/produtos-das-abelhas-sem-ferrao-manual-de-aproveitamento-integral-2a-edicao/>>. Acesso em: jan. 2020.

WANI, S. P.; GARG, K. K. (2009) Watershed management concept and principles. **Best-bet Options for Integrated Watershed Management**. ICRISAT Patancheru, Andhra Pradesh, India, p.1-11.

WEILL, M. de A. M; PIRES NETO, A. G. Erosão e assoreamento. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos**. Brasília: MMA, 2007. p.39-58.

ZOCCAL, J. C. **Soluções caderno de estudos em conservação do solo e água**. Presidente Prudente: CODASP, v. 1, n.1, mai. 2007.

ANEXOS

Anexo 1-

Tabela 01 - Precipitação acumulada mensal e resultados das medições dos sedimentos retidos nos barramentos, de agosto de 2022 a agosto de 2023. Aspectos quantitativos da ravina.

		MESES DE MENSURAÇÃO												
		2022					2023							
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
		Precipitação acumulada (mm) Pluviômetro da propriedade rural												
		0	100	82	170	204	467	194	230	93	42	0	5	10
		Sedimentos acumulados nos barramentos (cm)												
Barramentos	1	0	0	0,5	1	3	6	9	12,5	1	0	0	0	0
	2	0	0	1	1,5	5	8	15,5	18	2	1	0	0	0

Fonte: Produtor rural (2022, 2023). **Org.** Autores (2024).