



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Faculdade de Ciências e Tecnologia - Câmpus de Presidente Prudente

HÚRBIO RODRIGUES DE OLIVEIRA COSTA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS-
MG: DA APROPRIAÇÃO E OCUPAÇÃO DO RELEVO A PRODUÇÃO DO ESPAÇO
GEOGRÁFICO**

Presidente Prudente (SP)

2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade de Ciências e Tecnologia - Câmpus de Presidente Prudente

HÚRBIO RODRIGUES DE OLIVEIRA COSTA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS-
MG: DA APROPRIAÇÃO E OCUPAÇÃO DO RELEVO A PRODUÇÃO DO ESPAÇO
GEOGRÁFICO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Professor Livre Docente João Osvaldo Rodrigues Nunes

Coorientadora: Professora Doutora Leda Correa Pedro Miyazaki

Presidente Prudente (SP)

2024

C837v

Costa, Húrbio Rodrigues de Oliveira

Vulnerabilidade ambiental no município de Capinópolis-MG : da apropriação e ocupação do relevo a produção do espaço geográfico / Húrbio Rodrigues de Oliveira Costa. -- Presidente Prudente, 2025
223 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: João Osvaldo Rodrigues Nunes

Coorientador: Leda Correa Pedro Miyazaki

1. Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. 2. Erosão. 3.
Capinópolis (MG). 4. Uso e ocupação do relevo. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

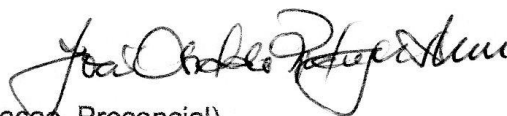
TÍTULO DA TESE: "Vulnerabilidade ambiental no município de Capinópolis-MG: da apropriação e ocupação do relevo a produção do espaço geográfico"

AUTOR: HÚRBIO RODRIGUES DE OLIVEIRA COSTA

ORIENTADOR: JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

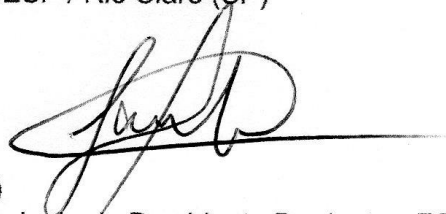
COORDINADORA: LEDA CORREIA PEDRO MIYAZAKI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Geografia, área:
Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Profa. Dra. MELINA FUSHIMI (Participação Presencial) 
Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental / UNESP / Rio Claro (SP)



Prof. Dr. PAULO CESAR ROCHA (Participação Presencial)
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Prof. Dr. RILDO APARECIDO COSTA (Participação Virtual)
FACIP / Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Ituiutaba (MG)

VIDEOCONFERÊNCIA

Prof. Dr. CAIO AUGUSTO MARQUES DOS SANTOS (Participação Virtual)
Departamento de Geografia / Universidade Federal de Rondonópolis

VIDEOCONFERÊNCIA

Presidente Prudente, 20 de dezembro de 2024

*À minha família e aos amigos, que foram minha fonte de energia e inspiração para concluir
mais esta etapa.*

AGRADECIMENTOS

Para além de agradecer, acredito que este seja um bom momento para me desculpar aos amigos e, especialmente, familiares dos quais acabei me distanciando física e emocionalmente ao longo dos últimos quatro anos. Por vezes na busca por um sonho ou idealização de vida, nos distanciamos e sacrificamos relações, pouco se diz sobre o isolamento do pós-graduando que se desloca para longe dos familiares e amigos. Sacrifícios que espero que valham a pena e que minimamente dê orgulho a estas pessoas tão caras à minha formação enquanto pessoa e como profissional. Peço desculpas e declaro o meu amor, a cada um de vocês, que mesmo distantes não desistiram de mim e me apoiaram na realização deste sonho.

Agradeço aos meus pais Zorânia e Elismar, a cada passo dado sempre estiveram ao meu lado, mesmo aflitos me deram total apoio. Desde a aprovação no processo seletivo, quando ficaram sabendo que o filho iria para longe, lembro-me do meu pai chorando pelo sentimento agri-doce, dizendo que por ele os filhos sempre ficariam “debaixo das asas” dele. Ao mesmo tempo sempre colocaram os sonhos dos filhos à frente dos deles. Aos meus pais dedico todo meu amor, carinho e respeito, as minhas lutas só fazem sentido pois são por vocês, para lhes dar um futuro mais tranquilo e confortável. Amo vocês muitão muitão muitão e não é mentira não.

Agradeço às minhas irmãs, Lorena e Brenda, saibam que valorizo cada sacrifício que fizeram para que eu pudesse percorrer meu sonho de fazer o doutorado, obrigado por me mostrarem que a vida pode ser leve e divertida, mesmo com as brigas de irmãos, nossas risadas e o amor mútuo prevalecem.

Desde 2012 um novo sentido foi colocado em minha vida, o nascimento de minha sobrinha Manuela parece que veio com a função de unir ainda mais nossa família, nos ensinando a ter paciência e principalmente a amar incondicionalmente desde seus primeiros segundos de vida. Agradeço a Manu, pois mesmo com toda energia de adolescente, me mostra todos os dias o real motivo de eu continuar me esforçando para melhorar tanto profissionalmente quanto como pessoa, te amo cada vez mais, pelo que é e pelo que vem se tornando.

Agradeço a Bianca, por ser mais do que uma prima presente, mas por ser uma amiga e confidente, me orgulho de você a cada passo dado, te admiro e me espelho no quanto você luta não só por você, mas por toda a família e por tudo aquilo que você acredita. Você é um ser de luz e sou feliz que essa luz chega até mim.

Paloma, acho incrível a sua resiliência, e ainda mais incrível é a sua força de vontade para alcançar seus sonhos e objetivos. Você enquanto pisciana vive sonhando, mas faz mais do

que isso, você consegue organizar e materializar os seus sonhos e isso é maravilhoso, te admiro e agradeço por cada segundo de nossa amizade, pelas risadas e choros compartilhados, o meu amor por você só cresce.

Aline você é uma das pessoas mais destemidas que conheço, todos os dias demonstra sua força enquanto mulher e mãe que sai de casa para dar uma vida de qualidade ao pequeno Lourenço. Sou grato pela nossa amizade e peço desculpas por não ser tão presente, mas me alegra o fato de que sempre que nos encontramos parece que nunca ficamos um dia sem nos ver. Te amo e te admiro, obrigado por tudo.

E quem diria que uma simples bolacha de maisena uniria duas pessoas com tanta força, Vorlei você foi uma dessas pessoas que chegou e entrou para a família e temos todo amor do mundo para te dar. Agradeço por me ensinar e reforçar o quanto é bom ser professor, o seu amor pela profissão é inspirador.

Aos amigos que fiz durante a graduação e que permaneceram em meio ao caos, em especial a Jéssica, Teodora, Lucas Bernardo e Lucas Alves, vocês são pessoas que alegam os meus dias, amo ver o crescimento pessoal e profissional de cada um de vocês. Obrigado por me mostrarem que vale a pena continuar batalhando e que a alegria de estar com vocês supera o tempo que ficamos longe.

Agradeço à Kelly pelas boas risadas e histórias compartilhadas, com você aprendi a valorizar cada um dos bons momentos, com você um tatu nunca é só um tatu. Obrigado Kelly, por me apresentar esse ser de luz que é a Palloma, agradeço pelas nossas conversas e por compartilharmos dos desesperos, frustrações e alegrias da vida de doutorandos.

Agradeço a Bigair, Jonair e Zé Alípio, não somente por serem vizinhos incríveis e por se tornarem parte da família, mas por permitirem que alguns trabalhos de campo e coletas de amostras de solo fossem realizados na fazenda de vocês.

Em 2018 assumo o concurso de professor da rede estadual em Minas Gerais, na cidade de Ituiutaba a Escola Estadual João Pinheiro se tornou minha segunda casa, fui aos poucos sendo acolhido e sou grato por cada um que passou pelo meu caminho durante o tempo em que estive lá, tanto os alunos quanto os professores, ficaram marcados em minha memória. Anne, Lorena e Tatiane, vocês são mais do que especiais, fizeram dos meus dias na escola muito mais alegres, até os nossos perrengues eram divertidos, compartilhar cada momento com vocês foi inigualável e espero que a amizade perdure.

E chegamos a Presidente Prudente (SP), cidade nova, estado novo, pessoas novas e desafios à frente. Chegar a Prudente ainda enfrentando os resquícios de uma pandemia, tornou tudo ainda mais complicado, mas o destino guarda alguns presentes que vão sendo distribuídos

ao longo do caminho para facilitar o percurso. Roberta, Gustavo, Tati, Raísa, Nani, Monique, Laís, Camila, Glenda, Guilherme, Augusto, Anderson, Eusébio, Flávia, Eduardo, Milena, Jatanael, Gleice, Will, Mariana, Jana, Ana, Magno e Jandira, obrigado por fazerem dos meus dias em Prudente mais alegres, vocês foram parte essencial para que essa tese se tornasse uma realidade.

Roberta, obrigado por me receber em Prudente e por compartilhar tantos momentos juntos, mas principalmente pela amizade e companheirismo sempre.

Gustavo, obrigado pela amizade, pela paciência e por todas as boas risadas, você é uma pessoa incrível e merece todo sucesso do mundo.

Tati, do Pontal do Triângulo Mineiro ao Pontal do Paranapanema, obrigado por compartilhar surtos e alegrias, acho incrível como você transforma tudo em poesia, sempre me ensina que a vida é multifacetada.

Raísa, obrigado por me ensinar a importância de socializar e me divertir em meio ao caos, boas risadas e desabafos numa mesa do Makoto, funcionavam como uma ótima sessão de terapia.

Nani, menina Nayara, obrigado por me mostrar que é possível desacelerar em meio a tanta correria, estar com você é encontrar a calma necessária para continuar na luta.

Monique, obrigado por tanto em tão pouco tempo, seu carinho e cuidado não serão esquecidos, a paixão com que você vivencia cada momento é inspiradora.

Laís, a mulher mais v*ado que conheço, não consigo me lembrar de um momento em que estávamos juntos e não dávamos boas gargalhadas, obrigado por existir e por permanecer.

Camila, obrigado por me fazer rir incansavelmente com suas aventuras, você me mostra o quão leve a vida pode ser e sou imensamente grato por poder te chamar de amiga.

Glenda, chegou de mansinho e conquistou seu espaço, obrigado pela amizade, reflexões e pelas boas risadas sempre.

Guilherme, obrigado por ter sido um ponto de apoio em Prudente, agradeço pelas conversas, risadas e momentos compartilhados, carregue tudo com muito carinho.

Augusto, dividir casa com você foi melhor do que eu esperava, peço desculpas por não ser a pessoa mais presente. Agradeço pela amizade e saiba que tenho um carinho muito grande por você, desejo que seja extremamente feliz e que muito logo você perceba que é uma pessoa incrível e um pesquisador mais incrível ainda.

Anderson, obrigado por sempre trazer boas risadas, por me estimular a escrever e por demonstrar esse amor pela educação, as instituições de ensino precisam de pessoas como você.

Preciso agradecer de modo geral à equipe da Escola Estadual Fernando Costa, que me acolheram e me lembraram o quanto amo estar em sala de aula. Um agradecimento especial à Andreia, Dani, Francini, Ingrid, Emerson, Géssica, Thaís, Karina e Regina, por todo companheirismo e alegria compartilhada nessa jornada. Agradeço também aos meus alunos, vocês são incríveis.

Parte da pesquisa vem da vivência e compartilhamento de experiências em laboratório e grupo de pesquisa, preciso agradecer aos colegas tanto do Labsolos quanto do GAIA por dividirem tanto comigo. Em especial agradeço ao Victor, técnico do Labsolos, por me auxiliar com a análise das amostras de solo, você foi essencial para o desenvolvimento da pesquisa. Agradeço ao Glauber, que com sua calma e sabedoria fez possível a elaboração do mapa de vulnerabilidade, sem você esse mapa não seria possível, para além disso agradeço pela amizade e parceria de sempre.

Agradeço a minha terapeuta Andrea, você foi essencial para que eu conseguisse finalizar a tese, me ajudando a compreender e resgatar a importância que o doutorado tem para mim.

Agradeço a banca, em especial a Melina e Paulo vocês foram fenomenais na banca de qualificação oferecendo contribuições para que a pesquisa fosse finalizada. Agradeço ao professor Rildo, que participa da minha jornada acadêmica desde a graduação, mestrado e agora no doutorado. Agradeço ao Caio, que desde conversas no ENANPEGE de 2023, contribuiu com reflexões para a construção da tese.

Agradeço à Leda, minha coorientadora, e para sempre minha orientadora. Me acompanhando desde 2013, você foi uma das principais responsáveis pela minha formação enquanto pesquisador, sou grato por cada “balãozinho” de correção. Sem dúvidas, a ideia de iniciar o doutorado em 2021 partiu de você, muito obrigado por ajudar a concluí-lo agora em 2024.

Agradeço ao meu orientador João Osvaldo, sua visão sobre a Geografia, sua experiência enquanto pesquisador e sua prática de campo fizeram com que o doutorado fosse uma experiência única. Obrigado por cada ensinamento, cada conselho e, principalmente, por não desistir de mim nos momentos onde eu estava desesperado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de Financiamento 001.

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
Só levo a certeza de que muito pouco sei
Eu nada sei*

(Tocando em Frente -Almir Sater)

RESUMO

A relação entre sociedade e natureza aparece no centro da Geografia enquanto ciência, permitindo analisar processos e dinâmicas que permeiam os elementos físicos e sociais de um determinado recorte espacial. Por vezes conflituosa, se materializa no espaço geográfico, produzido ao longo do tempo se apropriando de elementos físicos como relevo, solo e litologia, dentro de uma lógica capitalista. O conceito ambiente, permite compreender a integração dos elementos físicos e sociais, revelando os interesses do capital e a capacidade de transformação da natureza pela sociedade. A relação entre sociedade e natureza percebida a partir do ambiente, reforça a existência de vulnerabilidades econômicas, sociais ou ambientais. Adotando enquanto recorte o município de Capinópolis (MG), inserido na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, a tese tem como objetivo principal compreender os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG), considerando a relação entre natureza e sociedade no processo de produção do espaço geográfico. Essa relação aparece ao longo das discussões, visto que a pesquisa parte da hipótese de que o uso e ocupação no município de Capinópolis (MG), desconsiderou a vulnerabilidade do ambiente e distribuiu as atividades socioeconômicas de acordo com a adequabilidade das terras a determinados usos e, principalmente, de acordo com os interesses dos agentes de produção do espaço. A agropecuária, aparece em grande parte do município, sendo fundamental para a economia de Capinópolis (MG), porém promove alterações significativas no ambiente, potencializando a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. Buscando alcançar os objetivos propostos e confirmar a hipótese, o estudo adota três etapas enquanto caminho metodológico. A primeira, o levantamento bibliográfico colaborando na análise dos resultados obtidos, especialmente a partir do método dialético. A segunda, foram os trabalhos de campo e análise do solo, especialmente os campos de reconhecimento que foram essenciais para compreender as dinâmicas de uso e ocupação da terra no município. A terceira, consiste nos mapeamentos realizados, que permitiram compreender elementos do ambiente em Capinópolis (MG), da litologia ao uso da terra, os mapas base foram primordiais para a construção do mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. O mapeamento de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, associado aos trabalhos de campo realizados na área de estudo, permitiu identificar o predomínio do baixo e médio grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. O relevo suave, os solos profundos de origem dos basaltos da Formação Serra Geral e a declividade menos acentuada, reduzem a intensidade dos processos erosivos. Porém, o uso da terra, representando os interesses de uma sociedade capitalista, tem papel fundamental no aumento do grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. Transformando o ambiente ao retirar a vegetação natural, deixando o solo exposto e realizando o plantio de cultivos temporários, aumenta o aparecimento de processos erosivos. A presença desses processos erosivos indica uma forma de planejamento do uso da terra que desconsidera as dinâmicas da natureza, pouco manejo nas áreas de cultivo e pastagem, e ainda a intensidade com a qual as intervenções no ambiente são realizadas em prol da produtividade econômica.

Palavras-chave: Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos; erosão; Capinópolis (MG); uso e ocupação do relevo; uso da terra.

ABSTRACT

The relationship between society and nature lies at the core of Geography as a science, enabling the analysis of processes and dynamics that permeate the physical and social elements of a specific spatial context. Often conflictual, this relationship materializes in geographical space, which is produced over time through the appropriation of physical elements such as relief, soil, and lithology within a capitalist logic. The concept of the environment facilitates an understanding of the integration of physical and social elements, revealing the interests of capital and society's capacity to transform nature. The relationship between society and nature, perceived through the lens of the environment, highlights the existence of economic, social, or environmental vulnerabilities. Focusing on the municipality of Capinópolis (MG), located in the Mesoregion of Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba, this thesis aims to understand the different levels of environmental vulnerability to erosion processes in Capinópolis (MG), considering the relationship between nature and society in the production of geographical space. This relationship appears throughout the discussions, as the research is based on the hypothesis that land use and occupation in Capinópolis (MG) disregarded environmental vulnerability and distributed socio-economic activities according to the land's suitability for specific uses and, primarily, the interests of the agents involved in the production of space. Agriculture and livestock are prominent across much of the municipality and are fundamental to Capinópolis' economy. However, they also significantly alter the environment, increasing its vulnerability to erosion processes. To achieve the proposed objectives and validate the hypothesis, the study follows a three-stage methodological approach. The first stage involves a literature review, contributing to the analysis of the obtained results, particularly through the dialectical method. The second stage includes fieldwork and soil analysis, especially reconnaissance surveys that were essential for understanding the land use and occupation dynamics in the municipality. The third stage comprises mapping efforts, which provided insights into environmental elements in Capinópolis (MG), from lithology to land use. The base maps were crucial for constructing the environmental vulnerability map for erosion processes. The environmental vulnerability mapping, combined with fieldwork in the study area, identified a predominance of low to moderate levels of environmental vulnerability to erosion processes. The gentle relief, deep soils derived from the basalts of the Serra Geral Formation, and less steep slopes reduce the intensity of erosion processes. However, land use, driven by the interests of a capitalist society, plays a fundamental role in increasing environmental vulnerability to erosion processes. By transforming the environment—removing natural vegetation, exposing the soil, and planting temporary crops—erosion processes are exacerbated. The presence of these erosion processes reflects a form of land use planning that disregards the dynamics of nature, with insufficient management in cultivation and pasture areas and the intensity with which interventions in the environment are carried out for economic productivity.

Keywords: Environmental vulnerability to erosion processes; erosion; Capinópolis (MG); land use and occupation of the relief; land use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização do município de Capinópolis (MG)	23
Figura 02: Pontos marcados a partir de trabalhos de campo de observação	79
Figura 03: Perfis de Latossolos (A), Neossolos Litólicos (B) e solo hidromórfico (C) observados em campo.....	81
Figura 04: Pontos de coleta de solo	82
Figura 05: Descrição da paisagem no primeiro ponto de coleta, a) vista panorâmica à esquerda e b) vista de dentro da área à direita	83
Figura 06: Descrição da paisagem no segundo ponto de coleta, a) vista do ponto onde foi coletado e b) vista das formas do relevo no entorno.....	83
Figura 07: Descrição da paisagem no terceiro ponto de coleta, a) vereda no fundo de vale e b) vegetação observada dentro da vereda.....	84
Figura 08: Amostras de solo destorroadas e peneiradas.....	84
Figura 09: Mesa agitadora com as mostras de solo	85
Figura 10: Grade criada para coletar as imagens do <i>Google Earth Pro</i>	89
Figura 11: Pares de imagens extraídas do <i>Google Earth Pro</i>	90
Figura 12: Etapas realizadas no software <i>StereoPhoto Maker</i>	91
Figura 13: Georreferenciamento no <i>software</i> QGIS	92
Figura 14: Etapas do mapeamento geomorfológico no <i>software</i> QGIS.....	93
Figura 15: Simbologias adotadas no processo de elaboração do mapa geomorfológico	94
Figura 16: Atribuição das prioridades a partir da ferramenta <i>online AHP Priority Calculator</i>	97
Figura 17: Exercício da vulnerabilidade a partir de comando utilizando a calculadora <i>raster</i>	98
Figura 18: Fluxograma das etapas metodológicas.....	99
Figura 19: Localização da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	102
Figura 20: Unidades litológicas da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ..	104
Figura 21: Morros testemunhos na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba ..	106
Figura 22: Tipos de clima na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	107
Figura 23: Mapa da pluviosidade média anual para a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba entre 1980 e 2013.....	109
Figura 24: Classes de solo na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	110
Figura 25: Tipos de vegetação na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	112
Figura 26: Uso da terra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	114
Figura 27: Mapa de unidades litológicas do município de Capinópolis (MG)	120
Figura 28: Rochas sedimentares da Formação Vale do Rio do Peixe	121
Figura 29: Conglomerado identificado em campo	122
Figura 30: Feição erosiva no Morro do Bauzinho	122
Figura 31: Afloramento de basaltos no fundo de vale do Córrego do Capim	124
Figura 32: Basalto intemperizado próximo ao Rio Paranaíba	125
Figura 33: Esfoliação esferoidal em basalto próximo ao Rio Paranaíba	126
Figura 34: Afloramento de basalto próximo ao Córrego Buriti Comprido	127
Figura 35: Esfoliação esferoidal em basalto próximo ao Córrego Buriti Comprido.....	127
Figura 36: Afloramento de basalto em área de topo.....	128
Figura 37: Padrão dendrítico na rede hidrográfica	129
Figura 38: Meandros próximos ao Rio Paranaíba	130
Figura 39: Precipitação anual em Capinópolis (MG) de 1990 – 2018	131
Figura 40: Precipitação média mensal em Capinópolis (MG) de 1990 – 2018.....	132
Figura 41: Mapa topográfico do município de Capinópolis (MG).....	134

Figura 42: Perfil topográfico do Morro do Bauzinho ao Rio Paranaíba	136
Figura 43: Perfil topográfico para as áreas de extração de argila próximo ao Rio Paranaíba.....	137
Figura 44: Mapa de declividade do município de Capinópolis (MG).....	139
Figura 45: Mapa geomorfológico para o município de Capinópolis (MG).....	141
Figura 46: Área de topo ocupada pelo cultivo de soja	142
Figura 47: Vertente côncava ocupada pelo cultivo de soja	143
Figura 48: Vertente convexa ocupada pelo cultivo de soja e por pastagem.....	144
Figura 49: Vertente retilínea ocupada pelo cultivo de sorgo.....	145
Figura 50: Terraço fluvial do Rio Paranaíba	146
Figura 51: Colo topográfico no Morro do Gabriel	146
Figura 52: Feições erosivas identificadas.....	147
Figura 53: Represas e afloramentos de lençol freático.....	148
Figura 54: Mapa das principais classes de solos de Capinópolis (MG)	149
Figura 55: a) perfil de Latossolo; b) talude do corte de estrada; c) averiguação da possível <i>stone line</i>	150
Figura 56: Descrição morfológica do perfil de Latossolo	152
Figura 57: a) talude de Neossolo e a presença de vegetação natural; b) perfil de Neossolo Litólico; c) basalto fortemente intemperizado	153
Figura 58: Perfil topográfico utilizado na escolha dos pontos para coleta de solo	154
Figura 59: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 1	155
Figura 60: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 2	156
Figura 61: Perfil descritivo da vegetação no terceiro ponto de coleta.....	157
Figura 62: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 3	158
Figura 63: Vegetação típica do Cerrado no Morro do Bauzinho	159
Figura 64: Resquícios de vereda entre os cultivos de soja e cana-de-açúcar	161
Figura 65: Mapa de uso da terra do município de Capinópolis (MG).....	163
Figura 66: Cultivos identificados no município	164
Figura 67: Pecuária extensiva e intensiva identificada no município	165
Figura 68: Uso da terra e localização das áreas de extração de argila no município	168
Figura 69: Áreas de extração de argila abandonadas próximo ao Rio Paranaíba.....	167
Figura 70: Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos em Capinópolis (MG).....	174
Figura 71: Baixa vulnerabilidade em reserva de vegetação nativa do tipo Cerradão localizada em área de topo, (a) visão interna e (b) visão externa.....	177
Figura 72: Área de topo (a) e vertente côncava (b) ocupadas pelo cultivo de soja	179
Figura 73: Solo exposto em vertente retilínea, possivelmente área de cultivo de cana-de-açúcar.....	182
Figura 74: Processos erosivos às margens do Córrego Buriti Comprido (a) em forma de ravinamento (b).....	183
Figura 75: Perfil de elevação com destaque para o leito maior do Córrego Buriti Comprido.....	185
Figura 76: Neossolo litólico pouco desenvolvido (a), vegetação do tipo cerrado ralo (b) e gramíneas pouco desenvolvidas sobre o Neossolo litólico (c)	186
Figura 77: Feições erosivas em vertente convexa com a vereda em segundo plano (a) e sulcos identificados na vertente (b)	188
Figura 78: Área de cultivo pós a colheita do milho safrinha (a) e do sorgo (b) com destaque para a baixa declividade	189
Figura 79: Erosão (a) e deposição de sedimentos (b) identificadas em área de cultivo de soja.....	190

Figura 80: Erosão (a) e deposição de sedimentos (b) identificadas em área de cultivo de sorgo	190
Figura 81: Feição erosiva em meio ao cultivo de milho (a), sulcos causados pelo escoamento superficial e deposição de sedimentos (b)	192
Figura 82: Estrada de terra entre áreas de cultivo de cana-de-açúcar e soja (a) e sulcos erosivos identificados na estrada rural (b).....	193
Figura 83: Feição erosiva do tipo sulco.....	195
Figura 84: Feições erosivas dos tipos sulco e ravina.....	197
Figura 85: Presença de neossolos litólicos em área de vegetação natural (a), basalto intensamente intemperizado (b) e processos erosivo identificado em solos rasos (c).....	198
Figura 86: Processos erosivos instalados próximo ao Morro do Bauzinho, (a) trilha de caminhada que se torna o caminho preferencial do escoamento superficial e (b) ravina instalada às margens de uma estrada rural.....	201
Figura 87: Quadro síntese da vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos em Capinópolis (MG)	203

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Escala de importância utilizada no julgamento do método AHP	96
Quadro 02: Pesos atribuídos a cada classe	97
Quadro 03: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 1.....	155
Quadro 04: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 2.....	156
Quadro 05: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 3.....	157

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FVRP – Formação Vale do Rio do Peixe

GPS - *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Labsolos - Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos

PRODECER - Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados

SIG - Sistema de informação geográfica

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente

USGS - *United States Geological Survey*

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA	19
II. JUSTIFICATIVA E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
III. HIPÓTESE.....	24
IV. OBJETIVOS	26
Geral	26
Específicos.....	26
V. APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS	27
1. A VULNERABILIDADE AMBIENTAL A INSTALAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS A PARTIR DA OCUPAÇÃO DO RELEVO E PRODUÇÃO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO	28
1.1. Sociedade e natureza: contradições e reflexões a partir do ambiente	30
1.2. A produção do espaço geográfico a partir da apropriação e ocupação do relevo: equilíbrio dinâmico e aceleração de processos naturais.....	48
1.3. Vulnerabilidades e potencialidades na relação entre sociedade e natureza	59
1.4. Aplicação das geotecnologias na análise da vulnerabilidade ambiental e no planejamento	67
2. CAMINHO METODOLÓGICO E A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA	73
2.1. Levantamento bibliográfico e a escolha do método	74
2.2. Trabalhos de campos e análise de solo.....	77
2.3. Mapeamentos temáticos e registros fotográficos	86
3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL: DA MESORREGIÃO GEOGRÁFICA DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA AO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS.....	100
4. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS GEOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS (MG)	116
4.1. Caracterização de aspectos históricos e geográficos do município de Capinópolis (MG).....	117
4.2. Características Ambientais do Município	118
4.2.1. Litologia	118
4.2.2. Hidrografia e clima.....	129
4.2.3. Hipsometria e Relevo	132
4.2.4. Solos	148
4.2.5. O Cerrado e as veredas	158
4.2.6. Uso da terra e atividades econômicas na zona rural de Capinópolis (MG).....	161
5. DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO DO RELEVO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL AOS PROCESSOS EROSIVOS ...	170

5.1. Baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos	175
5.2. Média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos	180
5.3. Alta vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos	198
CONSIDERAÇÕES FINAIS	205
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	210

I. INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

O conceito de vulnerabilidade pode ser utilizado por diferentes áreas do conhecimento, comumente associado à noção de “fraqueza”, de exposição ao perigo, enquanto característica do ser humano ou do ambiente. Quando acrescido do termo “ambiental”, espera-se identificar as vulnerabilidades de um determinado recorte do espaço geográfico, no qual os elementos físicos e sociais interagem. No caso deste estudo, considerando a produção do espaço geográfico e as relações conflituosas entre sociedade e natureza a partir do modo de produção capitalista que divide essa sociedade em classes, direcionando o modo como estas passam a ocupar o relevo de maneira diferenciada.

Optou-se por adotar o município enquanto área de estudo, considerando então a influência de atividades como agricultura, pecuária e mineração no processo de produção do espaço geográfico, bem como a relação com a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos a partir do processo de ocupação do relevo. O município de Capinópolis (MG), demonstra intensa produção agropecuária, atividades de mineração no campo e uma cidade constantemente afetada por eventos como enchentes, inundações e alagamentos. Tais características fazem com que este seja um recorte ideal para compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos.

Ao longo da história da humanidade, sobretudo a partir da instauração do modo de produção capitalista nota-se o anseio por controlar a natureza de modo que os elementos nela presentes operassem a favor do desenvolvimento, especialmente o econômico. Considerando as potencialidades em transformar elementos naturais, sobretudo no modo de produção capitalista, em mercadorias que favorecessem a produção e reprodução do capital. Essa parcela da sociedade com maior poder aquisitivo se apropriou e criou uma realidade na qual a natureza torna-se fornecedora dos recursos necessários para que os anseios da sociedade sejam contemplados, criando uma relação de dominador e dominado.

É necessário considerar, para além das potencialidades oferecidas pela natureza, as vulnerabilidades do ambiente, de modo que o desenvolvimento de atividades como agricultura, pecuária ou ainda a urbanização, sejam promovidas com o mínimo de impacto possível. Nota-se o distanciamento entre sociedade e natureza, proporcionado pela propriedade privada, acesso à terra e, devido ainda, aos avanços tecnológicos capazes de transformar elementos naturais e permitir o avanço do processo de ocupação do relevo e uso da terra.

Apesar disto, deve-se destacar que os elementos naturais e sociais de um determinado espaço permanecem se interrelacionando, mesmo que de maneira implícita. Por exemplo,

quando o escoamento causado pela impermeabilização do solo faz surgir enxurradas que se direcionam para um fundo de vale retificado e ocupado, concentrando a água e criando “rios temporários”, afetando assim as dinâmicas sociais que ali se estabelecem. O escoamento e concentração de fluxos é algo natural, no entanto é potencializado pela forma como se deu o processo de ocupação do relevo.

Na busca por compreender a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, relacionando com o processo de apropriação e ocupação do relevo, bem como a produção do espaço geográfico, torna-se necessário resgatar conceitos e estabelecer discussões que demonstrem a capacidade da Geografia, enquanto ciência, respondendo questionamentos sobre a relação entre sociedade e natureza. A Geografia, enquanto ciência, deve a todo momento remeter não somente aos elementos sociais, mas também aos aspectos naturais (físicos), quando se propõe a compreender o espaço geográfico, daí a importância de criar uma conexão entre os conceitos de ambiente e espaço geográfico. O cuidado deve ser ainda maior ao tratar da natureza não num caráter determinista e sim evidenciando a importância dos componentes físicos para a produção e organização do espaço geográfico.

A velocidade e impacto das atividades promovidas pela sociedade tem se tornado cada vez mais perceptível, percebidos a partir da quantidade de transformações identificadas atualmente no ambiente. Os exemplos são inúmeros, desde a descaracterização de domínios morfoclimáticos aos processos erosivos que promovem a perda de solos, ou ainda atividades mineradoras que destroem formas do relevo e criam depressões em uma velocidade vertiginosa. Os processos erosivos e atividades mineradoras, ocorrem numa escala de tempo histórico, ou tempo rápido, enquanto a formação desses domínios morfoclimáticos, solos e do próprio relevo se dá na escala de tempo geológico, ou tempo lento.

A sociedade capitalista que se apropria, transforma e ocupa o relevo a partir de processos que acontecem numa escala de tempo histórico, promovendo o desmatamento de áreas vegetadas, impermeabilizando a superfície, drenando áreas alagadas ou criando aterros para permitir a ocupação do relevo. Nota-se que, a partir do avanço das tecnologias utilizadas no processo de uso e ocupação do relevo, não somente a noção de tempo, mas a de intensidade e magnitude das intervenções provocadas no ambiente se fazem necessárias para compreender o espaço geográfico, bem como o ambiente e a vulnerabilidade ambiental, focando aqui nos processos erosivos.

Desta forma, a partir da relação entre sociedade e natureza é possível compreender como a apropriação e ocupação do relevo interferem na vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. No entanto, é necessário focar não somente o conhecimento geomorfológico, mas o

de outras disciplinas da Geografia, como por exemplo a Geografia Urbana e a Geografia Rural, estreitando o distanciamento entre elas e conectando-as a partir do espaço geográfico e ambiente.

Neste sentido, a Geomorfologia atrelada à Pedologia, Hidrogeografia, Geografia Urbana, Geografia Rural, e outras disciplinas da Geografia, permitiu, de maneira integrada, a compreensão do espaço geográfico, sobretudo considerando a vulnerabilidade ambiental relacionada a apropriação e ocupação do relevo. Os conceitos de ambiente e espaço geográfico, sobretudo a partir da análise integrada da paisagem, revela-nos o modo como a apropriação e ocupação do relevo influenciam ou são influenciados pela vulnerabilidade ambiental.

A noção de que os materiais e processos podem sofrer com o rompimento do equilíbrio, dinâmico, se torna importante ao entender que novas formas do relevo surgem a partir desse desequilíbrio, ou melhor, dinâmicas naturais como a morfogênese e a pedogênese são alteradas (Hack, 1960). Para Suertegaray (2001, p. 10), entender essas transformações exige considerar a “presença do homem concretamente como ser natural e, ao mesmo tempo, como alguém oposto a natureza”, pois, na medida em que o ser humano evolui, técnica e cientificamente, sua capacidade de intervir no meio também avança.

Nessa concepção, além da visão sistêmica, cabe aqui integrar as contradições e processos a partir do materialismo histórico dialético, pois grupos dentro dessa sociedade capitalista interagem com o ambiente de maneira diferenciada. O poder de consumo, a possibilidade de produção e as relações socioculturais afetam diretamente no modo como o relevo é apropriado e ocupado dentro dessa lógica capitalista. Tais relações, estabelecidas no ambiente, especialmente considerando o modo como o sistema capitalista se apropria de recursos naturais e sociais para obtenção de lucros, fez com que a busca se voltasse para compreender a vulnerabilidade ambiental no município como um todo.

Em estudos anteriores, Costa (2015; 2019), identificou na área urbana de Capinópolis (MG) a presença de áreas de risco às enchentes, inundações e alagamentos, bem como ocupações inadequadas e impactos ambientais ocasionados pelo modo como se deu o processo de apropriação e ocupação das formas do relevo. A alteração no equilíbrio dos processos morfodinâmicos, promoveu o agravamento destas áreas de risco, eventos como enchentes e inundações são acelerados e tornam-se recorrentes na medida em que o fluxo de água que chega nos canais fluviais é maior do que a vazão. A forma de apropriação e ocupação do relevo, tem evidenciado a capacidade de transformação e aceleração das dinâmicas naturais, ressaltando assim a necessidade de compreendermos a vulnerabilidade ambiental do município de Capinópolis (MG).

II. JUSTIFICATIVA E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A partir do pressuposto, a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, deve ser compreendida considerando elementos físicos e sociais. Optou-se por adotar enquanto área de estudo o município de Capinópolis (MG), considerando o intenso processo de ocupação a partir de atividades ligadas à agropecuária e aos problemas identificados na área urbana, como as enchentes, inundações e alagamentos que ocorrem de modo a afetar uma parcela significativa da população.

O município de Capinópolis (MG) está localizado na Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, especificamente na Região Geográfica Imediata de Ituiutaba (Figura 01), da qual integram os municípios de Ituiutaba (MG), Cachoeira Dourada (MG), Ipiacu (MG), Canápolis (MG), Santa Vitória (MG) e Capinópolis (MG). Com uma área total de 620,716 km² o município conta, de acordo com o último censo do IBGE (2022), com uma população de 14.655 habitantes. Escolher o município enquanto escala de análise possibilita a identificação de diferentes formas de uso e ocupação do relevo, tanto na área urbana quanto na zona rural, evidenciando a vulnerabilidade ambiental e as consequências oriundas do rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais.

Nos estudos de vulnerabilidade ambiental, é necessário que os elementos físicos (solo, clima, relevo, hidrografia, cobertura vegetal e litologia) sejam considerados ao mesmo tempo em que se relaciona com os elementos sociais. O uso e ocupação, quando associado aos elementos físicos e a divisão de classes materializadas no espaço geográfico, passam a ser identificados no ambiente e, permitem compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos.

A urgência de estudos voltados para áreas que vem sendo transformadas por atividades como agricultura, pecuária e mineração, faz com que Capinópolis (MG) se torne o objeto de estudo ideal para compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos. Visto que o município se encontra inserido numa região onde a agropecuária consiste na principal atividade econômica, ocasionando grandes transformações não somente na zona rural, como também na urbana desses municípios.

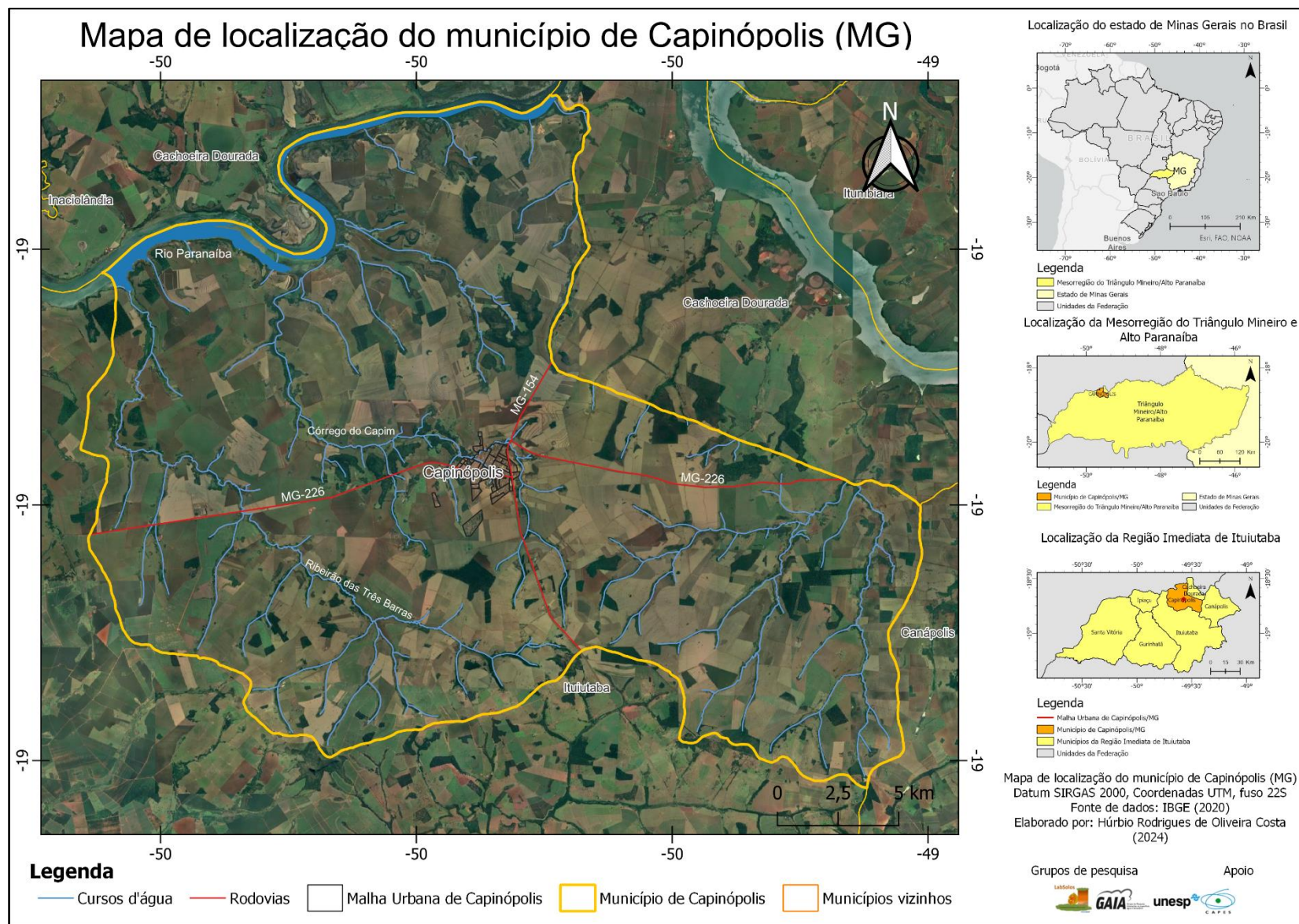


Figura 01: Mapa de localização do município de Capinópolis (MG)

III. HIPÓTESE

O espaço geográfico, aqui materializado pelas relações sociais e econômicas, passa a ser produzido e organizado a partir da lógica capitalista, distribuindo a população de maneira diferenciada de acordo com sua capacidade de compra. Adotando as formas do relevo enquanto ponto de partida para o processo de ocupação, nota-se que os agentes de produção do espaço se apropriam dos diferentes compartimentos de acordo com seu interesse. O relevo passa a ser dotado de valor comercial e consequentemente apropriado de acordo com as classes existentes nesse modo de produção capitalista.

Consequentemente, os compartimentos do relevo com maior declividade ou aqueles mais próximos aos fundos de vale, geralmente passam a ser direcionados a população mais pobre, resultando numa distribuição desigual. Para além disso, o modo como se dá o processo de apropriação e ocupação do relevo tende a produzir uma série de impactos ambientais, revelando a vulnerabilidade do ambiente a processos erosivos.

No caso de áreas urbanas, a impermeabilização da superfície e o direcionamento dos fluxos para os fundos de vale, contribuem para o surgimento de áreas de risco a enchentes, inundações e alagamentos, afetando comumente a parcela da população com menor poder aquisitivo. Conforme estudado anteriormente em Costa (2015; 2019), isto se comprova ao identificar na cidade de Capinópolis (MG), considerada uma cidade pequena, problemas ambientais que comumente são identificados em cidades de médio e grande porte.

Já no espaço rural, nota-se a alteração da cobertura vegetal, implantação de curvas de nível, terraços, agricultura intensiva, pecuária extensiva e intensiva, sendo todas elas ações que afetam direta ou indiretamente nas dinâmicas de processos como a morfogênese e pedogênese. Dando foco a agropecuária, tem sido observado o aumento da descaracterização de biomas como o Cerrado e mais especificamente alguns ecossistemas como as veredas, nota-se ainda a presença de processos erosivos na área de estudo.

Além das atividades socioeconômicas voltadas ao setor primário, a produção do espaço urbano contribuiu para que uma série de eventos voltados as enchentes, inundações e alagamentos ocorressem na cidade. Pensando na possibilidade de expansão horizontal da malha urbana de Capinópolis (MG), bem como a instalação de outros empreendimentos que possam ocasionar impactos ambientais, é de suma importância compreender a vulnerabilidade dos compartimentos do relevo para direcionar o uso e ocupação dos mesmos.

Buscando compreender a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, relacionando ao processo de ocupação do relevo, é necessário considerar os elementos físicos e sociais do espaço geográfico, surgindo questionamentos como: de que maneira a ação promovida pela sociedade afeta nas dinâmicas naturais? Como as características físicas do município de Capinópolis (MG) direcionaram inicialmente a ocupação e expansão das atividades socioeconômicas? De que modo estas atividades socioeconômicas potencializaram a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos afetando tanto os elementos físicos quanto os sociais? É possível direcionar o uso e ocupação de acordo com a vulnerabilidade ambiental?

A partir dos questionamentos elencados, a pesquisa parte da hipótese de que o uso e ocupação no município de Capinópolis (MG), desconsiderou a vulnerabilidade do ambiente e distribuiu as atividades socioeconômicas de acordo com a adequabilidade do solo e formas do relevo para determinados usos e, principalmente, de acordo com os interesses dos agentes de produção do espaço. Tanto a agropecuária quanto a mineração, tornaram-se elementos essenciais para a economia do município, no entanto promovem alterações no ambiente que de algum modo potencializam a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

IV. OBJETIVOS

Geral

A partir da problemática e justificativa previamente estabelecidas, o objetivo principal deste estudo consiste em compreender e analisar os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG), considerando a relação conflituosa entre natureza e sociedade durante o processo de produção do espaço geográfico.

Específicos

- a) Caracterizar os elementos físicos no município, considerando a litologia, solos, hidrografia, clima, vegetação e relevo;
- b) Identificar, mapear e caracterizar os compartimentos do relevo no município de Capinópolis (MG);
- c) Analisar o processo de apropriação e ocupação do relevo a partir das atividades socioeconômicas desenvolvidas no município, bem como os interesses dos produtores do espaço;
- d) Especificar e caracterizar os principais impactos da erosão acelerada oriunda do processo de apropriação e ocupação do relevo;
- e) Apresentar e analisar processos morfodinâmicos atuais que potencializam a vulnerabilidade ambiental relacionada a instalação de processos erosivos.

V. APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Este estudo foi estruturado em cinco capítulos que buscaram reunir ferramentas teóricas e metodológicas, bem como conhecer os elementos físicos do ambiente e o uso da terra no município de Capinópolis (MG). Desse modo, a estrutura percorre caminhos que contribuíram para compreender os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG). Torna-se nítido ao longo das discussões a busca por considerar a relação entre natureza e sociedade, especialmente pela maneira conflituosa como a mesma se dá durante o processo de produção do espaço geográfico a partir da apropriação e ocupação do relevo.

O primeiro capítulo, aborda discussões teóricas visando resgatar conceitos como o de espaço geográfico, ambiente, sociedade, natureza, e sobretudo o de vulnerabilidade. Este último, é apresentado considerando as possibilidades de uso, dando destaque posteriormente à vulnerabilidade ambiental, foco principal do presente estudo.

No segundo capítulo, o caminho metodológico é apresentado percorrendo desde a escolha do método e trabalhos de campo até as análises laboratoriais e mapeamentos necessários para a compreensão da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. A produção dos mapas em uma escala de detalhamento maior, é descrita reforçando a importância da produção de mapas na escala do local para melhor obtenção de resultados.

Apresentando a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o terceiro capítulo aborda a importância da região e as principais características físicas. Essa construção permite compreender como o município de Capinópolis encontra-se inserido na mesorregião, bem como a forma como atividades como a agropecuária foram aos poucos inserida no município.

O quarto capítulo consiste na caracterização do município de Capinópolis (MG), considerando os aspectos físicos do ambiente e o uso da terra. A organização do capítulo busca apresentar o modo como elementos como a litologia e o relevo influenciaram na produção do espaço geográfico, distribuindo as atividades socioeconômicas.

Por fim, o quinto capítulo apresenta a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG). Por meio do mapa e quadros síntese, o capítulo demonstra a relação entre os elementos naturais e aqueles inseridos pelos seres humanos, destacando o papel do uso da terra no aumento do grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.



**1. A VULNERABILIDADE AMBIENTAL A INSTALAÇÃO DE PROCESSOS
EROSIVOS A PARTIR DA OCUPAÇÃO DO RELEVO E PRODUÇÃO DO
ESPAÇO GEOGRÁFICO**

Amorim e Nunes (2006, p. 431), entendem que atualmente um dos objetivos da ciência geográfica “é a busca da interdisciplinaridade na relação sujeito-objeto, procurando-se entender as diversas dinâmicas da natureza capazes de inspirar o encontro de alternativas compatíveis com o atual estágio desta ciência com a sociedade”. A Geografia enquanto ciência, possui ferramentas suficientes para promover tal integração e compreender as diferentes dinâmicas presentes na relação entre sociedade e natureza, o ambiente enquanto conceito e a visão integrada da Geografia, permitem um avanço significativo destas discussões.

Para Souza (2018, p. 277), a ciência contemporânea, instiga os geógrafos a se incomodarem com as fissuras e fraturas que surgiram a partir do avanço da especialização, visto que desde o início, a Geografia teve “como parte essencial de sua identidade, a meta de entrosar o conhecimento da natureza e o conhecimento da sociedade para dentro de si mesma”, ou seja, essa fragmentação vai na corrente oposta do que a Geografia se propunha inicialmente a fazer.

Suertegaray (2017, p. 97), ao refletir sobre essas fissuras e fraturas, destaca que existe um contraste entre fragmentar e compartimentar, a primeira consistindo na divisão ou a quebra em pequenos pedaços, enquanto a segunda pode ser entendida enquanto “um processo que consiste em dividir um espaço, sem, necessariamente, separá-lo por completo”. Para a autora, nesse segundo ponto de vista existe a preocupação em manter relações entre os compartimentos criados, desta forma, fortalecendo as discussões no âmbito da Geografia.

Uma das maneiras encontradas para se conceber a análise geográfica fundamentada na concepção holística (conhecimento produzido pela dita Geografia Física e Geografia Humana), foi a partir do conceito de ambiente enquanto amálgama das relações que se dão a partir de elementos físicos e sociais (Suertegaray, 2021). Em uma das áreas do conhecimento da Geografia, denominada de Geografia Ambiental, encontra-se pautada nessa visão holística e, de acordo com Souza (2018, p. 295), consiste num “terreno intermediário” entre a Geografia Física e a Geografia Humana, pois almeja manter relações entre compartimentos.

O estudo das questões ambientais, aqui apoiado por áreas do conhecimento da Geografia como, por exemplo, a Geomorfologia, é uma oportunidade de buscar estabelecer um diálogo de forma crítica, por e a partir do espaço geográfico e das relações que nele são estabelecidas. Pensando na Geomorfologia como parte da Geografia, faz-se necessário o exercício de compreender o todo, buscando a integralidade e a possibilidade de entender os processos e formas a partir da análise do espaço geográfico, considerando aspectos físicos e sociais (Suertegaray, 2001).

Segundo Suertegaray (2001), ao dar foco nas questões ambientais, busca-se ir na corrente oposta dessa separação dos seres humanos em relação à natureza. Segundo a autora, esse distanciamento consiste numa herança, na qual aos poucos o papel de protagonismo foi sendo tirado da natureza e repassado para os humanos, “transformando-a em objeto e o homem em sujeito conhecedor e dominador desta” (Suertegaray, 2001, p. 3). Ainda de acordo com a autora, a concepção de herança, percebida a partir do materialismo histórico dialético, retrata a acumulação de transformações na natureza e vai ao encontro da ideia de tempo enquanto seta e ciclo, cujas transformações se projetam no espaço geográfico, assim:

Esta projeção se faz por avanços (seta) e retornos (ciclo). Neste contexto, o espaço geográfico é a coexistência das formas herdadas (de uma outra funcionalidade), reconstruídas sob uma nova organização com formas novas em construção, ou seja, é a coexistência do passado e do presente ou de um passado reconstituído no presente. (Suertegaray, 2001, p. 4)

Neste sentido, há de se buscar por conceitos, definições e discussões que contribuam para a compreensão do espaço geográfico, pois considerando os elementos físicos e sociais torna-se possível mensurar a vulnerabilidade de um determinado ambiente. Ambiente, sociedade e natureza, tornam-se conceitos-chave para este estudo, de modo a entender a produção e organização do espaço, bem como posteriormente a vulnerabilidade. Anseia-se a partir das discussões que aqui serão propostas, reduzir a distância entre sociedade e natureza, abordando o espaço geográfico enquanto categoria e permitindo compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos de modo integrado, dando foco especialmente aos processos erosivos.

Assim, a dicotomia sociedade/natureza, que de acordo com Lima (2013, p. 44), reflete questões históricas de dominação e superação de uma natureza “selvagem”, “recurso” ou “obstáculo”, dará lugar a uma visão na qual natureza e sociedade se encontram conectadas por um espaço geográfico produzido ao longo dos anos a partir de dinâmicas sociais, econômicas e culturais que merecem maior destaque.

1.1.Sociedade e natureza: contradições e reflexões a partir do ambiente

Dentre os principais conceitos a serem abordados nesta seção encontra-se o de ambiente, visto que mesmo parecendo isolados, eles interagem e facilitam o processo de compreensão do principal objeto de estudo desta pesquisa, a vulnerabilidade ambiental a partir da apropriação e ocupação do relevo, bem como o modo como o espaço geográfico foi produzido. Os conceitos

serão apresentados separadamente evidenciando a importância e construção de cada um ao longo do tempo, no entanto existe uma preocupação em conectá-los a partir da visão de uma ciência Geográfica.

Antes de compreender a vulnerabilidade ambiental em si, é necessário remetermos ao conceito de ambiente, enquanto complexo e muitas vezes confundido com espaço geográfico. O conceito de ambiente, meio físico, meio natural ou meio ambiente, por vezes se entrelaçam, ou se complementam. De acordo com o Dicionário geológico-geomorfológico, proposto por Guerra (1993, p. 284), ambiente e meio físico podem ser considerados enquanto sinônimos, assim como meio natural, “caracterizado pelos diversos elementos físicos e bióticos”, para o autor, as “formas de relevo, as rochas, os solos, os rios, os climas, a vegetação e a fauna constituem elementos do meio físico”.

Elementos como a sociedade, processos e transformações no meio físico, não são necessariamente considerados nesse conceito de ambiente. Para Pereira e Curi (2012, p. 37), é necessário adotar uma visão holística para que seja possível compreender o que vem a ser o meio ambiente, sobretudo:

[...] como forma de integrar todos os elementos que influenciam no seu constante processo de transformação, almejando, a partir de então, novas relações com este meio na tentativa reestabelecer, principalmente, o seu processo de exploração superando a representação da natureza como um objeto, visão esta que desencadeou toda a problemática ambiental instaurada na atualidade. (Pereira; Curi, 2012, p. 37)

Essa visão que aponta para uma distância entre o natural e o social, identificada a partir da concepção de Guerra (1993), não necessariamente considera o ambiente enquanto algo integrado. No entanto, para além dos elementos físicos da natureza, contempla-se ainda os seres vivos que nela estão inseridas, incluindo os seres humanos. De acordo com Pereira e Curi (2012, p. 40):

[...] o meio ambiente por incluir o homem e tudo o que o envolve, constitui-se em um processo dinâmico e em permanente mudança, provocada tanto por fatores externos, sem que haja influência do homem, da flora ou da fauna, como provocada pelas ações do ser humano nos processos transformacionais das matérias primas que o mesmo manipula, bem como das transformações culturais provocadas por mudanças de valores induzida pelo próprio homem. (Pereira; Curi, 2012, p. 40)

Nesse sentido, Lima (2013), complementa ao entender o ambiente enquanto um produto da sociedade, reforçando que mesmo que ainda existam ambientes naturais e artificiais,

raramente serão encontradas paisagens que não foram transformadas ou modificadas pelos seres humanos, mesmo que minimamente. Ainda de acordo com a autora, essa ideia de ambiente “reflete a particularidade de uma sociedade que envolve questões de espaço, tempo, técnica e cultura” (Lima, 2013, p. 39).

Essas particularidades apontadas por Lima (2013), tornam nítida a interação entre elementos sociais que se apropriam do meio físico. No que tange essas relações, ou interações, Anzolín (2015, p. 10), compreende que,

La palabra interacción aquí es clave porque supone que ambos sistemas, social y natural, se influncian y modifican mutuamente, en forma dinámica y permanente. En primer lugar existe una relación que va desde un ecosistema al sistema social, por la cual el primero proporciona determinados recursos naturales al segundo.

Essa relação proposta pela autora, indica a necessidade de integrar, considerando os elementos sociais e naturais, bem como a influência de um sobre o outro. A maneira como se influenciam, direta e indiretamente, revela a dinâmica desse ambiente produzido ao longo dos anos (Anzolín, 2015).

De acordo com Abbagnano (2007), o ambiente foi descrito e compreendido ao longo do tempo de diferentes maneiras, enquanto elemento principal para definir as atividades desenvolvidas pelos seres humanos, como também no lugar de dominado e submisso aos interesses da sociedade. Para a autora, “não significa que o ambiente não aja de nenhum modo sobre a vida e sobre as criações dos homens, mas apenas que é mais condição do que causa”, ou seja, o desenvolvimento de técnicas permitiu sobrepor certas dificuldades que antes impediam o avanço do desenvolvimento (Abbagnano, 2007, p. 36).

De acordo com Pereira e Curi (2012), as transformações promovidas no ambiente ao longo dos anos podem apresentar resultados positivos, ao permitir ocupar determinadas áreas, como também aspectos negativos, como o rompimento de barragens de rejeito que alteram o ambiente de modo significativo e, em sua grande maioria, de modo irreversível. Para os autores “o meio ambiente, como construção da mente e ação humana poderá servir de fator engrandecedor ou destruidor da própria humanidade que o manipula” (Pereira; Curi, 2012, p. 40).

Coelho (2013, p. 23), entende esse ambiente enquanto “processo da interação contínua entre uma sociedade em movimento e um espaço físico particular que se modifica permanentemente”. Visto como base do social, o ambiente, ao mesmo tempo em que condiciona é condicionante no desenvolvimento da sociedade. Para Souza (2019) o conceito de ambiente

nos permite estabelecer relações mais efetivas entre sociedade e natureza, devido aos aspectos e características adotadas, considerando tanto os elementos físicos quanto os sociais.

Goudie e Viles (1997), adotam a noção de um ambiente dotado de movimento e história, sendo transformado e observado como resposta a fatores naturais ou antrópicos, dependendo da escala de tempo utilizada para análise do ambiente. Para Santos e Caldeyro (2007, p. 20), “Ambiente é a soma das condições que envolvem, dão condição de vida, sustentam e mantêm relações de troca com os seres vivos em um território. Sem ambiente não há vida”.

A respeito do conceito de ambiente, Souza (2019, p. 79) compreende enquanto uma totalidade “a qual abarca todas as espécies animais (e, na verdade, o conjunto dos organismos vivos) e o seu contexto físico (abiótico)”. Neste sentido, a capacidade de transformação que a humanidade tem sobre o ambiente, torna-se nítida a partir das relações sociais e culturais que se apresentam em diferentes ambientes ao redor do globo terrestre. Ainda de acordo com o autor, este ambiente “não é algo que ‘nos envolve’, um envoltório: o ambiente somos também nós, histórica e culturalmente situados” (Souza, 2019, p. 79)

Suertegaray (2021, p. 60) traz o ambiente enquanto fruto de uma “subordinação da natureza aos processos sociais”, que para a autora se difere do meio, por não ser algo “orgânico/harmônico e funcional”, mas sim um “produto social, que, ao hibridizar natureza e sociedade, favorece a uma transfiguração da natureza, de forma distinta, de lugar para lugar, de sociedade para sociedade, além de expressar contradição/conflito”. Deste modo, o ambiente surge enquanto fruto das relações, contradições e interesses, que se materializam e criam diferentes paisagens, de acordo com os processos, técnicas e tecnologias utilizadas no processo de transformação ao longo dos anos.

Para Guerra e Marçal (2014, p. 147-148), a coexistência de elementos sociais e físicos no ambiente, exige que o pesquisador busque por caminhos que consigam compreender a relação entre eles,

Nessa perspectiva, a Geomorfologia caracteriza-se pela interação dos aspectos físicos e sociais que compõem a paisagem, e possibilita, pelo seu estudo, o entendimento da origem e evolução das formas do relevo terrestre, relacionando a paisagem atual com as pretéritas. A abordagem ambiental, nos estudos geomorfológicos, abrange a compreensão das relações do homem com a natureza, dando-lhe suporte técnico importante para se trabalhar a questão ambiental dentro de uma ótica integradora.

“Sociedade e natureza”, “físico e social”, “natural e transformado”, uma série de pares dialéticos aparecem a todo momento em estudos geográficos e revelam a complexidade presente na capacidade analítica desta ciência. A Geomorfologia, enquanto área do

conhecimento da Geografia, quando aplicada a partir dessa abordagem ambiental apontada pelos autores, permite compreender não somente como foi o processo de produção das formas do relevo, mas também a maneira como se transformaram ao longo do tempo, sobretudo considerando o processo de apropriação e ocupação do relevo (Guerra e Marçal, 2014).

As relações entre elementos físicos e sociais que são estabelecidas no ambiente evidenciam, não somente a disponibilidade de determinados recursos naturais, como também a organização da sociedade e o modo desigual como determinados grupos se apropriam dos recursos disponíveis (Souza, 2019). Essa desigualdade aparece em dois níveis, o primeiro relacionado a abundância, determinados grupos utilizam de uma grande quantidade de recursos, o segundo nível está associado a qualidade dos recursos disponíveis, para a população mais pobre, comumente restam os recursos já degradados e de má qualidade (Acserald, 2010; Costa, 2023).

A relação entre consumo de recursos naturais e as transformações no espaço geográfico a partir do processo de ocupação do relevo, torna nítida a necessidade em abordar os contrastes e proximidades entre sociedade e natureza, sobretudo a partir da Geografia de maneira integrada. Ao longo dos anos, a fragmentação da ciência promoveu um distanciamento que dificultou estabelecer certas discussões, o que Andrade (2008) considera como grave, visto que as áreas da Geografia, tanto da chamada Física (Geomorfologia, Climatologia, Pedologia etc.) quanto Humana (Geografia Urbana, Geografia Econômica, Geografia Política etc.), têm diferentes visões sobre um objeto em comum, o espaço geográfico, e ganhariam muito se houvesse uma maior troca entre áreas.

Na busca por reduzir essas lacunas criadas ao longo do tempo, retoma-se o conceito de ambiente, dotado de características físicas e sociais, adaptado pelos seres humanos para o desenvolvimento de suas atividades culturais, sociais e principalmente econômicas. Mas é no desequilíbrio da relação entre sociedade e natureza que a vulnerabilidade ambiental aparece de maneira mais intensa, ressaltando a importância de compreender o todo, das formas aos processos.

A relação entre sociedade e natureza, permeia a Geografia ao longo dos anos, inclusive sendo um de seus principais pontos fortes enquanto ciência (Suertegaray, 2001). Na medida em que essa relação se torna contraditória, cabe estabelecer reflexões acerca do papel da sociedade e o da natureza, considerando o anseio por entender a vulnerabilidade ambiental relacionada ao processo de ocupação do relevo. O que antes parecia distante, tem se tornado cada vez mais entremeado, há sociedade na natureza, assim como natureza na sociedade.

De acordo com a definição presente no Dicionário Básico de Filosofia (Japiassu; Marcondes, 2001, p. 177), sociedade não é apenas o conjunto de pessoas coabitando o mesmo espaço, pois consiste na presença de “uma organização, de instituições e leis que regem a vida desses indivíduos e suas relações mútuas”. Os autores ainda estabelecem uma diferenciação entre comunidade e sociedade, a primeira enquanto algo natural e a segunda como fruto de um contrato criado entre os indivíduos que dela fazem parte (Japiassu; Marcondes, 2001)

O fato de a sociedade estar pautada em regras e leis que permitem sua manutenção faz com que ela se torne um sistema complexo, o que de acordo com Coelho (2013, p. 31) “incorpora contradições que influenciam e redirecionam as inter-relações dos seus constituintes, que são, por natureza, antagônicas e conflitivas”. O caráter conflituoso presente nas relações internas da sociedade perpassa para sua relação com a natureza, sendo importante para estudos sobre questões ambientais, compreender a sociedade e o papel desempenhado nessas questões.

Essa relação conflituosa, sobretudo com a natureza, demonstra que a sociedade assume papel de soberania, no qual as regras são ditadas pelos interesses da mesma. Para Andrade (2008, p. 29),

A sociedade é quem determina as metas a serem atingidas, o tipo de espaço que deseja construir, modificando, transformando este desejo à proporção que mudam as formas de relações e as disponibilidades de capital e de técnica. É bem verdade que a sociedade não pode transformar a natureza arbitrariamente, da forma que desejar, mas tem grande capacidade de modificá-la. Para dar um exemplo simples é suficiente que se observe, em países de clima temperado, a realização de culturas, no período do inverno, em estufas que garantem o seu desenvolvimento, graças à produção de um clima artificial; no Brasil e em outros países, em áreas de clima árido e semi-árido, desenvolvem-se culturas típicas dos climas tropicais úmidos, graças ao uso da irrigação. No submédio São Francisco, em área onde chove menos de 500mm por ano, existe uma usina de açúcar com produção elevada e uma produtividade agrícola superior a 150 t/ha, graças à irrigação. (Andrade, 2008, p. 29)

A partir da observação de Andrade (2008), é nítida a atuação de uma sociedade que por meio do interesse em produzir, transforma ou reduz barreiras físicas como o clima, para permitir o desenvolvimento de determinadas atividades. Outro exemplo, o avanço da produção de grãos no Cerrado brasileiro, um dos biomas que mais vem sendo impactado pela expansão da agricultura.

Até a década de 60, o bioma era visto quase que como um entrave, sendo superado por meio do avanço da modernização agrícola e investimentos econômicos, especialmente na produção de grãos, tornando possível o direcionamento não somente de fluxos econômicos para

a região Centro-Oeste, como também demográficos. O desenvolvimento da atividade agrícola no Cerrado brasileiro representa além da capacidade da sociedade intervir na natureza, permitindo o desenvolvimento de culturas até então impossibilitadas devido ao clima ou tipo de solo, revela ainda os impactos oriundos dessa forma de apropriação.

Ambientais ou sociais, os impactos são percebidos no espaço geográfico, nota-se a necessidade de optar por estudos que busquem uma aproximação entre sociedade e natureza. A relação entre eles, permite uma maior compreensão do espaço e dos elementos que nele são inseridos e identificados no cotidiano. Esses impactos percebidos refletem interesses de uma sociedade em um dado momento da história, materializando no espaço o modo como se dá a relação com a natureza, assim,

Cada sociedad humana interacciona con los ecosistemas de una manera específica. Algunas lo hacen respetuosamente y logran verdadera armonía con la naturaleza, mientras que otras producen desequilibrios y destrucción. Entonces, resulta erróneo hablar genéricamente de la interacción del “hombre” con la “naturaleza” y, más aún, decir que el “hombre es malo con ella”. Si esto fuese cierto, poco podríamos hacer para cambiar la actual crisis ambiental porque tampoco podemos cambiar nuestra propia esencia. (Anzolín, 2015, p. 13)

Ao longo da história da humanidade, essa relação entre sociedade e natureza foi se transformando, ora demonstrando maior harmonia, ora apresentando características predatórias. Nota-se que a relação se dá a partir dos interesses econômicos, quanto maior o interesse em obtenção de lucro, maiores serão os impactos no ambiente e as exigências da sociedade em relação a natureza. De acordo com Anzolin (2015), essa relação de crise aparece e pode ser reversível, no entanto o que se tem observado são as constantes intervenções promovidas descaracterizando os elementos da natureza.

Suertegaray (2003, p. 48), ao tratar da presença do homem enquanto ser natural, mas também oposto à natureza, entende que este “promoveu/promove profundas transformações na natureza mesma e na sua própria natureza”. Nesse sentido, enquanto sociedade regida por leis, sobretudo em um modo de produção cujo objetivo principal é a obtenção de lucros é necessário refletir o papel da natureza e o modo como ela se apresenta. Constantemente a natureza é colocada no papel de passividade, como produto repartido pela sociedade e distribuído de acordo com os interesses do capital, tal afirmação torna-se evidente sobretudo em ambientes urbanos (Suertegaray, 2001; Souza, 2019).

De acordo com Mendonça (2004, p. 141), a existência de uma sociedade urbana materializada sobre elementos físicos da natureza faz com que sejam vivenciados “problemas

de extrema gravidade para a maioria da população, manifestados em diversos processos de exclusão e injustiça social”. Desta forma, ainda segundo Mendonça (2004, p. 141), a exposição da sociedade “a fenômenos naturais, tecnológicos ou sociais impactantes e de ordem eventual e/ou catastróficos” ocorre de maneira diferenciada, fato que reflete uma separação dentro da própria sociedade, que até então era vista como um grupo regido por leis e regras em comum para todos.

Revela-se, atualmente, uma sociedade fragmentada, complexa e com acessos diferenciados à natureza de acordo com sua capacidade econômica, neste sentido a exposição aos problemas ambientais é também fruto de um sistema econômico. O modo como a sociedade se apropria de recursos naturais e transforma o ambiente de acordo com seus interesses, revela uma série de relações de poder que, de acordo com Souza (2019, p. 79) “podem ser heterônomas, autoritárias e vinculadas a dominação, ou autônomas, nos bem minoritários casos em que são horizontais e radicalmente democráticas”. De acordo com o autor, tais relações, podem indicar a dominação da natureza a partir de interesses econômicos, criando territórios que comumente exprimem essa diferenciação de maneira fragmentada (Souza, 2019).

Essa diferenciação, promovida sobretudo pelas características do modo de produção capitalista fica evidente a partir de “catástrofes” ambientais que evidenciam o modo como grupos detentores de poder atuam, se sobrepondo a grupos que se veem obrigados a lidar com tais problemas em seu dia a dia. Deste modo,

Se nós (entendido, aqui, como a civilização humana) entramos numa fase da história do capitalismo em que as consequências ambientais da acumulação no quadro da dominação mundial do capital financeiro tendem a materializar-se sob formas extremamente graves e num ritmo que se acelera, os mecanismos que levaram a essa situação estavam presentes desde as origens do capitalismo. (Chenais; Serfati, 2003, p. 40)

Para Coelho (2013), a maneira como essa sociedade interage transformando a natureza, social e ecologicamente, deve ser ponto de partida para estudos sistematizados a fim de compreender os impactos dessa interação. Ao passo em que Souza (2019) reforça que numa sociedade “em que existe a exploração do trabalho e uma assimetria estrutural entre dirigentes e dirigidos, territórios costumam ser fortemente excludentes e designar espaços onde prevalece um controle vertical e centralizado”. Essa exclusão a partir de territórios se dá, sobretudo em relação ao acesso a ambientes de qualidade para habitação, por exemplo.

Na medida em que se compreende que a sociedade atual, organizada a partir de um modo de produção excludente se apropria de recursos naturais e transforma a natureza, é

interessante remetermos ao conceito e definição de natureza. Desse modo, compreenderemos o processo de transformação ao longo do tempo, bem como o papel desempenhado pelos seres humanos ao longo dos anos.

A definição de natureza, segundo Japiassu e Marcondes (2001), pode trazer diferentes abordagens de acordo com o período e realidade no qual determinados autores estão inseridos, no entanto a compreendem enquanto,

O mundo físico, como conjunto dos reinos mineral, vegetal e animal, considerado como um todo submetido a leis, as "leis naturais" (em oposição a leis morais e a leis políticas). As forças que produzem os fenômenos naturais. Em um sentido teológico, o mundo criado por Deus. Opõe-se à cultura, no sentido daquilo que é criado pelo homem, que é produto de uma obra humana. Opõe-se também ao sobrenatural, aquilo que transcende o mundo físico, que lhe é externo. (Japiassu; Marcondes, 2001, p. 137)

A natureza, a partir da percepção dos autores, é algo distante dos seres humanos e das leis que regem a sociedade. No entanto, é quase impossível tratar de uma natureza intocada, visto que a ação dessa sociedade dividida em classes, mesmo que indiretamente, tenha afetado as leis dessa natureza. Caseti (1995, p. 11), compreende que é por meio da “transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis a sua existência”. A partir da afirmação do autor, é possível relacionar a existência do homem aos recursos disponíveis na natureza.

Para Suertegaray e Nunes (2001), a importância analítica que a natureza adquire dentro das ciências é explicada pelo seu papel na produção de novos recursos ou ainda pela sua deterioração ao longo da história da humanidade. O foco no qual a Geografia enquanto ciência deve se debruçar, é que esses elementos, recursos e dinâmicas, interagem a todo momento no espaço e estudá-los de maneira isolada é de grande prejuízo.

No que tange a relação entre os componentes físicos e as atividades sociais desenvolvidas num determinado ambiente, cabe discutir e entender a maneira como estes elementos aparecem de modo contrastante, ou por vezes complementares. Ao longo da história da humanidade, a disponibilidade de recursos esteve atrelada ao desenvolvimento das atividades realizadas pela sociedade, sendo possível citar como exemplo as atividades agrícolas às margens de rios. A sabedoria de utilizar da terra fértil deixada após o período de cheia do canal, ou ainda a constante extração de minérios que motivou grande parte da exploração ao longo dos anos, e que hoje permanece como uma das principais atividades econômicas no mundo.

Desde o aproveitamento do solo fértil às margens de rios ou a extração de minérios utilizados nas tecnologias mais avançadas atualmente, os recursos naturais aparecem como importante elemento para o desenvolvimento das atividades antrópicas. Essa mescla entre os elementos físicos disponíveis na natureza, e os interesses de uma sociedade mutável e capaz de se apropriar de diversas maneiras desses recursos disponíveis, tende a se materializar de modo contrastante, pautado numa exploração muitas vezes predatória. Recursos como solo, água e minérios são constantemente utilizados para o desenvolvimento das atividades econômicas, revelando a importância em compreender o modo como estes são apropriados, transformados e, em muitos casos, degradados.

Quando se trata dos elementos físicos da natureza, não se consideram apenas aqueles palpáveis, tendo em vista que uma série de dinâmicas e variáveis devem ser consideradas, sobretudo quando se propõe a analisar a vulnerabilidade do ambiente. Deste modo, elementos como relevo, clima, solos, água e vegetação tornam-se importantes para a análise da vulnerabilidade, sobretudo considerando o uso e ocupação das formas do relevo, pois a maneira como são apropriados tende a potencializar processos degradantes.

Para Souza (2019, p. 53), as características naturais de um ambiente, sejam elas positivas ou negativas, muito mais do que limitar o processo de ocupação, revelam o modo como desenvolveu-se “a incrível capacidade humana de criar seus ambientes, dos acampamentos de caçadores e coletores aos arranha-céus e às metrópoles”.

Ao mesmo tempo em que os seres humanos se adaptam às características naturais, eles as transformam para que os recursos atendam suas necessidades e anseios. Ao longo dos anos, a interferência promovida pelos seres humanos tornou-se evidente a ponto de considerar a ideia de Antropoceno, o que para Zalasiewicz et al. (2011), pode ser entendido enquanto um fenômeno geológico, sendo possível compará-lo com outros grandes eventos do passado no planeta Terra. De acordo com os autores, a diferença deste para outros períodos geológicos encontra-se apenas pela força que dá origem, ou seja, a ação dos seres humanos nas esferas social, política e econômica (Zalasiewicz et al., 2011).

Para Steffen, Crutzen e McNeill (2007), o início do período denominado Antropoceno é marcado pelo aparecimento dos seres humanos e desenvolvimento de técnicas de dominação ou transformação da natureza. Desde a dominação do fogo ao uso de combustíveis fósseis, as marcas deixadas pela ação antrópica aparecem em diferentes níveis de intensidade na história da humanidade, criando ambientes distintos. Complementando essa análise dos autores, Girão e Corrêa (2004, p. 36), compreendem que,

A ação do homem constitui-se em um relevante agente modificador do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais. Entretanto, os últimos séculos da sociedade ocidental retrataram uma intensa atuação da humanidade no referente ao trato dos elementos naturais, que passaram a serem considerados fatores exteriores e irrelevantes ao bem-estar social. A ação antropogenética sobre o ambiente natural rapidamente promoveu inúmeras alterações, negligenciando-se a dinâmica ambiental como um dos fatores reguladores dos complexos processos responsáveis pelo equilíbrio dos sistemas físicos. (Girão; Corrêa, 2004, p. 36)

De acordo com os autores identifica-se a capacidade, adquirida ao longo dos anos pelos seres humanos, de intervir no ambiente e transformá-lo, especialmente em relação às dinâmicas naturais, que passam a ser afetadas direta ou indiretamente pelo modo como a sociedade se organizou e se materializou (Girão; Corrêa, 2004). Neste sentido, uma interpretação do ambiente a partir do conhecimento geográfico-geomorfológico permite evidenciar registros e marcas deixadas ao longo do tempo e que estão diretamente relacionadas com o Antropoceno, entendendo que feições do relevo são transformadas ou criadas a partir das ações promovidas pelos seres humanos. Goudie e Viles (2016), destacam atividades como as construções, escavações, interferências hidrológicas e atividades rurais, que passam a influenciar em dinâmicas naturais como infiltração e escoamento.

A infiltração e escoamento das águas da chuva enquanto dinâmicas naturais passam a ser, direta ou indiretamente, afetadas pelo desmatamento e exposição do solo à atmosfera. Sejam rurais ou urbanas, certos usos da terra fazem com que o solo se torne exposto, permitindo que seja atingido diretamente pela água das chuvas, aumentando assim o potencial erosivo (Cassetti, 1995). Considerando estes processos por meio da morfogênese e pedogênese, entendidas como processos desenvolvidos naturalmente que dão origem as formas do relevo e aos diferentes tipos de solo na escala de tempo geológico, torna-se nítida a aceleração destes processos.

Processos que antes eram imperceptíveis na escala de tempo histórico, tornam-se evidentes, revelando a capacidade adquirida pelos seres humanos de intervir em dinâmicas naturais. No caso das intervenções, em áreas rurais ou urbanas, que promovem a exposição do solo à água das chuvas, nota-se o aumento do escoamento superficial, permitindo a aceleração de processos erosionais e deposicionais. Neste sentido, ao considerar a morfodinâmica atual, entende-se como a aceleração dos processos morfogenéticos e pedogenéticos, que passam a ser perceptíveis na escala do tempo histórico (Tricart, 1977; Costa, 2019).

Enquanto fenômeno natural, a morfogênese é o conjunto de processos que dão origem e permitem o desenvolvimento das formas do relevo, tendo como ponto de partida a atuação de forças endógenas e exógenas, comumente analisada a partir da escala de tempo geológico

(Florenzano, 2008). Já a morfodinâmica, ainda de acordo com Florenzano (2008), refere-se à atuação de processos que em conjunto dão origem ao relevo e tipos de solo, tanto endógenos quanto exógenos a atuação destes agentes ocorre constantemente.

Observa-se que desde o momento em que os seres humanos desenvolveram a capacidade de dominar, alterar e criar ambientes, a morfodinâmica pode ser analisada por meio de processos atuais, ou seja, considerando a escala de tempo histórico. Para Costa (2019, p. 50),

O tempo é um importante fator analítico para se compreender a questão da morfodinâmica, pois, a partir da concepção de tempo adotada vinculada a questão dos agentes modeladores do relevo que é possível identificar como a ação humana tem desempenhado um papel importante na aceleração e intensificação dos processos naturais vinculados a geração de áreas de riscos ambientais.

As transformações promovidas pelos seres humanos na natureza, não somente contribuem para a geração das áreas de risco, como também revelam a vulnerabilidade do ambiente à determinados tipos de uso e ocupação, sobretudo à instalação de processos erosivos (Pedro Miyazaki, 2014). A morfologia do relevo e as características dos solos quando associadas ao uso da terra, criam condições para a aceleração de processos erosionais e deposicionais, seja em áreas urbanas ou rurais.

No que tange as formas do relevo, Christofolletti (1980, p. 1) entende os agentes endógenos e exógenos enquanto ponto de partida para sua criação, atuando com base em “ações regulares e contínuas que se desenvolvem de maneira relativamente bem especificada e levando a um resultado determinado”. Tais ações atuam sobre o relevo em diferentes escalas (temporal e espacial), demonstrando a intensidade da atuação de determinado agente em detrimento de outro. Assim,

As formas de relevo criadas por processos endógenos e por processos exógenos, que correspondem às superfícies de erosão e acumulação e às superfícies criadas pelos homens. Com isso, uma classificação de relevo passa pela concepção de se expressar cartograficamente o relevo baseado na conceituação de morfoestrutura, para as unidades maiores, e de morfoesculturas para as formas e tipos de relevo contidos em cada morfoestrutura existente. (Fujimoto, 2005, p. 96)

A capacidade da natureza de se recuperar dos impactos causados pela ação dos seres humanos, apresentada em Hack (1960) e Christofolletti (1980), tende a não ocorrer tão rapidamente. De acordo com os autores, a diferença entre o tempo gasto pela natureza para se recuperar e o tempo que os seres humanos conseguem promover novas intervenções, faz com

que os impactos sejam maiores do que a recuperação, estabelecendo o desequilíbrio dos processos naturais como escoamento e infiltração (Hack, 1960; Christofolletti, 1980).

Cassetti (1995, p. 49), compreende que o ser humano,

[...] ao apropriar-se da natureza e transformá-la, pode processar alterações significativas na exploração biológica, gerando gradativamente modificações no potencial ecológico. Exemplo: ao se processar o desmatamento de uma área, automaticamente tem-se o desaparecimento de parte expressiva da fauna. A partir de então altera-se o sistema hidrológico das vertentes, ou seja, o antigo domínio da componente perpendicular (infiltração) é substituído pelo paralelo (escoamento), evidenciando-se a implantação da erosão acelerada, o que pode gerar consequências irremediáveis se for ultrapassado o limiar de recuperação. Tal fato implica diretamente o subsistema imediato, podendo ser exemplificado pelo assoreamento dos cursos d'água. Tudo isso sem considerar as alterações climáticas locais (aumento de temperatura, disritmias pluviométricas) que podem assumir maiores proporções em função do agravamento dos impactos. (Cassetti, 1995, p. 49)

A relação entre equilíbrio e recuperação, quando se trata de processos e dinâmicas naturais, pode ser percebida ao analisar o relevo considerando as áreas de topo, vertentes e fundos de vale. O processo de apropriação e ocupação do relevo, bem como a consolidação de diferentes usos da terra, de acordo com Cassetti (1995) vai interferir na infiltração e escoamento, consequentemente afetando nos processos erosionais e deposicionais.

As formas do relevo devem ser consideradas durante o planejamento de instalação de atividades socioeconômicas, a produção agrícola, por exemplo, comumente exige a retirada da vegetação natural, sendo substituída por cultivos temporários sem a mesma capacidade de proteger o solo de processos erosivos (Cassetti, 1995; Pedro Miyazaki, 2014; Costa, 2023). Em uma vertente retilínea, quando associada ao aumento da declividade, os fluxos de escoamento tendem a ocorrer de maneira mais acelerada, sem a proteção da cobertura vegetal os processos erosivos se instalam e se intensificam.

De acordo com Santoro (2015, p. 60)

A ação humana interfere na dinâmica natural do sistema ambiental, normalmente acelerando a velocidade de mudança da condição natural. A degradação acelerada das terras é indicativa de uso e manejo mal conduzido que comprometem a sua manutenção, bem como o seu potencial para usos futuros. A erosão acelerada do solo provoca a perda de materiais, em especial de nutrientes e de matéria orgânica, desorganizando sua estrutura e levando a degradação deste importante recurso natural. (Santoro, 2015, p. 60)

A afirmação do autor nos permite compreender a necessidade de relacionar os elementos físicos do ambiente, considerando que as formas do relevo e o modo como são ocupadas, pode

afetar direta ou indiretamente as propriedades do solo (Santoro, 2015). Arelado a isso, o solo enquanto elemento físico, se formou ao longo de milhares de anos e é dotado de características que variam de acordo com o material de origem, clima, relevo e outros fatores que determinam sua morfologia (Santoro, 2015).

Santos (2005, p. 3) acredita que estudar e descrever as propriedades do solo, é de suma importância para se ter uma visão integrada deste elemento na paisagem, pois, “permitem inferências importantes sobre sua formação e seu comportamento em relação ao uso agrícola (capacidade de produzir de forma sustentada, adequação a práticas agrícolas, propensão à erosão, salinização, desertificação etc.)”.

De acordo com Pereira e Curi (2012, p. 42), em muitos casos a “preocupação está voltada para a acumulação e o crescimento econômico sem levar em consideração o modo que este está sendo feito”, o que pode ser percebido, historicamente, ao longo do processo de uso e ocupação.

Estes impactos surgem a partir do momento em que as atividades desenvolvidas pelos seres humanos são inseridas no ambiente, interferindo nas dinâmicas e processos naturais. Assim,

Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Os impactos ambientais são escritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço. (Coelho, 2013, p. 24-25)

Neste mesmo sentido, Girão e Corrêa (2004, p. 55), compreendem que os impactos no ambiente são “reflexos do uso inadequado de manejos e técnicas sobre determinados meios apropriados para determinados fins”. Para os autores esses impactos tornam-se potencializados pela falta de conhecimento no que tange a relação entre os elementos físicos, as dinâmicas naturais de determinado ambiente e a vulnerabilidade do ambiente à determinados usos da terra (Girão; Corrêa, 2004). Assim, toda e qualquer intervenção no ambiente tende a promover esses impactos, o que muda é a intensidade, o planejamento da intervenção e o conhecimento acerca das características de um determinado ambiente, permitindo reduzir o nível dos impactos causados.

De acordo com Suertegaray e Nunes (2001), observa-se que a degradação de recursos naturais, aqui tida como impacto ambiental que revela a vulnerabilidade do ambiente aos processos erosivos, tem ocorrido na mesma velocidade em que se criam novos equipamentos tecnológicos. A rapidez com que ocorrem os avanços tecnológicos, bem como sua capacidade de alteração da natureza superam o potencial de regeneração de determinados recursos. Essa contraposição de tempos, a exemplo dos interesses de uma sociedade capitalista que urge da produção para que o lucro seja obtido e uma natureza que demanda tempo para produzir ou recuperar determinados recursos, faz necessário abordar a relação e as concepções temporais.

Ainda de acordo com Suertegaray e Nunes (2001), o uso de equipamentos tecnológicos, como as máquinas usadas durante o desmatamento ou utilizadas na construção civil, são capazes de promover rápidas alterações na natureza, seja na forma ou nos processos. Atrelado a isso, tem-se a concentração de um número alto de pessoas em pequenos recortes espaciais, sobretudo nas cidades, promovendo transformações significativas no ambiente e consumindo de maneira mais intensa os recursos naturais.

A Geomorfologia tem evoluído enquanto área do conhecimento e pode ser entendida como uma ciência que estuda as formas do relevo, assimilando as forças e processos que atuam na superfície do planeta Terra criando e transformando o modelado (Christofolletti, 1980; Penteado, 1983). No entanto, a partir do aparecimento do ser humano na história do planeta, sobretudo com o avanço do capitalismo e o uso acelerado dos recursos naturais, os processos e formas precisam ser considerados não somente na escala de tempo geológico, como também no tempo histórico. A lógica capitalista, que organiza e estrutura a sociedade, sobretudo no processo de apropriação e transformação do relevo, demonstra o rompimento do equilíbrio dinâmico, no qual determinados processos são acelerados e passam a afetar as formas do relevo, mesmo que indiretamente (Hack, 1960; Caseti, 1995).

De acordo com Christofolletti (1980, p. 7), esse “conceito de equilíbrio em Geomorfologia significa que materiais, processos e a geometria do modelado, compõem um conjunto auto-regulador, sendo que toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos”, diante disso, as ações promovidas pelos seres humanos fomentam o desequilíbrio desses processos. A ideia de equilíbrio proposta por Christofolletti (1980), parte de uma visão sistêmica no qual a entrada ou saída de energia entra em desequilíbrio a partir de uma determinada intervenção, considerando que durante o processo de apropriação e ocupação do relevo as intervenções vão desde as mais simples até a criação de novas formas do relevo, o desequilíbrio se torna nítido.

Casseti (1995, p. 11) aponta ainda que os seres humanos se naturalizam ao se aproximarem da natureza enquanto fonte de recursos, o que o autor chama de “naturalização da sociedade”, ao mesmo tempo em que “socializa a natureza”, ao se apropriarem de recursos e inseri-los em seu cotidiano. Nota-se que existe uma relação de dependência, sobretudo quando se trata dos recursos necessários para sobrevivência, mas ao mesmo tempo uma busca pela dominação da natureza, desde os recursos disponíveis até as dinâmicas e processos naturais.

De acordo com Foladori (2001, p. 106), ao buscar em Marx uma compreensão dessa relação entre sociedade e natureza, observa-se que a “ação de transformar a natureza externa constitui o processo de trabalho, e seu efeito sobre a natureza interna se manifesta na forma como se estabelecem as relações sociais de produção”. É neste sentido que, torna-se quase impossível atualmente, desassociar natureza de sociedade, notando essa relação entremeada entre os dois.

A natureza passa a ser transformada e apropriada com base no trabalho e nos interesses de uma sociedade e nas intervenções promovidas a partir das necessidades da mesma, indo ao encontro com a ideia apresentada em Porto-Gonçalves (2006, p. 25), na qual define natureza “por aquilo que se opõe à cultura”, ou seja, a cultura “como algo superior e que conseguiu controlar e dominar a natureza”. O autor cita como exemplo o termo “agriCULTURA”, representando o controle no modo de produção de plantas que permitiu transformar a relação dos seres humanos com o espaço, sobretudo ao permitir o sedentarismo e fixação num determinado ponto.

A relação estabelecida entre sociedade e natureza, muitas vezes de dominação e superação das adversidades, é um traço sobretudo da maneira como essa sociedade almeja se apropriar dos recursos, convertendo-os em mercadorias comercializáveis para obtenção de lucro, desconsiderando dinâmicas e processos naturais (Souza, 2019).

Porto-Gonçalves (2006, p. 27), aponta ser interessante compreendermos que a relação estabelecida entre a natureza e essa sociedade dividida em classes, faz com que algo que supostamente estaria disponível a todos, torne-se posse de poucos, sendo que a “grande maioria dos outros homens não passa, ela também, de objeto que pode até ser descartado”. Na concepção do autor, os seres humanos enquanto parte da natureza, também são vistos enquanto objetos ou recursos disponíveis para serem usados por aqueles que dominam não somente os componentes físicos dessa natureza, como também os sociais (Porto-Gonçalves, 2006).

Ainda neste sentido, Souza (2019), ao abordar a ideia de ambientes e territórios, considera o modo como a sociedade capitalista age, promovendo a dominação não apenas da natureza, como daqueles que se veem obrigados a vender sua força de trabalho, criando espaços

caracteristicamente excludentes e territórios que revelam as desigualdades de poder e de acesso. Essa relação e processo de dominação da natureza, no presente estudo encontra-se associada ao processo de apropriação seguida de ocupação do relevo, por ser compreendido enquanto base na qual a sociedade, bem como seus interesses passam a se materializar.

Casseti (1995, p. 16), entende, por exemplo, que quanto mais “a sociedade se desenvolve, mais ela transforma o meio geográfico pelo trabalho produtivo social, acumulando nele novas propriedades”. Dessa forma, ao ser organizada em classes socioeconômicas, a sociedade capitalista, toma para si, de modo diferenciado as potencialidades da natureza, sendo aos poucos transformada por meio da técnica, ao que Casseti (1995) entende enquanto fenômeno social representado pelo trabalho e direcionando o modo como as relações entre sociedade e natureza acontecem.

Criada e organizada considerando o modo de produção capitalista, a sociedade atual, demonstra ser, segundo Coelho (2013), um sistema complexo e dotado de contradições que revela a falta de acesso a recursos, pois ocorre de maneira desigual e conflituosa. Casseti (1995, p. 79), enfatiza que esse “processo de ocupação do território brasileiro tem demonstrado que a terra sempre foi utilizada de modo intensivo e numa visão imediatista, até o limite de sua potencialidade”. É possível citar dentre os usos degradantes, os diferentes ciclos econômicos vivenciados no Brasil desde o período da colonização, a exploração do pau-brasil, a produção de cana-de-açúcar, bem como extração de minérios, o modo como foram desenvolvidos demonstra o caráter primordialmente exploratório.

No entanto, esse modelo exploratório, parte de uma visão que distancia os seres humanos da natureza, ignorando a necessidade de manter o equilíbrio nessas relações. Suertegaray (2021, p. 58) aponta que a Modernidade foi o período no qual surgiu a “necessidade de conceber a natureza como algo externo ao ser humano, que se vinculava, à época, ao interesse de dominação da natureza”. De acordo com a autora, tal visão permitia uma falsa sensação de que a natureza era imutável e seus recursos inesgotáveis. Essa visão de uma natureza provedora de recursos para o desenvolvimento de uma sociedade em crescente expansão, entra em choque ao dar destaque ao tempo da natureza, no sentido de que a produção desses recursos consumidos rapidamente, ocorre de modo lento na natureza. Há, desta forma, um conflito e principalmente uma relação desproporcional, causando desequilíbrio.

Observa-se, deste modo, uma natureza que vem sendo apropriada, ocupada, transformada e comercializada de acordo com os interesses dessa sociedade regida pelo modo de produção capitalista. Pádua (2010, p. 88), entende essa natureza “como algo em permanente construção e reconstrução ao longo do tempo, distante da visão tradicional de uma realidade

pronta e acabada, que serviria de referencial estável para a agitação do viver humano”. É nela que são refletidas as relações da sociedade, do modo de produção e da forma de consumo, é neste sentido que a natureza se transforma por, e a partir, dos conflitos e disparidades de um modo de produção que a todo momento revela quem são os principais beneficiados.

Assim, quando se apresenta a ideia de beneficiamento, cabe ressaltar o processo de transformação da natureza em produto a ser comercializado, vista apenas enquanto fonte inesgotável de recursos, essa natureza torna-se subordinada a um sistema maior e mais complexo, de produção e consumo, não somente de relações econômicas, como políticas, sociais e ambientais (Souza, 2019). Casseti (1995), compreende a história da humanidade enquanto uma continuidade da história da natureza, visto que as relações que se dão no meio natural, são fruto de uma organização no qual o autor aponta o ser humano não apenas enquanto ser natural, mas sobretudo social. Neste sentido,

Ao longo de sua história a Geografia, no entanto, promoveu reflexões sobre esta relação, concebeu-a como determinismo geográfico, onde a natureza é entendida como a causa da organização social, concebeu-a como possibilismo geográfico onde o homem tem possibilidades de transformação da natureza a partir do seu desenvolvimento técnico, pensou a relação natureza - sociedade dialeticamente, ou seja, como uma relação mediada pelo trabalho. (Suertegaray, 2003, p. 44)

As relações sociais e interações que aparecem nesse ambiente, transformando a natureza de modo contínuo, se dão por meio do trabalho, e para Souza (2019), refletem aspectos culturais e de poder da sociedade. A Geografia, na busca por compreender a relação entre sociedade e natureza, e aqui utiliza-se o “entre” para reforçar o caráter mútuo das relações que influenciam e são influenciadas, propõe o aprofundamento no que tange o conhecimento dos aspectos naturais, bem como a maneira como estes são apropriados por uma sociedade dotada de elementos culturais, econômicos e políticos que reforçam certas disparidades.

Para Souza (2019), o que antes era visto como uma dualidade, na qual sociedade e natureza apareciam enquanto antagônicas, merece ser reestruturado a partir de uma visão mais ampla das relações que se estabelecem. Para o autor, não cabe mais a visão de uma natureza sem sociedade, ou sociedade sem natureza,

[...] mas sim entre uma sociedade enquanto relações sociais, história e espaço social embebidos em um mundo material constantemente retransformado, ressignificado e reapropriado, de um lado, e uma materialidade não antropogênica, mas percebida de forma sempre cultural, histórica e até mesmo psicológico-biograficamente situada, de outro. (Souza, 2019, p. 109)

Neste sentido, as relações, contradições e percepções sobre natureza e sociedade, vão aparecer de modo nítido no espaço geográfico, construído e transformado ao longo dos anos a partir de técnicas e tecnologias que reúnem conhecimentos e características dessa relação, refletindo as relações de poder estabelecidas por essa sociedade. A categoria espaço geográfico passa então a ganhar destaque no presente estudo, pois é a partir dela que será possível compreender as vulnerabilidades do ambiente, considerando não somente os elementos físicos tão caros à Geomorfologia, mas resgatando a relação com os elementos sociais no processo de produção do espaço geográfico.

1.2. A produção do espaço geográfico a partir da apropriação e ocupação do relevo: equilíbrio dinâmico e aceleração de processos naturais

O espaço, de acordo com Santos (2014, p. 78) “é resultado da ação dos homens sobre o próprio espaço, intermediados pelos objetos, naturais e artificiais”, observa-se então uma constante transformação, não só do natural, mas do artificial, na medida em que a sociedade se desenvolve e torna o “novo” em obsoleto num curto período, fazendo da mudança uma das constantes. O relevo, enquanto meio natural dotado de dinâmicas e processos, passa por modificações intensas de acordo com o modo como ocorre a apropriação e ocupação, ou seja, este componente físico do espaço, passa a ser transformado por ações sociais.

É interessante ressaltar que, essas ações promovidas no espaço influenciam direta ou indiretamente nas formas e dinâmicas do relevo, bem como o relevo influencia na produção do espaço. Suertegaray (2001), entende que considerar o espaço geográfico como uno, múltiplo e complexo, permite trazer uma visão ampla do objeto, considerando diferentes nuances que por vezes são ignoradas. Tal concepção auxilia na compreensão de aspectos relacionados a vulnerabilidade ambiental, ponto central para este estudo, visto que as diferentes nuances permitem enxergar os conflitos e relações existentes no espaço, considerando tanto os elementos físicos quanto os sociais.

Para Hogan e Marandola Jr. (2006, p. 42), ao mesmo tempo que a ideia de um espaço uno e múltiplo é importante, é também desafiadora no sentido de “compreender a unidade na diversidade, procurando dialogar interdisciplinarmente sem perder a identidade de cada disciplina”. Na Geografia, essa interdisciplinaridade e diversidade de conteúdos sempre se fez presente, mas foi sendo “perdida” a partir do avanço das especializações e os próprios conflitos internos entre Geografia Física e Geografia Humana (Suertegaray, 2001). A partir do espaço geográfico é possível compreender não somente os componentes físicos, como os sociais. É

neste sentido que o presente estudo toma a categoria espaço geográfico, com suas contradições, conflitos e disparidades.

É interessante, por exemplo, reforçar e trazer neste momento discussões que por muito tempo foram associadas à Geografia Humana, como a produção do espaço geográfico, para estudos em Geomorfologia pertencentes à chamada Geografia Física. Resgata-se a partir Suertegaray (2001), a noção de uma Geografia complexa e integradora, ao tomar a percepção de espaço geográfico a partir dessa visão ampla e integradora. Um dos pontos trazidos pela autora, é a atenção dada às conexões entre as partes presentes no espaço geográfico, reforçando o vínculo entre elas.

Se de um lado ainda trabalhamos com o recorte do espaço geográfico, de outro acreditamos que esses recortes poderão mais unir o discurso geográfico, do que separar. Isto porque cada um deles enfatiza uma dimensão da complexidade organizacional do espaço geográfico: o econômico/cultural (na paisagem), o político (no território), a existência objetiva e subjetiva (no lugar) e a transfiguração da natureza (no ambiente). Não obstante, nenhum deles prescinde das determinações expressas em uns e em outros. (Suertegaray, 2001, p. 11-12)

Segundo a autora, para entender o todo é necessário compreender as partes, buscando identificar os processos que produziram o espaço geográfico a partir de relações estabelecidas entre sociedade e natureza (Suertegaray, 2001). Refletindo os conflitos, avanços tecnológicos, organizações sociais e culturais que aos poucos se materializaram em formas, fixos e fluxos, neste espaço geográfico é possível ler tais informações e compreender o todo.

A partir das discussões propostas por Milton Santos, compreende-se que,

O espaço não é nem uma coisa nem um sistema de coisas, senão uma realidade relacional: coisas e relações juntas. Eis por que sua definição não pode ser encontrada senão em relação a outras realidades: a natureza e a sociedade, mediatizadas pelo trabalho. Não é o espaço, portanto, como as definições clássicas da geografia, o resultado de uma interação entre homem e a natureza bruta, nem sequer uma amálgama formado pela sociedade de hoje e o meio ambiente. (Santos, 2014, p. 30)

De acordo com o autor, o espaço geográfico deve ser compreendido a partir de perspectivas que revelem o interesse do pesquisador. No presente estudo, o espaço geográfico surge a partir do processo de ocupação do relevo pelas diferentes classes presentes na sociedade capitalista, revelando contradições e discrepâncias que se materializam e revelam o ambiente criado e transformado ao longo do tempo.

Suertegaray (2001), considerando o tempo enquanto espiral, o representa como seta e ciclo, visando demonstrar que a formação e organização do espaço geográfico é algo constante.

A autora enfatiza que “o espaço geográfico é a coexistência das formas herdadas (de uma outra funcionalidade), reconstruídas sob uma nova organização com formas novas em construção, ou seja, é a coexistência do passado e do presente ou de um passado reconstituído no presente” (Suertegaray, 2001, p. 4). É possível compreender que é neste espaço, contemplado com elementos do presente e passado, que as interações são dadas, no qual a natureza se transforma e é transformada, é apropriada, consumida e comercializada para atender aos anseios cada vez mais exorbitantes dessa sociedade capitalista. Massey (2005), dentre as diferentes maneiras de se ler o espaço, o compreende enquanto cumulativo das histórias que até então foram contadas, produzidas e lidas a partir das formas identificadas.

A materialização do tempo a partir das técnicas utilizadas durante o processo de apropriação, ocupação e transformação da natureza, imprime na paisagem distintas nuances, revelando o modo como a sociedade se organizou no decurso dos anos. Para Smith (1988, p. 122), os padrões no espaço geográfico são testemunhos da sociedade que os criaram, assim, “A forma espacial da cidade capitalista, por exemplo, é completamente diferente da forma da cidade feudal”. Santos (1977, p. 5) entende ainda que “Os modos de produção tornam-se concretos numa base territorial historicamente determinada (...) as formas espaciais constituem uma linguagem dos modos de produção”. Neste sentido, a acumulação de tempos no espaço, é também uma acumulação de formas que representam um determinado período na história da humanidade, representando, sobretudo, seu modo de organização e produção.

Para Corrêa (2000, p. 26), esse “espaço é concebido como locus da reprodução das relações sociais de produção, isto é, reprodução da sociedade”, assim, no contexto atual de produção e reprodução conduzido pelo capitalismo, natural e social formam uma miscelânea para suprir as demandas desse modo de produção. Nota-se, portanto, a importância das características dessa sociedade na construção do espaço geográfico, que segundo Santos (2014, p. 30), “deve ser considerado como um conjunto indissociável, de que participam, de um lado, certo arranjo de objetos geográficos, objetos naturais e objetos sociais, e, de outro, a vida que os preenche e os anima, ou seja, a sociedade em movimento”.

Para Santos (1985), tais objetos naturais e sociais, quando materializados no espaço geográfico permitem uma análise a partir da forma, função, estrutura e processo. De acordo com o autor, individualmente revelam uma visão limitada, no entanto, quando em conjunto “constroem uma base teórica e metodológica a partir da qual podemos discutir os fenômenos espaciais em totalidade” (Santos, 1985, p. 52). Tal produção e organização do espaço geográfico, concomitantemente parece ocorrer de modo orgânico e natural, revelando, segundo Corrêa (2000) interesses delimitados pelo modo de produção que o cria, deste modo,

No processo de organização de seu espaço o Homem age seletivamente. Decide sobre um determinado lugar segundo este apresente atributos julgados de interesse de acordo com os diversos projetos estabelecidos. A fertilidade do solo, um sítio defensivo, a proximidade da matéria-prima, o acesso ao mercado consumidor ou a presença de um porto, de uma força de trabalho não qualificada e sindicalmente pouco ativa, são alguns dos atributos que podem levar a localizações seletivas. (Corrêa, 2000, p. 36)

Neste sentido, a produção do espaço é constante, seletiva e norteadas por interesses que determinam onde e quando serão implementados objetos atrelados à produção. Santos (2014), para definir a ideia de objeto, considera-os como conjunto, reforçando a importância das conexões estabelecidas nesse espaço geográfico, pois é o produto das ações de uma sociedade que através do trabalho, que tende a transformar, criar e organizar esse espaço. Conforme o autor, é impossível falar da vivência do indivíduo, sem abordar a produção do espaço geográfico, fruto do cotidiano, de relações sociais e sobretudo daquelas atreladas ao trabalho, assim “o processo de vida é um processo de criação do espaço geográfico” (Santos, 2014, p. 96).

O espaço é, então, complexo, mutável, dotado de aspectos naturais e sociais, de produção e reprodução do capital, ao que Lefévre (1976, p. 34) destaca,

Do espaço não se pode dizer que seja um produto como qualquer outro, um objeto ou uma soma de objetos, uma coisa ou uma coleção de coisas, uma mercadoria ou um conjunto de mercadorias. Não se pode dizer que seja simplesmente um instrumento, o mais importante de todos os instrumentos, o pressuposto de toda produção e de todo o intercâmbio. Estaria essencialmente vinculado com a reprodução das relações (sociais) de produção.

Segundo o autor, o que é constante no espaço geográfico é justamente a inconstância, as transformações que são fruto desse modo de produção, que se adapta incessantemente, permanecendo eficaz para obtenção de lucros (Lefévre, 1976). Já Santos (1977), aponta as formas espaciais, criadas pela sociedade, enquanto uma forma de expressão desse modo de produção, e corresponde a um determinado momento histórico, manifestado pelas técnicas e evidências deixadas na paisagem. Neste sentido,

O espaço portanto é um testemunho; ele testemunha um momento de um modo de produção pela memória do espaço construído, das coisas fixadas na paisagem criada. Assim o espaço é uma forma, uma forma durável, que não se desfaz paralelamente à mudança de processos; ao contrário, alguns processos se adaptam às formas preexistentes enquanto que outros criam novas formas para se inserir dentro delas. (Santos, 2004, p. 174)

Esses apontamentos permitem compreender que o espaço é produzido considerando os interesses do modo de produção vigente, neste sentido, as decisões tomadas, não necessariamente representam os interesses da maioria, mas daqueles com acesso ao poder, político ou econômico (Suertegaray, 2001). Este espaço, resgatando a noção de território, é organizado a partir do interesse e de escolhas que revelam o poder (ou ausência dele), promovendo e materializando diferenciações oriundas destas relações da sociedade, que se apropria, comercializa e restringe o acesso a essa natureza (Souza, 2019).

Para compreender o espaço geográfico, bem como as transformações promovidas nas formas do relevo, é imprescindível resgatar a noção de tempo, técnica e processos. Como já apontado em Suertegaray (2001), o espaço pode ser interpretado enquanto acumulação de tempos, tornando-se evidente a coexistência de períodos históricos diferentes no espaço. Para Santos (2020), a constante transformação do espaço é fruto de fatores externos e internos que atuam ao longo do tempo, tornando-se ainda mais evidente com o avanço das técnicas utilizadas pelos seres humanos para a apropriação e ocupação do relevo. O espaço torna-se a materialização dos interesses, potencialidades e vulnerabilidades dessa sociedade que tem atuado interferindo nas dinâmicas de uma natureza que também permanece em evolução constante.

De acordo com Massey (2005), é necessário entender que as características do espaço surgem das interrelações estabelecidas, essas ligações de descontinuidades aparecem como fatores relevantes no processo de organização do espaço. O tempo e o modo como ele se materializa, permite entender os interesses e possibilidades de uma dada época, tornando interessante a possibilidade de “ler” a história do espaço a partir de suas formas.

O relevo aparece aqui enquanto base material para o desenvolvimento de uma sociedade capitalista, que se materializa de maneira diferenciada no espaço geográfico. Essa diferenciação ocorre durante o processo de apropriação e ocupação das formas do relevo, que dentro desse modo de produção capitalista, adquirem valores e são direcionadas a diferentes grupos sociais de acordo com sua capacidade de consumo.

Santos (2020), compreende que pensar no espaço é pensar na produção, seja ela de capital, pessoas ou culturas, criadas e organizadas ao longo do tempo. A produção agrícola, por exemplo, vem transformando o espaço geográfico desde os primórdios da civilização, alterando a relação existente entre seres humanos enquanto sociedade e os elementos da natureza.

De acordo com Caseti (1994, p.40), a história do planeta, bem como do desenvolvimento da sociedade, pode ser interpretada a partir das formas e processos relacionados ao relevo, visto que “a morfologia atual preserva, muitas vezes, indicadores que

permitem a reconstituição de sua história, dando a entender que sua gênese é decorrente da alternância das forças antagônicas ao longo do tempo geológico”. Os seres humanos, surgem e passam a produzir novas formas do relevo, deste modo, devem ser considerados na atualidade, como um dos agentes responsáveis por modelar o relevo.

Ab’Sáber (1975, p. 1), enfatiza que geração após geração os seres humanos contribuíram, “para lesar, direta ou indiretamente, muitas áreas, muitos locais e muitas faixas de terra onde desenvolveram suas atividades e expandiram suas técnicas”, a noção de que os seres humanos estão alheios à natureza, permitiu o avanço da exploração de recursos naturais de maneira predatória, atingindo níveis insustentáveis. Para Tricart (1977, p. 35), os estudos da organização do espaço são realizados para “determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece”.

Observa-se ao longo do tempo, a capacidade adquirida pelos seres humanos de, a partir da técnica, transformar o natural em artificial de modo a permitir que se usufrua dos recursos disponíveis, bem como transformá-los para posterior uso (Suertegaray, 2001; Caseti, 1995). Essa transformação, não necessariamente ocorre no sentido literal da palavra, no entanto, observa-se que determinadas formas do relevo, que anteriormente não poderiam ser ocupadas, ou de difícil ocupação, com o avanço das técnicas relacionadas à arquitetura e engenharia, passam a ser ocupadas.

A necessidade, ou consequência, de transformar a natureza numa mercadoria está presente desde os primeiros indícios de trocas entre grupos, do excedente produzido a partir da revolução agrícola no período neolítico à atuação de grandes mineradoras atualmente, os recursos naturais são apropriados, transformados e comercializados objetivando satisfazer alguma demanda, no caso do capitalismo, obter lucros (Caseti, 1995; Souza, 2019).

Caseti (1995, p. 79), ao resgatar o histórico do processo de ocupação, tratando aqui do território brasileiro, aponta para o caráter imediatista e intensivo, cuja produção e exploração vai “até o limite de sua potencialidade”. De acordo com o autor, esse modo de produzir e explorar adotado pelos seres humanos entra em conflito com o tempo que a natureza leva para produzir os recursos necessários, ou seja, o tempo da natureza, ou tempo geológico, é lento em comparação com o tempo histórico dessa sociedade que se apropria e transforma a natureza (Caseti, 1995).

A sociedade, enquanto organização pautada no capitalismo, consome em alta velocidade os recursos e os transforma para atender suas necessidades e anseios, sendo capaz de alterar, inclusive, as formas do relevo (Caseti, 1995; Souza, 2019). Distante do que antes considerava

o determinismo, os seres humanos encontraram meios para contornar os obstáculos que o impediam de produzir, consumir ou ocupar. Colângelo (2004, p. 10), trata dessa relação entre sociedade e natureza como uma espécie de “jogos de dominação e poder com o objetivo de atender o suprimento de suas necessidades”. Nesse contexto, o autor reforça, que os seres humanos são capazes de interferir, direta ou indiretamente, nas formas do relevo, por vezes atendendo necessidades básicas e tornando possível a ocupação, ou em outros casos demonstrando essa relação de dominação e exercício do poder de alterar o relevo (Colângelo, 2004).

A relação entre tempo da natureza e o tempo da sociedade, aparece principalmente na aceleração de processos naturais relacionados às formas do relevo e aos anseios desse modo de produção acelerado, se materializando no espaço geográfico de forma conflituosa. Ao entender o espaço geográfico enquanto acumulação de tempos, representado por essa espiral, observa-se que não somente os avanços tecnológicos se acumulam como também os impactos das ações promovidas pelos seres humanos na natureza (Santos, 1997; Suertegaray; Nunes, 2001; Suertegaray, 2002). Evidencia-se, portanto, o rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais, bem como a capacidade de transformação da natureza, sobretudo ao considerar o relevo enquanto base material para que relações da sociedade se estabeleçam no espaço geográfico (Hack, 1960; Casseti, 1995; Suertegaray; Nunes, 2001)

Essa definição de agente modelador do relevo, foi aos poucos sendo atrelada à imagem do ser humano visto que, de acordo com Pedrosa (2014, p. 412), “o comportamento da humanidade se baseava numa perspectiva natural, sistêmica ou ecológica de perpetuidade, pouco dependente das intervenções, sempre superficiais, do homem de então”. No entanto, de acordo com o autor, na medida em que essa capacidade de intervir nas dinâmicas da natureza aumentou, passou-se a ignorar “as regras ou princípios naturais que se baseavam na identidade e na estabilidade”, a partir desse momento, processos passam a ser transformados e nota-se o rompimento do equilíbrio dinâmico (Pedrosa, 2014, p. 412).

Para Fierz (2016, p. 609), esse “equilíbrio dinâmico requer um estado de balanço entre as forças opostas, que operam em taxas iguais e, efetivamente, se cancelam para produzir o estado estável”. Entretanto, o que se observa é o avanço das técnicas utilizadas no processo de apropriação e ocupação do relevo, demonstrando a intensidade e capacidade dos seres humanos intervirem em determinadas dinâmicas naturais. Como consequência, é necessário rever dentro dessa relação entre sociedade e natureza os papéis desempenhados antes e agora, reconhecendo o impacto dos seres humanos nos processos e formas do relevo.

Para Guerra (2018, p. 271), cabe à Geomorfologia se preocupar e compreender os processos que atuam na superfície terrestre, ou seja, “qualquer atividade que modifique as formas de relevo, induzem movimentação de materiais, ou alteram a quantidade e qualidade de água e a rede de drenagem, onde estão situadas”. De acordo com o autor, existem muitas atividades que tem a capacidade de afetar o modelado terrestre, neste caso é importante considerar o impacto das atividades desenvolvidas pelos seres humanos, pois é complexo considerar a natureza nos dias atuais sem a influência deste agente transformador (Guerra, 2018).

Enquanto área do conhecimento que se concentra nos estudos sobre as formas do relevo, a Geomorfologia, tem evoluído constantemente não só por assimilar as forças e os processos que atuam na superfície do planeta modelando o relevo, mas também considerando os seres humanos enquanto agentes modeladores (Christofoletti, 1980; Penteado, 1983). Com o aparecimento dos seres humanos e suas intervenções na natureza, deve-se considerar sua capacidade em apropriar e transformar o relevo, posto que a partir das intervenções na natureza ocorre o rompimento do equilíbrio dinâmico de processos naturais (Hack, 1960; Cassetti, 1995). A desestabilização de um sistema, ou o rompimento do equilíbrio dinâmico, faz com que processos como a morfogênese e pedogênese, antes observados numa escala de tempo geológico, sejam identificados na escala de tempo histórico, recriando e transformando formas do relevo.

Para Christofoletti (1980, p. 7), esse “conceito de equilíbrio em Geomorfologia significa que materiais, processos e a geometria do modelado, compõem um conjunto auto-regulador, sendo que toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos”. Diante disso, as ações desenvolvidas pelos seres humanos ao longo da história, justificadas pela necessidade em ocupar determinados compartimentos, passam a promover o desequilíbrio de processos como a morfogênese.

O conceito de equilíbrio dinâmico torna-se ainda mais importante ao buscar entender que novas formas do relevo surgem do rompimento deste, ou melhor, a partir do momento em que ocorre uma alteração nas dinâmicas naturais, citando por exemplo a morfogênese, tende-se a ter o maior entalhamento das formas do relevo (Hack, 1960).

De acordo com Suertegaray (2001, p. 10), assimilar as transformações nestes processos exige considerar a “presença do homem concretamente como ser natural e, ao mesmo tempo, como alguém oposto a natureza”, entendendo que, na medida em que o ser humano evolui, técnica e cientificamente, sua capacidade de intervir no meio onde se insere também avança. Na busca por dominar a natureza, de modo a atender seus anseios, a relação entre sociedade e

natureza muda, o relevo não mais é considerado como obstáculo, mas como possibilidade e mercadoria (Caseti, 1995; Pedro Miyazaki, 2014).

Tricart (1977, p. 35), chama a atenção para o fato de que tais ações e intervenções ocorrem em uma “Natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade”. Considerando essa complexidade e a presença de leis naturais que representam a organização de dinâmicas, como por exemplo o ciclo hidrológico, ou mesmo os processos erosionais e deposicionais, destaca-se neste estudo o modo como o relevo tem sido alterado, desconsiderando muitas vezes as dinâmicas naturais de formação do relevo.

A partir do momento em que ocorre a integração entre ser humano e natureza, segundo Caseti (1995), fica evidente a capacidade de alteração dos processos naturais, consequentemente alterando as formas do relevo a partir do uso e ocupação. De acordo com o autor, essa alteração evidencia “a ruptura climática (equilíbrio existente entre a ‘exploração biológica’ e o ‘potencial ecológico’, representado pelo relevo, clima e hidrologia) a ser considerada oportunamente” (Caseti, 1995, p. 34).

Fontes (2010), compreende que a teoria do equilíbrio dinâmico, como o próprio nome indica, é dotada de movimentação, promovida por alterações no fluxo de energia de um determinado sistema. Para o autor, eventos naturais como a movimentação tectônica e mudanças climáticas, podem romper com o equilíbrio até que o sistema encontre novamente um estado de equilíbrio (Fontes, 2010). Associado a tal ideia, o ser humano age, no processo de apropriação e ocupação do relevo, constantemente alterando o fluxo de energia, promovendo o desequilíbrio de processos e dinâmicas naturais.

Na medida em que a ação humana vai acontecendo, passa-se a criar novas dinâmicas e formas, ditando uma organização espacial que reflete a capacidade dos seres humanos em intervir, mas também as consequências de determinados modos de ocupação. Segundo Tricart (1977, p. 35), estudos que buscam compreender a organização do espaço são realizados de modo a “determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece”, ao identificar as potencialidades e vulnerabilidades do meio, é possível direcionar o uso e ocupação de acordo com os interesses do modo de produção vigente.

A capacidade que a sociedade capitalista tem de transformar o relevo fica evidente especialmente nas cidades onde as técnicas e tecnologias são empreendidas para possibilitar a ocupação de diferentes formas do relevo, seja na construção em áreas com terrenos desnivelados, seja drenando áreas alagadas, criando aterros ou ainda ocupando áreas com declividade acentuada (Pedro Miyazaki, 2014; Costa, 2019). Mesmo indiretamente, as formas

do relevo são consideradas durante a escolha de um lote urbano ou suburbano, transformadas em mercadorias e recebendo diferentes valores de acordo com a compartimentação escolhida e infraestrutura necessária para ocupá-la (Ab'Sáber, 1975; Pedro Miyazaki, 2014).

Considerando o processo de apropriação e ocupação do relevo,

As áreas urbanas, por constituírem ambientes onde a ocupação e concentração humana se tornam intensas e muitas vezes desordenadas, tornam-se locais sensíveis às gradativas transformações antrópicas, à medida que se intensificam em frequência e intensidade o desmatamento, a ocupação irregular, a erosão e o assoreamento dos canais fluviais, entre outras coisas. (Gonçalves; Guerra, 2013, p. 189)

É comum relacionar com as áreas urbanas os impactos do processo de apropriação e ocupação do relevo, visto que são nessas áreas que se concentra o maior número de pessoas. Essa ocupação em cidades, revela não somente a capacidade de intervir no ambiente, mas também o modo como tais transformações se tornam cada vez mais intensas. O preço dado aos elementos físicos do ambiente, define o direcionamento das ocupações, o nível de intervenções a serem realizadas e ainda o impacto ambiental e social desse processo de ocupação (Cassetti, 1995; Souza, 2019)

No entanto, a valorização das formas do relevo não é uma exclusividade da área urbana, visto que as atividades desenvolvidas na zona rural também consideram a topografia que, por consequência, influenciam nos tipos de solo e disponibilidade hídrica. Especialmente a partir da expansão da agricultura, diferentes compartimentos do relevo são ocupados, produzindo um quadro de degradação do ambiente, especialmente relacionado a erosão pois representa não somente a perda de solos férteis como a sobrecarga de sedimentos nos canais fluviais (Mafra, 1999; Fushimi, 2012).

Deste modo, o relevo adquire papel central para compreendermos como se deu a produção do espaço geográfico, considerando a capacidade de alterações tanto nas áreas urbanas quanto rurais, pois,

Destacando-se por sua forma e/ou funcionalidade para as atividades antrópicas, o relevo é de grande relevância para a expansão da sociedade contemporânea, uma vez que serve como embasamento para expansão da ação do homem sobre o espaço a partir da ocupação de novas áreas de assentamento para moradias, estabelecimentos produtivos, novas vias de acesso e novas áreas de plantio e/ou criação. (Girão; Corrêa, 2004, p. 36)

Partindo dessa “necessidade” de transformar para ocupar, Girão e Corrêa (2004, p. 37), compreendem que as “feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes em uma

determinada área possuem papel relevante na orientação de categorias de uso da terra, tanto para as atividades agrícolas como para as urbana-industriais”. O direcionamento e o modo como se dá o processo de ocupação do relevo, são elementos cruciais para se entender o processo de degradação ambiental, cada vez mais presente no rural ou no urbano.

Tal degradação ambiental surge a partir do rompimento do equilíbrio dinâmico, anteriormente citado, sendo identificado na medida em que um determinado processo cuja ocorrência se dava na escala de tempo geológico, passa a ser observado na escala de tempo histórico, inclusive a produção das formas do relevo. Para Suertegaray e Nunes (2001, p. 17), essa “aceleração” do tempo, ou dos processos e dinâmicas naturais, decorre por conta do avanço da tecnociência, “colocando em evidência a necessidade de reavaliar as categorias tempo e espaço”, ou pelo menos compreender a capacidade de alteração adquirida pelos seres humanos em relação às dinâmicas da natureza.

Coelho (2013, p. 31), ao buscar entender a relação entre sociedade e natureza, bem como os impactos oriundos desta, reafirmando a necessidade e o desafio que é a articulação entre tempos, pois o fenômeno estudado “deve ser considerado como parte de uma construção permanentemente que considera a história geológica e a história dos ecossistemas contemporâneos”. Quando tratamos das formas do relevo, nota-se que até recentemente, sua produção era observada apenas na escala de tempo geológico a partir de processos endógenos e exógenos que ocorriam dentro de milhares de anos (Coelho, 2013). No entanto, a aceleração desses processos a partir de atividades desenvolvidas pelos seres humanos tem se tornado cada vez mais presente, evidenciando sua capacidade de transformação das formas do relevo durante o processo de ocupação.

De acordo com Casseti (1995, p. 73), no momento em que determinada vertente passa a ser ocupada, “processo iniciado com a retirada da cobertura vegetal, as relações processuais morfodinâmicas se alteram”. Para o autor, a exposição do solo às intempéries, como a radiação solar e os efeitos das chuvas, fazem com que processos erosionais e deposicionais se instalem, alterando assim a morfologia do relevo (Casseti, 1995).

De acordo com Coelho (2013), o relevo, enquanto componente físico desse espaço geográfico, pode ser interpretado enquanto agente passivo e/ou ativo. Passivo no sentido de que as alterações necessárias para o desenvolvimento da sociedade são feitas rompendo com o equilíbrio dinâmico dos processos naturais, no entanto, é também ativo pois, o rompimento desse equilíbrio ocasiona a aceleração de processos que, direta ou indiretamente, afetam o processo de apropriação e ocupação do relevo (Coelho, 2013).

Para compreender o processo de apropriação e ocupação das formas do relevo, não cabe restringir a fonte de conhecimento somente à Geomorfologia, visto a possibilidade de buscar em outras áreas da Geografia os elementos necessários para compreender a organização do espaço geográfico, relacionando desta maneira os componentes físicos e sociais. Como abordado anteriormente, esse espaço geográfico é produzido a partir de uma natureza que é aos poucos transformada pela sociedade, estabelecendo seus interesses no modo como direciona o uso da terra (Cassetti, 1995; Colângelo, 2004; Pedro Miyazaki, 2014).

Quando se trata de uma sociedade capitalista, há de se ter em mente a divisão de classes e o modo como cada uma se apropria dos recursos disponíveis de acordo com sua capacidade de compra, revelando vulnerabilidades e potencialidades, tanto da sociedade, quanto do ambiente em que estão inseridos.

1.3.Vulnerabilidades e potencialidades na relação entre sociedade e natureza

A noção de que existem vulnerabilidades e potencialidades no ambiente, consequentemente permite entender que não somente os elementos físicos contribuem para definir o grau de vulnerabilidade, mas especialmente o modo como a sociedade que o ocupa, tende a se apropriar e transformar tais elementos. O ambiente, como já apresentado anteriormente, reúne elementos físicos e sociais numa interação constante, por esse motivo o conceito de vulnerabilidade ambiental, aparece buscando compreender o todo.

Ao adotar enquanto categoria de análise o espaço geográfico, o presente estudo quer entender a vulnerabilidade do ambiente a partir das relações que se estabeleceram entre sociedade e natureza, criando ambientes que evidenciam a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos.

Thomaziello (2007), confere às formas de ocupação do relevo, a partir dos interesses de uma sociedade que claramente se apropria de modo degradante da natureza, seja em áreas rurais ou urbanas, os inúmeros problemas e impactos ambientais percebidos ao longo do tempo. O fato de as dinâmicas da natureza estarem interligadas numa espécie de sistema, faz com que os impactos ocorram em sequência, onde um interfere no outro, por exemplo, o desmatamento provoca a exposição do solo aos processos erosivos, que consequentemente contribuirão com o assoreamento de canais fluviais (Thomaziello, 2007).

Para Tricart (2003), os impactos ocasionados pela forma como se dá a ocupação são cumulativos e, ao longo do tempo, irreversíveis, o autor cita como exemplo a perda de solo fértil devido aos processos erosivos que se instalam em áreas que foram desmatadas, seja para

o avanço da agricultura ou pecuária. Goudie e Viles (1997), destacam que não somente o uso rural é capaz de promover tais impactos, utilizando o processo de expansão da área urbana como exemplo, os autores tem a intenção de chamar a atenção para a perda de solo por erosão, principalmente durante o período de construção, no qual a retirada de vegetação e exposição do solo acelera a perda de solo.

Tanto Goudie e Viles (1997) quanto Tricart (2003), apresentam atividades desenvolvidas pelos seres humanos enquanto catalizadoras de processos naturais, sejam elas em áreas de cultivo agrícola ou de expansão urbana, a exposição do solo potencializa a vulnerabilidade do ambiente aos processos erosivos e consequentemente a sobrecarga de sedimentos direcionados aos canais fluviais.

Ressalta-se que, as transformações promovidas pela sociedade na natureza afetam, direta ou indiretamente, o equilíbrio dinâmico de processos naturais, como a morfogênese e pedogênese. No entanto, é importante ressaltar que a vulnerabilidade, no caso ambiental, precisa ser entendida como anterior as interferências, potencializada a partir dos impactos do uso e ocupação (Pedro Miyazaki, 2014). Deste modo, as características da natureza, tal qual da sociedade que se apropria e ocupa o relevo, devem ser consideradas em estudos voltados à vulnerabilidade do ambiente.

É neste sentido que estudos pautados na vulnerabilidade ambiental, tem se tornado cada vez mais importantes, seja por contribuir com o planejamento ou ainda pela busca por reduzir os impactos ambientais oriundos do processo de apropriação e ocupação do relevo, considerando atividades no espaço urbano e rural. No entanto, o termo vulnerável carece de maior aprofundamento, procurando estabelecer diálogos acerca da gênese da palavra e de sua aplicabilidade em estudos da Geografia, aqui destacando a Geomorfologia. É urgente compreender determinados aspectos da vulnerabilidade e responder a questionamentos como, por exemplo, “o que é? A quê? Para quem?”, examinando, sobretudo, o modo como essa vulnerabilidade tende a se materializar no espaço geográfico e evidenciar desigualdades de um modo de produção como o capitalismo.

A palavra vulnerável, de acordo com o Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Michaelis, derivado do latim *vulnerabilis*, ou ainda do francês *vulnérabilité*, refere-se a algo passível de ser ferido, penetrado ou atingido, termo utilizado normalmente para indicar uma inclinação à ocorrência de estresse, dano ou a suscetibilidade de exposição à elementos que revelam a fraqueza dos indivíduos, grupo ou, no caso deste estudo, do ambiente em que a sociedade se encontra inserida. De acordo com Cutter (1996), a vulnerabilidade pode ser entendida enquanto característica anterior, da sociedade ou do ambiente em um dado recorte

espacial, relacionando-se a possibilidade de ocorrência de determinado evento que coloque um grupo de pessoas ou ambiente em situação de perigo/risco de perdas, materiais ou imateriais.

De acordo com Blaikie et al. (1994), a vulnerabilidade está associada a um indivíduo ou grupo, bem como a situação na qual está inserida, afetando sua capacidade de antecipar, conviver, resistir e recuperar de um determinado impacto. Segundo os autores este impacto pode ser oriundo de causas naturais, sociais e econômicas, sendo que alguns grupos são mais susceptíveis aos danos e perdas do que outros (Blaikie et al., 1994). Neste sentido, a noção de vulnerabilidade pode estar associada a outros elementos, assim,

O conceito de vulnerabilidade também vem sendo utilizado sob várias perspectivas (social, ambiental, socioambiental), ora como sendo sinônimo de fragilidade, pois analisa apenas as características dos componentes naturais, como sinônimo de fragilidade, ora sendo tratada como análise integrada dos componentes naturais e socioeconômicos de um determinado grupo social. (Pedro Miyazaki; Nunes, 2018, p. 56)

Fushimi et al. (2013), assim como Pedro Miyazaki e Nunes (2018), entendem que as interferências promovidas pela sociedade nesta natureza mutável, sem o devido planejamento e assim desconsiderando a vulnerabilidade ambiental, produz cada vez mais ambientes degradados. Essa degradação apontada pelos autores, revela a vulnerabilidade do ambiente relacionada a determinados usos e pode ser interpretada a partir meios morfodinâmicos propostos por Tricart (1977). Os meios morfodinâmicos instáveis, por exemplo, evidenciam a vulnerabilidade aos processos morfogenéticos, potencializados pela maneira como a superfície foi ocupada e transformada (Tricart, 1977).

Cutter (1996), considera alguns indicativos que determinam graus de vulnerabilidade, como a exposição aos “*hazards*”, ou perigos, de maneira individual e/ou coletiva, a possibilidade de perdas, bem como a capacidade de interagir e superar os perigos, já destacada anteriormente. Hill e Cutter (2001), ao comparar com o termo sustentabilidade, indicam que a vulnerabilidade pode ter diferentes significados para cada indivíduo. As dimensões espaciais e temporais passam a ser de suma importância para os estudos de vulnerabilidade, ao passo que a análise pode se dar tanto na escala do local quanto do global, e é possível ainda considerar passado, presente e futuro (Hill; Cutter, 2001).

Diante disso, para além dos elementos físicos de um ambiente, os grupos sociais e o processo de apropriação e ocupação do relevo devem ser considerados. A organização e a maneira como determinado grupo de pessoas lidam com os efeitos de eventos potencialmente danosos são indicativos de vulnerabilidade social e econômica, podendo ser catalisado quando

se tratam de ocupações em ambientes já vulneráveis (Cidade, 2013; Pedro Miyazaki; Nunes, 2018). Segundo Marandola Jr. e Hogan (2006), é fundamental considerar a origem da vulnerabilidade e a “quê” está relacionada, estabelecendo uma associação à presença de perigo, ou conjunto deles.

O conceito de vulnerabilidade socioambiental, para Pedro Miyazaki (2014), tende a ser um dos mais utilizados em pesquisas nas quais são analisados o ambiente ou o espaço geográfico. De acordo com a autora, considerar as interações, as dinâmicas da sociedade e da natureza, torna possível compreender a produção e organização do espaço geográfico, assim como a maneira que a vulnerabilidade passa a ser agravada de acordo com os fatores socioeconômicos (Pedro Miyazaki, 2014). No entanto, o caráter social já está incluído nesse ambiente ao qual trataremos no presente estudo. Deste modo, conceito de vulnerabilidade socioambiental reflete o entendimento sobre o ambiente e a participação da sociedade neste, de maneira complexa e integrada, buscando por compreender o ambiente a partir da organização socioeconômica no espaço (Silva; Santos; Marques Filho, 2020).

Pedro Miyazaki (2014) e Santos (2015), evidenciam que a vulnerabilidade socioambiental se encontra atrelada, sobremaneira, à exposição ao risco, bem como a capacidade de superar estes eventos capazes de oferecer alguma forma perigo à população. Diante disso, adota-se a definição de vulnerabilidade a partir de Martins e Costa (2014, p. 175), compreendendo a relação com “fatores de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa ou de resposta ao sistema”. Assim,

[...] a exposição significa o grau em que um sistema pode absorver as pressões sem sofrer alterações no longo prazo. A capacidade adaptativa é a habilidade do sistema de se ajustar a um dano ocorrido, fazer uso de recursos ou oportunidades ou responder a mudanças ambientais que venham a ocorrer. (Martins; Costa, 2014, p. 175)

Essa percepção da vulnerabilidade apresentada por Martins e Costa (2014), em que reforça o papel da exposição e capacidade de resposta, volta a aparecer em Santos (2015, p. 79), corrobora esse caráter multidimensional ao tratar da vulnerabilidade, neste caso enfatizando a possibilidade de ser determinada “pelo seu nível de pobreza, definido pelo contexto político, histórico e cultural”. Cutter (1996), compreende que a vulnerabilidade não deve ser entendida apenas a partir dos elementos físicos que podem vir a ocasionar algum tipo de risco, mas também, e sobretudo, os elementos sociais de determinado recorte geográfico. De acordo com a autora a vulnerabilidade muda de lugar pra lugar, de grupo para grupo, o que torna a análise mais complexa na medida em que tais elementos não podem ser desconsiderados.

Pedro Miyazaki e Nunes (2018), ressaltam o papel dos compartimentos geomorfológicos na análise da vulnerabilidade à ocupação do relevo, no entanto compreendem também a importância e impacto dos grupos sociais durante o processo de ocupação. Para os autores,

[...] define-se como vulnerabilidade à ocupação do relevo, os compartimentos geomorfológicos ou área que os envolvam, que apresentam uma determinada tendência a serem esculpidos pelos processos morfodinâmicos (devido às características naturais de seus componentes, solo, rocha, clima, vegetação), que são acelerados diante da intervenção da sociedade, de forma a deixar um determinado grupo social em condições frágeis a esses processos. (Pedro Miyazaki; Nunes, 2018, p. 61)

A vulnerabilidade está, então, na maioria das vezes associada a noção de perigo, perda, prejuízo ou dano, indicando a probabilidade de ocorrência de determinado evento que pode originar o risco, este último sendo a junção entre perigo e vulnerabilidade (Veyret; Reghezza, 2006; Adger, 2006).

O risco em si, encontra-se associado ao prejuízo relacionado às atividades de determinados grupos sociais, por exemplo, um movimento de massa que ocorre numa área sem a presença de pessoas, é considerado um evento natural sem grandes impactos à humanidade, mas se esse mesmo movimento ocorresse numa área ocupada, teríamos o que se compreende enquanto desastre natural (Veyret; Reghezza, 2006). Direta ou indiretamente, a ocorrência desses eventos naturais em áreas ocupadas por grupos sociais, sobretudo os de menor poder aquisitivo, tende a colocar essas pessoas em uma situação de risco.

Segundo Cutter (1996), o perigo consiste na ameaça de perda material ou imaterial, sendo oriundo da interação entre o social, tecnológico e o natural, já o risco é a probabilidade de ocorrência de um evento perigoso. Neste sentido, para compreender a vulnerabilidade é relaciona-la à ideia de risco e de perigo, pois estão associados, direta ou indiretamente, no entanto é a exposição ao perigo e a capacidade de se recuperar de um determinado evento é que definem a vulnerabilidade (Hill; Cutter, 2001).

De acordo com Hill e Cutter (2001), a exposição ao perigo é diferente para os cada grupo social, destacando a importância de ser abordada a vulnerabilidade socioambiental. Para Silva, Santos e Marques Filho (2020, p. 156), “pode-se compreender que o conceito de vulnerabilidade socioambiental está relacionado com a existência do perigo e os vulneráveis a ele”, é especialmente nos recortes espaciais em que as condições de moradia são precárias, que os impactos são percebidos de maneira mais intensa.

Em se tratando do contexto urbano, o direcionamento da população para determinadas áreas específicas faz com que a exposição a situações de perigo e conseqüentemente de risco, seja cada vez maior, colocando-os num estado de vulnerabilidade ambiental. A vulnerabilidade do grupo de pessoas alocado em encostas de morro ou em áreas constantemente acometidas por enchentes e inundações, fica evidente ao perceber-se que os mesmos não tem as ferramentas e meios técnicos que permitiriam resistir, conviver e superar tais eventos (Pedro Miyazaki; Nunes, 2018). Neste mesmo sentido,

Não só o local da habitação deve ser levado em consideração, mas este fator atrelado à pobreza faz com que os indivíduos estejam mais sujeitos a usufruírem de poucos meios de infraestruturas básicas necessárias para sua segurança, o que agrava ainda mais a formação de territórios de riscos. (Medeiros; Almeida, 2015, p. 66)

A vulnerabilidade ambiental enquanto conceito, permite compreender não somente as características físicas que compõe esse espaço, mas sobretudo as relações que foram estabelecidas ao longo dos anos criando as dinâmicas percebidas no ambiente. A relação entre os usos da terra, a organização social, perfil socioeconômico, processo de produção do espaço (urbano/rural) e os elementos físicos, naturais e artificiais, possibilita ponderar sobre o grau de vulnerabilidade do todo. Os mesmos elementos físicos quando inseridos em contextos diferentes considerando os fatores econômicos, por exemplo, apresentarão graus de vulnerabilidade diferentes, do mesmo modo os elementos sociais. Diante disso,

Na periferia da cidade e em outras regiões onde é notória a falta de salubridade das moradias e é constante a degradação ambiental, diversos são os transtornos ocasionados por perigos naturais, que culminam, na maioria dos casos em prejuízos financeiros, principalmente às famílias atingidas, sendo assim, caracterizam territórios com alto potencial para riscos socioambientais. (Medeiros; Almeida, 2015, p. 66)

Em todo caso, é importante perceber a multidisciplinaridade e multiescalaridade necessária para que se compreenda a vulnerabilidade ambiental, o resgate do conhecimento sobre os elementos físicos e sociais, do passado e do presente, são essenciais para definir a vulnerabilidade (Pedro Miyazaki, 2014; Medeiros; Almeida, 2015). Em se tratando de vulnerabilidade ambiental, acrescenta-se não somente o prejuízo relacionado ao social como a perda de bens materiais e imateriais, mas também a perda de solo, a alteração nas dinâmicas fluviais, a descaracterização de biomas, bem como de elementos característicos de um determinado que se perdem a partir do uso da terra.

De acordo com Cidade (2013), na busca por entender a evolução do conceito de vulnerabilidade, é impossível pautar tal análise apenas nos elementos físicos de um determinado ambiente, pois tendem a não possibilitar a compreensão do todo. Neste sentido, a autora reforça que os, “aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos passam a ser progressivamente considerados e integrados nas conceituações e reflexões”, de modo a possibilitar uma visão integrada da vulnerabilidade (Cidade, 2013, p. 175). Quando se trata dos elementos econômicos, sociais, culturais e políticos de um determinado grupo social, há uma necessidade de relacionar com o modo de produção ao qual a sociedade está inserida e estruturada, pois direciona o acesso aos recursos e ambientes (Cidade, 2013).

Chenais e Serfati (2003), reforçam o papel do capital nessa estrutura e nesse direcionamento, sobretudo ao que concerne esse ambiente natural, ao criar certas barreiras e impossibilitando o acesso de determinados grupos sociais. De acordo com os autores, esse modo de produção, se aproveita das degradações ambientais, escassez de recursos e dessa vulnerabilidade para criar “novos campos de acumulação” (Chenais; Serfati, 2003, p. 42).

Para Cidade (2013, p. 175), muito mais do que a estrutura na qual determinado grupo de pessoas está inserida, é necessário voltar a atenção para “às formas de a população lidar com os efeitos de situações e processos potencialmente danosos”, pois estes revelam a vulnerabilidade de um determinado grupo social. Deve-se ter em mente que,

[...] no processo de degradação, vulnerabilidade, resiliência e sustentabilidade, não há apenas uma direção temporal ou espacial dos eventos; os diversos elementos e atores dão respostas constantes, o que aumenta a complexidade da tarefa de pensar a vulnerabilidade, bem como suas consequências e natureza. (Hogan; Marandola Jr., 2006, p. 40)

A complexidade em analisar a vulnerabilidade ambiental relacionada ao processo de apropriação e ocupação do relevo, aparece não somente na necessidade de compreender a causa da vulnerabilidade, mas também de todos os elementos que estão envolvidos e as diferentes escalas temporais e espaciais que afetam, direta ou indiretamente nesta análise. Para isso, compreender o espaço geográfico e as interações que nele se dão, possibilita entender a vulnerabilidade de modo mais completo, e também complexo. Hogan e Marandola Jr. (2006, p. 42), reforçam o desafio de “compreender a unidade na diversidade”, destacando o papel da interdisciplinaridade, não apenas somando o conhecimento de diferentes áreas, mas fazendo com que se crie relações entre elas, de modo que se complementem.

A complexidade e diversidade abordada anteriormente, reaparecem principalmente ao refletir sobre a vulnerabilidade a partir do ambiente, este, enquanto conjunto de sistemas que

considera elementos naturais e sociais, interagindo a todo momento. De acordo com Santos e Caldeyro (2007, p. 20), as conexões criadas entre social e natural, aparecem a todo momento e passam a ser alteradas de acordo com o uso dado a determinados recursos, neste sentido,

[...] o solo, a água, a vegetação, os campos agrícolas são elementos estruturais do meio que mantém relações entre si por meio de fluxos e ciclos. As ligações entre os elementos do sistema resultam em um grau de organização, num certo espaço e num determinado tempo. Quando interferimos com nossas atividades em um dado elemento estrutural, nós desencadeamos alterações por toda cadeia a que esse elemento pertence e podemos alterar a organização. Em outras palavras, o estado de um elemento é condicionante e determinante do estado de outro elemento, e, assim, sucessivamente. (Santos; Caldeyro, 2007, p. 20)

As intervenções promovidas nesse sistema complexo aparecem como perturbações que alteram ciclos naturais, como por exemplo, o ciclo hidrológico. A precipitação das chuvas, o escoamento e a infiltração da água no solo passam a ser alterados de acordo com as intervenções realizadas na superfície terrestre. Nota-se uma organização no modo como essas intervenções são promovidas, sendo orientadas a partir do poder do capital, das necessidades de um modo de produção que tende a ignorar dinâmicas naturais em prol do anseio por lucro (Costa, 2023).

A vulnerabilidade ambiental ao uso e ocupação do relevo, especialmente pelos diferentes grupos sociais existentes, aparece não só como algo inerente ao ambiente, mas potencializado pelo modo de produção vigente, reforçando a capacidade que escolhas políticas e econômicas têm em relação à organização do espaço e exposição aos riscos, perigos e dinâmicas que indicam tal vulnerabilidade (Chenais; Serfati, 2003; Pedro Miyazaki, 2014; Pedro Miyazaki; Nunes, 2018). Neste sentido,

Também é impossível dissociar as formas econômicas da dominação e da violência de suas formas políticas e militares. Tomadas em seu conjunto, as destruições ambientais e ecológicas e as agressões contra as condições de vida dos proletários são resultado dos efeitos cumulativos de mecanismos secretados pelo funcionamento, há décadas, do modo de produção capitalista e da dominação contemporânea, renovada e quase sem limites, do capital financeiro. (Chenais; Serfati, 2003, p. 44)

A partir do pressuposto, a fragilidade ambiental pode ser entendida enquanto característica anterior de um determinado ambiente, enquanto a vulnerabilidade ambiental reforça a necessidade de compreender o modo como o espaço encontra-se organizado a partir do sistema capitalista de produção (Pedro Miyazaki, 2014). As desigualdades e disparidades ficam evidentes quando relacionadas à exposição de determinados grupos à ambientes onde a possibilidade de ocorrência de eventos como enchentes, inundações, alagamentos ou a

instalação de processos erosivos seja alta. O modo como os componentes físicos do ambiente tende a ser apropriados e transformados ao longo dos anos, faz com que vulnerabilidades e potencialidades sejam reveladas, sobretudo ao considerarmos a capacidade econômica dos grupos inseridos em tais atividades.

No caso dos compartimentos do relevo, tem-se observado que o processo de ocupação em fundos de vale e áreas de morro tende a acontecer principalmente pelos grupos sociais com menor aquisitivo. Desta forma, a fragilidade de compartimentos do relevo enquanto característica anterior, quando associada ao processo de ocupação realizada pela parcela mais pobre da população, nota-se que a vulnerabilidade ambiental passa a ser potencializada.

1.4. Aplicação das geotecnologias na análise da vulnerabilidade ambiental e no planejamento

Dentre os elementos importantes para a compreensão da vulnerabilidade ambiental, sobretudo relacionada aos processos erosivos, encontra-se o uso das geotecnologias, enquanto ferramentas que auxiliam na análise e identificação de processos e formas. De acordo com Tôsto et al. (2014), o uso das tecnologias tem sido difundido nos estudos sobre paisagem, questões ambientais, prevenção de desastres e ainda na gestão, monitoramento e planejamento das atividades humanas. Neste sentido, de acordo com os autores,

Geotecnologia é o conjunto de técnicas e métodos científicos aplicados à análise, à exploração, ao estudo e à conservação dos recursos naturais, considerando diferentes escalas e a informação espacial (localização geográfica). [...] Esse conjunto de técnicas é composto por hardware (satélites, câmeras, GPS, computadores) e software capaz de armazenar, manipular informações geográficas e processar imagens digitais. (Tôsto et al., 2014, p. 34)

O uso das geotecnologias passa a servir para o monitoramento e planejamento, sobretudo quando se considera a possibilidade de realizar tal tarefa de maneira remota, acessando informações de um determinado recorte espacial mesmo estando distante do objeto de estudo. Segundo Rosa (2005, p. 81), “as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica”. De acordo com Criscuolo (2021, p. 52), o uso da geotecnologia “contribui para que possamos identificar padrões na paisagem, extrair e gerar dados e informações a partir da interpretação desses padrões; organizar e disponibilizar esses dados, de forma a permitir o acesso aos seus diferentes tipos de usuários”.

O acesso às informações de modo remoto, por meio de imagens de satélite e radar, facilita a compreensão dos objetos, bem como a representação por meio de produtos cartográficos que considerem processos, formas e dinâmicas naturais e antropogênicas. Para o acesso a tais informações, faz-se uso de Sistemas de Informações Geográficas ou SIG, o que de acordo com Câmara (2005, p. 16) é o sistema que “armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer”.

O SIG, de acordo com Silva (2006, p. 16), “tem por objetivo o processamento de dados referenciados geograficamente, desde a coleta até a geração e a exibição das informações por meio de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais e gráficos, entre outros”. Neste sentido, é necessário compreender o objeto de estudo e os elementos necessários para que a produção de representações cartográficas seja possível.

Para a análise e compreensão da vulnerabilidade ambiental, buscou-se o apoio na metodologia proposta por Crepani et al. (2001), no qual os autores apontam para a necessidade de obtenção de informações sobre elementos que se complementam e permitem avaliar o grau de vulnerabilidade de um recorte espacial.

Crepani et al. (2001), destacam o papel da Geomorfologia, da Pedologia, da Vegetação e do Uso da Terra, enquanto elementos que quando associados, revelam o grau de vulnerabilidade ambiental, no caso aos processos erosivos. As geotecnologias, aparecem como meio para a obtenção dos dados sobre relevos, solos e cobertura da terra, bem como ferramenta que auxilia na sobreposição das camadas que darão origem ao mapa de vulnerabilidade (Crepani et al., 2001).

De acordo com os autores, a Geomorfologia fornece “as informações relativas à Morfometria, que influenciam de maneira marcante os processos ecodinâmicos”, referindo-se a capacidade de escoamento ou infiltração de acordo com a declividade do relevo (Crepani et al., 2001, p. 14). A compartimentação topográfica, a declividade e o direcionamento das vertentes, quando associados a cobertura vegetal e outros elementos, torna compreensível a aceleração ou redução de processos erosivos na área (Crepani et al., 2001). De acordo com Crepani et al. (2001), quanto maior a declividade do relevo, menor o desenvolvimento pedogenético, devido a predominância da morfogênese em relação a pedogênese.

No que tange a Pedologia, os autores entendem que quanto mais desenvolvido o solo maior o predomínio dos processos pedogenéticos, o que comumente acontece em áreas cuja declividade é menor (Crepani et al., 2001). Neste sentido,

A maturidade dos solos, produto direto do balanço morfogênese/pedogênese, indica claramente se prevalecem os processos erosivos da morfogênese que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou se, no outro extremo, as condições de estabilidade permitem o predomínio dos processos de pedogênese gerando solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos. (Crepani et al., 2001, p. 14)

A relação entre morfogênese e pedogênese, é importante pois define a velocidade dos processos erosivos que se instalam na vertente. De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009), esses processos erosionais transformam naturalmente a paisagem ao longo do tempo, ocasionados principalmente pelos fluxos hídricos que destroem e transportam material pedológico no percurso. Diante disso,

O fenômeno da erosão constitui o conjunto de agentes dinâmicos através do qual atuam de maneira combinada todos os processos de degradação da superfície terrestre, incluindo intemperismo, transporte, ações mecânica e química da água corrente e de outros agentes erosivos, responsáveis pela destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, sendo por isso mesmo um importante agente modelador da superfície terrestre. As condições naturais das regiões tropicais, caracterizadas em geral por chuvas abundantes e elevadas temperaturas, favorecem o desenvolvimento de um profundo intemperismo químico que conduz à produção de espessos regolitos, geradores de grande quantidade de material disponível para as fases posteriores de transporte e deposição. (IBGE, 2009, p. 106)

Enquanto processo natural, a erosão acontece sempre que se tem a presença de um agente transportador e as condições para que o processo se instale. No entanto, observa-se nos últimos anos uma aceleração desses processos devido a maneira como determinados grupos sociais se apropriam e transformam o ambiente, Goudie e Viles (1997), destacam principalmente a remoção da cobertura vegetal natural como principal fator de aceleração dos processos erosivos, dando destaque ao desmatamento e agricultura.

Especialmente em áreas rurais, a “erosão das vertentes, particularmente aquelas destituídas da cobertura vegetal, associada à precipitação e ao fluxo superficial, frequentemente causa a formação de uma rede de ravinas subparalelas” (IBGE, 2009, p. 107). A instalação dessas feições erosivas indica que o relevo é dotado de declividade suficiente para que o escoamento superficial ganhe velocidade e passe a criar incisões no solo, pois este encontra-se descoberto e passível de ser erodido.

É neste sentido que Crepani et al. (2001), ressaltam a importância da cobertura vegetal para a caracterização da morfodinâmica, visto que a morfogênese e a pedogênese são alteradas no momento em que o uso da terra se transforma. Para os autores, os “processos morfogenéticos relacionam-se as coberturas vegetais de densidade (cobertura do terreno) mais baixa, enquanto

que os processos pedogenéticos ocorrem em situações onde a cobertura vegetal mais densa permite o desenvolvimento e maturação do solo” (Crepani et al., 2001, p. 15).

Elementos como as formas do relevo, tipos de solos e a cobertura vegetal, tornam-se essenciais para a compreensão da vulnerabilidade ambiental relacionada aos processos erosivos, mas não somente isso, contribui para o planejamento e ordenamento territorial. De acordo com Criscuolo (2021, p. 52), o uso das geotecnologias para a obtenção de informações sobre um determinado recorte espacial, contribui “para a definição de políticas públicas capazes de traduzir os anseios da população em seus mais diversos territórios, adequados ao nível espacial em que deseja atuar”.

Reforça-se aqui a necessidade e importância das geotecnologias para o planejamento e organização do espaço, sobretudo considerando a relação entre os elementos físicos e sociais do ambiente. Guerra e Marçal (2014), destacam que as alterações promovidas pelos seres humanos no ambiente sempre aconteceram, no entanto tem sido cada vez mais potencializadas pelas tecnologias avançadas, bem como o aumento do número populacional e necessidade de produção de recursos. Para os autores,

A combinação do crescimento populacional com a ocupação de novas áreas, assim como a exploração de novos recursos naturais, tem causado pressão cada vez maior sobre o meio físico. A combinação desses fatores com o maior conhecimento dos processos geomorfológicos e dos materiais existentes na superfície terrestre tem refletido também na maior preocupação por parte dos pesquisadores e, também, de alguns planejadores, com os problemas ambientais que esse crescimento, quase sempre, tem causado. (Guerra; Marçal, 2014, p. 38-39)

A necessidade de conhecer as características de um determinado ambiente para que o planejamento seja realizado de modo a reduzir a vulnerabilidade ambiental relacionada aos processos erosivos. De acordo com Crepani et al. (2001, p. 15),

A atuação do homem sobre o meio ambiente, sem o prévio conhecimento do equilíbrio dinâmico existente entre os diversos componentes que permitiram a “construção” das diferentes unidades de paisagem natural pode levar a situações desastrosas do ponto de vista ecológico e econômico. Portanto, antecedendo qualquer ocupação, deve-se conhecer os componentes físicos - bióticos (Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Clima) que interagindo levaram ao estabelecimento das unidades de paisagem natural. (Crepani et al., 2001, p. 15)

O processo de apropriação e ocupação do relevo, descrito por Casseti (1995), destaca o papel da sociedade no processo de organização do espaço, ao usufruir de recursos naturais de

maneira diferenciada, materializando as discrepâncias e contradições do modo de produção capitalista. Em Moreira (2006, p. 76), entende-se que,

A palavra ordenamento é um derivativo da ordem. E sempre se refere ao que a ordem pretenda vir como ordem. Diz-se, então, que a sociedade está territorialmente ordenada no sentido de uma certa ordem de direção, querendo-se dizer com isto que as relações da sociedade arrumam-se na forma de um arranjo do espaço que leve a que seus movimentos convirjam para uma finalidade predeterminada, esse arranjo organizando e orientando o rumo da sociedade no sentido dessa finalidade. (Moreira, 2006, p. 76)

Essa organização e materialização da sociedade num espaço pode e é representada a partir de mapeamentos que ilustram os processos históricos de transformação e produção do espaço geográfico. Espaço este, que de acordo com Santos (2004, p. 174), pode ser entendido enquanto testemunho, pois “ele testemunha um momento de um modo de produção pela memória do espaço construído, das coisas fixadas na paisagem criada”. De acordo com o autor, apesar de conservar determinados elementos, existe um processo de adaptação e transformação das formas deste espaço (Santos, 2004).

Esta concepção proposta por Santos (2004), pode ser aplicada quando se considera a importância de compreender os elementos físicos de um determinado ambiente, no processo de planejamento das atividades antrópicas a serem instaladas. A agricultura, apesar de transformar a paisagem, permanece utilizando de formas e estruturas anteriores (o relevo e o solo) e é afetada por dinâmicas como a pluviosidade, quando este novo uso não considera os elementos preexistentes, a probabilidade de surgirem problemas ambientais torna-se significativa.

Para Caseti (1995, p. 25-26),

O agravamento dos problemas ambientais nasce portanto com as relações de propriedade privada e os antagonismos de classe, responsáveis pela alteração da raiz da estrutura social e, por conseguinte, das relações entre o homem e a natureza. Em síntese, os impactos ambientais têm se agravado em função do maior desenvolvimento anárquico das forças produtivas que estruturam o modo de produção capitalista, enquanto as relações de produção são relações de domínio e submissão. (Caseti, 1995, p. 25-26)

É neste sentido que o uso das geotecnologias, ao agrupar informações e permitir a representação de dinâmicas, processos e formas, tem a capacidade de facilitar a compreensão da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. A identificação do uso da terra, dos elementos físicos desse ambiente que aos poucos tem sido transformado pelas ações antrópicas, revela a necessidade de se obter mais informações para o devido planejamento, minimizando os impactos causados no ambiente. Para Girão e Corrêa (2004, p. 55),

A ação antrópica, dado ao seu caráter desestabilizador, apresenta consequências muitas vezes adversas aos sistemas ambientais naturais, reflexos do uso inadequado de manejos e técnicas sobre determinados meios apropriados para determinados fins, assim como por um desconhecimento da interdependência dos componentes responsáveis pela dinâmica dos processos ambientais, que respondem pelo estado de equilíbrio dinâmico do meio físico. (Girão; Corrêa, 2004, p. 55)

O modo como tem ocorrido o processo de apropriação do relevo, transformando o uso da terra de acordo com as necessidades de determinadas classes sociais, potencializou a vulnerabilidade do ambiente aos processos erosivos. A cobertura do solo, é substituída possibilitando a instalação de processos erosivos, nas áreas rurais a agropecuária atua de maneira intensiva criando novas formas e dinâmicas que catalisam processos naturais como a erosão acelerada. Caseti (1995), entende essa relação entre sociedade e natureza enquanto predatória, e reforça que numa perspectiva capitalista,

As transformações acontecidas nas vertentes, independentemente das diferenciações de classe, acabam muitas vezes atingindo aqueles que habitam as áreas de risco, o proletariado, como as enchentes que se intensificam a partir da impermeabilização de superfícies associadas ao processo de assoreamento por mau uso, ou a contaminação por efluentes produzidos principalmente por aqueles que detêm o capital (proprietários dos meios de produção, portanto, responsáveis pelos resultados de seu funcionamento). A vulnerabilidade do pobre aos “azares” da natureza é uma perspectiva malthusiana: o pobre é mais afetado na maioria dos desastres sobretudo por apresentar uma tendência de se reproduzir rapidamente, tratando-se de um exemplo clássico de culpar a vítima. (Caseti, 1995, p. 89)

Considerando a vulnerabilidade enquanto conceito amplo e que pode estar associada a diferentes elementos, entende-se que o impacto dela estará sempre associada a perda daqueles que menos têm. No caso da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, quem perde é o próprio ambiente que vem sendo descaracterizado ao longo do tempo, afetando principalmente a morfodinâmica.



2. CAMINHO METODOLÓGICO E A CONSTRUÇÃO DA PESQUISA

O bjetivando compreender a vulnerabilidade ambiental no município de Capinópolis (MG), sobretudo considerando a relação entre elementos físicos e sociais o presente estudo adota uma série de etapas metodológicas almejando alcançar os objetivos propostos. Os procedimentos metodológicos foram divididos considerando o trabalho desenvolvido em campo e em gabinete.

De acordo com Ross, Matos e Vieira (2010), tanto os trabalhos de gabinete quanto de campo, devem ser considerados como principais fontes para a obtenção dos dados e informações utilizados durante a análise e compreensão do objeto de estudo. Neste sentido, os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas principais, sendo elas: 1) Levantamento bibliográfico e a escolha do método; 2) Trabalhos de campo e análise granulométrica; 3) Mapeamentos temáticos e registros fotográficos.

2.1. Levantamento bibliográfico e a escolha do método

A presente pesquisa tem como objeto de estudo definido a partir da vivência do pesquisador na área de estudo, residindo em Capinópolis (MG) desde o ano de 2008, foi possível experienciar parte dos problemas e riscos ambientais que foram apresentados na monografia e dissertação, respectivamente defendidas em 2015 e 2019. A percepção sobre tais problemas passa a mudar no momento em que a Ciência Geográfica começa a fazer parte do cotidiano do morador e agora pesquisador, fornecendo ferramentas para interpretar o ambiente e as relações que se dão no espaço geográfico. A criticidade, bem como os questionamentos considerando pares dialéticos, permitiu realizar uma análise dos riscos ambientais na área urbana de Capinópolis (MG) e agora auxiliará na compreensão da vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos no município como um todo.

A partir do momento em que se compreende a temática a ser analisada, fez-se necessário adotar um método de análise, o que de acordo com Marconi e Lakatos (2003, p. 83) “é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo”. Segundo os autores, estabelece-se um caminho pelo qual os procedimentos auxiliarão nas decisões do pesquisador, indicando características das técnicas de análise e processos escolhidos para alcançar os objetivos propostos. Neste sentido,

Método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência os métodos constituem os instrumentos básicos que ordenam de início pensamentos ou sistemas, traçam de modo ordenado forma de proceder do cientista ao longo

de um percurso para alcançar um objetivo. (Trujillo, s.d., apud Sposito, 2004, p. 26)

Procurando compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos no município de Capinópolis (MG), foi adotado o método dialético, evidenciando a importância da construção histórica do objeto de estudo. Visto que, segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 101), “[...] para a dialética, as coisas não são analisadas na qualidade de objetos fixos, mas em movimento: nenhuma coisa está ‘acabada’, encontrando-se sempre em vias de se transformar, desenvolver; o fim de um processo é sempre o começo de outro”.

Neste sentido, o método permite guiar a pesquisa de modo a alcançar os resultados esperados, no presente estudo promoveu-se questionamentos acerca do processo de apropriação e ocupação do relevo, bem como sobre as dinâmicas sociais e naturais que surgem ou são aceleradas a partir dos diferentes usos da terra. Por meio do método dialético, é possível estabelecer conexões e contraposições entre elementos sociais e físicos, pois,

Na dialética, as categorias, comparecendo ora como pares contraditórios ora como elementos de uma tríade, são elementos que fazem parte de sua estrutura e que compõem seu movimento. Essas categorias são: matéria e consciência; singular, particular e universal; particular, movimento e relação; qualidade e quantidade; causa e efeito; necessário e contingente; conteúdo e forma; essência e fenômeno; possibilidade e realidade. (Sposito, 2004, p. 46)

A partir do método dialético, e tendo os conceitos de espaço geográfico e ambiente delimitados, busca-se compreender a produção destes por e a partir da ocupação do relevo. Urge a necessidade de abordar a vulnerabilidade ambiental a partir dos pares dialéticos, as contradições, a divisão de classes e ainda a dominação da natureza materializada no espaço geográfico. Ao se apropriar e ocupar o relevo de acordo com seus interesses, a sociedade interfere nas dinâmicas da natureza e criam espaços produtivos e de reprodução do capitalismo (Lefebvre, 2009; Salvador, 2012).

De acordo com Marconi e Lakatos (2003, p. 101), existem conexões entre as coisas, que apesar de independentes, formam um todo coerente, na relação entre sociedade e natureza, tanto uma quanto a outra “são compostas de objetos e fenômenos organicamente ligados entre si, dependendo uns dos outros e, ao mesmo tempo, condicionando-se reciprocamente”. Dessa forma, analisar por meio do método dialético o processo de ocupação do relevo e as relações que são estabelecidas entre sociedade e natureza, torna-se ponto de partida para compreender a vulnerabilidade ambiental no município de Capinópolis (MG).

De acordo com Tricart (2017, p. 311) “Teoria e observação são indissociáveis numa abordagem dialética”, tornando o levantamento bibliográfico de extrema importância, para que

durante os trabalhos de campo as observações sejam fundamentadas em autores que contribuem para a discussão de tal temática. O presente estudo, considera a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos enquanto foco e relacionando-a com a produção do espaço geográfico. Essa dualidade de elementos, físicos e sociais, faz com que as discussões não necessariamente fiquem restritas à Geografia Física, apoiando-se em autores comumente conhecidos pela abordagem epistemológica, sobretudo na chamada Geografia Humana.

Buscou-se elaborar um referencial de acordo com conceitos e temáticas que se complementam ao longo da construção do capítulo teórico, sendo eles: Ambiente; Sociedade; Natureza; Espaço Geográfico; Uso e ocupação do relevo; Vulnerabilidade e Risco. Na busca por autores, houve o cuidado em fazer a leitura da obra de autores clássicos, nacionais e internacionais, mas também utilizando pesquisadores atuais e que tem demonstrado relevância em suas respectivas áreas de estudo.

Para tratar de Ambiente, conceito que vem sendo debatido a muito tempo dentro da Geografia, bem como outras ciências, buscou-se trazer uma discussão integrada e integradora. Para isso, foram utilizados autores como Goudie e Viles (1997), Pereira e Curi (2012), Coelho (2013), Souza (2019) e Suertegaray (2021). Sobre a sociedade e sua organização, recorreu-se a Chenais e Serfati (2003), Suertegaray (2003), Andrade (2008), Coelho (2013), Anzolín (2015) e Souza (2019). Já a Natureza, enquanto conceito, passa a ser discutida e analisada a partir das relações que se estabelecem com essa sociedade em constante transformação, dotada de anseios que demandam cada vez mais recursos naturais. Assim, buscou-se apoio em Caseti (1995), Foladori (2001), Porto-Gonçalves (2006), Pádua (2010) e Suertegaray (2021), estes autores abordam a natureza não somente enquanto algo natural, mas também a partir das transformações produzidas ao longo da história da humanidade.

Buscou-se trazer diferentes visões sobre o espaço, mas que de certo modo se complementam e permitem desenvolver reflexões sobre o mesmo. Dentre os autores utilizados, destacam-se Lefévre (1976), Santos (1977; 1985; 2004, 2014), Smith (1988), Corrêa (2000), Suertegaray (2001) e Massey (2005).

Observou-se que o modo como o Espaço Geográfico é estruturado, muitas vezes está atrelado às condições físicas do ambiente, neste sentido, fez-se necessário abordar o uso e ocupação do relevo, bem como a apropriação de outros recursos necessários para o desenvolvimento e manutenção dessa sociedade capitalista. Assim, utilizou-se de autores como Ab'Sáber (1975), Tricart (1977), Caseti (1994; 1995), Colângelo (2004), Fushimi (2012), Coelho (2013), Pedro Miyazaki (2014), Pedrosa (2014) e Guerra (2018). As discussões

estabelecidas a partir do diálogo entre estes autores, fez com que fosse possível compreender elementos como a vulnerabilidade ambiental e o risco.

Tanto a vulnerabilidade quanto o risco, são conceitos comumente utilizados por outras áreas do conhecimento, aqui buscou-se demonstrar o modo como a Geografia se apropria deles conectando-os com a problemática ambiental. Diante disso, buscou-se apresentar os conceitos por meio da etimologia, mas sobretudo com base na produção dessa vulnerabilidade e do risco considerando a forma como a sociedade se apropria dos recursos transformando a natureza e produzindo ambientes que revelam a disparidade entre grupos sociais. Destaca-se que a vulnerabilidade não necessariamente está relacionada aos componentes físicos do ambiente, mas ao uso dado a estes. Para a construção de tal discussão foram utilizados autores como Blaikie et al. (1994), Cutter (1996), Goudie e Viles (1997), Hill e Cutter (2001), Tricart (2003), Veyret e Reghezza (2006), Adger (2006), Marandola Jr. e Hogan (2006), Fushimi et al. (2013) e Pedro Miyazaki e Nunes (2018).

Ainda no que tange o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica e documental, parte das informações foram coletadas junto às bibliotecas e órgãos públicos, buscando analisar e caracterizar a produção do espaço geográfico no município de Capinópolis (MG), desde os primeiros indícios de apropriação e ocupação do relevo por atividades socioeconômicas. O modo como as informações foram reunidas, permite construir discussões acerca desse espaço geográfico e das relações que se estabeleceram ao longo dos anos. A vulnerabilidade ambiental, aparece de modo a revelar contradições na relação entre sociedade e natureza, bem como a complexidade desta.

2.2.Trabalhos de campos e análise de solo

A partir do momento em que se definiram os temas e conceitos a serem trabalhados, bem como os autores utilizados para dar base às discussões teóricas, iniciaram-se os trabalhos de campo. De acordo com Ross, Matos e Vieira (2010), os trabalhos de campo tendem a ser realizados em dois momentos, um primeiro consistindo na observação, descrição e possíveis coletas de amostra, e um segundo que consiste nos experimentos realizados em campo.

A dialética, abordada anteriormente, apresenta-se de modo essencial durante os trabalhos de campo realizados para alcançar os objetivos propostos. Segundo Tricart (2017, p. 311), a conexão entre teoria e prática torna-se evidente em campo, ou pelo menos deveria, pois “quando ela está ausente, elaboram-se teorias que só têm relações longínquas com a realidade perceptível e que, por esse motivo, não têm qualquer utilidade social, pois não podem orientar

a ação”. Para o autor, a dialética torna-se indispensável para o estabelecimento de raciocínio científico, sobretudo a partir da criticidade e compreensão do todo a partir dos conflitos existentes.

A dialética da pesquisa comporta uma oscilação permanente entre a formulação de conceitos e a análise dos dados, o estabelecimento de representações mentais, de esquemas explicativos e sua aplicação aos fatos estudados. A geografia nada mais é do que uma aplicação setorial desta abordagem geral. (Tricart, 2017, p. 311)

Diante disso, os trabalhos de campo ocorreram em três momentos: a) campo de reconhecimento; b) campo de coleta de dados e amostras de solo; e c) campo de confirmação e apuração dos dados identificados a partir de mapeamentos. As etapas foram realizadas desde 2021, em partes do município de Capinópolis (MG) que representam elementos importantes para a pesquisa, desde os afloramentos rochosos ao uso da terra.

Na primeira etapa, que consistiu na realização de trabalhos de campo para reconhecimento, observação e descrição da área de estudo, considerando pontos que contribuem efetivamente para a análise da vulnerabilidade ambiental. Foram considerados e percorridos dezoito pontos representativos de afloramentos rochosos, morfologias de vertentes, áreas de cultivo ou ainda ocupações em fundos de vale (Figura 02).

Desta forma, os pontos 1, 3, 5, 7, 11, 13 e 14 representam os afloramentos rochosos, de origem basáltica e sedimentar identificados no município. Os pontos 2, 6 e 8, representam morfologias de vertentes, fundos de vale e áreas de topo respectivamente. Nesse primeiro momento de campo, compreender a litologia no município se fez importante para que a análise tanto do relevo quanto dos processos erosivos identificados fizesse sentido, visto que é um dos fatores importantes na formação dos diferentes tipos de solo.

Na área urbana, o ponto 4 representa uma ocupação inadequada no fundo de vale do Córrego do Capim, área onde a vegetação foi suprimida e substituída pelas ocupações residenciais. Os pontos 9 e 10 representam uma área de vereda, identificada no Ribeirão Três Barras, área que tem sido afetada pelo uso da terra. O ponto 12 representa processos erosivos do tipo linear identificados próximo ao Córrego do Buriti Comprido.

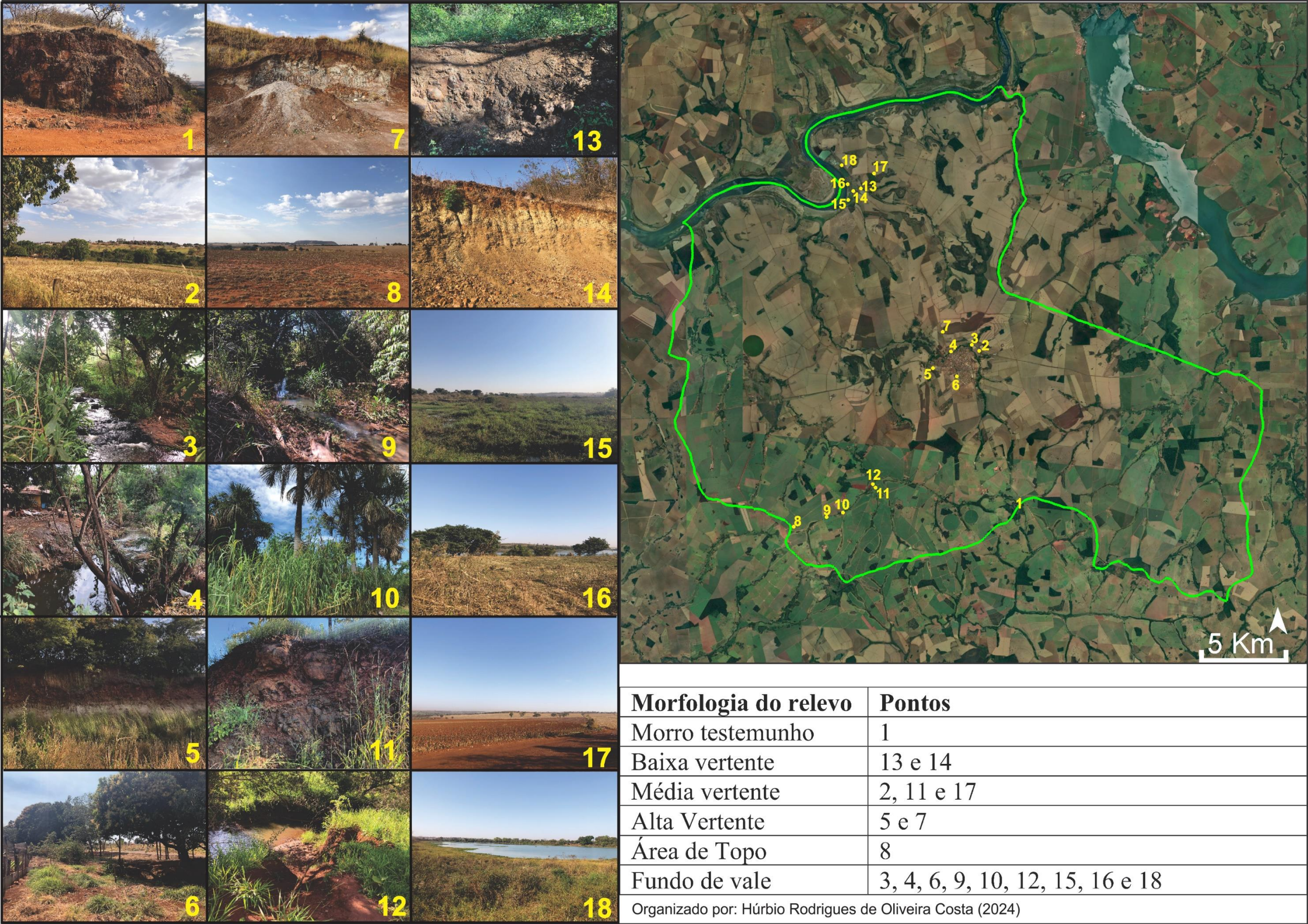


Figura 02: Pontos marcados a partir de trabalhos de campo de observação

Já nos pontos 15, 16 e 18 observa-se o leito maior, ou planície de inundação do Rio Paranaíba, área que tem sido utilizada a décadas para a extração de argila, matéria prima utilizada na produção de cerâmica vermelha por indústrias localizadas na área urbana de Capinópolis (MG). Por fim, o ponto 17 representa uma área de cultivo em pivô central, localizado em uma vertente suavemente convexizada.

Os campos de reconhecimento da área de estudo ocorreram de maneira mais concentrada em três áreas do município: a) ao norte do município, próximo do Rio Paranaíba; b) a sudoeste do município em área de concentração de cana-de-açúcar; e c) na área periurbana da cidade de Capinópolis. Ao norte do município se concentram as áreas de extração de argila, por esse motivo se tornou um dos recortes espaciais interessantes para se compreender como o uso da terra e os elementos físicos do ambiente se comportam. À sudoeste do município, a presença forte da agricultura, especialmente da cana-de-açúcar, fez com que os trabalhos de campo se fizessem necessários para identificar os processos e formas. Por fim, nos limites urbanos da cidade de Capinópolis, os campos se fizeram necessários para entender inclusive a diferença de comportamento dos processos e dinâmicas naturais no ambiente urbano e no ambiente rural.

O estabelecimento dos pontos e reconhecimento da área de estudo, permitiu que fossem planejados os trabalhos de campo para a coleta de dados e amostras de solo. Uma das etapas importantes para a compreensão da área de estudo, foi a caracterização dos possíveis tipos de solo identificados no município.

Durante os trabalhos de campo, foram abertos perfis de solo para identificar características pedológicas e posteriormente selecionar as áreas onde seriam realizadas as coletas de amostras para a análise em laboratório. Visto que a escala utilizada para o mapeamento realizado para a Embrapa é de 1:500.000, o detalhamento é insuficiente, sendo necessária a realização de trabalhos de campo que permitiram a identificação de outras manchas de solo para além daquelas representadas no mapa.

Inicialmente realizou-se apenas a limpeza dos perfis para identificar os possíveis tipos de solo no município. Com base nas características físicas analisadas em campo, relacionadas com o compartimento do relevo e o mapeamento da Embrapa foram identificados perfis de Latossolos, Neossolos Litólicos e solos hidromórficos (Figura 03). Trata-se de uma caracterização pautada apenas nas condições físicas aparentes no perfil, as informações mais detalhadas se fizeram a partir das análises realizadas em laboratório.

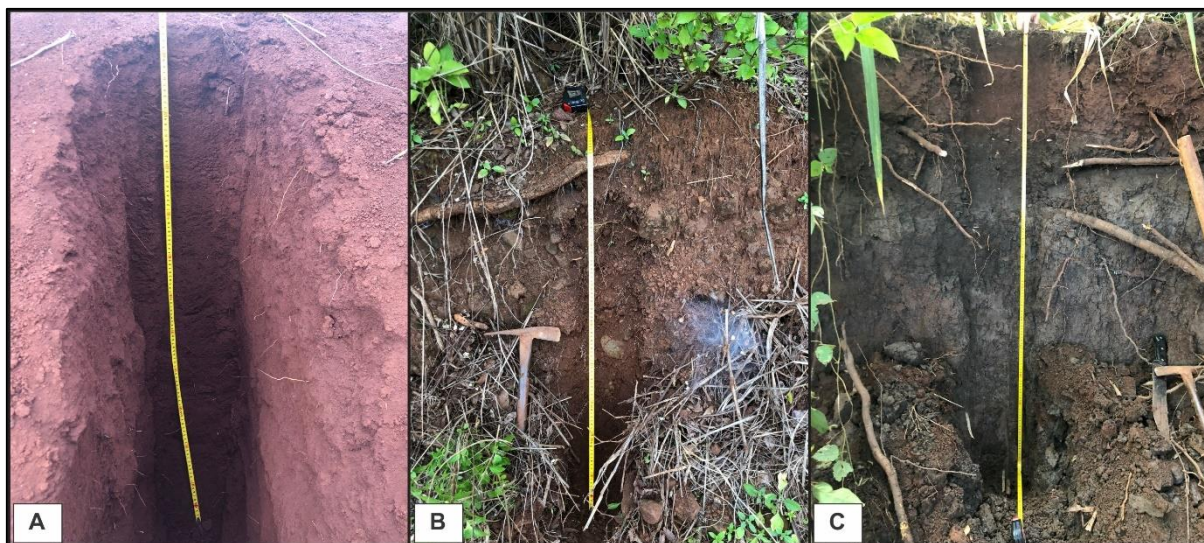


Figura 03: Perfis de Latossolos (A), Neossolos Litólicos (B) e solo hidromórfico (C) observados em campo

A observação dos perfis contribui para compreender o ambiente e os elementos nele presentes, visto que os tipos de solo e relevo contribuem efetivamente para que determinadas atividades econômicas, ou formas de ocupação dos compartimentos do relevo, se desenvolvam. A identificação destes três perfis durante os trabalhos de campo de caracterização da área de estudo ocorreu ainda durante a pandemia no ano de 2021.

O objetivo desse processo de descrição dos possíveis tipos de solo, veio para evidenciar a importância da realização de coletas de amostras de solo em diferentes áreas do município, que sejam representativas para os tipos de solo existentes. Na escala do local, diferentemente do detalhamento apresentado no mapa de solos disponibilizado pela Embrapa (2019), é possível identificar outros tipos de solo que contribuem para a compreensão da vulnerabilidade ambiental relacionada ao processo de ocupação do relevo.

A primeira área escolhida para fazer a coleta de material pedológico se encontra na bacia do Ribeirão das Três Barras, próxima ao ponto 10 (Figura 02, p. 63), visto que é uma área de uso intenso, tanto da pecuária como da agricultura. Apesar do uso, é possível identificar Áreas de Preservação Permanente (APP) em áreas de topo, bem como alguns resquícios de veredas nos fundos de vale. Foram elencados três pontos para a coleta, o primeiro na área de topo a 605 metros de altitude, o segundo na média vertente a cerca de 590 m e o terceiro ponto a 560 m, próximo ao fundo de vale.

As amostras foram retiradas nesses três pontos a partir de cavidades de 60 cm de profundidade e 40 cm de largura (Figura 04). Para cada um dos pontos, foram coletadas três amostras, uma a cada intervalo de 20 cm (amostra 1 de 0 a 20 cm, amostra 2 de 20 a 40cm e

amostra 3 de 40 a 60 cm de profundidade. A coleta foi realizada conforme a metodologia proposta em Peričato (2023), que também considera áreas ocupadas sobretudo pela agricultura.



Figura 04: Pontos de coleta de solo em área de topo (Ponto 1), média vertente (Ponto 2) e fundo de vale (Ponto 3).

O material coletado permite a compreensão de algumas características do solo, especialmente no que tange a capacidade de resistir a processos erosivos, visto que esta tem sido uma área utilizada para a produção de soja, milho e sorgo, cultivos temporários e que, apesar de atualmente adotar o plantio direto, faz que o solo fique parcialmente exposto à ação das chuvas em determinados períodos do ano.

O trabalho de campo para a realização da coleta de amostras de solo ocorreu no dia 11 de janeiro de 2024, para além da coleta em si, foram realizadas observações e descrições das condições do ambiente na área de estudo. O ambiente, possibilita identificar as características que demonstram a ação da sociedade sobre determinados componentes, como é o caso da vegetação.

Os pontos escolhidos apresentam usos diferentes, o primeiro ponto de coleta encontra-se numa área de reserva possuindo vegetação típica do Cerrado (Figura 05), provavelmente resquícios de cerradão, onde é possível observar a pastagem em primeiro plano e a vegetação mais densa em segundo plano, a coleta foi realizada dentro da reserva, num ponto onde foi possível fazer a cavidade entre algumas árvores.



Figura 05: Descrição da paisagem no primeiro ponto de coleta, a) vista panorâmica à esquerda e b) vista de dentro da área à direita

No que tange o segundo ponto de coleta, localizada na média vertente, trata-se de uma área de cultivo de soja (Figura 06). Nota-se a convexidade da vertente, com declividade de 3 a 8%, suave ondulada, configurando-se numa área propícia para a agricultura, especialmente a mecanizada. Por se tratar de uma região dotada de solos profundos e, em sua grande maioria, de origem basáltica, o cultivo de sementes como a soja têm sido uma das principais atividades econômicas do município.

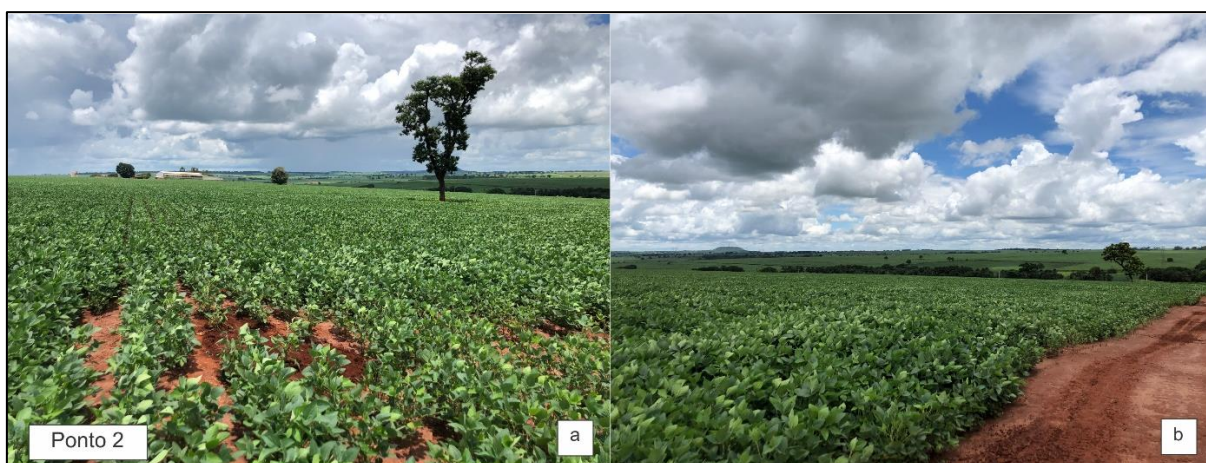


Figura 06: Descrição da paisagem no segundo ponto de coleta, a) vista do ponto onde foi coletado e b) vista das formas do relevo no entorno

O terceiro ponto de coleta (Figura 07), próximo ao fundo de vale, não apresenta uso aparente, possuindo gramíneas, uma grande concentração de pés de mamona e resquícios de vereda, representada pelos buritis presentes na área que aparecem em terceiro plano na figura. É importante trazer esses diferentes usos da terra para compreender como o solo é afetado, as amostras foram coletadas e levadas para realização da análise granulométrica em laboratório.



Figura 07: Descrição da paisagem no terceiro ponto de coleta, a) vereda no fundo de vale e b) vegetação observada dentro da vereda

As análises físicas das amostras coletadas em campo foram realizadas de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997), no Laboratório de Sedimentologia e Análise de Solos, Labsolos, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP - Câmpus de Presidente Prudente.

A primeira etapa, após a coleta de solos, é a secagem e destorroamento das amostras, o que deve ocorrer ao ar por uma semana. Depois de secas, cada amostra de solo é destorroadada até que se observe uma certa homogeneidade. Assim que destorroadas, cada amostra passa por uma peneira cuja abertura é de 2,00mm, visando retirar qualquer material maior do que esta espessura. Nesse momento, já é possível visualizar nas nove amostras de solo (Figura 08), as diferentes colorações e texturas.



Figura 08: Amostras de solo destorroadadas e peneiradas

O método utilizado para granulometria e análise textural foi o da pipeta, sendo realizado três análises para cada amostra de solo, para que fosse possível comparar e evitar a discrepância dos dados obtidos. Para cada análise, foram pesadas 10g de solo seco, destorroado e peneirado, colocados num *erlenmeyer* que posteriormente recebeu 20mL de água destilada com a ajuda de uma proveta de 25mL e em seguida 10mL de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1M com uma pipeta volumétrica de 10mL. Os *erlenmeyers* foram colocados na mesa agitadora por um total de 6 horas visando desagregar os diferentes grãos que compõem o solo (Figura 09).

Passadas as seis horas de agitação, se formou uma solução de solo que foi filtrada com a peneira com abertura de 0,053mm numa proveta de 1000mL com o auxílio de um funil. Cada amostra de solo foi “lavada” com água destilada até o volume de 1000mL. Desta forma as frações de areia serão retidas na peneira, enquanto o silte e argila passam para a proveta. A areia foi transferida para placas de *petri* que anteriormente foram devidamente secas e pesadas. A solução com água destilada e as frações de areia são levadas para a estufa por 24 horas a 105°C, depois desse tempo as placas são novamente pesadas, agora para obter os dados referentes à areia presente na amostra de solo.



Figura 09: Mesa agitadora com as mostras de solo

As provetas contendo argila e silte são colocadas num tanque, buscando por uma uniformidade térmica. Quando alcançada a uniformidade, foi realizada a agitação da argila/silte com um bastão por 30 segundos, entre uma amostra e outra dá-se o intervalo de 2 minutos. Ao iniciar a agitação o tempo de pipetagem começa a ser contado, terminando o tempo de sedimentação inicia-se a pipetagem de 5mL da solução a 5cm de profundidade em cada uma das provetas. Assim como a agitação, o processo de pipetagem é realizado respeitando o intervalo de tempo de 2 minutos entre uma amostra e outra. O líquido coletado pela pipetagem é transferido para um béquer seco e pesado (do mesmo modo como foi realizado com as placas de Petri), e levados para secar na estufa por 24 horas a 105°C, após esse tempo, cada béquer é pesado e averiguado o valor de argila presente na amostra de solo. Os resultados foram transferidos para uma tabela no *excel*, considerando as três repetições para cada amostra, identificando as porções de areia, silte e argila.

2.3.Mapeamentos temáticos e registros fotográficos

Os mapas foram elaborados em duas escalas diferentes, uma para a Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e outra para o município de Capinópolis (MG). Para a mesorregião, utilizou-se a escala de 1:2.000.000, produzindo os mapas relacionados as características físicas do ambiente.

Uma das etapas relevantes para a análise da vulnerabilidade ambiental consiste na caracterização, observação e mapeamento dos aspectos físicos na escala de 1:140.000, referente ao município de Capinópolis (MG), dando destaque para:

- 1) Formas do relevo, analisadas a partir de mapeamentos regionais, bem como fotointerpretação e posteriormente identificadas e descritas a partir de trabalhos de campo;
- 2) Tipos de solo, identificados a partir da descrição morfológica de perfis de solo averiguados em trabalhos de campo em áreas de topo, vertentes e fundos de vale;
- 3) Tipos de cobertura vegetal, descritas com base na análise fisiográfica em campo, bem como a partir de bases disponibilizadas pelo MapBiomas Brasil;
- 4) Formações rochosas, caracterizadas a partir de mapeamentos regionais, identificadas e descritas em campo para maior detalhamento; e
- 5) Hidrografia, a partir dos trabalhos de campo, análise de cartas topográficas e imagens de satélite disponibilizadas pelo IBGE e *Google Earth Pro*, os cursos d'água foram identificados e delimitados buscando relacioná-los com o processo de ocupação.

Para a caracterização, análise e mapeamento dos aspectos físicos foram utilizadas bases fornecidas por órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos-MG - SISEMA (2008), MapBiomas Brasil (2021), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2011) e do *United States Geological Survey* – USGS (2014), e sendo sobrepostas pelas informações adquiridas em trabalho de campo.

Para a elaboração dos mapas de clinografia e de hipsometria, utilizou-se de bases fornecidas pelo TOPODATA (2008) e tratadas no *software QGIS*, a sequência de cores para cada classe identificada seguirá o estabelecido pelo círculo psicrométrico das cores. A declividade encontra-se dividida em classes definidas com base na classificação de Cunha (2001) e Fushimi (2016), adequando-as de acordo com as características identificadas na área de estudo. O mapeamento dos aspectos físicos identificados no município foi elaborado no *software QGIS*;

A realização do levantamento, análise e mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Capinópolis (MG), também se fez importante. Num primeiro momento, foi realizado o mapeamento e a caracterização do uso e ocupação do relevo, considerando as atividades socioeconômicas desenvolvidas no município e identificadas a partir dos trabalhos de campo. O que posteriormente auxiliou no processo de análise das imagens de satélite e no resgate histórico da produção do espaço geográfico. A análise histórica será realizada por meio de imagens disponibilizadas pelo *Google Earth Pro*, que demonstram o avanço e retrocesso de determinados usos da terra ao longo dos anos.

A produção do mapa de uso da terra se deu a partir da análise e tratamento de imagens do satélite CBERS-4A, obtidas de modo gratuito por meio do repositório on-line do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Elaborado no *software QGIS 3.22*, o mapa de uso da terra, foi construído por meio da técnica de classificação supervisionada, semiautomática. As imagens obtidas pelo satélite CBERS-4A WPM, possuem resolução espacial de 8 metros, no entanto, ao serem fusionadas com a banda pancromática podem chegar a 2 metros de resolução espacial. Para a composição de bandas, no QGIS, utilizou-se da ferramenta “Construir *raster* virtual”, presente na opção “*Raster*” e posteriormente “*Miscelânea*”.

Foram selecionadas as bandas 1, 2, 3 e 4, que são as bandas azul (B), verde (G), vermelha (R) e infravermelha. Após o processamento e construção do *raster* virtual, buscou-se em “Propriedades” clicando com o botão direito sobre a camada e posteriormente em “simbologia”, possibilitando organizar as bandas na ordem RGB, ou seja, 3, 2 e 1, para assim

criar uma composição colorida. Em seguida, adiciona-se a banda 0, ou banda pancromática, o que permite a melhora da resolução espacial através da ferramenta “*Pansharpening*”.

O processo de classificar a imagem ocorre de maneira semiautomática, iniciando-se por meio da instalação do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), caso este não esteja instalado, no software QGIS. A partir daí, é necessário por meio da caixa de diálogo da ferramenta, identificar e selecionar o *raster* no qual será realizada a classificação e só então clicar em “*Run*” para dar início ao processo, cuja sequência se dá a partir de uma caixa de diálogo dotada da ferramenta chamada “*SCP & Dock*”.

Assim, em “*Training input*”, seleciona-se o ícone “*Create a new training input*”, para criar um documento em formato “*scp*” e, deste modo, dar início a delimitação de polígonos amostrais para cada uma das classes que se deseja identificar no mapa a partir da ferramenta “*Create a ROI polygon*”. É necessário nomear cada uma das classes, em “*C Name*” seleciona-se o nome da classe e, após desenhar os polígonos amostrais, clica-se em “*Save temporary ROI to training input*”.

Para dar continuidade e adicionar as amostras de uma nova classe, é necessário trocar o nome da camada em “*C Name*”, posteriormente, criam-se novos polígonos amostrais para a classe escolhida, ao fim é necessário fazer o salvamento para cada classe antes de seguir para a classificação subsequente. Para facilitar o processo de classificação, é necessário selecionar todas as amostras de uma das classes criadas e clicar na opção “*Merge highlighted spectral signatures obtaining the average signature*” de modo a unir as amostras em uma só. O processo deve ser realizado para todas as classes.

A partir da criação das amostras, bem como sua organização, faz-se necessário buscar novamente pela caixa de diálogo “*SemiAutomatic Classification Plugin*”, identificando na barra de ferramentas a sessão “*Band processing*” e “*Classification*”. É importante configurar o “*Algorithm*” para “*Maximum Likelihood*”, assim feito, selecione “*Algorithm*” e clique em “*Run*”. Automaticamente, será gerado o *raster* da classificação da imagem, que deverá ser editado de acordo com os parâmetros do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

Arelado ao mapeamento, foram realizados trabalhos de campo na área de estudo, buscando identificar as feições mapeadas por meio das técnicas de geoprocessamento e fotogrametria.

No que tange a interpretação de imagens (fotografias aéreas ou satélite) para identificação do uso e ocupação do relevo, mapeamento geomorfológico e transformações na paisagem. A interpretação baseou-se em estudos desenvolvidos por Florenzano (2008), Nunes et. al (2006; 2008) e Pedro Miyazaki (2018). Para isso foram utilizadas imagens de satélite

CBERS 4-A com resolução espacial de 2 metros, obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), bem como imagens extraídas do *Google Earth Pro* e transformadas em anáglifos (Pedro Miyazaki, Oliveira, 2020).

Estas imagens foram utilizadas na fotointerpretação das formas do relevo em 3D, com o intuito de identificar, localizar e processar informações que subsidiaram o mapeamento geomorfológico, de uso da terra, vegetação e se solos para o município. A interpretação das imagens foi realizada por meio do software *QGIS* e do *Google Earth Pro*;

No que tange a produção do mapeamento geomorfológico, foi necessário construir um mosaico de anáglifos, conforme metodologia apresentada por Pedro Miyazaki, Oliveira (2020) e Paranaíba (2023), que permitiriam extrair as feições do relevo no município de Capinópolis (MG), para isso, uma série de etapas foram adotadas.

A primeira etapa, após a delimitação da área de estudo, foi a elaboração de uma grade para direcionar a construção dos pares de imagens a serem extraídas do *Google Earth Pro*. A grade, ou *grid*, foi criada por meio do QGIS, em que cada quadrante possui 10 Km², cobrindo assim toda a área do município (Figura 10), na escala de 1:140.000.

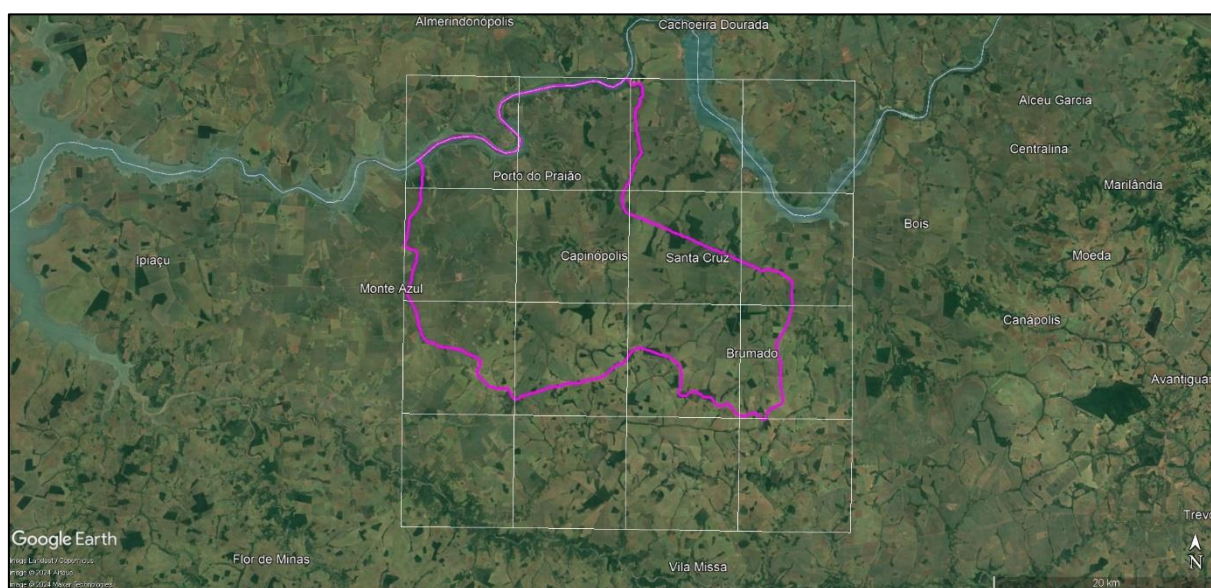


Figura 10: Grade criada para coletar as imagens do Google Earth Pro

Para cada quadrante foram extraídas do *Google Earth Pro* duas imagens em alta qualidade, formando pares (esquerda e direita). No entanto, foi necessário configurar o software Google Earth Pro, de acordo com as especificações encontradas em Pedro Miyazaki e Oliveira (2020), visando permitir a estereoscopia. Segundo as autoras, com o Google Earth Pro aberto, é necessário acessar “Ferramentas” e depois “Opções”, para então seguir a seguinte configuração: “True Color 32bits; Alto; Pequeno; DirectX; Graus Minutos e Segundos; Metros

quilômetros; Ampliar elevação em 3 e Use terreno de alta qualidade; Modo de visão habilitada para grande e infinito” (Pedro Miyazaki; Oliveira, 2020, p. 48), também foi habilitada a camada de Terreno, permitindo a visualização em 3D.

Após configurado, inicia-se o processo de extração das imagens no Google Earth para formar o par a ser utilizado na produção dos anáglifos. A cada quadrante, deslocava-se a imagem para a direita e salvava o arquivo, depois deslocava-se para a esquerda e salvava uma nova imagem (Figura 11).



Figura 11: Pares de imagens extraídas do Google Earth Pro, a) imagem da esquerda e b) imagem da direita

As duas imagens representam o quadrante em questão, o processo foi realizado para doze quadrantes, o que foi o necessário para cobrir toda a área do município de Capinópolis. Assim que a extração das vinte e quatro imagens foi realizada, a próxima etapa era sobrepor os

pares e criar o anáglifo, etapa que foi realizada no software *StereoPhoto Maker*. Os pares foram importados para o software (Figura 12), sobrepondo-os por meio da ferramenta “*ColorAnaglyph*” e escolhendo a opção “*red/cyan*”.

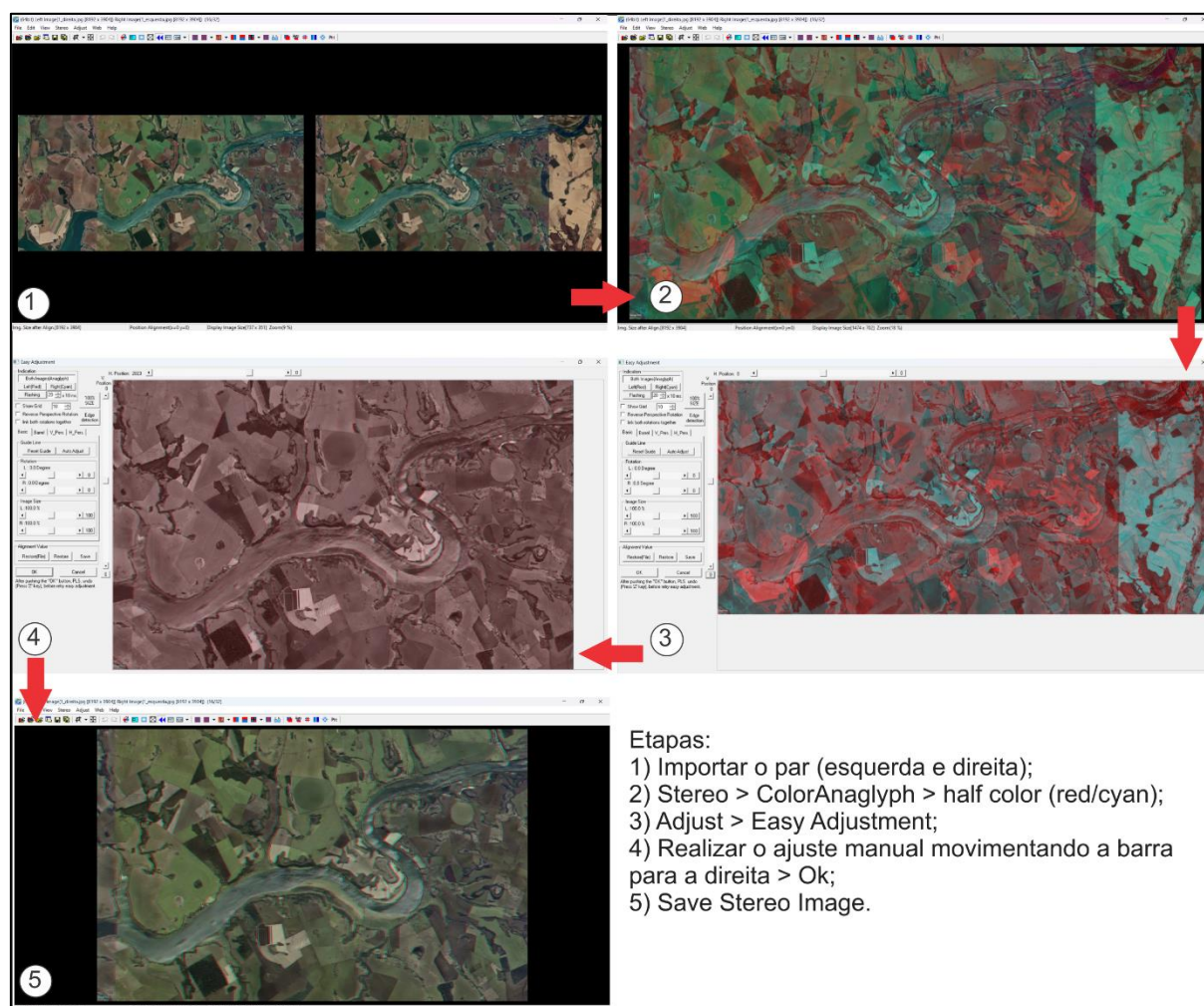


Figura 12: Etapas realizadas no software *StereoPhoto Maker*

As imagens ficam sobrepostas, no entanto possuem um deslocamento que impossibilita a visualização em 3D, sendo necessário “arrastar” uma imagem sobre a outra até que um objeto em comum nas duas imagens se encontre em sobreposição, essa etapa é realizada por meio da opção “*Adjust*” e “*Easy Adjustment*”. Até então as imagens apresentariam cores avermelhadas e azuladas, mas no momento em que se sobrepõem, a imagem se torna uma só, aparecendo em tons de cinza. Ao clicar em “Ok”, retorna-se a página inicial do software e a imagem já aparece colorida e sendo possível visualiza-la em 3D.

O processo foi realizado com os doze pares de imagens, formando assim doze anáglifos, no entanto são imagens que precisam passar pelo processo de georreferenciamento, para se seja possível utiliza-las na produção do mapa geomorfológico. A etapa do georreferenciamento foi

realizada dentro do software QGIS (Figura 13), utilizando uma imagem CBERS-4A como referência para localização e demarcação de pontos.

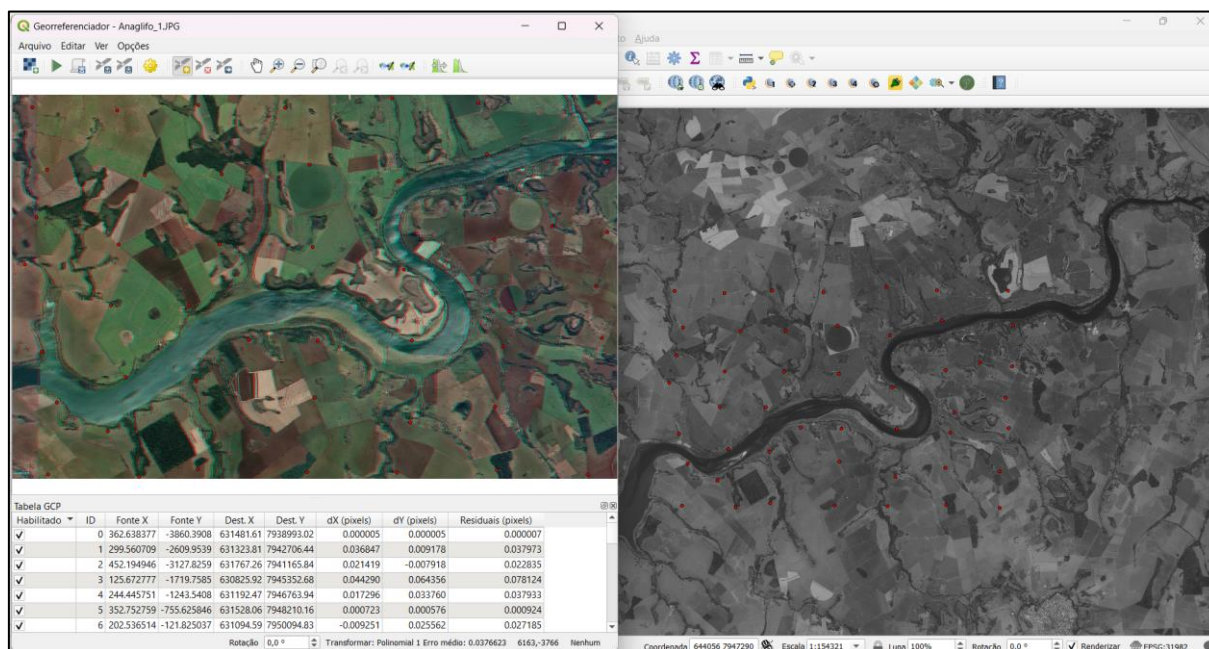


Figura 13: Georreferenciamento no software QGIS

Neste sentido, na ferramenta “georreferenciador” foi realizado o processo para cada uma das doze imagens, identificando e demarcando o mesmo ponto no anáglifo e na imagem CBERS-4A para desta forma georreferenciar o anáglifo. Após a coleta dos pontos e escolher o sistema de coordenadas para o georreferenciamento, foi realizada a correção dos pontos, para conseguir o mínimo de distorção possível.

Assim que as doze imagens foram georreferenciadas, a próxima etapa consistiu em elaborar um mosaico com todas, facilitando o processo de mapeamento. Na ferramenta “Raster”, “Miscelânea” e depois “Mosaico”, foi possível inserir as doze imagens e criar um único *raster* para ser manuseado durante o mapeamento.

Para o mapeamento geomorfológico, realizado a partir da compartimentação topográfica, além do mosaico criado com os anáglifos, foi inserido o mapa base com imagens de satélite do *Google Satellite* que, por possuir melhor resolução espacial, permitia a melhor visualização de objetos que por vezes desapareciam no anáglifo.

Utilizando da metodologia apresentada por Pedro Miyazaki (2018) e Paranaíba (2023), para cada feição mapeada, foi criada uma camada a partir da seguinte sequência, “Camada”, “Criar nova camada” e “Nova camada *shapefile*”. Foram criadas camadas de linhas e polígonos de acordo com o objeto que seria mapeado (Figura 14).

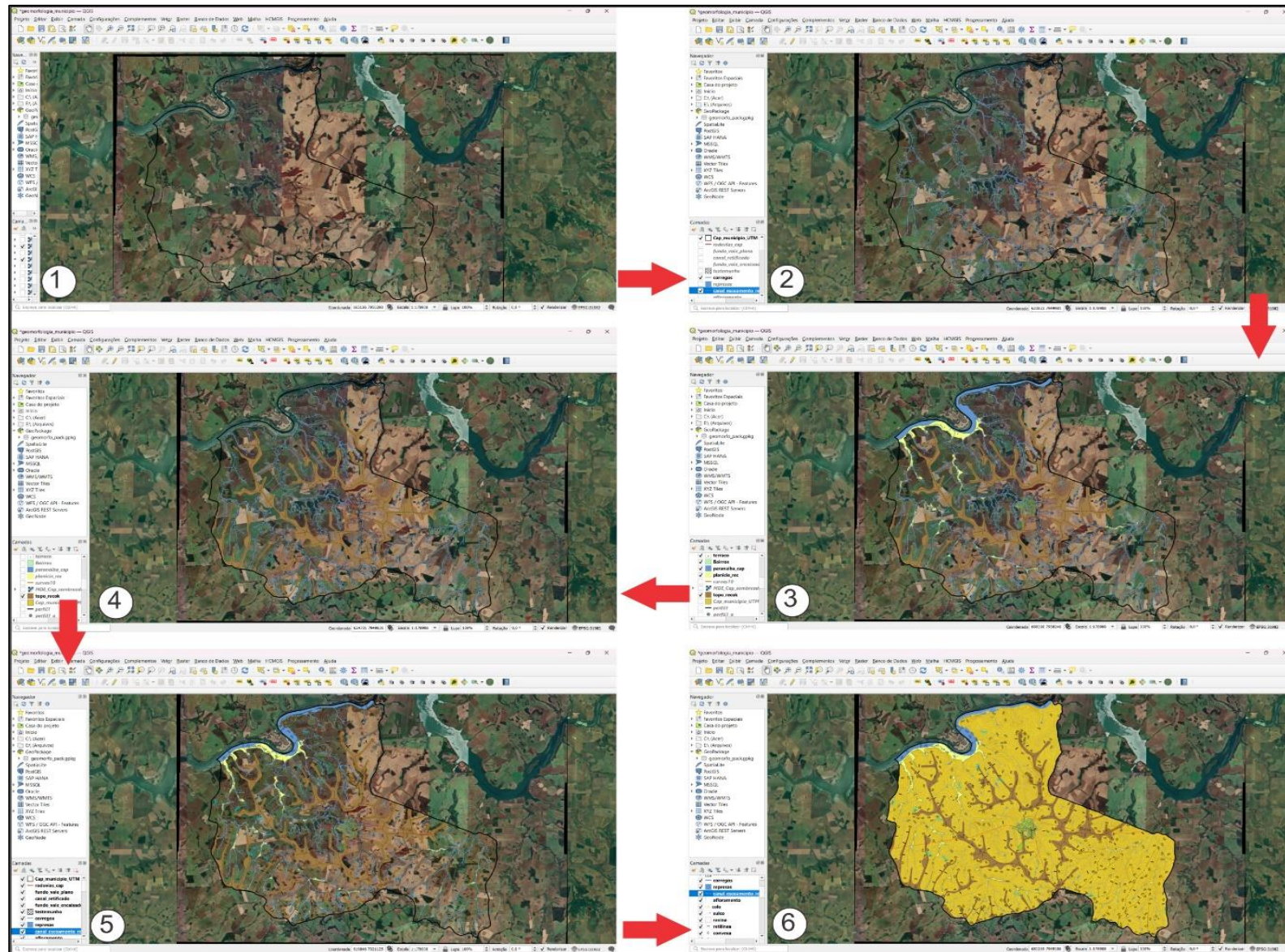


Figura 14: Etapas do mapeamento geomorfológico no software QGIS

A primeira camada mapeada foi a de canais fluviais, criando assim uma camada *shapefile* de linha, o desenho dos canais fluviais se deu a partir da identificação em 3D das áreas de menor elevação e que concentravam fluxos hídricos. A próxima camada foi a do divisor de águas, consistindo na linha que representa os pontos mais altos do relevo, de modo que ficasse nítido onde terminava uma vertente e outra se iniciava. Com os canais fluviais, canais de escoamento e divisores de água delimitados, a próxima etapa consistiu em delimitar áreas de topo, planícies e terraços, feições em polígono que foram criadas de acordo com o que foi sendo observado na estereoscopia.

O processo de delimitação de feições segue com as morfologias de vertentes, divididas em côncavas, convexas e retilíneas, que, apesar de numa mesma vertente aparecerem diferentes morfologias, optou-se por delimitar de acordo com o predomínio. Por fim, foram delimitados processos erosivos do tipo linear, áreas de afloramento do lençol freático e a morfologia dos fundos de vale. Foram inseridas informações adicionais, como a malha urbana da cidade de Capinópolis (MG), o sistema rodoviário e o *shapefile* do Rio Paranaíba, contribuindo para o processo de localização e orientação. No que tange as simbologias adotadas no processo de elaboração do mapa (Figura 15), estas foram adaptadas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975).

COMPARTIMENTOS DE RELEVO			
Topo suavemente ondulado das colinas convexizadas Domínio das vertentes côncavas, convexas e retilíneas Planícies aluviais			
ELEMENTOS		DENOMINAÇÃO	SÍMBOLO
Formas de Vertente e Interflúvios	Vertentes	Côncava	
		Convexa	
		Retilínea	
		Morro Testemunho	
		Linha de cumeada	
		Colo Topográfico	
		Afloramento do aquífero freático suspenso	
	Feições erosivas	Sulcos	
Ações das Águas Correntes		Ravinas	
		Canal Fluvial	
		Fundo de vale encaixado	
		Fundo de vale plano	
		Área de acumulação de planície e terraço fluvial	
	Topografia	Curvas de nível	
Modelado Antrópico		Açude	
		Área Urbana	
		Rodovias	

Figura 15: Simbologias adotadas no processo de elaboração do mapa geomorfológico

Assim que o mapeamento foi elaborado, iniciou-se o processo de revisão e refinamento das feições, buscando torná-las o mais fidedignas possível, sobretudo comparando com informações que já haviam sido coletadas em campo.

O mapa de solos para o município foi elaborado a partir da compartimentação geomorfológica, associado aos trabalhos de campo realizados na área de estudo. Os perfis de solo criados em campo, permitiram associar as formas do relevo aos tipos de solo, sobretudo ao considerar os tipos de rocha e declividade na área. Desta forma, os tipos de solo foram vetorizados indicando os tipos de solo por associação, dividido em solos rasos, desenvolvidos e profundos, bem como solos hidromórficos.

A próxima etapa consistiu em realizar os exercícios para elaboração do mapa de vulnerabilidade, sobrepondo as informações coletadas sobre o município. A produção do mapa síntese de vulnerabilidade ambiental se apoiou em autores como Moreira (2001), Câmara et al. (2001), Samizava (2006), Pedro Miyazaki (2014), Fushimi (2016), Lima (2018) e França (2019), visando cruzar as informações obtidas em campo e na pesquisa documental, elaborando mapeamentos de cunho quali-quantitativos. Neste sentido, para compreender, identificar e mapear a vulnerabilidade ambiental no município de Capinópolis (MG), considerando a relação entre os elementos físicos e sociais do ambiente.

As informações sobre declividade, morfologia do relevo, curvatura de vertente, uso da terra, litologia e tipos de solo referentes ao município de Capinópolis (MG) foram organizadas em um banco de dados criado no software *QGIS*, quantificados e avaliados de acordo com o grau de importância.

Este banco forneceu subsídios para a realização da análise espacial a partir do Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process* - AHP), permitindo “[...] organizar e estabelecer um modelo racional de combinação de dados” (Câmara et al., 1996, não paginado), possibilitando a produção do mapa síntese de vulnerabilidade ambiental instalação de processos erosivos para o município de Capinópolis (MG).

O uso da técnica AHP proporciona o estabelecimento de indicadores para definir o grau de importância, no caso, para determinar a vulnerabilidade em cada um dos elementos mapeados, distribuindo diferentes pesos que depois se sobrepõe.

De acordo com Samizava (2006), Pedro Miyazaki (2014) e Fushimi (2016), adaptando de Saaty (1990, 1991), os valores são distribuídos de 1 a 9, sendo 1 para indicar a menor e 9 para a maior intensidade conforme a importância, quantificados para determinar a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos (Quadro 01).

Grau de importância		Explicação
Escala numérica	Escala conceitual	
1	Igual	Os dois elementos comparados contribuem igualmente para o objetivo.
3	Moderada	O elemento comparado é ligeiramente mais importante em relação ao outro.
5	Forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente o elemento em relação ao outro.
7	Muito forte	O elemento comparado é muito mais forte em relação ao outro e tal importância pode ser observada na prática.
9	Absoluta	O elemento comparado possui o mais alto nível de evidência possível a seu favor.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre dois julgamentos, utilizados quando o decisor sentir dificuldade para o escolher entre dois graus de importância adjacentes.	

Quadro 01: Escala de importância utilizada no julgamento do método AHP. Fonte: Adaptado de Saaty (1990, 1991).

Utilizando da ferramenta *online AHP Priority Calculator*, foram inseridos os elementos a serem considerados na produção do mapa, para cada um deles foi dado um peso comparando-o com outro elemento. Dessa forma, primeiro se definia entre dois elementos qual deles era considerado o mais importante em relação a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, num segundo momento se definia o quão importante esse elemento era em relação ao outro (Figura 16). Nesta etapa, os pesos foram determinados de acordo com a importância a partir da hipótese de que o uso da terra se deu de maneira que desconsiderou as dinâmicas da natureza, como infiltração e escoamento. A uniformidade das formas do relevo e predomínio da Formação Serra Geral, fez com que o peso maior fosse dado ao uso da terra, que varia na área de estudo e tem diferentes impactos na instalação de processos erosivos.

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1 ☐ Geologia ☒ Geomorfologia	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
2 ☐ Geologia ☒ Solo	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
3 ☐ Geologia ☒ Declividade	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
4 ☐ Geologia ☒ Uso da Terra	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9		
5 ☐ Geologia ☒ Curvatura	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
6 ☐ Geomorfologia ☒ Solo	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
7 ☐ Geomorfologia ☒ Declividade	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
8 ☐ Geomorfologia ☒ Uso da Terra	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9		
9 ☒ Geomorfologia ☐ Curvatura	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
10 ☐ Solo ☒ Declividade	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
11 ☐ Solo ☒ Uso da Terra	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
12 ☒ Solo ☐ Curvatura	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9		
13 ☐ Declividade ☒ Uso da Terra	☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
14 ☒ Declividade ☐ Curvatura	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		
15 ☒ Uso da Terra ☐ Curvatura	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9		

CR = 7.9% OK

Figura 16: Atribuição das prioridades a partir da ferramenta *online AHP Priority Calculator*¹

A ferramenta, de modo automático, calculava o peso de cada elemento a partir da ordem de prioridade previamente estabelecida, gerando uma tabela que posteriormente foi utilizada para gerar o *raster* contendo os dados de vulnerabilidade ambiental (Quadro 02).

	Geologia	Geomorfologia	Solo	Declividade	Uso da Terra	Curvatura
Geologia	1.000.000	0.333333	0.200000	0.200000	0.142857	0.333333
Geomorfologia	3.000.000	1.000.000	0.250000	0.200000	0.142857	2.000.000
Solo	5.000.000	4.000.000	1.000.000	0.500000	0.200000	7.000.000
Declividade	5.000.000	5.000.000	2.000.000	1.000.000	0.500000	5.000.000
Uso da Terra	7.000.000	7.000.000	5.000.000	2.000.000	1.000.000	6.000.000
Curvatura	3.000.000	0.500000	0.142857	0.200000	0.166667	1.000.000

Quadro 02: Pesos atribuídos a cada classe

A partir da prioridade e pesos estabelecidos, a próxima etapa ocorreu no software *Qgis*, no qual foram inseridos os seis elementos em forma de *raster*, de modo que a calculadora *raster* a partir do comando para gerar o mapa de vulnerabilidade com base na técnica AHP (Figura 17), gerasse o *raster* de vulnerabilidade ambiental ao processo de ocupação e aos processos erosivos.

¹ Link de acesso da ferramenta *AHP Priority Calculator*: <https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php>

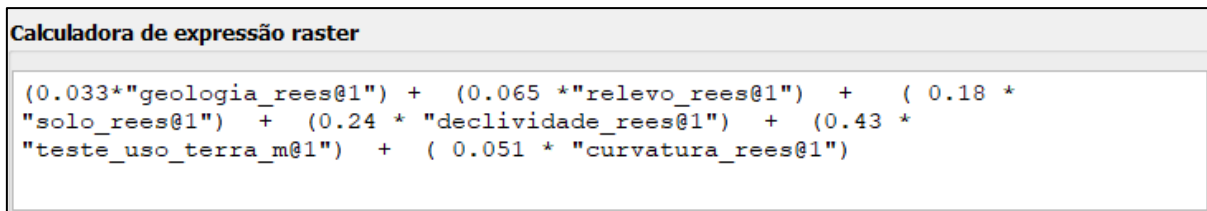


Figura 17: Exercício da vulnerabilidade a partir de comando utilizando a calculadora *raster*

A partir do *raster* criado, o mesmo foi reclassificado e atribuído a uma paleta de cores que possibilitou a melhor visualização das classes, foi adicionada a camada de rede de drenagem para que fosse possível relacionar com as áreas de fundo de vale. A síntese dos procedimentos metodológicos pode ser observada a partir do fluxograma (Figura 18), que demonstra as etapas necessárias para a obtenção dos resultados.

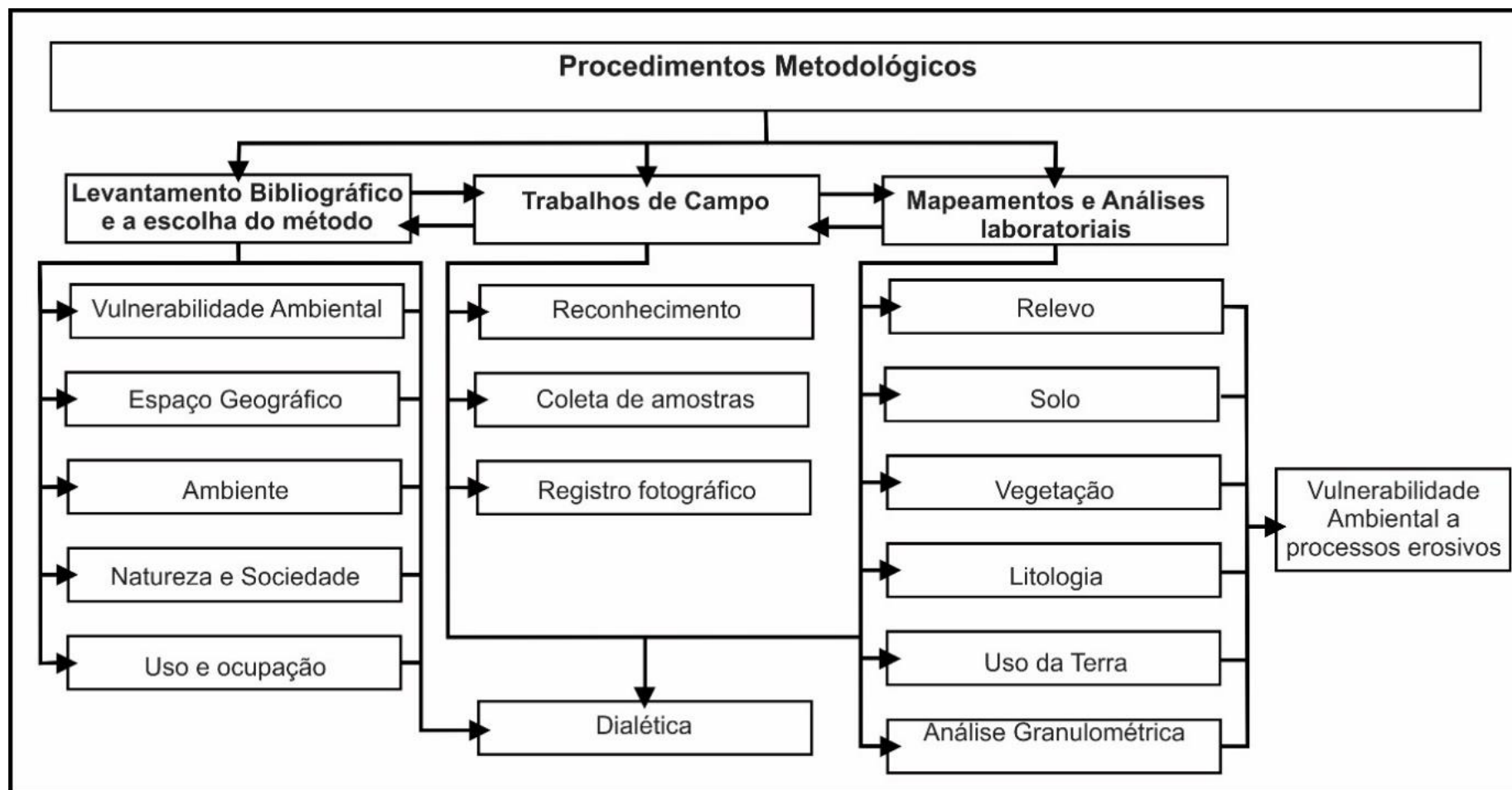


Figura 18: Fluxograma das etapas metodológicas



3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL: DA MESORREGIÃO GEOGRÁFICA DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA AO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS

Parte do processo de compreender a vulnerabilidade ambiental relacionada aos processos erosivos em Capinópolis/MG, é entender primeiramente o contexto regional no qual o município está inserido. Neste sentido, retoma-se a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, enquanto recorte espacial a oeste no estado de Minas Gerais (Figura 19). O Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba representam não somente uma organização e estruturação do território mineiro com base nos limites políticos dos municípios que estão inseridos nessa mesorregião, mas principalmente as questões econômicas e culturais que permitem enxergar uma unidade na área.

De acordo com Guimarães (2010, p. 24), os fatores geográficos tendem a contribuir com a delimitação de territórios,

No caso do Triângulo Mineiro, delimitado previamente seja como mesorregião, seja como região de planejamento, sua identificação geográfica é facilitada pelo fato de ser banhado ao norte pelo Rio Paranaíba, que serve de fronteira com os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e, ao sul, pelo Rio Grande, na sua divisa com o Estado de São Paulo. (Guimarães, 2010, p. 24)

Formada por 66 municípios, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é uma das doze mesorregiões do estado de Minas Gerais e, de acordo com Bertolucci Júnior (2002), desempenha um importante papel na economia e integração no estado e com o restante do Brasil. A posição central da mesorregião, contribui para que ela se torne rota de escoamento e integração com outros estados, permitindo o maior desenvolvimento de municípios como Uberlândia, Uberaba, Araguari e Araxá. Este último, Araxá, tem se tornado destaque na produção de nióbio, minério altamente utilizado na produção de equipamentos tecnológicos, e que apesar da contribuição econômica tende a gerar uma série de impactos ambientais durante a mineração (Silva, 2019). De acordo com Guimarães (2010, p. 24),

Em termos descritivos, as características regionais do Triângulo Mineiro podem ser definidas tanto por um conjunto de características naturais, sociais e econômicas homogêneas quanto pelas heterogeneidades próprias de sua divisão regional do trabalho, da diversidade de interesses econômicos, assimetria na distribuição de renda, diferenças de desenvolvimento econômico e dimensões demográficas. (Guimarães, 2010, p. 24)

Pensando na capacidade econômica da mesorregião, é importante destacar os elementos físicos desse ambiente que aos poucos foi sendo apropriados e utilizados na mineração, pecuária e agricultura. Neste sentido, elementos como a litologia, relevo, clima, solos e vegetação natural, contribuíram efetivamente para a organização do espaço geográfico do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

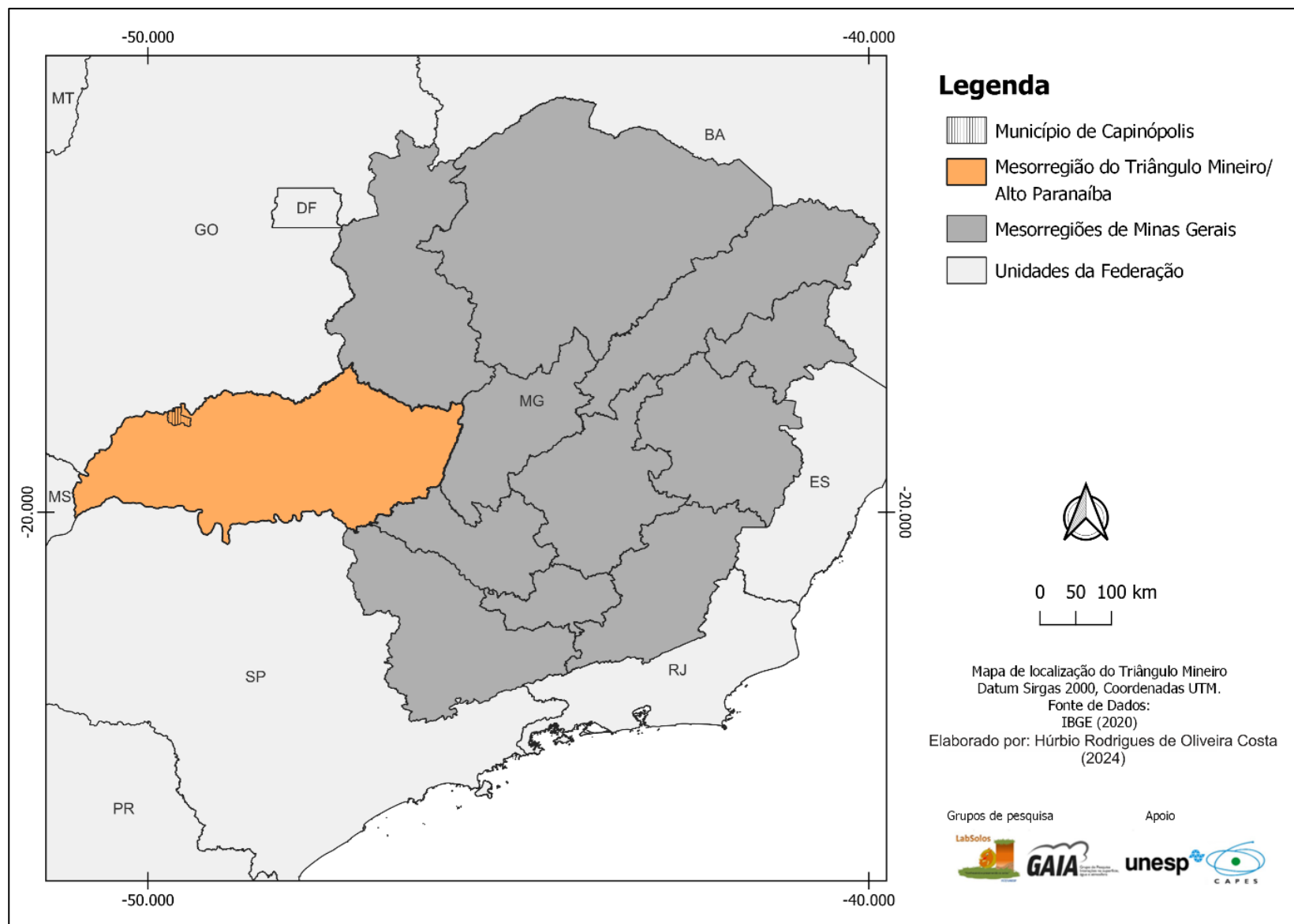


Figura 19: Localização da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

No que tange a litologia da mesorregião, Baccaro et al. (2001, p. 116), destaca que,

Quase todo o Triângulo Mineiro, insere-se na morfoestrutura Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando como litologias as rochas do Grupo Bauru (Cretáceo), como as formações Uberaba, Marília e Adamantina, sotopostas às rochas basálticas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento (Mesozóico). (Baccaro et al., 2001, p. 116)

De acordo com dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), são quase quarenta unidades litológicas identificadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Figura 20, p. 104). Essa diferenciação das unidades litológicas contribui para a compreensão de que haverá uma variedade nas formas do relevo, bem como na formação de solos e consequentemente do uso da terra nessa mesorregião.

Especialmente no pontal do Triângulo Mineiro, onde se localiza o município adotado enquanto área de estudo, nota-se a concentração dos basaltos da Formação Serra Geral, dando origem a relevos mais suaves, mas apresentam também arenitos que imprimem na paisagem uma série de relevos do tipo residual (Figura 21, p. 105). Essas formas de relevo aparecem na paisagem e representam a elevação inicial e a capacidade dos processos erosivos que atuaram na área ao longo dos milhares de anos. De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia, entende-se os morros testemunhos (especialmente do tipo mesa), enquanto,

Relevo residual de topo plano, limitado por escarpas, resultante do recuo pela erosão de frente de cuesta ou de outras escarpas de relevos tabuliformes formados em rochas sedimentares ou excepcionalmente em derrames vulcânicos. Ocorre nas depressões periféricas, precedendo frentes de planaltos sedimentares ou sobre estes planaltos, chapadas e tabuleiros, assinalando contato de rochas de resistências diferentes ou limites de recuo de erosão. (IBGE, 2009, p. 71)

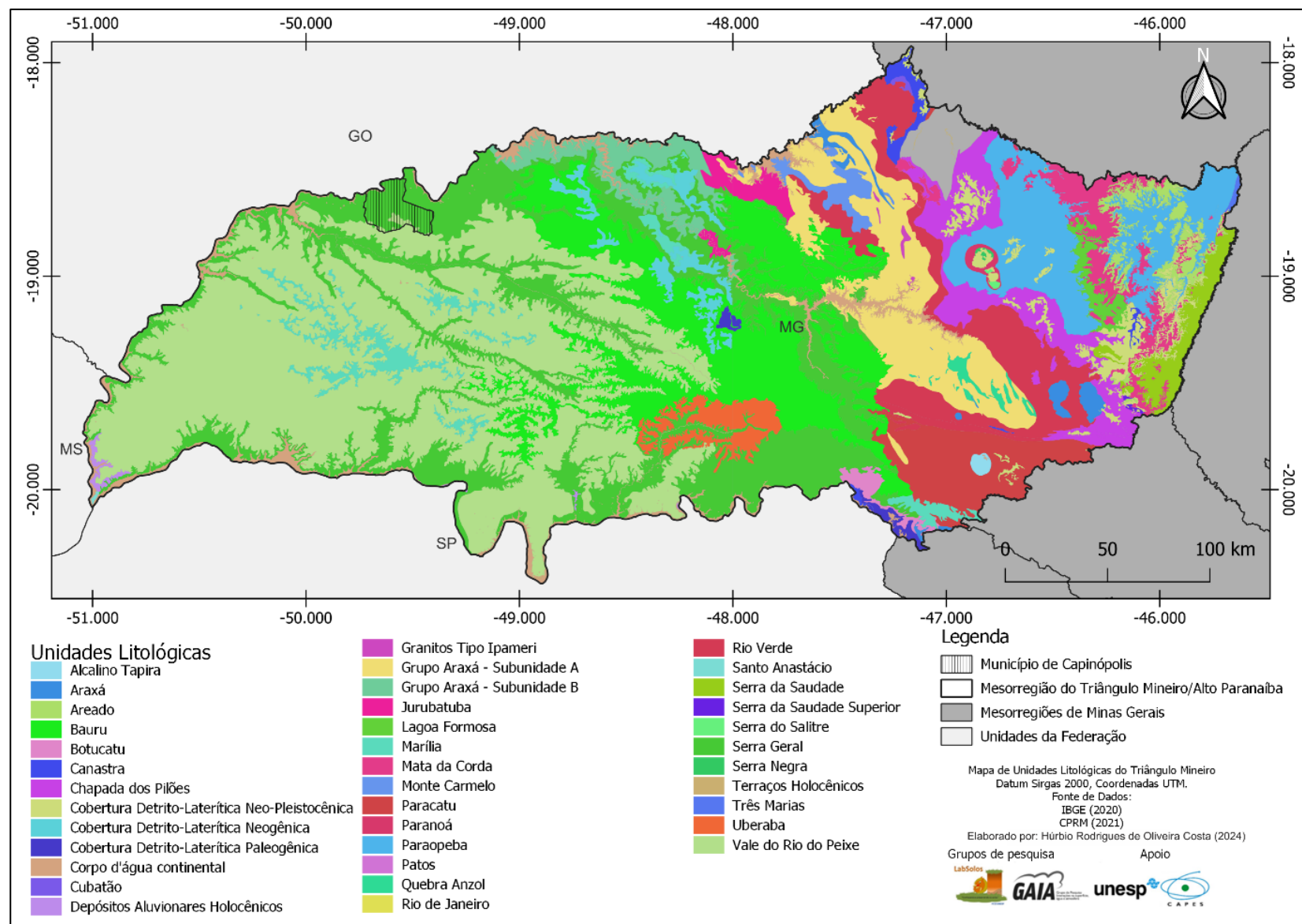


Figura 20: Unidades litológicas da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

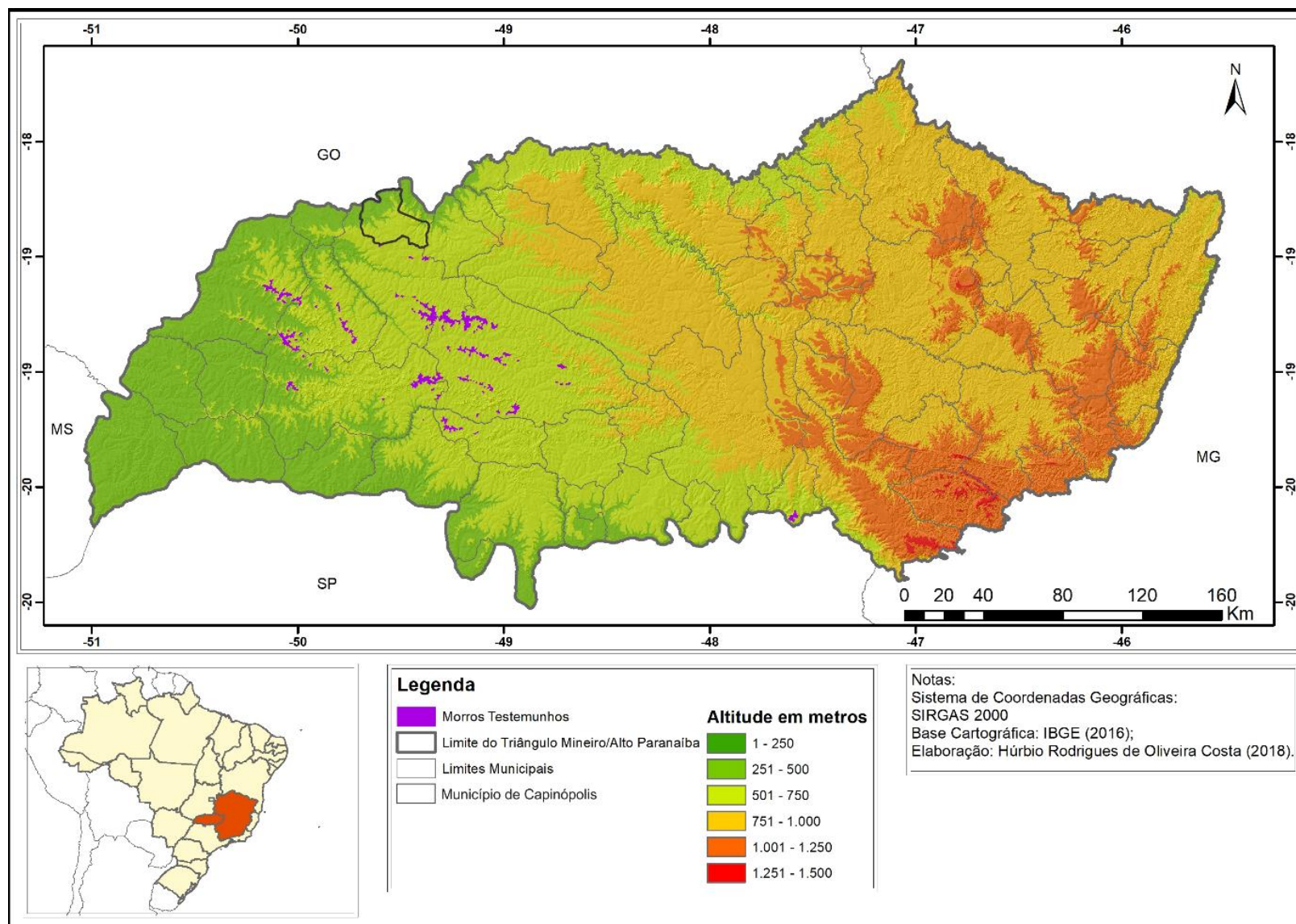


Figura 21: Morros testemunhos na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Neste sentido concentram-se rochas de origem ígnea e sedimentar em boa parte do território da mesorregião o que, de acordo com Baccaro et al. (2001, p. 116), quando associada aos processos morfoclimáticos pretéritos e atuais foi “responsável por toda a organização do relevo na região, fazendo com que se formassem distintos compartimentos geomorfológicos na área. Os autores destacam principalmente as Unidades Morfoestruturais “Planalto do Rio Grande-Paranaíba, Canyon do Araguari, Planalto Dissecado Tijuco, Planalto Residual e o Planalto Tabular” (Baccaro et al., 2001, p. 118-119).

Em relação aos fatores climáticos,

Os climas zonais identificados na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba foram: o Quente e o Moderado, sendo que o segundo ocupa apenas as terras mais altas do Chapadão da Zagaia (em Tapira) e parte da Serra da Canastra em Sacramento. Os Domínios Climáticos encontrados na área de estudo são: Tropical, Tropical Ameno e Subtropical. (Novaes; Brito; Sanches, 2021, p. 234)

Neste sentido,

O domínio climático Tropical é o mais extenso e recebe influência das ZCOU e ZCAS nos meses mais úmidos e quentes (de outubro a março). Seu mês mais frio possui temperatura média acima de 18°C, mas não ultrapassa os 22,5°C. Esse domínio ocupa praticamente todo o Triângulo Mineiro, e avança pelas terras mais baixas do Alto Paranaíba. (Novaes; Brito; Sanches, 2021, p. 235)

Com base nos dados disponibilizados pelo IBGE (2021), numa escala de 1:500 000, foi possível identificar quatro características climáticas predominantes (Figura 22), baseadas no clima tropical, a variação fica por conta das temperaturas e presença ou não de umidade/precipitação em determinados períodos do ano.

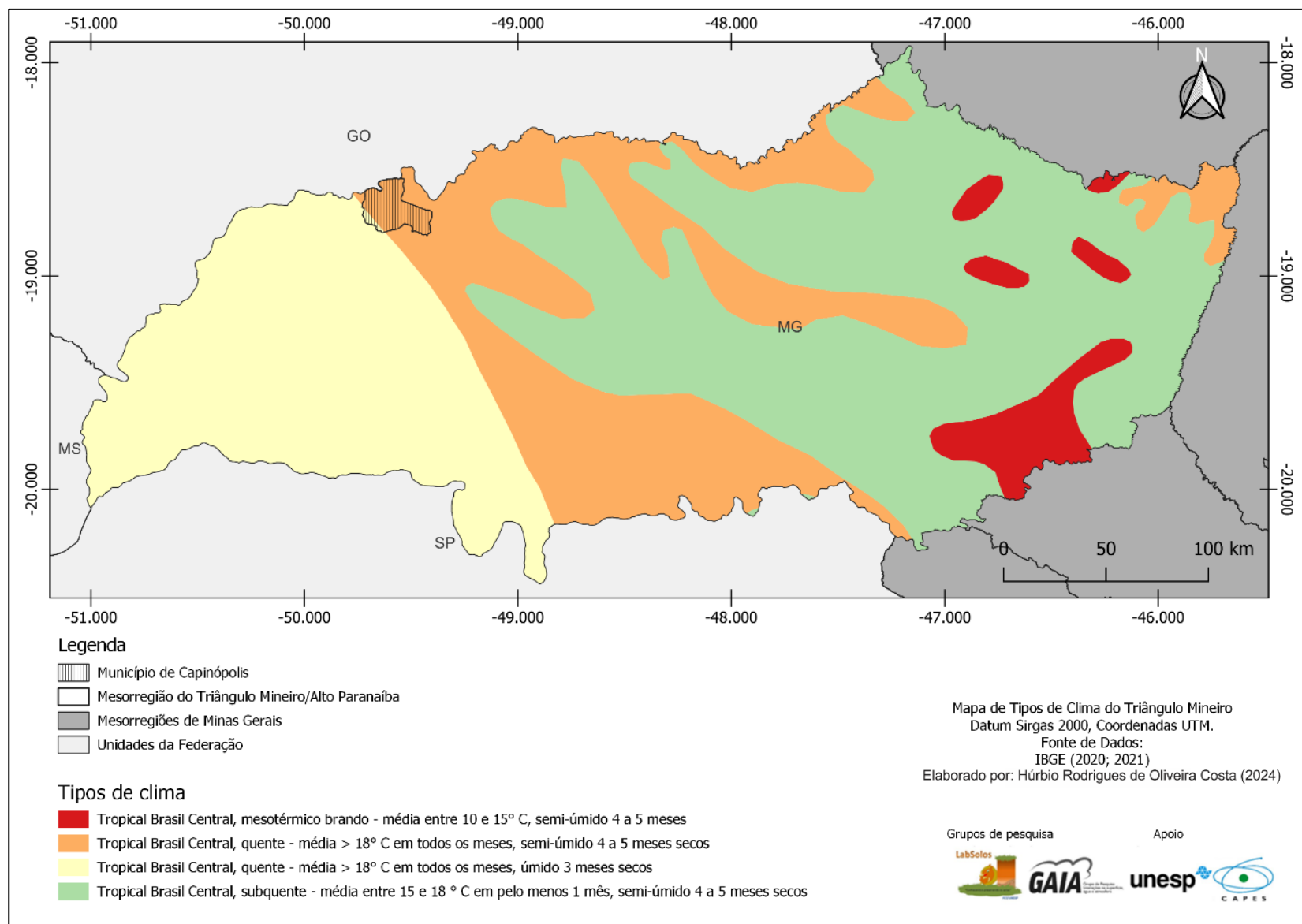


Figura 22: Tipos de clima na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Para Roldão e Ferreira (2015, p. 3), tomando como base o intervalo temporal de 1980 a 2013,

Observa-se os valores das alturas médias pluviométricas mensais e anuais de cada posto durante os anos estudados (1980-2013). A média pluviométrica da mesorregião é de 1481,4 mm, havendo intensa variabilidade ao longo dos meses e anos em cada posto. A estação chuvosa de outubro a abril concentra 92% das chuvas anuais, especialmente no trimestre dezembro, janeiro e fevereiro. Já no trimestre mais seco do ano (junho, julho e agosto) o total acumulado de chuvas representa menos de 3% do total anual da mesorregião. (Roldão; Ferreira, 2015, p. 3)

Na busca por espacializar a pluviosidade na mesorregião, Roldão e Ferreira (2015), perceberam uma maior concentração das chuvas a leste e sudeste do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Figura 23, p. 109). A oeste da mesorregião, comumente chamada de Pontal do Triângulo Mineiro, observa-se faixas de precipitação que vão dos 1200 mm aos 1500 mm por ano, o que auxilia compreensão do modo como a sociedade se organiza no espaço, especialmente no que tange o uso da terra, bem como os tipos de solo e vegetação que se formaram ao longo dos milhares de anos.

Os tipos de rocha presentes na mesorregião, associados a um relevo mais suave e a um regime pluviométrico relativamente estável, permitiu a formação de solos bem desenvolvidos, como os Latossolos e Nitossolos identificados em grande parte do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Figura 24, p. 110). De acordo com a base de dados da Embrapa publicado no ano de 2010, são cinco tipos de solos identificados na mesorregião, tendo a predominância dos Latossolos.

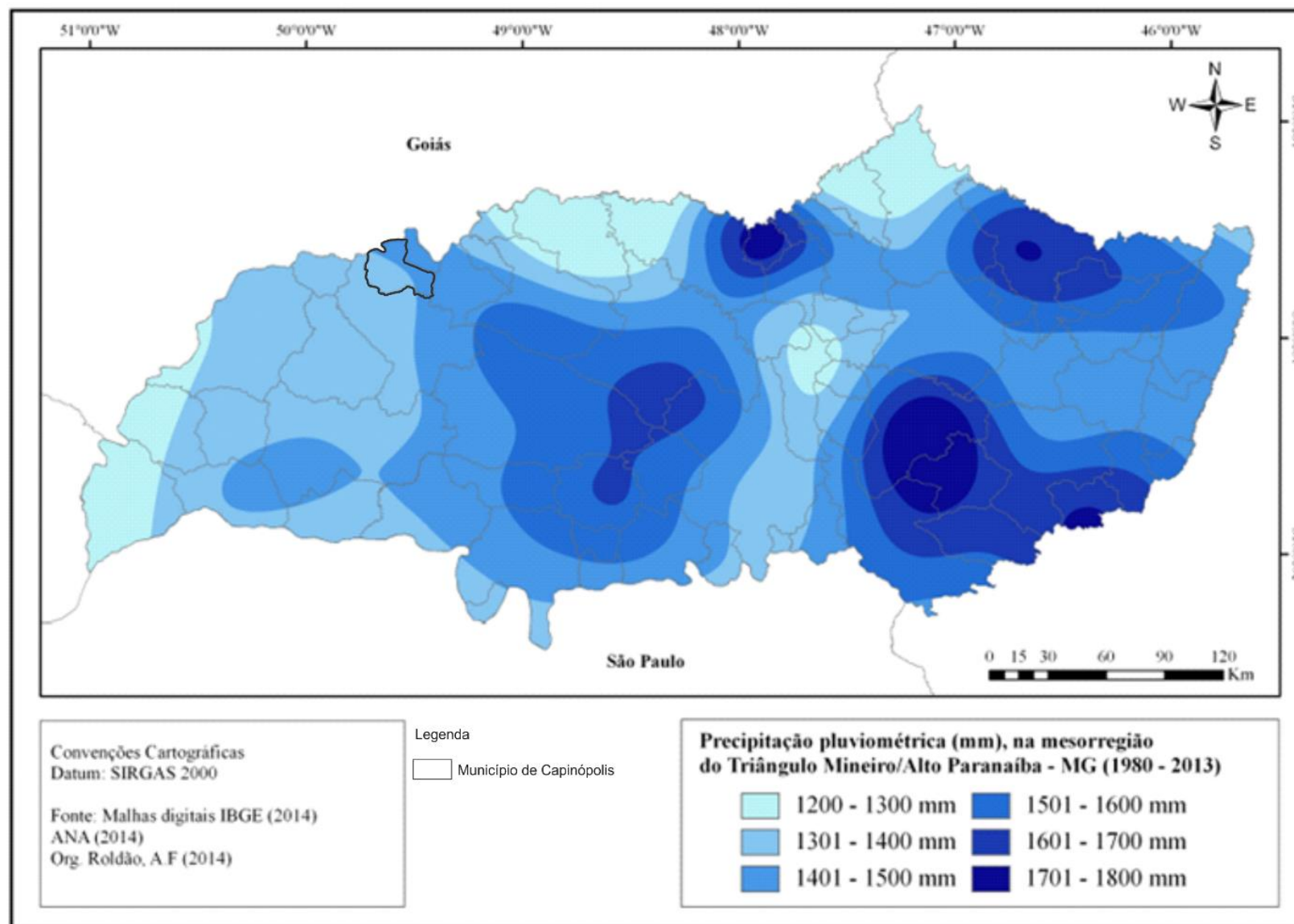


Figura 23: Mapa da pluviosidade média anual para a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba entre 1980 e 2013. Fonte: Roldão; Ferreira, 2015

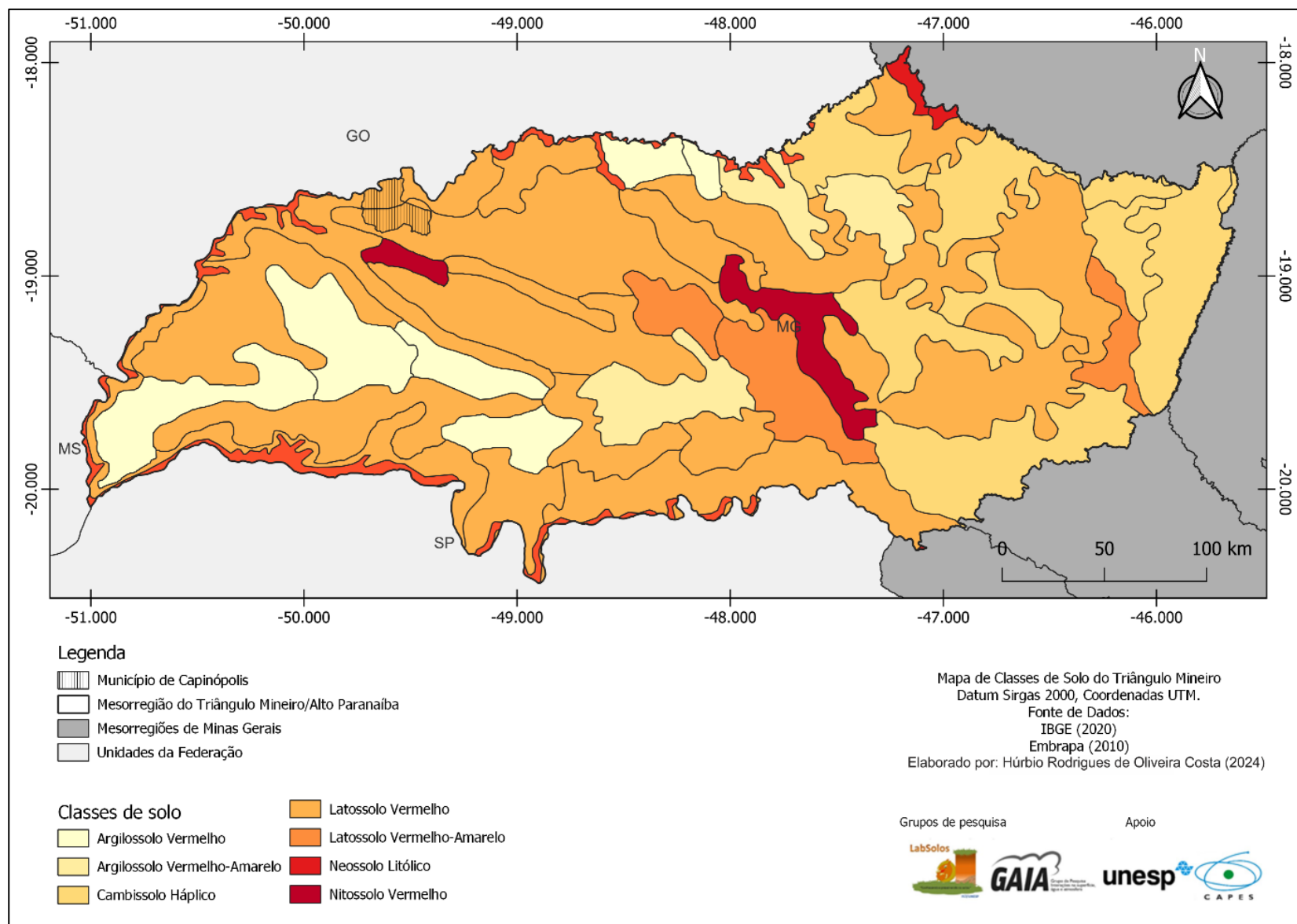


Figura 24: Classes de solo na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Essa associação de elementos como geologia, clima e relevo, contribuíram para a formação desses solos que têm sido cada vez mais utilizados por atividades como a agropecuária. De acordo com Guimarães (2010, p. 24)

No plano das características naturais podem ser citadas a boa qualidade dos solos ao longo das encostas e dos vales próximos a estes rios; a topografia favorável à mecanização da agricultura e à construção das infraestruturas de transportes; a reduzida oscilação climática; as importantes reservas de minerais metálicos, fosfatados e não-metálicos e a abundância hídrica. (Guimarães, 2010, p. 24)

Tais características físicas do ambiente explicam ainda a distribuição da vegetação natural, o que de acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais (2024), se concentra em Florestas Estacionais e Savanas (Figura 23, p 112), essa segunda representada pela vegetação típica do Cerrado. No entanto, o que se tem observado é a redução dessa vegetação natural em detrimento das atividades voltadas à agropecuária que tem se estabelecido de maneira cada vez mais intensas.

Neste sentido, de acordo com Marçal Junior e Araújo (2007, p. 30),

O baixo percentual de cobertura vegetal nativa está representado por fragmentos com diversos tamanhos e formas, geralmente, separados por lavouras e pastagens. A maioria desses fragmentos constitui-se de reservas legais e é submetido a constantes interferências antrópicas, tais como: corte seletivo de madeira, pastejo bovino, queimadas e invasão de ervas exóticas. Devido a esses fatores de antropização, quase sempre, os fragmentos são constituídos por vegetação secundária, sendo os de mata portadores de muitas clareiras cobertas de cipós. (Marçal Junior; Araújo, 2007, p. 30)

No mapa que ilustra a vegetação no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é possível identificar grades “vazios” que foram preenchidos por pastagens e áreas de cultivo. Outra formação comumente presente no Cerrado são as veredas e segundo Marçal Junior e Araújo (2007, p. 56),

As veredas são comunidades vegetais situadas geralmente, em áreas de nascentes, e possuem vegetação com o predomínio de ervas com folhas filiformes (em forma de agulha). A palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* Lf.) caracteriza essas áreas de nascentes, que possuem em sua periferia a vegetação de cerrado sentido amplo. Essas comunidades vegetais são bastante encontradas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e apresentam diversas etapas de evolução, desde aquelas com ampla cobertura de ervas até as de maior densidade de arbustos e árvores no início da formação de matas de galerias. (Marçal Junior; Araújo, 2007, p. 56)

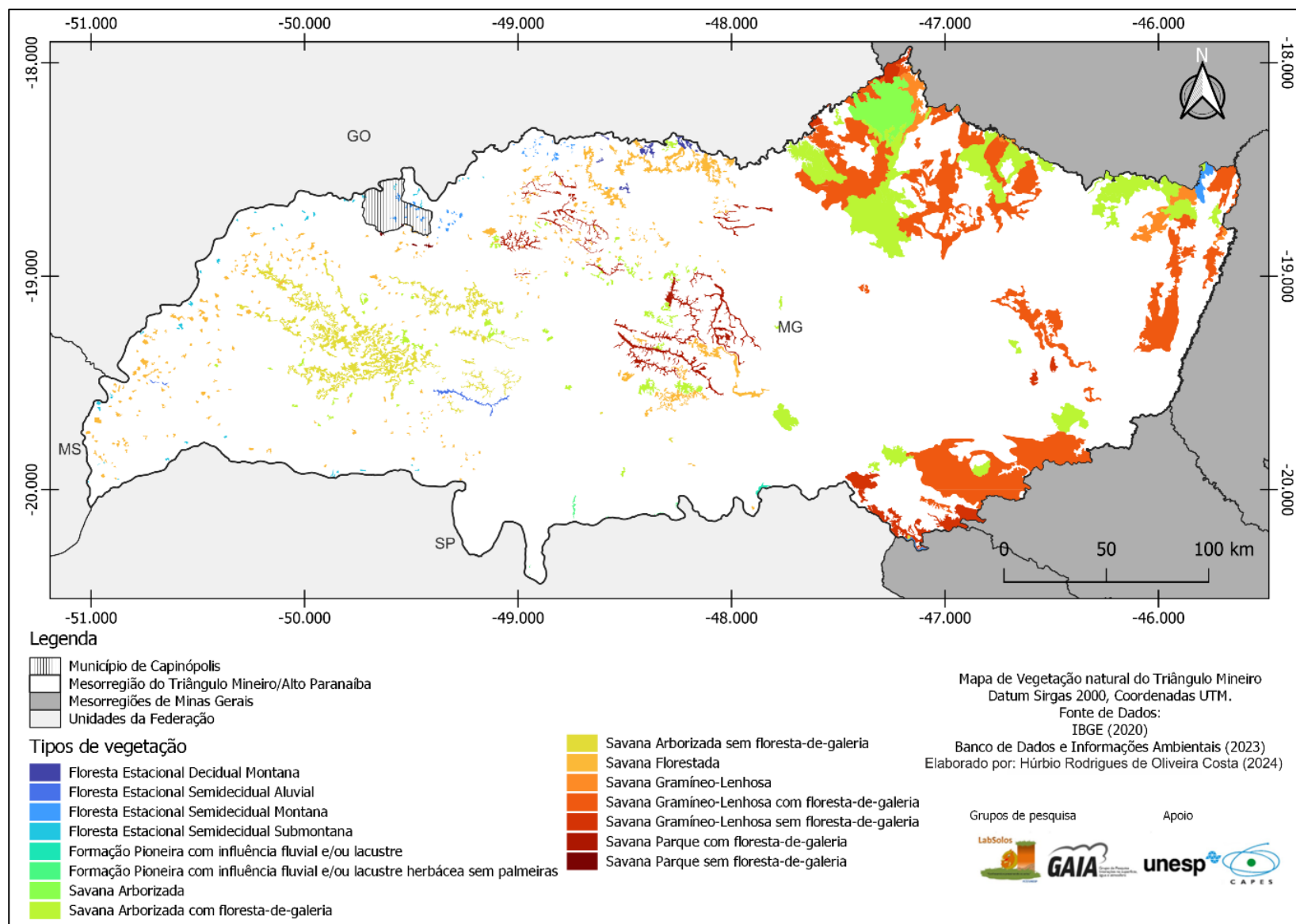


Figura 25: Tipos de vegetação na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

De acordo com Baccaro et al. (2001, p. 116), essa substituição do cerrado acontece sobretudo por “por pastagens e por culturas de grãos, principalmente a soja, o que, com certeza, rompeu o estado de equilíbrio de extensas áreas”. Petronzio (2014, p. 16), entende que,

O crescimento econômico, marcado pelo desenvolvimento agropecuário, caracterizou-se por um acelerado processo de expansão urbana, principalmente entre as décadas de 1950 a 1980. Tal fato foi devido à expansão da agropecuária, juntamente com a mecanização da produção, o que acarretou um processo de migração da população do meio rural para as cidades. (Petronzio, 2014, p. 16)

Nota-se, de acordo com o Banco de Dados e Informações Ambientais (2023), uma maior concentração de áreas voltadas para a agricultura, pastagens ou ainda o reflorestamento para silvicultura (Figura 26). Especialmente no pontal do Triângulo Mineiro onde se encontra o município de Capinópolis, observa-se que o uso da terra se resume a agricultura e pecuária, fato justificado pelos elementos físicos previamente distritos. A baixa declividade do relevo e os solos bem desenvolvidos contribuem para a utilização de maquinários na produção agrícola, atraindo grandes investimentos para a região.

A transformação do uso da terra, é algo que ocorreu em grande parte do território brasileiro, Giavara (2019, p. 184), ao estudar o Triângulo Mineiro e o seu papel na produção econômica do Brasil, entende que,

Em consonância com o cenário nacional, o Triângulo Mineiro foi parte desse processo de modernização do interior do país, pois oferecia, por um lado, terras de boa qualidade e clima ideal para agricultura e, por outro, uma região beneficiada pelos planos macroeconômicos do governo federal pós-segunda Guerra Mundial, aspectos que estimularam o desenvolvimento de setores como a infraestrutura rodoviária, a construção de hidrelétricas e o investimento em setores da agropecuária. (Giavara, 2019, p. 184)

Esse alto investimento no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, vai aparecer principalmente devido ao cultivo da cana-de-açúcar e a instalação de usinas de beneficiamento, que alteram a dinâmica de produção, a organização do espaço e a distribuição populacional.

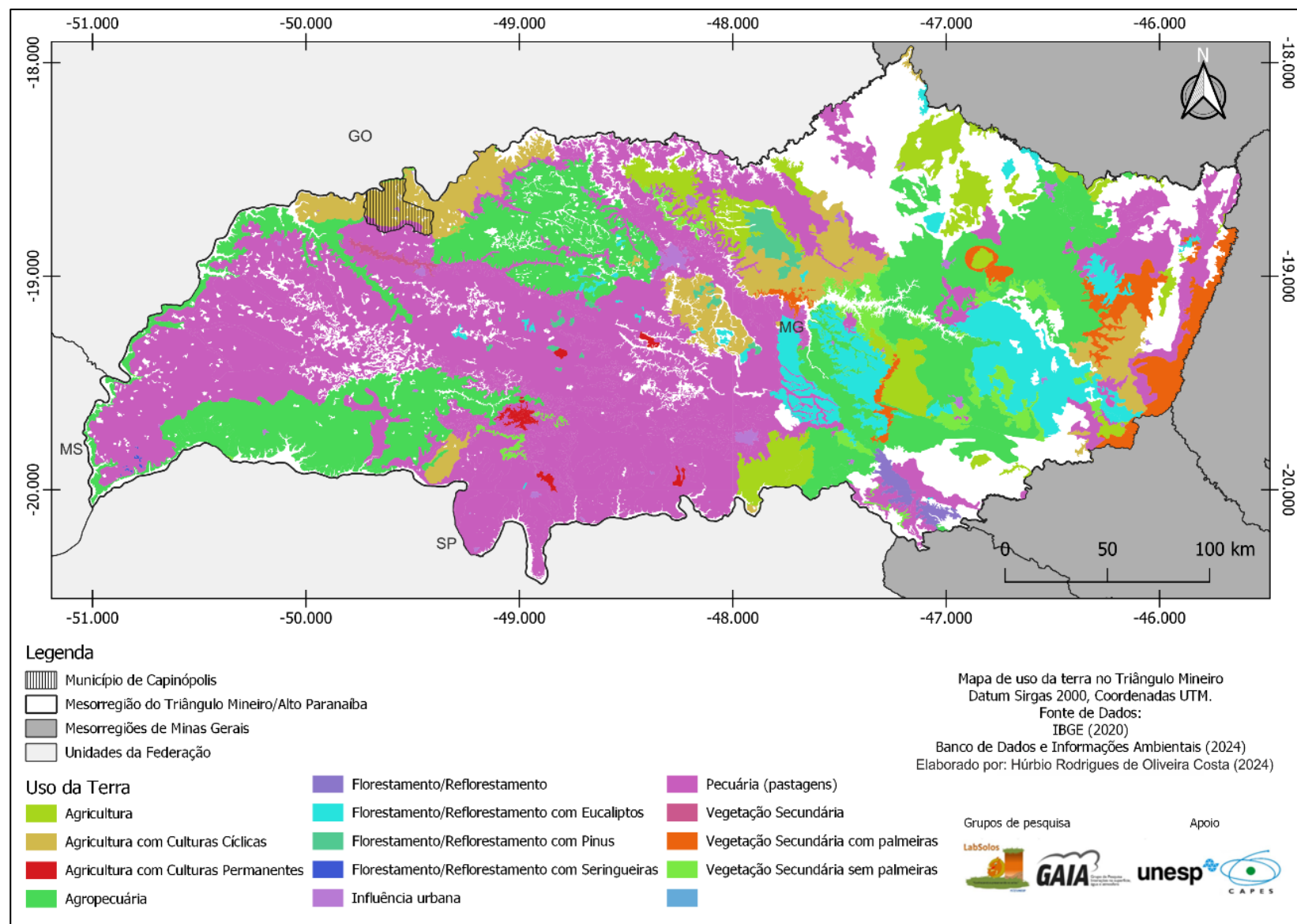


Figura 26: Uso da terra na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

O espaço se transforma, bem como as relações que nele se estabelecem, Silva e Mendes (2016, p. 187), ressaltam que,

Na década de 1990, iniciou-se o processo de expansão dos grupos canavieiros nordestinos em direção ao Centro-Sul do país para implantação de novas unidades agroindustriais canavieiras, especialmente, no Triângulo Mineiro. Na corrida por novos territórios para a implantação de novas unidades produtoras de cana-de-açúcar, destacam-se os Grupos alagoanos João Lyra, Carlos Lyra e Tércio Wanderley. (Silva; Mendes, 2016, p. 187)

A atração desses investimentos, fez com que os municípios recebessem pessoas vindas de outros lugares do estado de Minas Gerais, bem como do resto do país, buscando por oportunidades de emprego. Ao mesmo tempo em que a instalação de atividades relacionadas a agroindústria transforma o espaço urbano atraindo infraestrutura e população que contribuem para o seu desenvolvimento, a agroindústria afeta as dinâmicas no campo, pois,

Em sua investida, o capital agroindustrial canavieiro age de forma selvagem quando consome terra e capital humano, expulsando os agricultores camponeses de suas terras e (re)definindo os territórios para, dessa forma, criar as condições de perpetuação do seu domínio sobre o espaço, a água e toda riqueza ali existente. (Silva; Mendes, 2016, p. 191)

Souto e Bezzi (2019, p. 104), ao refletirem sobre tais investimentos no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, compreendem que o aumento da produção agropecuária “foi viabilizada pelas ações agenciadas pelas corporações transnacionais com sedes nos países desenvolvidos”, dotadas de capital e conhecimento científico que possibilitaram o desenvolvimento da área.

No entanto, essa estruturação econômica a partir da possibilidade de produção, tanto da agricultura quanto na pecuária, fazem com que seja necessário compreender a vulnerabilidade do ambiente aos processos erosivos. Notadamente, os elementos físicos do ambiente contribuem para o processo de organização e estruturação do espaço geográfico, o que torna necessário retomar esses elementos agora na escala do município.



4. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS GEOGRÁFICOS DO MUNICÍPIO DE CAPINÓPOLIS (MG)

Na medida em que se compreende minimamente o contexto regional no qual o município está inserido, no caso o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, é necessário aprofundar a caracterização dos aspectos históricos e geográficos do município. Essa necessidade é identificada pois, apesar das regionalidades, existem particularidades do próprio município e que afetam diretamente na compreensão da vulnerabilidade ambiental ao processo de ocupação do relevo.

Desta forma, para além da produção do espaço geográfico também merecem destaque, de modo integrado, os elementos físicos desse ambiente. A litologia, relevo, tipos de solo e vegetação, aparecem como fatores essenciais para se compreender as dinâmicas do município, visto que mesmo indiretamente, tais elementos contribuíram para que as atividades econômicas que hoje se encontram instaladas, viessem a se desenvolver na área de estudo.

4.1.Caracterização de aspectos históricos e geográficos do município de Capinópolis (MG)

A região na qual o município de Capinópolis (MG) está inserido, anteriormente foi ocupada por índios Caiapós e da tribo Panará, os quais sobreviviam sobretudo da pesca e da caça (IBGE, 1958). De acordo com alguns registros disponibilizados no site da Prefeitura Municipal de Capinópolis, essa dinâmica passa a mudar com a chegada dos primeiros brancos na região, por volta de 1810.

A proximidade com um grande rio, no caso o Paranaíba, permitia o desenvolvimento de atividades voltadas para a pesca, bem como funcionava também como sistema de transporte. Até então, não havia uma grande concentração de pessoas na área onde hoje se encontra o município.

Somente em 1927, surge o primeiro loteamento realizado pela família de Jerônimo Maximiano da Silva, o Arraial do Capim, o qual recebeu este nome devido a presença de grandes extensões de capim Jaraguá (IBGE, 1958). Nota-se, desde o início o papel dos elementos físicos da paisagem na construção da história de Capinópolis, desde a vegetação à presença de solos e relevo propícios para a realização de atividades socioeconômicas, como a construção de loteamentos e instalação de atividades agrícolas.

Em 1953, o município é emancipado e recebe o nome de Capinópolis, a partir do avanço da agropecuária e instalação de indústrias de base, começa-se a observar o crescimento demográfico, a concentração populacional se dá na área urbana, sobretudo a partir da mecanização e modernização do campo (IBGE, 1958). Apesar da concentração de pessoas na

área urbana, podemos compreender a cidade enquanto pequena, seja pelo contingente populacional, importância na rede urbana ou até mesmo pela extensão territorial.

Outros elementos relacionados ao uso e ocupação da terra serão discutidos posteriormente, cabendo agora entender os elementos físicos desse ambiente, e seu papel enquanto fatores importantes para a produção do espaço geográfico. Das veredas aos topos de colinas suavemente onduladas, o processo de apropriação e ocupação do relevo transformou, e segue transformando as dinâmicas naturais tais como infiltração e escoamento da água, ou ainda os processos erosionais e deposicionais que podem ser identificados na área de estudo. Na medida em que serão apresentados os elementos físicos, espera-se identificar as vulnerabilidades e potencialidades, sobretudo relacionando com a produção do espaço geográfico a partir do processo de apropriação e ocupação do relevo no município.

4.2. Características Ambientais do Município

As características ambientais do município serão aqui consideradas enquanto os elementos que fazem parte da paisagem, pertencentes às dinâmicas da natureza, podendo ou não terem sido transformados pelas ações antrópicas. A partir desse momento, dar-se-á destaque a elementos tal qual a litologia, relevo, vegetação e solos, também se destacam outros elementos que ao longo dos milhares de anos contribuíram para o processo de esculturação do relevo como, por exemplo, a hidrografia.

Neste sentido, serão abordados a partir daqui elementos específicos do ambiente e o modo como estes contribuíram para a produção do espaço geográfico no município de Capinópolis (MG). Enquanto base física para o surgimento do espaço geográfico construído pelos seres humanos, faz sentido darmos início por meio da litologia do município.

4.2.1. Litologia

As unidades litológicas existentes na área de estudo são rochas ígneas e sedimentares. As rochas sedimentares areníticas, aparecem no município por meio da Formação Vale do Rio do Peixe pertencente ao Grupo Bauru, e as rochas magmáticas extrusivas são da Formação Serra Geral do Grupo São Bento (Pereira, 2016).

A Formação Serra Geral é a que predomina no município, identificando-se uma série de afloramentos de basalto, no entanto, nas partes mais altas do município ainda é possível notar

a presença de rochas do tipo sedimentar pertencentes a Formação Vale do Rio do Peixe. Estas formações geológicas podem ser observadas no mapa de unidades litológicas para o município de Capinópolis (MG) (Figura 27, p. 120), na escala de 1:1.000.000.

A realização de trabalhos de campo para averiguar as informações contidas no mapeamento, foram essenciais, permitindo maior detalhamento do que o permitido pela base fornecida pela CPRM (2021).

A partir dos trabalhos de campo na área de estudo, foram identificados cinco pontos de afloramento rochoso, estudados e registrados a partir de fotografias. Em campo foi possível observar as características da rocha, descrever os processos atuantes, bem como seu estado de conservação. No mapa foram destacados os 5 pontos percorridos em campo, o primeiro ponto consiste num afloramento de rocha do tipo sedimentar, enquanto os outros quatro pontos são áreas de afloramento de rochas basálticas.

Tem-se, desta maneira, dois tipos de formação rochosa, ígneas e sedimentares, sobre as quais ocorrem uma série de processos que contribuem com a esculturação do relevo e a formação de solos, com a morfologia das vertentes ou ainda a coloração e estrutura dos solos. Tanto o relevo quanto o solo, adquirem características que são afetadas diretamente pelo tipo de rocha e processos de formação atuantes. Cada formação geológica apresentará características específicas permitindo sua identificação em campo, seja pelas cores que se distribuem nas rochas e tipos de solo que dela se originaram, ou pelos processos endógenos e exógenos que colaboraram para a origem destas rochas.

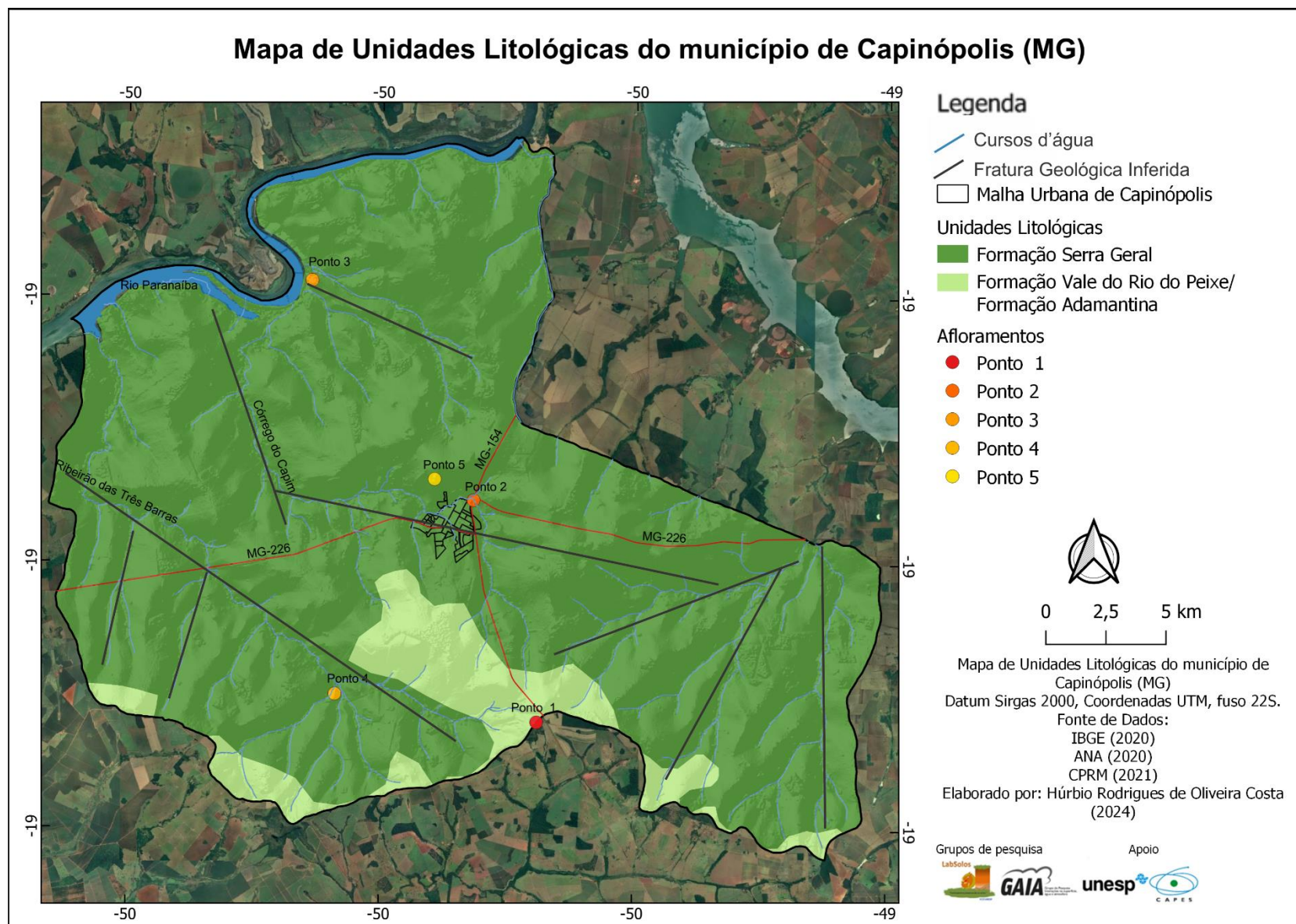


Figura 27: Mapa de unidades litológicas do município de Capinópolis (MG)

É possível identificar no município relevos do tipo residual, evidenciando a presença de rochas do tipo sedimentares da Formação Vale do Rio do Peixe. Neste sentido o trabalho de campo foi realizado no Ponto 1 (Figura 28), identificando as principais características dessa formação rochosa. A Formação Vale do Rio do Peixe (FVRP) é constituída basicamente por arenitos de granulação fina litificados sobre os basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento (Fernandes; Coimbra, 2000). De acordo com Fernandes e Coimbra (2000), a deposição dos sedimentos da FVRP é de origem principalmente eólica, sendo o vento um transportador seletivo no que tange o tamanho das partículas. Deste modo, é possível afirmar que os grãos presentes nestes arenitos possuem praticamente a mesma espessura, explicando a granulação fina do material rochoso.

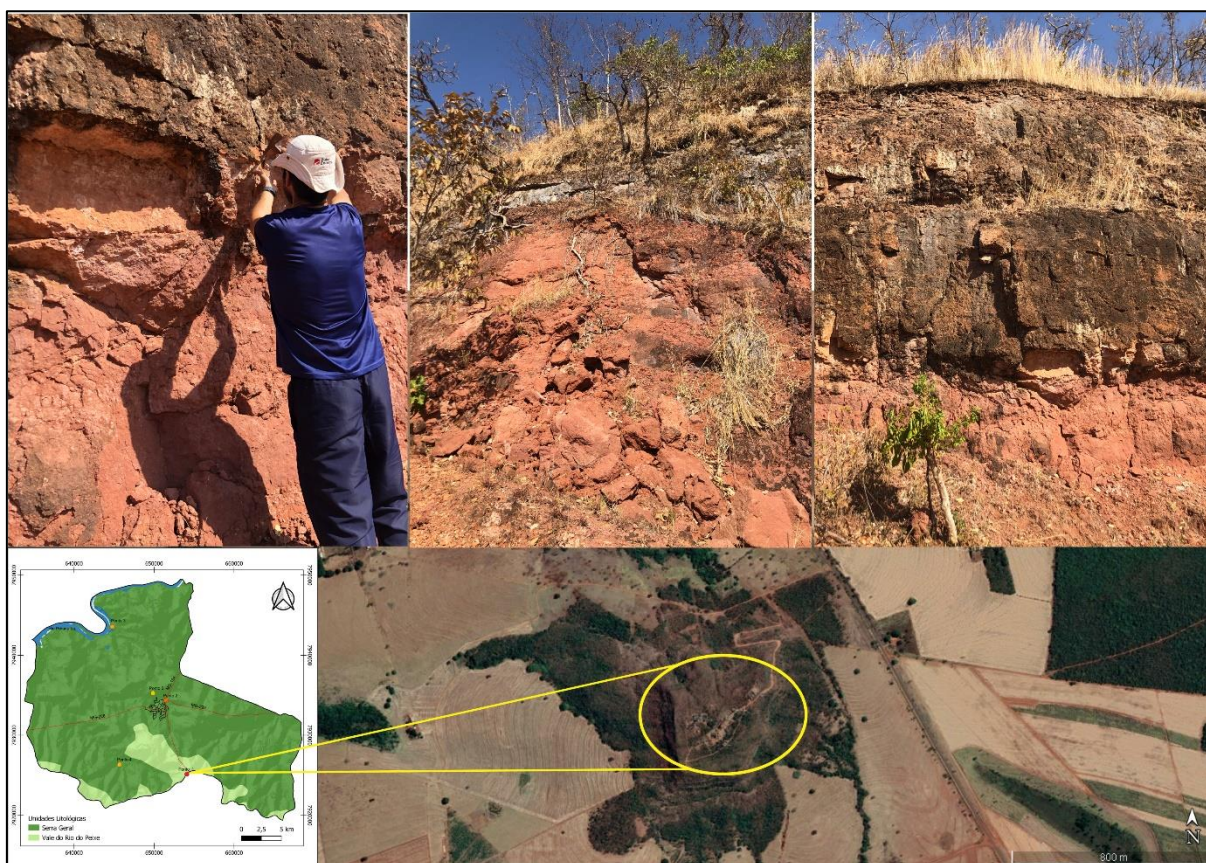


Figura 28: Rochas sedimentares da Formação Vale do Rio do Peixe

Foi identificada durante as observações em campo, a presença de conglomerados (Figura 29), o que de acordo com Guerra (1993, p. 103), consiste em “seixos rolados, agrupados por um cimento, formando um depósito consolidado”. O fato de serem seixos rolados, indica que os mesmos foram transportados por canais fluviais, responsáveis por “polir” cada seixo, retirando a forma angular e deixando-os arredondados.



Figura 29: Conglomerado identificado em campo

A presença destes materiais, serve para reforçar a ideia de “testemunho”, pois remete a um ambiente no passado capaz de transportar materiais tanto pelo vento quanto por água. Esse relevo residual do tipo testemunho, recebe o nome de Morro do Bauzinho, e encontra-se localizado entre os municípios de Capinópolis (MG) e Ituiutaba (MG). Esculpido pelas dinâmicas fluviais, e até pluviais, nos arenitos da Formação Vale do Rio do Peixe, o Morro do Bauzinho consiste no ponto de maior altitude presente no município de Capinópolis (MG), estando próximo à nascente do Córrego do Capim, um dos principais córregos para a área de estudo.

Por se tratar de uma área cuja litologia baseia-se em rocha do tipo sedimentar, um dos elementos que pôde ser percebido em campo, foi a presença de feições erosivas. Às margens da estrada que circunda o morro até o topo, encontra-se algumas feições oriundas do fluxo de escoamento superficial, como ravinas (Figura 30).



Figura 30: Feição erosiva no Morro do Bauzinho

Rochas sedimentares, de modo geral, tendem a apresentar uma maior susceptibilidade aos processos de intemperismo e erosão, sobretudo aquelas com maior quantidade de grãos de areia em sua formação, formando solos mais arenosos. No entanto, a presença de um relevo do tipo testemunho, demonstra que o agente cimentante, carbonato de cálcio, dessa formação rochosa, tornou a rocha mais resistente aos processos erosivos. No município, o material litológico de origem sedimentar se concentra ao sul, especialmente nos limites entre Capinópolis (MG) e Ituiutaba (MG).

Em contrapartida, no restante do município ocorre o predomínio da Formação Serra Geral, constituída basicamente por basaltos que têm sua origem em derramamentos vulcânicos fissurais do tipo *trapp* ocorridos no continente, e que contribuíram para o surgimento de uma das grandes províncias ígneas mundiais (Pereira, 2016). Localizado sobre essa província ígnea, o município de Capinópolis (MG) apresenta uma série de afloramentos de basalto, cada um apresentando características que revelam os processos de intemperismo em diferentes estágios possibilitando compreender a história do município.

O basalto, um tipo de rocha ígnea extrusiva e de coloração escura, vem sendo utilizado para o calçamento de vias de acesso ou para produção de britas para construção civil. O processo de formação extrusiva concede ao basalto a coloração escura, sobretudo devido ao rápido resfriamento ao entrar em contato com a atmosfera, não permitindo que os minerais se agrupem em grãos de diferentes colorações como é o caso de granitos.

No ponto 2 (Figura 31), durante um dos trabalhos de campo, foi possível identificá-los especialmente nas margens do Córrego do Capim, próximo à área urbana. Os basaltos identificados em campo apresentam coloração escura e superfície polida, especialmente aqueles que permanecem em contato direto com o canal fluvial. Na medida em que se distancia do canal, é possível identificar amostras com coloração mais amarelada e superfície opaca, assim como a fragmentação dos blocos de basalto, indicativos da ocorrência de intemperismo físico e químico.

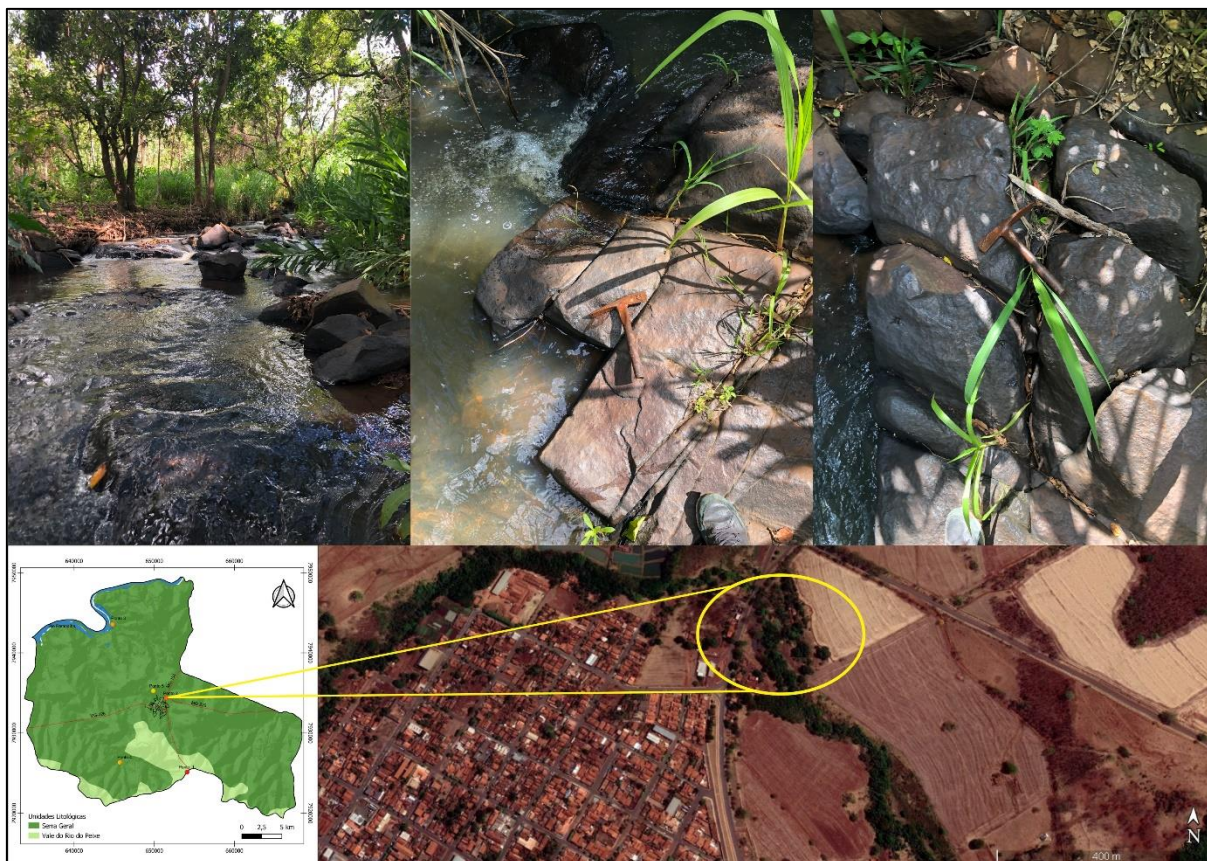


Figura 31: Afloramento de basaltos no fundo de vale do Córrego do Capim

O intemperismo físico consiste no fraturamento das rochas sem alterações na composição química, tendo como origem, dentre outros fatores, a variação de temperatura que promove a expansão e contração da rocha a ponto de ocorrer a quebra mecânica em pedaços menores (Suertegaray et al., 2008). Quando em pedaços menores a rocha pode ser transportada mais facilmente e, em campo, identificou-se seixos rolados e matacões oriundos do basalto que, ao serem conduzidos pelo canal fluvial, passam por processos de abrasão, perdendo o formato angular.

Já o aparecimento de superfícies mais amareladas ou alaranjadas, advém da oxidação dos minerais presentes na rocha, dando a aparência enferrujada observada em campo. Tal processo depende basicamente das condições climáticas agindo sobre a superfície das rochas, de maneira a “quebrar” suas estruturas e, em alguns casos, as decompondo. Essa desintegração, proporcionada pelo intemperismo químico da rocha parental, acontece de maneira diferenciada, conforme o grau de exposição aos processos intempéricos, sendo importante considerar variáveis como tempo, umidade e a temperatura que agem direta ou indiretamente sobre a rocha (Lepsch, 2011; Suertegaray et al., 2008).

O terceiro ponto observado encontra-se próximo ao Rio Paranaíba (Figura 32), no qual foi possível perceber o avançado grau de decomposição das rochas de origem ígnea. Neste ponto, as rochas já não possuem coloração escura como observado no ponto anterior, o grau de resistência dos blocos retirados é baixo, se desintegrando facilmente ao pressionar com os dedos ou com o impacto de um martelo.

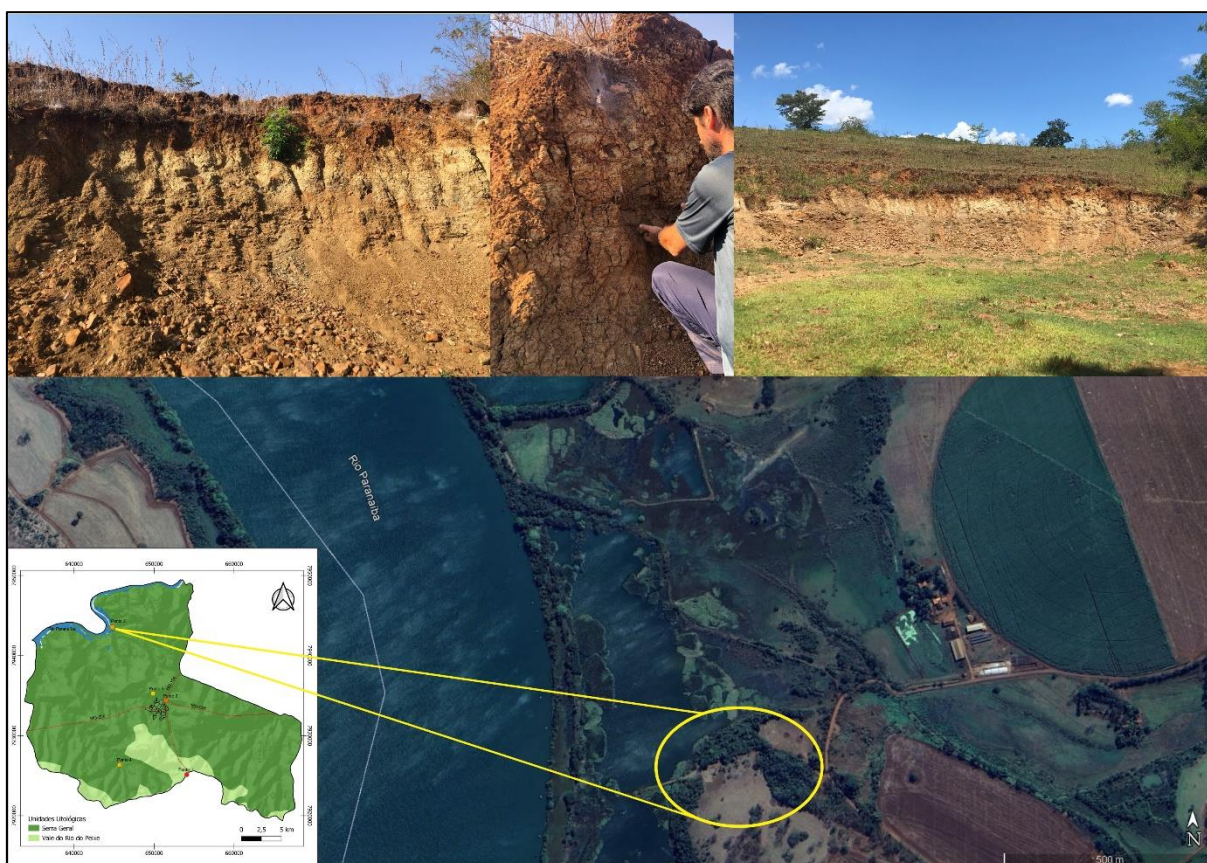


Figura 32: Basalto intemperizado próximo ao Rio Paranaíba

A presença de basalto no município e especialmente nessa área, auxilia na compreensão de alguns processos naturais, como a concentração de material rico em argila nas várzeas, associada a deposição de sedimentos aluviais em lagoas marginais, onde, devido ao ambiente lacustre ser de baixa energia, favorece a decantação dos sedimentos finos. Adiante daremos foco ao papel dos depósitos de material argiloso para a economia do município, mas desde já é possível perceber a influência de elementos como a litologia na produção de diferentes paisagens e atividades desenvolvidas no município. A cerca de 250 metros do ponto 3, é possível identificar também o afloramento de basalto (Figura 33), nota-se a presença de esfoliação esferoidal, criando blocos de rocha mais arredondados, no entanto a rocha demonstra estar menos intemperizada.



Figura 33: Esfoliação esferoidal em basalto próximo ao Rio Paranaíba

Esse processo de esfoliação esferoidal, no qual a rocha passa a se “descascar” em camadas (Suertegaray et al., 2008), pôde ser percebido em outras áreas do município, indicando a ação do intemperismo químico. Esse tipo de intemperismo depende basicamente da presença de água que, ao entrar em contato com a rocha, dá início a uma série de reações químicas, fazendo com que as rochas se decomponham.

No ponto 4, por exemplo, encontra-se uma “pedreira” área que antes servia para a retirada de rochas que serviam para “cascalhar” as estradas de terra do município e facilitar a circulação de automóveis, no entanto hoje encontra-se abandonada (Figura 34). É possível identificar neste ponto o intenso grau de decomposição das rochas, a junção do intemperismo químico e físico promove a decomposição e fragmentação do basalto. O entorno da área, como é possível observar na imagem, foi tomado pelo cultivo de cana-de açúcar, restando apenas resquícios da vegetação natural.

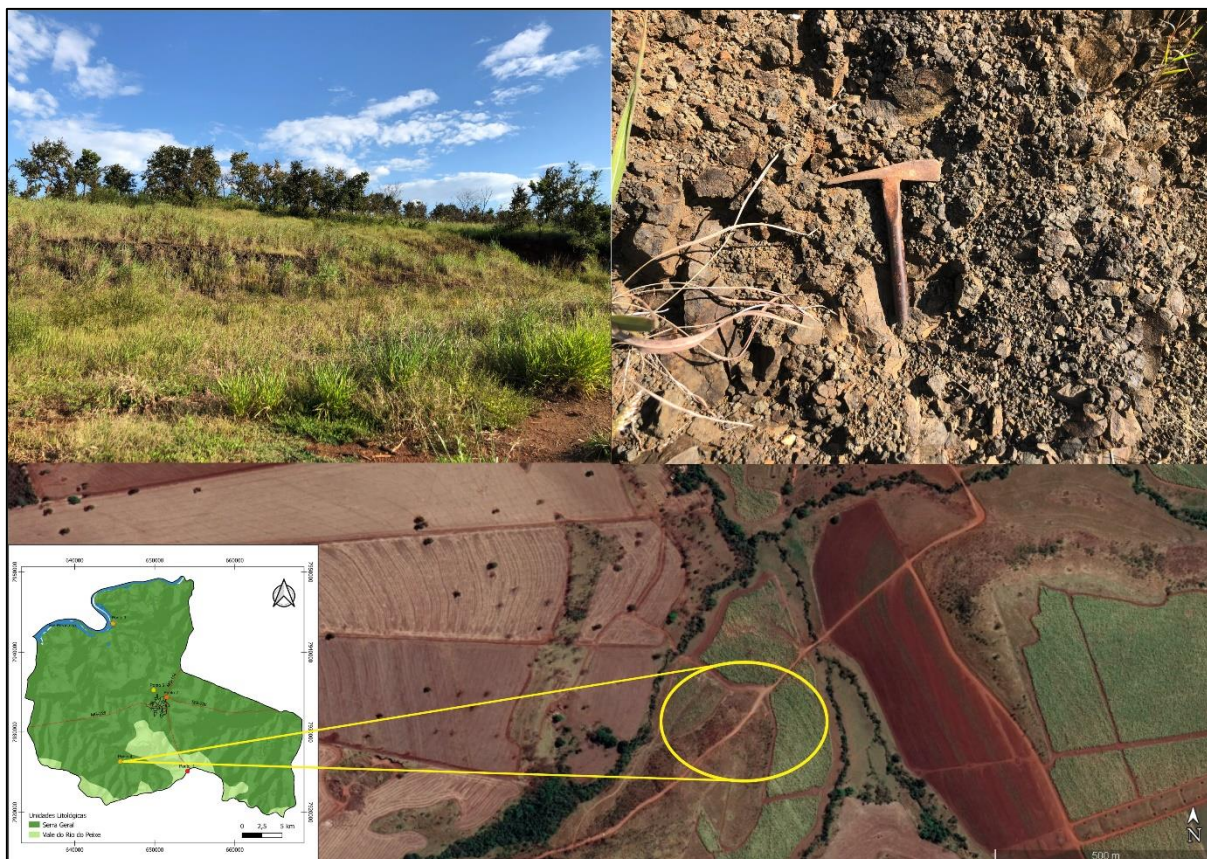


Figura 34: Afloramento de basalto próximo ao Córrego Buriti Comprido

Assim como no ponto 3, o processo de esfoliação esferoidal aparece de maneira intensa no ponto 4, identificando-se blocos e fragmentos espalhados pela superfície (Figura 35). Na primeira imagem do mosaico, observam-se blocos maiores, arredondados e que ilustram essas camadas, já a segunda imagem, apresenta pequenos fragmentos de rocha, bem intemperizados.



Figura 35: Esfoliação esferoidal em basalto próximo ao Córrego Buriti Comprido

Nos casos apresentados até o momento, com exceção do afloramento no Córrego do Capim, observa-se que a vegetação se resume a gramíneas, arbustos e árvores pouco

desenvolvidas. O mesmo se apresenta no ponto 5 (Figura 36), a vegetação pouco desenvolvida pode ser resultado da substituição da vegetação nativa por pastagens e cultivos, bem como pela pouca profundidade do solo nessas áreas, que apresentam material rochoso ainda em processo de intemperismo.

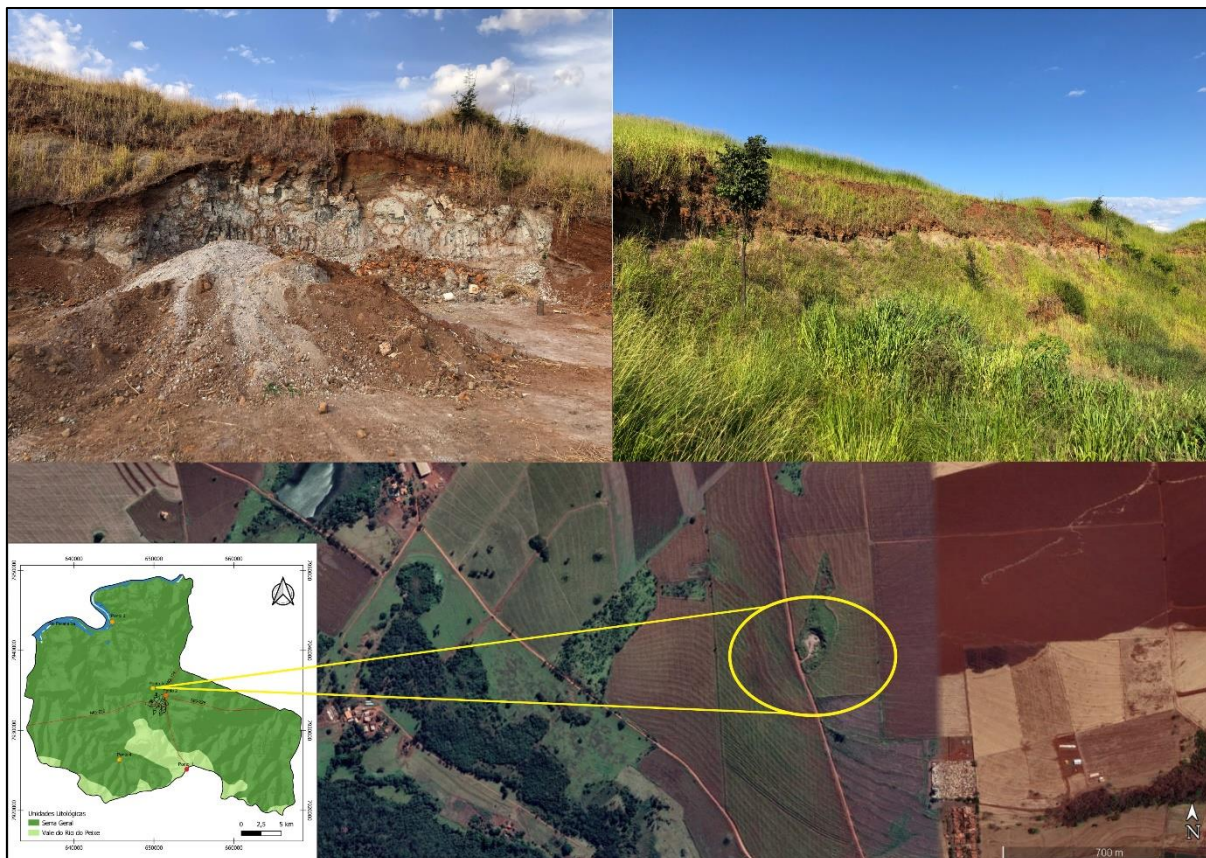


Figura 36: Afloramento de basalto em área de topo

Nesse último ponto, localizado próximo à área urbana de Capinópolis (MG), nota-se que a mesma é utilizada como ponto para extração de material litológico a ser usado como brita nas estradas rurais do município. Nas “paredes” identificam-se cicatrizes feitas pelo maquinário utilizado para retirar os blocos de rochas. O basalto nessa área também se encontra em processo de intemperização, especialmente a camada superficial da rocha.

A litologia do município, quando associada a elementos como a hidrografia e o clima, possibilita a compreensão de como se formou o relevo e suas principais características. A decomposição das rochas, de acordo com Lepsch (2011), tem importância essencial para a formação dos solos devido à sintetização de novos minerais que compõem a camada pedológica. No entanto, para além de definir os tipos de solo presentes numa determinada área, interferem na paisagem por meio das formas do relevo que surgem a partir da litologia e, ainda,

definem os padrões de drenagem estabelecidos sobre essas formações litológicas, ou seja, estes elementos físicos encontram-se interligados.

4.2.2. Hidrografia e clima

Em relação a hidrografia, o município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, sendo possível identificar bacias hidrográficas de até terceira ordem dentro dos limites do município, como, por exemplo, a bacia do Ribeirão das Três Barras e a bacia do Córrego do Capim na qual a cidade de Capinópolis está inserida. A litologia, associada a dinâmica pluvial, permitiram que houvesse a concentração de fluxos em determinados pontos, contribuindo para a esculturação do relevo. O modo como se deu esse processo de formação do relevo, deu origem ao padrão de drenagem dendrítico em grande parte do município.

Neste sentido, a partir dos mapas produzidos e imagens de satélite foi possível identificar a predominância do padrão dendrítico na rede hidrográfica (Figura 37), o que de acordo com Christofolletti (1980), é explicado pela resistência das rochas, permitindo que a hidrografia se organize nesse padrão dendrítico ou arborescente, em parte do município onde predominam as rochas sedimentares, colinas e topos suavemente ondulados.



Figura 37: Padrão dendrítico na rede hidrográfica

Complementando as informações trazidas por Christofolletti (1980), nota-se que esse padrão de drenagem dendrítico,

Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. Os canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar ao ângulo reto. Frequentemente está associado a um outro padrão de drenagem, gerando padrões subsidiários, bem como padrões modificados. (IBGE, 2009, p. 99)

Deste modo, buscou-se analisar o restante do município visando identificar outros padrões de drenagem que indicassem processos diferentes dos que deram origem ao padrão dendrítico. A partir da realização dos mapeamentos na área de estudo, trabalhos de campo e análise de imagens do Google Earth Pro (Figura 38), observou-se áreas com a ocorrência de pequenos meandros, sobretudo próximo ao Rio Paranaíba, visto que o relevo tende a ficar ainda mais suave e os fundo de vale mais abertos. Os dois exemplos, ocorrem na foz do Córrego do Capim e na do Ribeirão das Três Barras, respectivamente, basicamente numa área de deposição sedimentar do Rio Paranaíba.

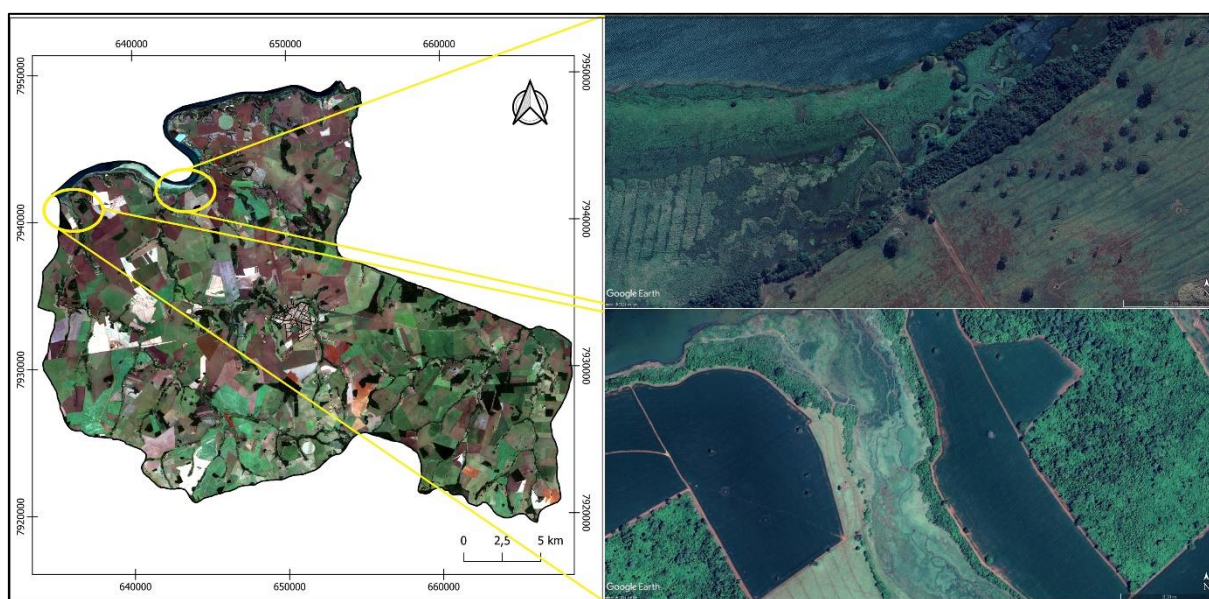


Figura 38: Meandros próximos ao Rio Paranaíba

Esses padrões de drenagem, para além das características litológicas, resultam também da combinação com os processos erosivos de origem fluvial e pluvial, visto que ambas as dinâmicas promoveram a esculturação das formas do relevo. A rede hidrográfica é, então, abastecida pelas águas de subsuperfície e superficiais, principalmente durante o período chuvoso marcado de outubro a março. Para o município a média de precipitação anual é de aproximadamente 1500 mm, de acordo com estudos anteriores (Costa, 2015; 2019), identificam-se dois períodos bem delimitados, inverno seco e verão chuvoso.

Utilizando-se de dados obtidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), no intervalo de 1990 até 2018, período no qual existia uma estação meteorológica no município que coletava as informações de pluviosidade e as disponibilizava para domínio público. Em Lima (2022), é possível identificar uma sequência de gráficos e imagens que

remetem à questão da pluviosidade e a relação com a produção de soja no município de Capinópolis (MG).

A média pluviométrica identificada em Costa (2019), reaparece em Lima (2022) a partir da média de precipitação anual no intervalo temporal de 1990 a 2018 (Figura 39). É possível identificar que grande parte dos meses apresenta pluviosidade superior aos 1100 mm, apenas o ano de 2014 aparece com números abaixo dos 1000 mm.

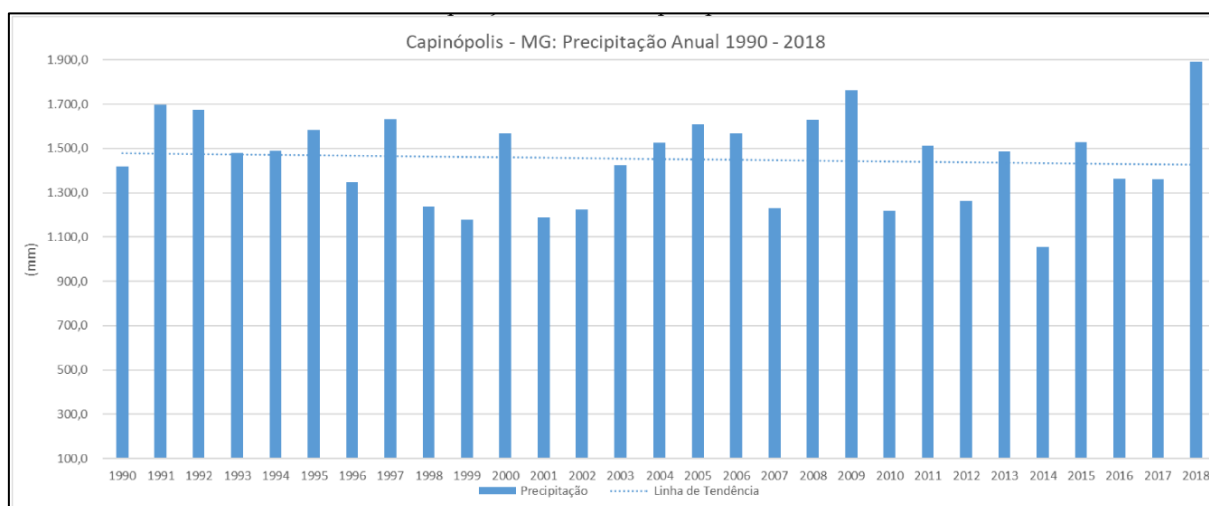


Figura 39: Precipitação anual em Capinópolis (MG) de 1990 – 2018. Fonte: ANA, 2022. Organização: LIMA, Viviane A. M., 2022.

De acordo com a autora, os meses que possuem maior concentração de chuvas são dezembro, janeiro, fevereiro e março, período relativo ao verão no Hemisfério Sul (Lima, 2022). Em contrapartida, a média mensal de pluviosidade com os menores números se concentra de junho a agosto (Figura 40), referente ao período do inverno no Hemisfério Sul. A distribuição de chuvas ao longo do ano contribui para a manutenção da vegetação típica do Cerrado, adaptada aos diferentes períodos de chuva identificados no município.

As características climáticas, sobretudo de pluviosidade, contribuem para a compreensão da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. A chuva, enquanto principal agente erosivo, aparece aqui como elemento importante e de acordo com as informações obtidas a partir dos dados da ANA (2022), bem como em Costa (2019) e Lima (2022), se concentram de dezembro a março. Neste sentido, o verão chuvoso identificado em Capinópolis (MG), carece de maior atenção no que tange a instalação de processos erosivos.

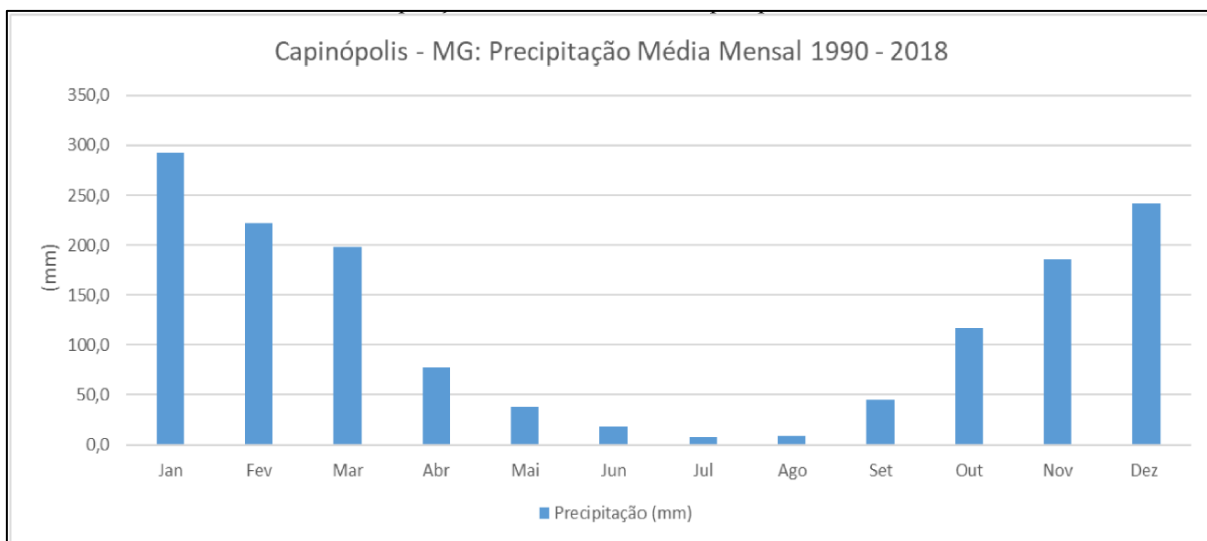


Figura 40: Precipitação média mensal em Capinópolis (MG) de 1990 – 2018. Fonte: ANA, 2022. Organização: LIMA, Viviane A. M., 2022.

As características climáticas passam a contribuir com a pedogênese, intemperizando a rocha, mas também com a morfogênese, auxiliando na esculturação do relevo. Entendendo a morfodinâmica atual, a pluviosidade atua criando formas do relevo a partir de processos erosivos acelerados devido ao uso da terra, sobretudo em áreas onde o solo fica exposto durante determinados períodos do ano. Neste sentido, a relação entre os elementos físicos do ambiente e o uso da terra, contribuem com a análise da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG).

4.2.3. Hipsometria e Relevo

A partir das características da litologia, hidrografia e condições climáticas, a próxima etapa consiste na caracterização e análise das formas do relevo, permitindo compreender o município de Capinópolis no que tange a correlação entre os elementos físicos da paisagem. Considerando a altitude ou as feições geomorfológicas o relevo é produzido ao longo dos anos e reflete os processos que atuaram de maneira mais, ou menos, intensa sobre a superfície terrestre.

Para Christofoletti (1980), no caso de uma litologia que apresente resistência de modo uniforme, como a dos basaltos identificados na área de estudo, é possível compreender o processo de entalhamento dos fundos de vale. Por meio da hipsometria da área de estudo, da identificação das feições geomorfológicas e dos trabalhos de campo realizados no município foram realizados alguns apontamentos. De início, nota-se que quanto mais próximo à montante

dos canais fluviais, maior o predomínio de vales encaixados, ou em “V”, fato justificado devido ao alto poder erosivo que a água adquire em consequência da declividade nessas áreas. Mais à jusante a capacidade erosiva dos canais tende a diminuir, formando vales mais abertos, denominados fundos de vale em berço, onde comumente é possível identificar a presença de canais meandantes, como já destacado anteriormente (Christofolletti, 1980).

A rede de drenagem dos canais fluviais, uma das principais responsáveis por esculpir o relevo, vai criando aos poucos caminhos preferenciais para a água, entalhando os vales na própria rocha. O relevo do município, em relação à altitude e formas identificadas na paisagem, é suavemente ondulado com elevações que variam de pouco menos que 400 metros de altitude até pouco mais que 700 metros (Figura 41). Esculpido, em sua grande maioria a partir dos basaltos da Formação Serra Geral, o relevo de Capinópolis é formado por colinas convexizadas e topos amplos, o que possibilitou a instalação de atividades como a agropecuária (Costa, 2019).

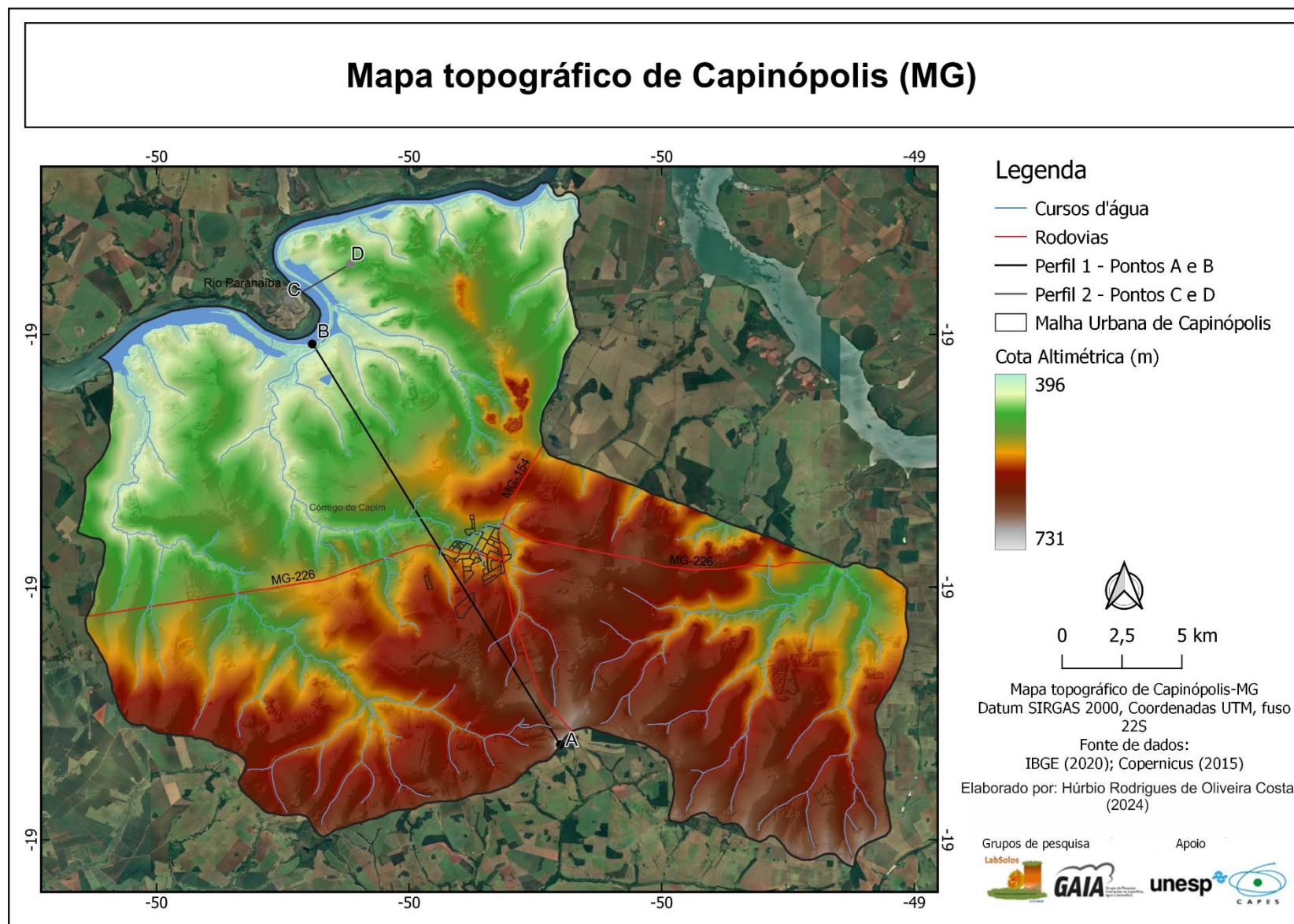


Figura 41: Mapa topográfico do município de Capinópolis (MG)

No mapa topográfico do município foram inseridos dois perfis buscando facilitar a compreensão de como a altitude pode ser percebida em diferentes pontos da área de estudo, revelando o entalhamento dos canais fluviais e a amplitude das áreas de topo. O primeiro perfil, conecta os pontos A e B (Figura 42, p. 136), no qual o ponto A representa o Morro do Bauzinho, área mais elevada do município a cerca de 700 metros de altitude e que faz divisa com o município de Ituiutaba (MG), já o ponto B consiste numa das áreas mais baixas do relevo próxima ao Rio Paranaíba, a cerca de 396 metros de altitude.

Com base no perfil, é possível observar a amplitude das áreas dos topos das colinas, bem como o entalhamento em alguns pontos, como o vale do Córrego do Capim. As altitudes tendem a diminuir na medida em que se aproxima do Rio Paranaíba, mudando também o quão plano o relevo vai se tornando nessas áreas. Ao comparar o perfil A-B com o Mapa da Topográfico de Capinópolis (MG) (Figura 41, p. 134), nota-se que a altitude para a área fica abaixo dos 550 metros numa extensa área. Em cerca de 8km de distância, a elevação varia em torno de 100 metros, de 550 para 450 metros.

Essa característica do relevo, aqui representada pelos topos e colinas suavemente onduladas, aparecerá novamente na medida em que se avança para a discussão sobre o processo de apropriação e ocupação do relevo, observando que as áreas mais planas foram fortemente ocupadas por atividades como agricultura e pecuária. Outra atividade realizada no município e identificada na área em que se localiza o segundo perfil traçado no mapa topográfico entre os pontos C e D (Figura 43, p. 137), refere-se à extração de argila. O ponto C situa-se às margens do rio no município de Almerindonópolis (GO), com o qual Capinópolis (MG) faz divisa, separados pelo Rio Paranaíba, enquanto o ponto D se refere a uma área de topo a cerca de 3Km do ponto C.

O perfil demonstra a variação das elevações, suavidade do relevo e inclinação das vertentes, do ponto C em Almerindonópolis (GO), a cerca de 450 metros de altitude a até uma área de aproximadamente 470 metros de altitude no município de Capinópolis (MG). Entre os dois pontos mais altos nas extremidades é possível notar a existência de duas áreas visivelmente mais baixas no centro do perfil. A primeira delas refere-se ao fundo de vale no qual se encontra o Rio Paranaíba, já a segunda representa uma área que anteriormente servia para a extração de argila, localizada em terraços fluviais. É interessante notar, a partir do perfil, que a área na qual era realizada a extração de argilas hoje encontra-se mais rebaixada do que o próprio fundo de vale do Rio Paranaíba.

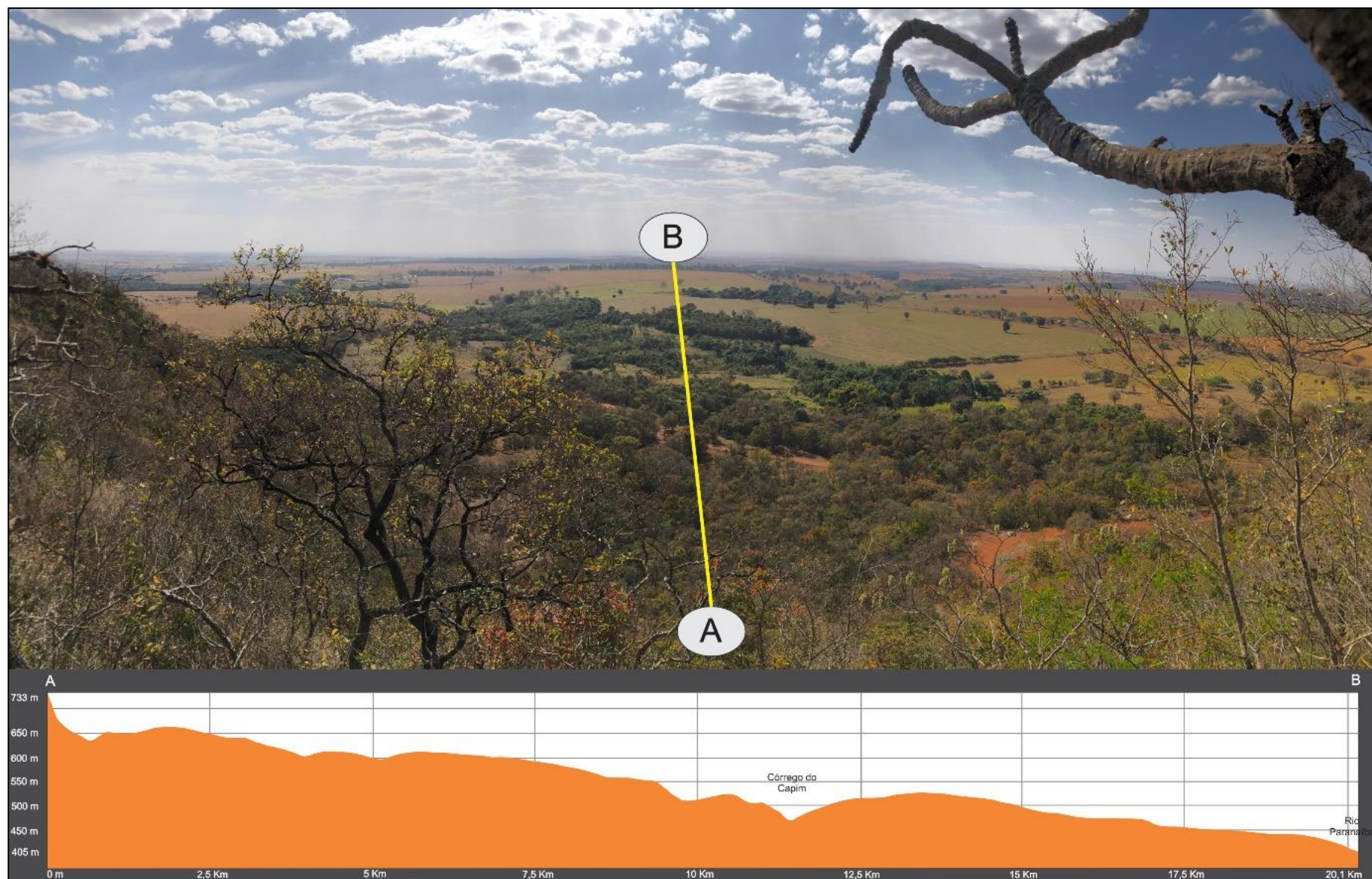


Figura 42: Perfil topográfico do Morro do Bauzinho ao Rio Paranaíba

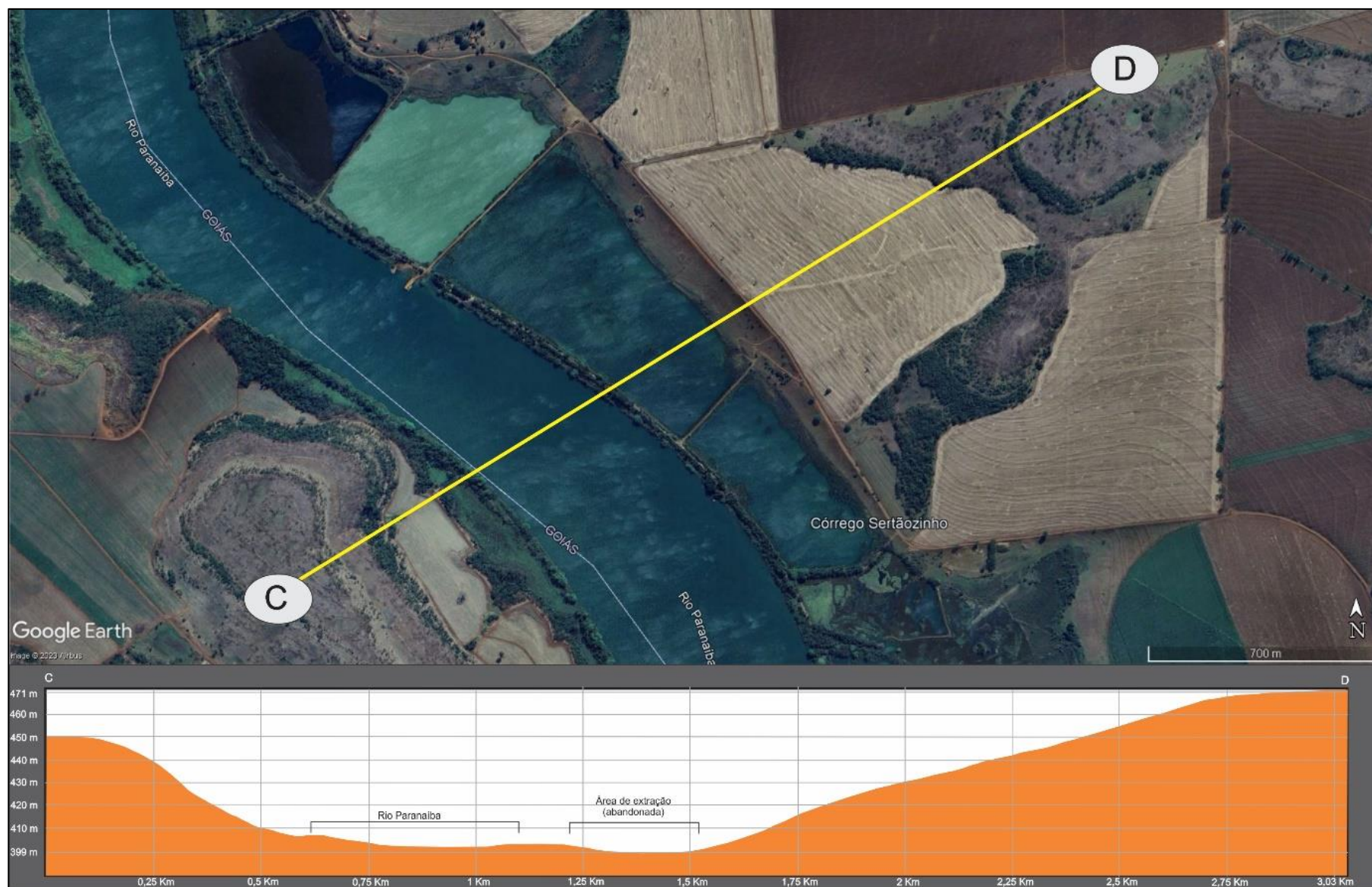


Figura 43: Perfil topográfico para as áreas de extração de argila próximo ao Rio Paranaíba

Outro elemento necessário, para além da hipsometria, é a declividade da superfície do relevo para o município de Capinópolis (MG) (Figura 44, p. 139), para indicar a atuação, mais ou menos intensa, de processos relacionados a morfogênese e pedogênese. A relação da altitude entre dois pontos e a distância entre eles, permite o acesso a informações como a declividade. Essa característica do relevo define, dentre outras coisas, a velocidade do escoamento de água e a possibilidade do surgimento de processos erosivos, sobretudo quando associada ao uso da terra e tipo de solo presente na área de estudo. No caso do município, a declividade encontra-se associada ao processo de erosão fluvial, responsável por entalhar o relevo, apresentando maiores declividades sobretudo nos fundos de vale encaixados e próximos aos relevos residuais, como o Morro do Bauzinho.

Nas proximidades da área urbana de Capinópolis (MG), a declividade tende a variar entre 3 a 45%, sendo possível compreender tais informações devido a densidade da rede hidrográfica, que ao longo dos anos promoveu o entalhamento do relevo. A malha urbana em questão, se materializou próxima aos três fundos de vale (o vale do Córrego do Capim, do Córrego Olaria e do Córrego Cafezinho), mais especificamente no vale do Córrego Olaria que foi densamente ocupado e transformado pela dinâmica urbana.

Próximo ao Córrego do Capim, foram identificadas declividades de até 45%, estas áreas ainda não foram ocupadas pela malha urbana, mas encontram-se ocupadas por pastagens e vegetação secundária em alguns pontos. Especialmente próximo ao leito de inundação do Córrego do Capim, identificam-se áreas que historicamente foram ocupadas por grupos de menor poder aquisitivo, deste modo, os primeiros indícios de urbanização ocorreram nas vertentes próximas ao córrego e no próprio leito de inundação do canal.

Neste sentido, a declividade identificada, foi parcialmente ignorada durante o processo de produção e organização do espaço urbano em Capinópolis (MG), sendo um dos fatores que contribuem para o surgimento de problemas ambientais urbanos identificados no município, principalmente os alagamentos quando associados aos problemas de micro e macro drenagem (Costa, 2019). A ausência de um plano diretor, que até o ano de 2022 não havia sido realizado, bem como a falta de fiscalização no município, permitiu que o avanço da ocupação ocorresse em áreas impróprias para construção de residências, como os fundos de vale e vertentes com declividade acentuada.

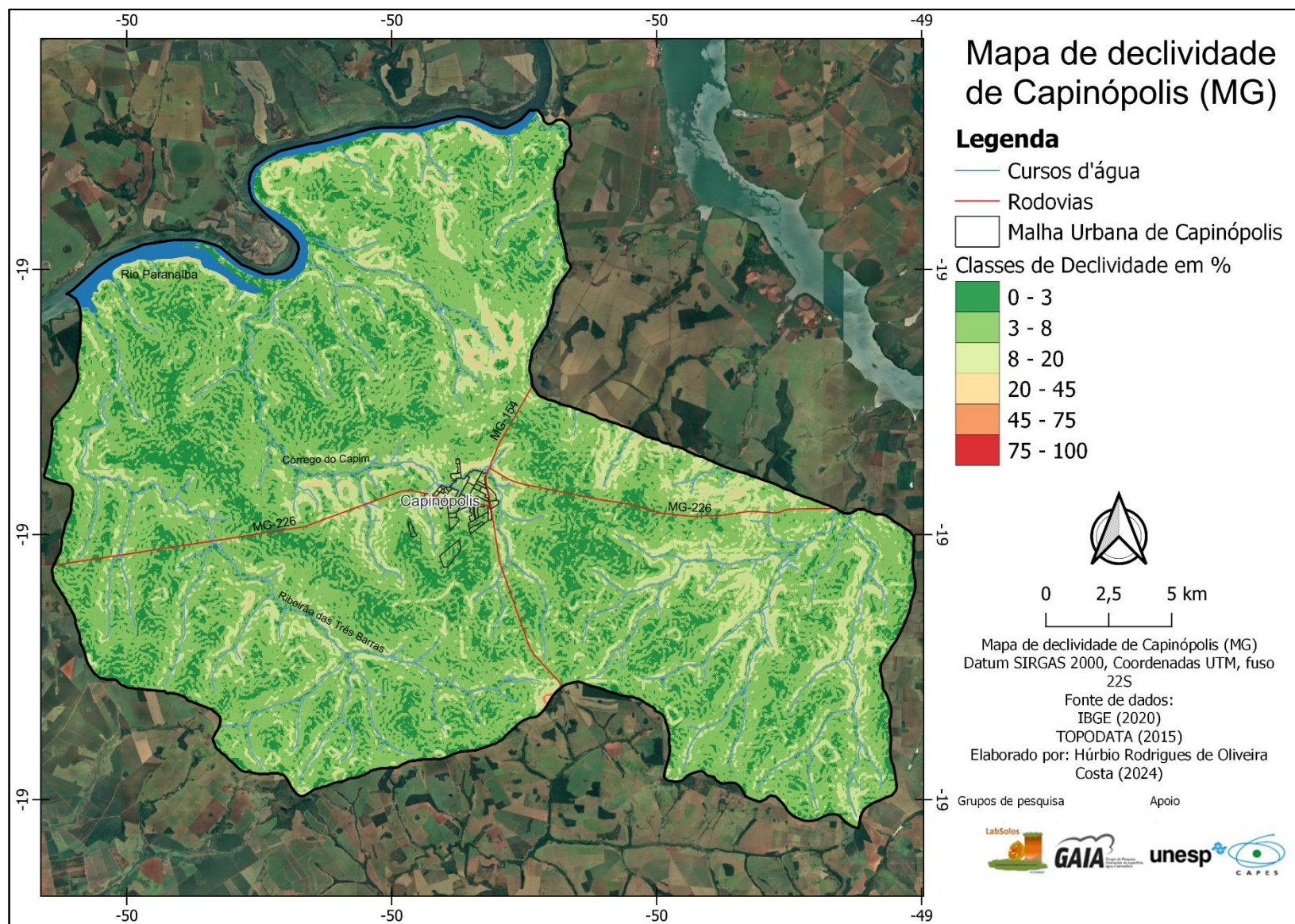
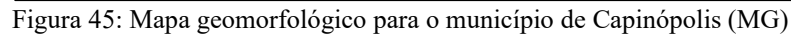


Figura 44: Mapa de declividade do município de Capinópolis (MG)

Em contrapartida, no restante da área de estudo tem-se o predomínio de baixas declividades, com exceção do Morro do Bauzinho e Morro do Gabriel, que apresentam declividades dentre 45% a 75%. O processo de esculturação do relevo considerando as formações litológicas, especialmente a Formação Serra Geral, ocorreu de maneira a formar topos amplos e suavemente ondulados, bem como vertentes com baixa declividade, elementos importantes para definir o uso e ocupação do relevo.

A partir da hipsometria e declividade, enquanto ferramentas para compreender as formas do relevo viu-se a necessidade de aprofundar o entendimento dos processos responsáveis pela esculturação do relevo em Capinópolis (MG), tal qual das feições identificadas e sua relação com o uso e ocupação. Desta maneira, o mapeamento geomorfológico foi de suma importância, permitindo compreender não somente os elementos físicos da paisagem, como também por associar a produção do espaço geográfico no município.

Utilizando da estereoscopia a partir dos anáglifos, foi elaborado o Mapa Geomorfológico do município de Capinópolis (MG) (Figura 45), delimitando os compartimentos geomorfológicos dos topos e vertentes, das colinas e as planícies aluviais, numa escala de 1:180000, o que permitiu maior detalhamento dos objetos observados. A sobreposição das camadas para cada um dos elementos identificados durante o mapeamento, assim como um *raster* de relevo sombreado que emula a superfície do relevo em 3D, facilitaram a compreensão dos compartimentos e das formas do relevo.



Além dos padrões de drenagem já descritos e agora representados no mapa, um dos componentes mapeados foram as áreas de topo das colinas suavemente onduladas (Figura 46), identificadas a partir do divisor de águas indo até o ponto em que se inicia a vertente, ou, ao que Guerra (1993) entende como parte mais elevada do relevo. No município, de modo geral, as áreas de topo são relativamente planas e apresentam certa uniformidade, em algumas faixas mais estreitas e outras mais amplas.

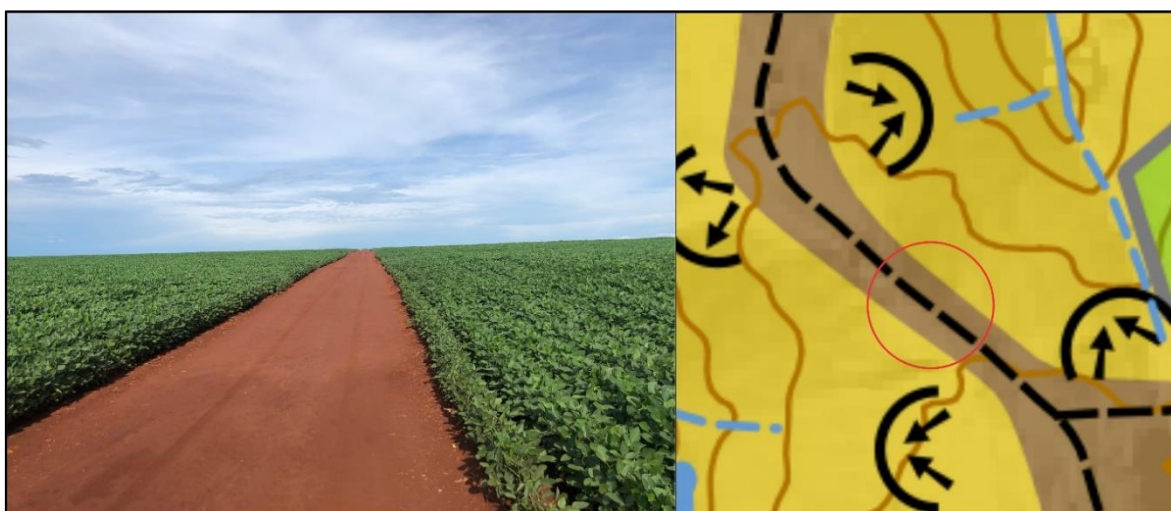


Figura 46: Área de topo ocupada pelo cultivo de soja

Como demonstrado, essas áreas de topo possibilitam os cultivos como a soja, milho e sorgo, o que pôde ser percebido em grande parte do município durante trabalhos de campo e análise de imagens de satélite. A delimitação das áreas, permite compreender onde se iniciam as vertentes, contribuindo inclusive para identificar a morfologia destas. Pensando na existência de vertentes côncavas, convexas e retilíneas, torna-se importante identificar e descrever o modo como o escoamento superficial se comporta nessas morfologias, pois configura-se num dos elementos que podem acelerar processos erosivos.

As três morfologias foram identificadas em Capinópolis (MG), visto que, de acordo com Guerra (1993), na natureza é raro encontrar apenas uma, ou seja, frequentemente identifica-se uma combinação de duas morfologias ao longo da extensão de uma vertente. Para o mapeamento, o foco se deu a partir do predomínio de uma ou outra morfologia, classificando-as em côncavas, convexas ou retilíneas. Troeh (1965), relaciona a morfologia das vertentes com o direcionamento dos fluxos de água, indicando a forma como o escoamento se dispersa ou concentra-se.

Uma vertente côncava, por exemplo, possui características que permitem uma maior infiltração da água das chuvas, pois concentram o fluxo de escoamento para um único ponto ao

centro. É comum que nesta morfologia de vertente, ocorra o surgimento de canais fluviais, afloramento de lençol freático ou funcionem como área de recarga para reservatórios de água subterrâneos.

Na área de estudo as vertentes côncavas, de modo geral, aparecem ocupadas por atividades como agricultura e pecuária, apresentando apenas resquícios de vegetação natural na baixa vertente onde aparecem afloramentos de água (Figura 47). O contraste entre o cultivo da soja e os resquícios de vegetação natural, revela que os seres humanos transformam e se apropriam dessa natureza até o limite permitido pela legislação.



Figura 47: Vertente côncava ocupada pelo cultivo de soja

O processo de uso e ocupação dessas vertentes côncavas demonstra a falta de preocupação em relação à infiltração e escoamento das águas pluviais. A partir do momento em que tal morfologia pode ser compreendida enquanto uma área de recarga hídrica, o tipo de vegetação passa a influenciar nos processos que ocorrem tanto em superfície, como também em subsuperfície. A presença de cultivos indica que a quantidade de água que infiltra e abastece os reservatórios de água tende a diminuir, em contrapartida o escoamento tende a aumentar significativamente.

Para Troeh (1965), enquanto as vertentes côncavas tendem a concentrar os fluxos pluviais, as convexas têm como característica principal a dispersão do escoamento. Neste sentido, a água que esco superficialmente tende a ser maior do que a que infiltra, visto que a morfologia da vertente direciona o fluxo de escoamento “para fora”. Ou seja, entende-se que a infiltração de água será relativamente menor do que na vertente côncava.

Na área de estudo as vertentes convexas (Figura 48), predominantemente foram também ocupadas pela agricultura e pecuária. A convexidade suave das vertentes, possibilitou que a

agricultura mecanizada e intensiva se instalasse, alterando a cobertura vegetal de modo significativo e intensificando processos como o escoamento superficial, possibilitando o surgimento de algumas feições erosivas.

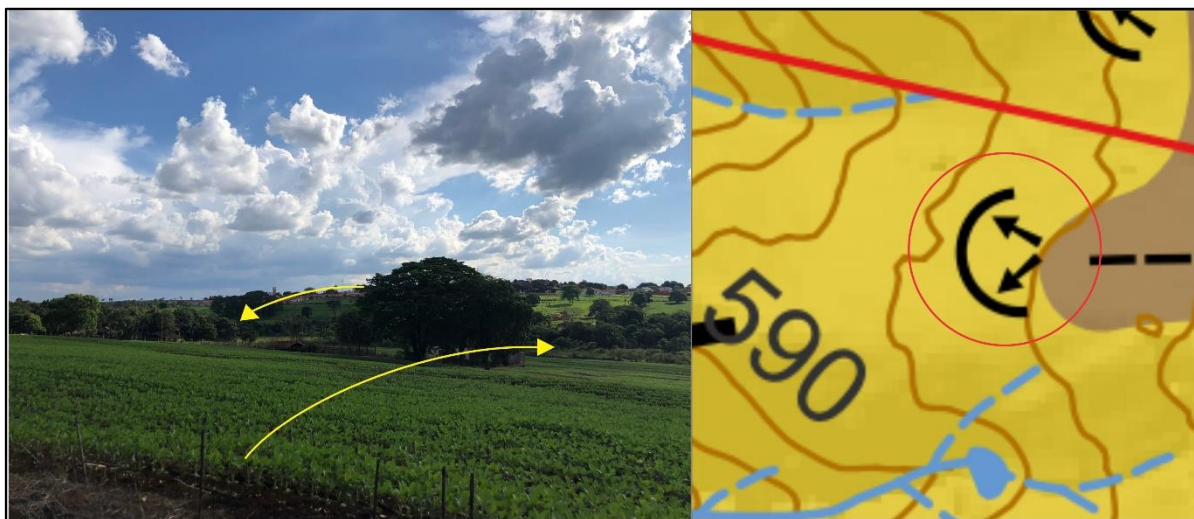


Figura 48: Vertente convexa ocupada pelo cultivo de soja e por pastagem

Essas vertentes, enquanto morfologias dispersoras de fluxos hídricos tendem a direcionar o escoamento de água para uma vertente côncava próxima, ou ainda para os fundos de vale. A depender do uso e ocupação nessas vertentes convexas, tem-se uma alteração nos processos morfodinâmicos, nos quais a erosão e deposição são afetadas e transformam desde as vertentes até os fundos de vale.

A última morfologia de vertente se refere a do tipo retilínea, na qual as características principais consistem na predominância de escoamento superficial devido a inclinação da superfície. Na área de estudo, uma das vertentes retilíneas observadas próxima ao Ribeirão das Três Barras (Figura 49), também se encontra ocupada pela agricultura e com certa suavidade em relação à declividade. Apresentando aproximadamente 3% de declividade, trata-se de uma vertente retilínea com amplo comprimento de rampa na qual o fluxo de escoamento tende a ganhar velocidade pela gravidade, consequentemente adquirindo potencial erosivo.

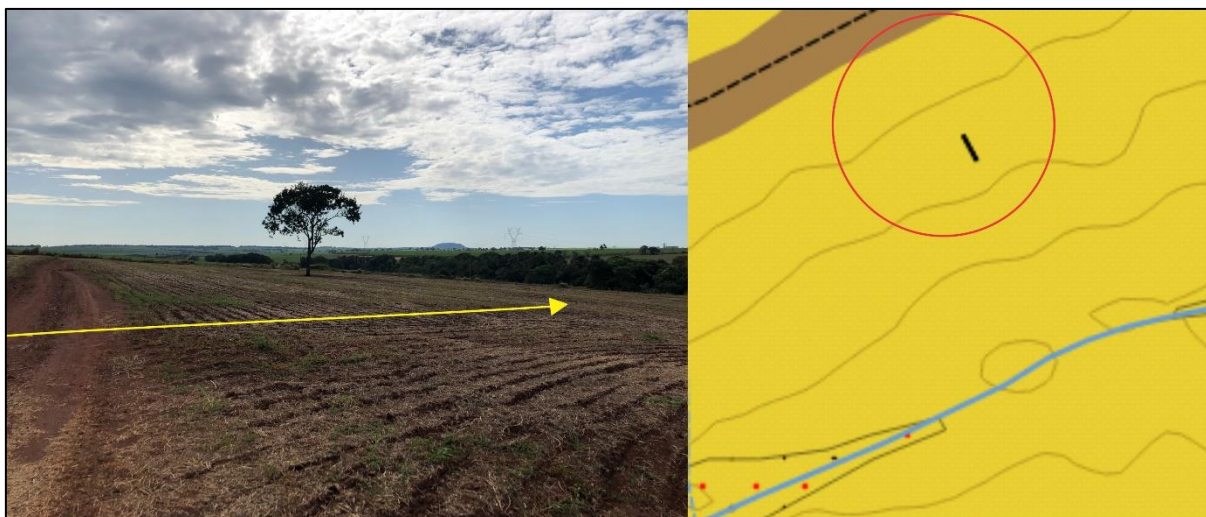


Figura 49: Vertente retilínea ocupada pelo cultivo de sorgo

Como consequência desse escoamento superficial, especialmente no período em que o solo se encontra mais exposto, surgem as feições erosivas. A principal feição erosiva identificada na área são os sulcos que acompanham os “caminhos” criados pelo maquinário durante o plantio.

No que tange a agricultura, quando instalada em vertentes retilíneas ou convexas, a relação entre as áreas de solo exposto e a precipitação de chuva, afeta e permite que processos erosivos como sulcos e ravinas se instalem. Como consequência, o material erodido tende a ser depositado nos fundos de vale e áreas de planície. Em campo não se identificou feições erosivas maiores, pois entre o período de colheita e um novo plantio, o solo é revolvido e os sulcos deixam de existir.

Outro elemento mapeado e identificado em campo são as planícies e terraços fluviais, as primeiras aparecem em alguns pontos do município e se caracterizam por serem mais planas onde, de acordo com Guerra (1993), os processos de aggradação superam os de degradação. No município, comumente se associa as planícies às áreas onde observa-se a ocorrência de veredas. Já os terraços fluviais foram observados nas margens do Rio Paranaíba (Figura 50), tendo por característica a formação de um degrau que marca a antiga planície de inundação do canal fluvial.



Figura 50: Terraço fluvial do Rio Paranaíba

Assim como as planícies e terraços, outro elemento identificado a partir do mapeamento geomorfológico, foi a presença de colo topográfico num relevo residual denominado como Morro do Gabriel (Figura 51). O perfil de elevação demonstra que existe um rebaixamento entre duas partes mais altas desse morro testemunho, uma espécie de descontinuidade do morro testemunho. Em comparação com o Morro do Bauzinho, este relevo apresenta menor elevação, mas em área é maior.

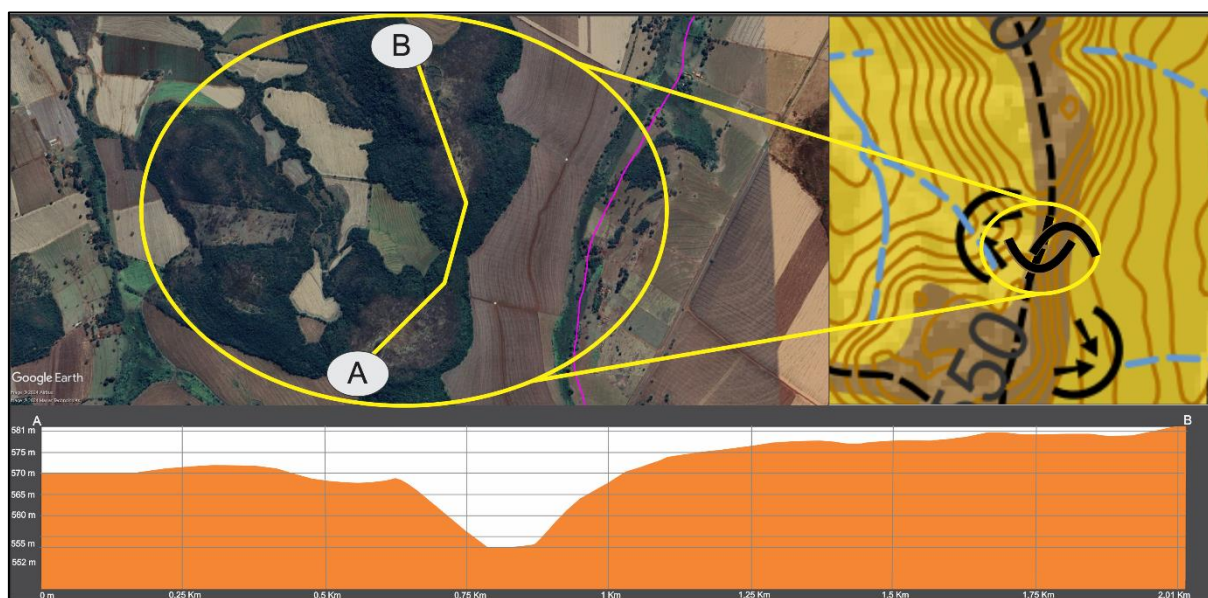


Figura 51: Colo topográfico no Morro do Gabriel

O uso de imagens do Google Earth Pro, bem como ferramentas de criação de perfis de elevação também disponíveis no software, auxilia na construção do conhecimento em relação à área de estudo. No caso do Morro do Gabriel, ainda não foram realizados trabalhos de campo,

que se farão necessários sobretudo para compreender a formação rochosa e os processos que se deram na área de estudo, de modo a esculpir o relevo da forma como se apresenta na paisagem.

Outro processo ligado à morfogênese e que pôde ser identificado durante o mapeamento por meio dos anáglifos e com o auxílio de imagens do Google Earth Pro, consiste na erosão linear. Devido a litologia, clima e tipos de solo presentes na área de estudo, as feições erosivas se limitam aos sulcos e ravinas (Figura 52), o que pode ser explicado também pelo uso da terra, visto que entre um plantio e outro, o solo é revolvido e parte dessas feições desaparecem.



Figura 52: Identificação de feições erosivas, a) sulcos e b) ravinas

As feições identificadas se encontram especialmente em áreas de pastagem, visto que o manejo para a formação de pastos decorre dentro de um período maior, assim é possível identificar sulcos e ravinas pelas imagens de satélite. A declividade do relevo, associada ao pisoteio do gado criando caminhos em busca de fontes de água, bem como o tipo de solo, faz com que o escoamento ocorra de maneira concentrada, formando sulcos e em algumas áreas evoluindo para ravinas.

Relacionado aos recursos hídricos identificados no município de Capinópolis (MG), foram identificadas as represas e afloramentos de aquífero (Figura 53). As represas comumente são criadas nas áreas rurais, sobretudo para alimentar as rodas de água, que fornecem energia elétrica para atividades desenvolvidas na zona rural. Já os afloramentos de lençol freático aparecem nas imagens como áreas mais escuras, devido a presença de umidade. Na área de estudo foi possível identificar alguns pontos como o destacado na imagem, existindo ainda a necessidade de serem realizados trabalhos de campo para compreender melhor a realidade desses afloramentos.



Figura 53: Represas e afloramentos de lençol freático

Na medida em que se compreende as formas do relevo e os processos responsáveis pela esculturação destas, tem-se informações necessárias para relacionar com outros elementos físicos que contribuíram para produzir a paisagem da área de estudo. A litologia, clima e o relevo, por exemplo, são essenciais para compreender a origem dos tipos de solo identificados na área de estudo, que por sua vez contribuem para a diferenciação do uso da terra, tipos de vegetação e os possíveis impactos oriundos dos processos de apropriação e ocupação do relevo.

4.2.4. Solos

Considerando as formações litológicas e a declividade do relevo, é possível compreender que quanto mais suave a inclinação, maior será possível a infiltração da água das chuvas e consequentemente permitindo que a pedogênese ocorra de maneira mais intensa. Quanto mais intensa a pedogênese, maior a possibilidade de dar origem a solos mais profundos, como é o caso dos Latossolos identificados em parte do município de Capinópolis (MG) (Costa, 2019). Além dos Latossolos, destaca-se a presença de outros tipos de solos (Figura 54), como Nitossolos, Neossolos litólicos em áreas de declividade mais acentuada e ainda solos hidromórficos identificados nos fundos de vale.

A partir do “Mapa de reconhecimento dos solos do Triângulo Mineiro” elaborado pela Embrapa (2019), numa escala de 1:500.000, nota-se a predominância Latossolos Vermelhos na área de estudo. A formação de solos profundos como os Latossolos, está atrelada a presença de relevo suavemente ondulado e boa distribuição de chuva na área de estudo. No entanto, é possível identificar manchas de solo que influenciam na forma de ocupação do relevo, como os Neossolos Litólicos e os Argissolos.

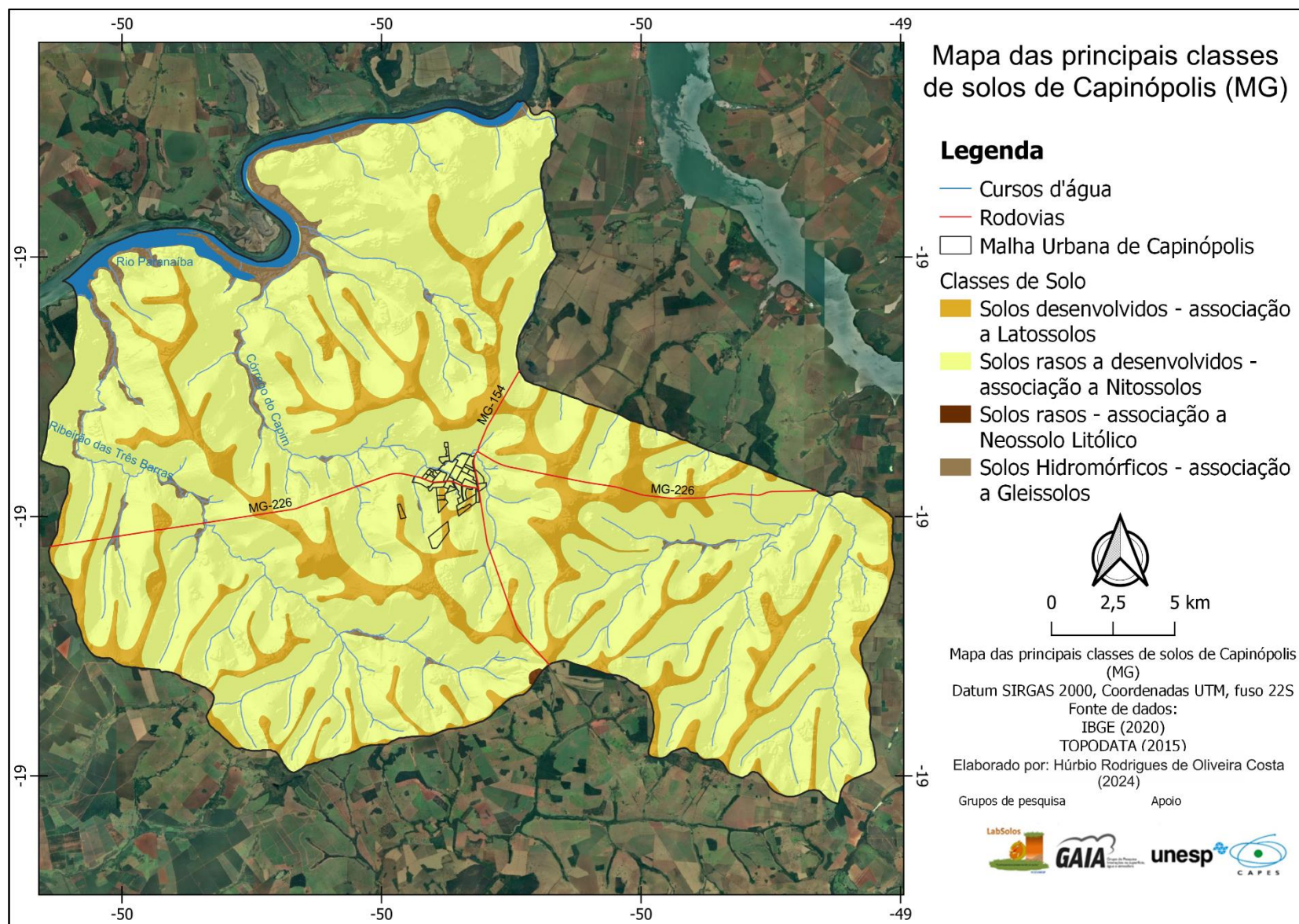


Figura 54: Mapa das principais classes de solos de Capinópolis (MG)

Na busca por identificar as diferentes classes de solo presentes no mapeamento disponibilizado pela Embrapa (2019), sobretudo para averiguar a possibilidade de outras classes que não aquelas identificadas no mapa. Realizou-se a caracterização morfológica de um perfil em corte de estrada, descrito e observado enquanto perfil de Latossolos, tendo em vista a predominância desse tipo de solo na área de estudo, sobretudo em áreas de topo.

Apesar de se tratar de um corte de estrada, foi necessário realizar a limpeza do perfil para que fosse possível identificar os horizontes de solo. Considerando a exposição do talude à atmosfera, o corte de estrada faz com que a superfície do solo seja afetada por contaminantes externos e processos intempéricos, de modo que é preciso “entrar” no corte de estrada. O perfil de solo analisado tem 114 centímetros (Figura 55a), já o talude no corte de estrada chega a aproximadamente 230 centímetros (Figura 55b), sendo possível observar uma “linha” de cascalhos no talude (Figura 55c).

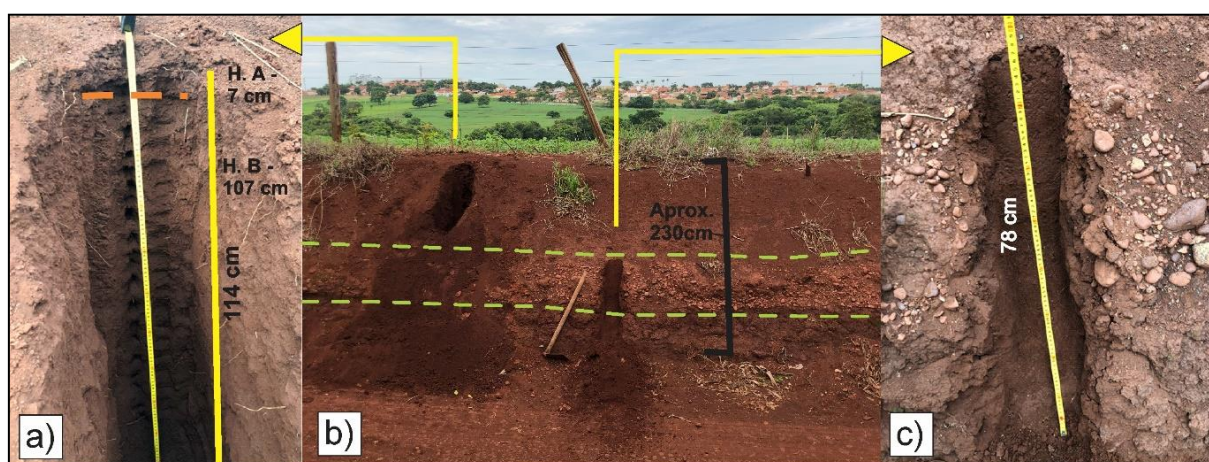


Figura 55: a) perfil de Latossolo; b) talude do corte de estrada; c) averiguação da possível *stone line*. Fonte: Fotografia dos autores (2021).

Ao observar o perfil, questionou-se a possibilidade de que essa linha de seixos se tratasse de uma *stone line* (ou linha de pedras), resultando de processos deposicionais na área, porém, com a limpeza e aprofundamento no talude, observou-se que os cascalhos aparecem apenas superficialmente na parede do talude. Em conclusão, acredita-se que a presença dessa linha de pedras seja explicada pela técnica de “cascalhar” as estradas rurais, visando evitar o surgimento de poças de lama que poderiam fazer com que os veículos atolassem durante períodos chuvosos. Com o passar do tempo, a estrada vai sendo compactada, perdendo material que se transporta para áreas a jusante por meio da remoção, transporte e deposição do solo pela erosão da água das chuvas e, desta forma, o nível da estrada cascalhada anteriormente ficou registrado na parede do talude.

Apesar dos esforços para promover a limpeza do perfil e encontrar o solo nas condições mais naturais possíveis, ao caracterizar o uso e ocupação na área, torna-se perceptível o grau de degradação, especialmente no horizonte superior que devido a ausência de cobertura vegetal, encontra-se exposto à atmosfera. A ausência de vegetação como camada de proteção superficial indica, além do uso de herbicidas, o uso de técnicas mecânicas para revolver o solo superficial no preparo para o plantio.

Foram identificados dois horizontes diferenciados em campo pela textura, sendo o horizonte A relativamente mais arenoso do que o horizonte B. No perfil de 114cm criado (Figura 55a, p. 150), os primeiros 7cm correspondem a um horizonte A fortemente degradado pelo uso da terra. A ausência de cobertura vegetal faz com que os processos erosionais e de lixiviação sejam mais intensos e o uso de pesticidas, inseticidas e herbicidas impossibilita a presença de organismos e plantas que contribuem para a manutenção e conservação do solo.

O uso da terra influencia, direta ou indiretamente, na alteração da estrutura e composição do solo, tornando-o vulnerável a processos erosionais. Dentre as características do solo, a erodibilidade consiste no grau de estabilidade do solo, o que, de acordo com Santoro (2015), depende da quantidade de argila, húmus e de outros elementos de caráter agregador que podem ser encontrados no solo.

Os testes morfológicos executados (Figura 56, p. 152), tanto para o horizonte A quanto para o B, foram efetuados em dois momentos, o primeiro com o solo úmido ainda em campo e, posteriormente, com o solo seco. Foram obtidos resultados semelhantes no que tange à consistência nos blocos de solo, indicando agregação das partículas, mas não necessariamente a estabilidade do solo, visto que, ao ser umedecido, o bloco se desfaz facilmente, a principal diferença entre horizontes advém da plasticidade, sendo maior no B do que no A, indicando maior presença de argila no primeiro em comparação com o segundo.

Observando as etapas da esquerda para a direita, foram realizados testes morfológicos em cada horizonte, buscando identificar a consistência do solo úmido, agregação dos blocos, plasticidade, consistência do solo seco, magnetismo do solo destorroadado e a diferenciação das cores do solo seco. Em campo, o solo estava parcialmente úmido e, tanto no horizonte A quanto no B, a consistência dos blocos era de friável a muito friável, indicando a presença de areia e pouca quantidade de material agregador. No horizonte A, a baixa quantidade de material agregador, especialmente matéria orgânica, indica o processo de degradação do solo, o que potencializa a atuação de processos erosivos.



Figura 56: Descrição morfológica do perfil de Latossolo. Fonte: Fotografia dos autores (2021).

O teste de plasticidade indica que, apesar da forte presença de areia nos dois horizontes, o horizonte B apresenta nível superior de plasticidade, revelando a existência de argila no solo. A atração magnética acontece nos dois horizontes, sendo mais intensa no B, fenômeno justificado devido ao tipo de rocha parental. Os basaltos possuem uma quantidade significativa de materiais ferrosos sendo atraídos pelo imã. Com relação à coloração, os tons avermelhados surgem a partir da oxidação do ferro presente no basalto, sendo o horizonte A ligeiramente mais amarelado, indicando a perda de partículas de ferrosas no solo.

O uso e ocupação da área promovem a degradação do solo ao retirar a matéria orgânica e proteção superficial, permitindo que a água percole o solo de maneira mais intensa, lixiviando não somente o ferro, como outros elementos presentes nesse Latossolo. Com base na caracterização morfológica em campo, análise da paisagem e histórico de ocupação, acredita-se que seja um Latossolo Vermelho (Santos et al., 2008), reafirmando a informação trazida pelo mapeamento realizado pela Embrapa (2019). A presença de um horizonte B latossólico profundo é comum em áreas onde o relevo é suave e o clima fornece calor e umidade suficientes para ocorrência do intemperismo químico, predominando a pedogênese.

A relação entre tempo e os outros fatores de formação do solo tornam-se evidentes ao identificarmos a presença de Neossolos Litólicos, oriundos também da Formação Serra Geral. A cerca de 300 metros de distância do ponto onde identificamos a presença de Latossolos, detectamos no corte de estrada a presença de um talude com coloração alaranjada e fragmentos de rocha em processo de decomposição/oxidação (Figura 57a), chamando a atenção para um possível Neossolo. Ao realizar a limpeza do perfil, foram identificados três horizontes (Figura 57b), o primeiro está pedologicamente mais desenvolvido com cerca de 23cm e indicava maior

presença de matéria orgânica, o segundo horizonte possui 29cm e revela a existência de material rochoso em processo de decomposição. Já o terceiro horizonte identificado, com 52cm, nota-se a presença de blocos maiores de basaltos em processo avançado de intemperismo químico, indicando a decomposição da rocha, podendo ter sua superfície perfurada com uma faca (Figura 57c).



Figura 57: a) talude de Neossolo e a presença de vegetação natural; b) perfil de Neossolo Litólico; c) basalto fortemente intemperizado. Fonte: Fotografia dos autores (2021).

Os Neossolos Litólicos têm por característica o pouco desenvolvimento da pedogênese, possibilitando a identificação da presença de material inconsolidado (Santos et al., 2008). De acordo com Lepsch (2011), esse tipo de solo tende a ser mais alterado, ou ainda intemperizado do que o saprólito, e apresenta ainda, quantidade superior de matéria orgânica e raízes de plantas. Em campo, ficou nítido que quanto mais profundo, menos desenvolvido o solo e mais próximo ao estado original da rocha estava o perfil.

É interessante observar o quanto o relevo e os tipos de solo influenciam na paisagem, mais do que isso interferem no ambiente e na organização das relações estabelecidas no espaço geográfico. Nas colinas suavemente onduladas identificou-se a presença de Latossolos, onde o principal uso da terra é a agricultura, a exemplo do cultivo da soja na área percorrida. Em contrapartida, próximo do perfil de Neossolo, tem-se usos como a pastagem, ou ainda a preservação de vegetação natural do tipo Cerradão.

É necessário ressaltar o papel da sociedade ao interferir nos processos naturais, sobretudo na morfogênese e pedogênese, na maioria das vezes acelerando-os a depender da maneira como ocorre o uso da terra. Por exemplo, os solos tendem a sofrer com interferências

a ponto de descaracterizá-los, sobretudo devido a mecanização de atividades relacionadas a agricultura e pecuária, dificultando a identificação dos tipos de solo em campo.

Até o momento, foi realizada a coleta e análise granulométrica em três pontos seguindo uma toposequência que vai do topo de colina, passa pela média vertente e termina no fundo de vale onde encontra-se uma área de vereda (Figura 58). A área escolhida para a primeira coleta, consiste numa área cujo solo apresenta características que permitem dizer que o material de origem é o basalto da Formação Serra Geral. A coloração avermelhada e a estrutura do material durante a coleta já indicavam a presença de material ferruginoso, bem como da argila e matéria orgânica, o que aparece em diferentes níveis para cada um dos pontos de coleta.



Figura 58: Perfil topográfico utilizado na escolha dos pontos para coleta de solo

No primeiro ponto, numa área de topo com a presença de vegetação típica do Cerrado, a coleta foi realizada até a profundidade de 60 centímetros, dividindo em três camadas de 20 centímetros cada. A análise realizada para o ponto 1, em três amostras para cada camada coletada, aparece no Quadro 03, considerando a média das amostras. Nota-se a presença maior da fração areia em detrimento das demais partículas, como argila e silte, característica presente em boa parte dos Latossolos, especialmente na camada mais próxima da superfície.

Amostra	Profundidade	Areia	Argila	Silte
		g/Kg	g/Kg	g/Kg
1	0 – 20 cm	717,90	130,00	152,10
2	21 – 40 cm	693,67	187,00	119,33
3	41 – 60 cm	674,76	199,00	126,24

Quadro 03: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 1

Em campo, foi possível perceber que o solo apresentou maior resistência na hora de cavar, visto que é uma área pouco alterada em comparação com os outros dois pontos. Já em laboratório, com as amostras já secas, é possível observar nas camadas 1, 2 e 3 a presença de blocos subangulares (Figura 59).

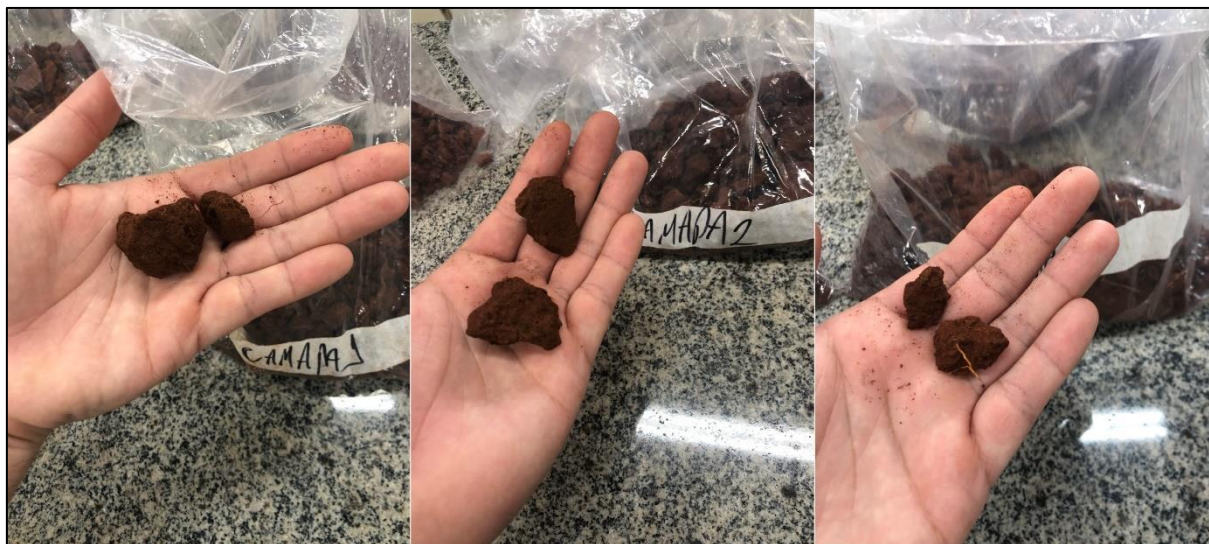


Figura 59: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 1

A estrutura destes blocos remete a presença de areia e o material agregador sendo a argila. Nesse ponto em questão, para além da estrutura, notou-se ainda a presença de matéria orgânica em decomposição, microrganismos e raízes de plantas inclusive na camada mais profunda. A presença destes elementos é um bom indicativo para o solo, refletindo sobretudo o fato de que esta é uma área pouco afetada pelas ações antrópicas.

A contradição e transformação da paisagem nesse primeiro ponto, aparece por meio das pastagens criadas para a pecuária e os resquícios de vegetação típicas de Cerrado. Na medida em que se adentra na área de Reserva Legal, nota-se o adensamento da vegetação, possuindo árvores de médio e grande porte, cipós e alguns arbustos, sendo indicativos de resquícios de Cerradão. A presença dessa vegetação permitiu a formação de uma fina camada de matéria orgânica sobre o solo, assim, a primeira camada de solo estava menos densa que as demais camadas neste ponto.

O ponto 2, localizado numa média vertente fortemente alterada, sobretudo pelas atividades agrícolas, também apresenta a maior presença de areia (Quadro 04), diminuindo na medida em que a profundidade aumenta. Sobretudo nas camadas mais superficiais, o solo apresentava-se menos agregado, fato explicado pelo uso da terra e manejo agrícola utilizado no cultivo da soja.

Amostra	Profundidade	Areia	Argila	Silte
		g/Kg	g/Kg	g/Kg
4	0 – 20 cm	704,04	178,00	117,96
5	21 – 40 cm	699,55	147,33	153,12
6	41 – 60 cm	687,40	193,33	119,26

Quadro 04: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 2

É interessante ressaltar que devido ao processo de preparar o solo para o plantio, o solo tende a ser remexido pelo maquinário, por esse motivo, as camadas mais superficiais apresentavam pouca compactação, apesar de formar torrões, estes se desmanchavam com mais facilidade. Em contrapartida, observou-se que nas camadas mais inferiores, especialmente na última, já era possível observar a formação de blocos com maior resistência.

Diferentemente dos blocos formados nas amostras secas do ponto 1, no ponto 2 nota-se a formação de estruturas subangulares com blocos angulosos (Figura 60), especialmente nas camadas mais superficiais.



Figura 60: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 2

O terceiro ponto de coleta, está a cerca de 30 metros de uma área de cultivo de soja, entre uma faixa de gramíneas e pés de mamona, como mostra o perfil (Figura 61). A presença

de vegetação, em parte natural, é um bom indicativo de saúde para o solo, além disso, no processo de cavar para coletar as amostras, foram encontrados formigueiros. Esses organismos são indicativos de que o solo esteja saudável, aerado e que provavelmente com bastante matéria orgânica.

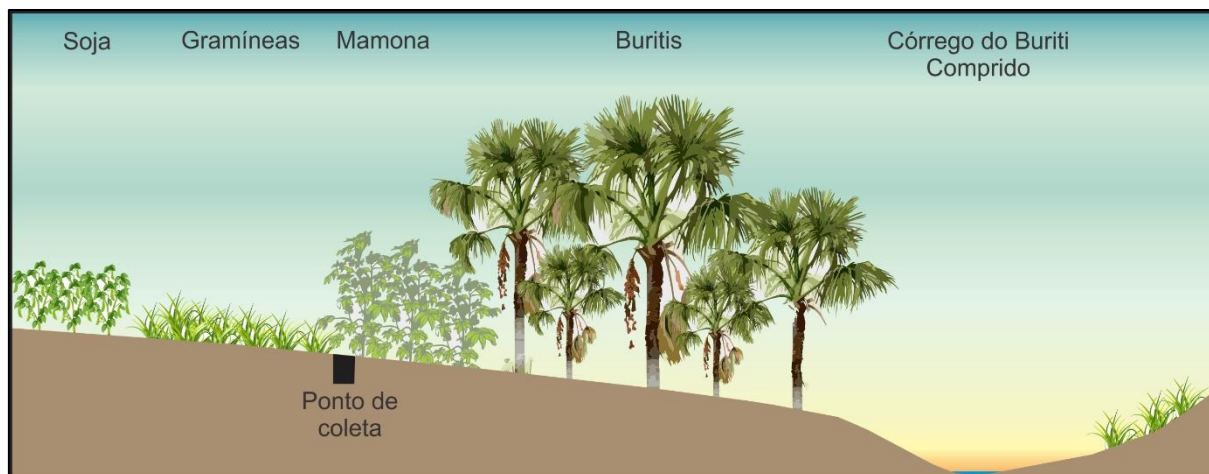


Figura 61: Perfil descritivo da vegetação no terceiro ponto de coleta

Fatores como o uso da terra e posição na vertente, podem auxiliar a compreender o motivo pelo qual o ponto 3 apresenta maior discrepância nos dados, tratando-se um fundo de vale, no qual existem resquícios de vereda, a presença de argila supera a de areia (Quadro 05). Especialmente na amostra 8, é possível identificar que até a presença de silte supera a presença de areia.

Amostra	Profundidade	Areia	Argila	Silte
		g/Kg	g/Kg	g/Kg
7	0 – 20 cm	252,96	514,67	232,37
8	21 – 40 cm	228,15	525,33	246,52
9	41 – 60 cm	224,03	574,00	201,97

Quadro 05: Análise das amostras de solo coletadas no ponto 3

Durante a coleta foi possível observar a coloração mais escura do solo, a presença de formigas e raízes, indicando a existência de organismos que contribuem para a saúde do solo. No entanto, especialmente na primeira camada, no momento de cavar percebeu-se que o solo apresentou pouca resistência, o que pode ser indício de deposição de material pedológico vindo da área onde ocorre o cultivo de soja.

A estrutura do solo se mostra de modo subangular quando seca e resistente quando pressionada entre os dedos, indicativo de presença de argila (Figura 62). Além disso a coloração, em comparação com as amostras coletadas nos outros dois pontos, é diferente,

enquanto nos pontos 1 e 2, o solo apresenta cores mais avermelhadas, no ponto 3 são cores mais escuras o que indica a presença de matéria orgânica, ou ainda a concentração de óxido de ferro. As características do solo, como estrutura e cor, refletem os processos de formação e, no caso do ponto 3 reforça a ideia de que esta é uma área de vereda em forte grau de degradação. Apesar do solo apresentar elementos, como cor e estrutura, que indicam a presença de matéria orgânica e argila, características que podem ser associadas às veredas, o processo de uso e ocupação no entorno, alterou este ecossistema no que tange a vegetação.



Figura 62: Estrutura dos blocos nas amostras do ponto 3

Na área de estudo é possível identificar a ação dos diferentes fatores de formação do solo influenciando na diferenciação das classes de solo a partir de características específicas, que surgem dessa interação entre fatores como litologia, declividade e uso da terra. Retoma-se a importância em ler a paisagem, considerando os elementos e processos por detrás do que se enxerga num primeiro momento.

4.2.5. O Cerrado e as veredas

Um dos ecossistemas que surge a partir da interação entre diferentes elementos, são as veredas, presentes na área de estudo elas servem para representar a combinação de fatores como a litologia, tipos de solo, relevo e a hidrografia. As veredas consistem num ecossistema de extrema importância biológica, visto que existem espécies animais e vegetais que dependem deste para sua sobrevivência.

Antes de aprofundar na relação das veredas com o impacto causado pelo uso e ocupação da terra, é necessário resgatarmos o Cerrado enquanto bioma e região de suma importância, biológica e sobretudo hídrica, para o Brasil. A conexão entre clima, solo, geologia e relevo, bem como a vegetação nativa identificada em campo, permite inserir o município de Capinópolis no que Ab’Sáber (2003), classifica como Domínio dos Cerrados.

A vegetação tipicamente retorcida e de cascas espessas devido ao tipo de solo, disponibilidade hídrica e adaptação às constantes queimadas (de origem natural), aparecem na área de estudo, especialmente em áreas de reserva, como no Morro do Bauzinho (Figura 63). O bioma Cerrado, dentre outras características, apresenta essa capacidade de adaptação ao regime de chuvas e tipos de solo que durante muito tempo foram considerados “pobres”, principalmente quando se tratava da produção agrícola.



Figura 63: Vegetação típica do Cerrado no Morro do Bauzinho

No entanto, o bioma Cerrado tem sofrido com um processo de degradação que ocorre sobretudo devido ao intenso avanço das atividades socioeconômicas que passaram a se direcionar para o centro do Brasil. Um dos principais fatores a ser considerado é a expansão da agropecuária com iniciativas como o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER, que surge a partir da década de 70 (Santos, 2016). A partir deste período houve grande supressão da vegetação natural típica de Cerrado, substituída rapidamente pela agropecuária.

Na área de estudo é possível identificar a presença deste tipo de vegetação como resquícios, aparecendo especialmente em áreas de reserva legal. A relação entre o relevo, solo e hidrografia, tende a possibilitar ou dificultar o surgimento de ecossistemas dentro do bioma Cerrado, como é o caso das veredas. Relacionado com a presença de solos úmidos, esse ecossistema frágil aparece no município de Capinópolis (MG) em diferentes pontos, no entanto tem sofrido com o processo de degradação pela forma como se deu a ocupação do relevo, seja pela agricultura ou pecuária.

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009, p. 59), a vereda consiste numa,

Zona deprimida de forma ovalada, linear ou digitiforme dentro de área estruturalmente plana ou aplanada por erosão. É resultante de processos de exsudação do lençol freático, cujas águas geralmente convergem para um talvegue, assinalada por vegetação típica, caracterizada por palmeiras de diferentes espécies, particularmente buritis, podendo conter área com turfa. Ocorre nas chapadas das bacias e coberturas sedimentares, bem como em planaltos pertencentes a outras áreas sujeitas à atuação de sistemas morfoclimáticos de cerrado. (IBGE, 2009, p. 59)

Para Ferreira (2005, p. 1), esse ecossistema, presente no Cerrado brasileiro possui não somente significado ecológico, mas sobretudo “um papel sócio-econômico e estético-paisagístico que lhe confere importância regional”. De acordo com o autor, esse recorte contribui como refúgio para uma série de espécies vegetais e animais, bem como abastece bacias hidrográficas, recebendo o fluxo do escoamento superficial e funcionando como uma esponja que absorve e permite a infiltração (Ferreira, 2005).

Para Boaventura (1978, p. 112), a fragilidade desse ecossistema encontra-se na relação entre relevo, hidrografia, tipo de solo e sobretudo o uso da terra no entorno das veredas, podendo alterar os elementos físicos, como a vegetação, com maior facilidade. Neste sentido,

Em toda a extensão das veredas o lençol freático aflora ou está muito próximo da superfície. As veredas são, portanto, áreas de exsudação do lençol freático e, por isto mesmo, em todas as suas variações tipológicas, são nascentes muito suscetíveis de se degradarem rapidamente sob intervenção humana predatória (Boaventura, 1978, p. 112).

Nota-se, por exemplo, o contraste entre as áreas de cultivo e a vereda resistindo ao processo de uso e ocupação do relevo, que pôde ser observado em uma das áreas onde foi realizado trabalho de campo para coleta de amostras de solo (Figura 64). Ao realizar a análise da paisagem na área em questão, nota-se em primeiro plano uma área de cultivo de soja realizada numa vertente suavemente convexizada, em segundo plano encontra-se os resquícios de uma vereda que vem sendo descaracterizada, e no terceiro plano tem-se áreas destinadas ao cultivo de cana-de-açúcar.



Figura 64: Resquícios de vereda entre os cultivos de soja e cana-de-açúcar

Consequentemente, tanto a vertente na qual se encontra o cultivo de soja, quanto a de cana-de-açúcar vertem o escoamento para a área onde está o resquício de vereda em questão. A presença de cultivos como a soja e a cana-de-açúcar, permitem que o escoamento superficial da água das chuvas ocorra de maneira mais intensa, contribuindo para a descaracterização deste ecossistema. Na área de estudo já se observa a inserção de espécies exóticas na área, bem como a redução dos buritis, ao percorrer a área é possível notar esse processo, consequência do uso e ocupação do relevo no entorno.

4.2.6. Uso da terra e atividades econômicas na zona rural de Capinópolis (MG)

A partir do uso de imagens do satélite CBERS-4A, fusionadas e aprimoradas para obter uma resolução espacial de 2 metros, realizou-se a análise inicial de elementos identificados na superfície como, por exemplo, áreas vegetadas, pastagens e cultivos determinados a partir da textura na imagem, bem como de áreas construídas e a presença de lagos ou poços. Essa análise inicial é importante pois ajuda a identificar os elementos que posteriormente serão classificados no mapa de uso da terra, contribuindo para observar padrões ou discrepâncias entre objetos.

Nessa primeira análise realizada, observa-se a predominância de áreas voltadas para agropecuária, as pastagens, cultivos e solo exposto são identificados e se repetem em grande parte da área de estudo. O tipo de uso da terra identificado reflete o processo histórico de ocupação, que se apropria dos recursos naturais tais como a disponibilidade de recursos hídricos

e tipos de solo, atrelado a suavidade do relevo, o que contribuiu para a expansão das áreas agrícolas no município.

O mapa de uso da terra para o município de Capinópolis (MG) (Figura 65, p. 163), deixa em evidência usos como cultivo e pastagem, que ocupam boa parte da área de estudo, e ainda recortes que evidenciam a presença de solo exposto o que indica um espaço de tempo entre a colheita e um novo plantio. A vegetação mais densa aparece nos fundos de vale, onde encontram-se os canais fluviais, visto que a legislação exige a preservação das matas ciliares. As demais manchas de vegetação identificadas, sejam primárias ou secundárias, representam reservas legais das quais os proprietários rurais são obrigados por lei a mantê-las.

Nas áreas representadas pela cor rosa, destacam-se áreas de cultivo e de pastagens, que avançam sobre o Cerrado, dando lugar a estas atividades do setor primário da economia. Estas atividades transformam não somente a paisagem, mas as dinâmicas naturais, como infiltração e escoamento da água das chuvas. Ao analisar o mapa, nota-se que a grande maioria das áreas se encontra sob o uso dessas atividades, especialmente a agricultura, visto que historicamente o município configura-se como grande produtor agrícola na Região Imediata de Ituiutaba.

O modo como o relevo foi esculpido, associado aos tipos de solo e disponibilidade hídrica, fez com que o município recebesse atenção de produtores rurais, que passaram a investir na produção de sorgo, soja, milho e, mais recentemente, cana-de-açúcar. Esses investimentos, especialmente a mecanização do campo, fez com que o espaço se transformasse, das dinâmicas populacionais às econômicas, nota-se que o município pode ser considerado como economicamente dependente das atividades desenvolvidas na zona rural.

Na década de 70 (IBGE, 1958), pouco mais de 50% da população de Capinópolis (MG) residia na zona rural, desde então tem se tornado cada vez mais urbana, migração motivada por uma série de fatores como a mecanização do campo e as melhores condições de vida encontradas na cidade, mas que não deixa de revelar o avanço tecnológico no campo. De acordo com o Censo Agropecuário (2017), são 328 estabelecimentos rurais no município de Capinópolis (MG), distribuídos numa área de 49.670 hectares, o uso dessas terras consiste em pastagens, lavouras, matas ou florestas e silvicultura, produção distribuída para outros municípios e estados brasileiros.

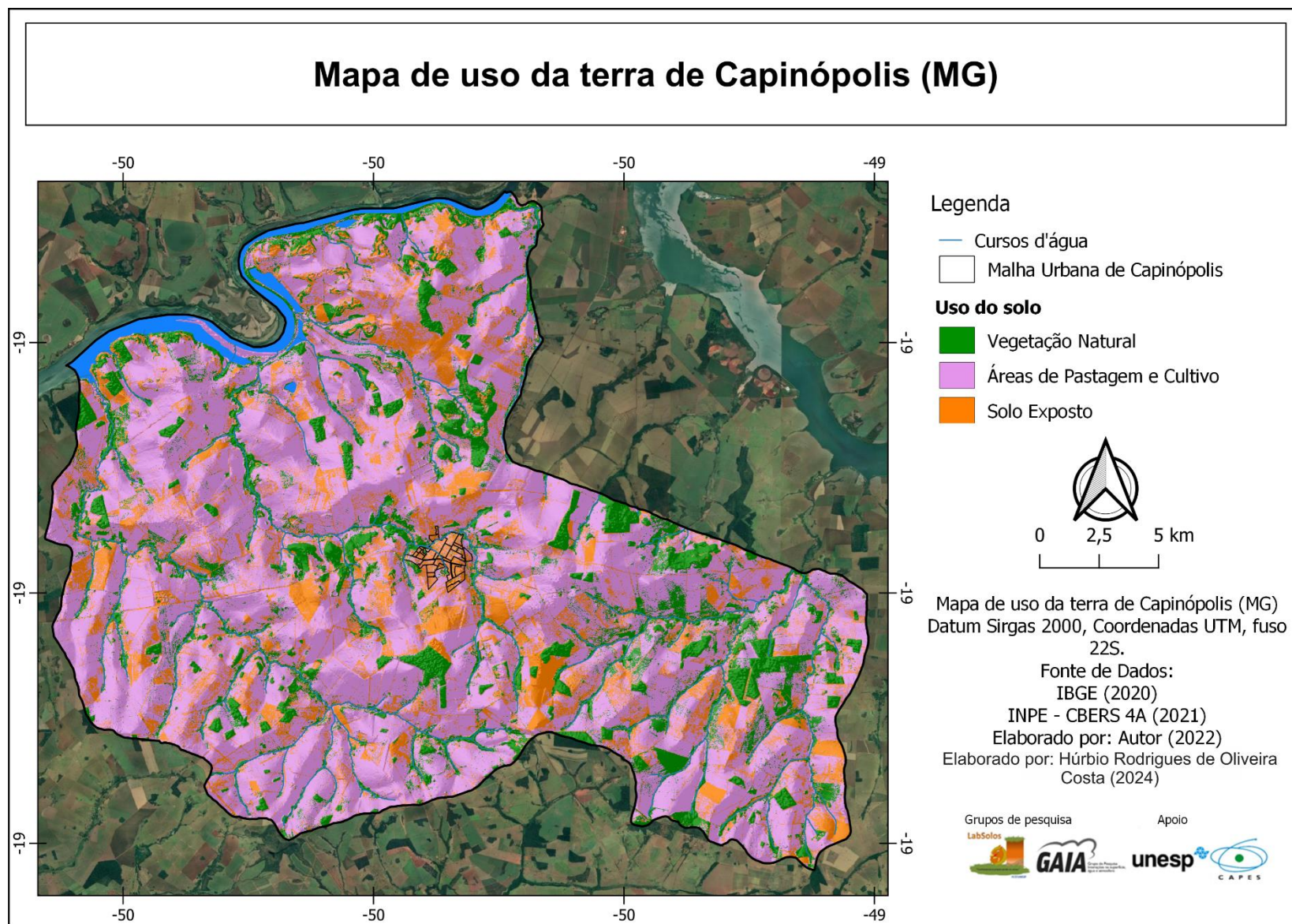


Figura 65: Mapa de uso da terra do município de Capinópolis (MG)

Historicamente, os municípios de Ituiutaba (MG) e Capinópolis (MG) se tornaram na década de 1950 grandes produtores de arroz do estado de Minas Gerais, contribuindo com significativas alterações no ambiente (Simões, 1950; Giavara, 2019). No entanto, a produção de arroz teve grande queda nos dois municípios, em Capinópolis (MG), atualmente a agricultura se concentra na produção de soja, milho, sorgo e a cana-de-açúcar (Figura 66).



Figura 66: Cultivos identificados no município

Nas quatro produções destacadas é possível observar que o relevo é relativamente suave, o que favorece a mecanização do processo produtivo. No caso da produção de sorgo em destaque, o cultivo conta ainda com a irrigação por pivô central, o que não aparece na imagem pois o registro se fez próximo ao período de colheita.

De acordo com Silva e Mendes (2016), a expansão da cana-de-açúcar no município de Capinópolis (MG), acontece a partir do ano de 2003, estimulado sobretudo pela instalação da agroindústria Vale do Paranaíba, uma usina de beneficiamento de cana-de-açúcar do Grupo João Lyra. No entanto, no ano de 2014 a produção de cana-de-açúcar diminuiu drasticamente devido a falência do Grupo João Lyra, culminando no fechamento da agroindústria e uma série de impactos socioeconômicos para o município. As instalações foram leiloadas no ano de 2017

e reabertas no ano de 2018 com o nome de CRV Industrial, pertencente ao Grupo Japungu, quando a produção de cana-de-açúcar ganha espaço novamente no município de Capinópolis (MG) e região.

No que tange a pecuária de gado bovino, a mesma ocorre tanto de modo extensiva como intensiva (Figura 67). A primeira forma de produção, extensiva, serve tanto para o gado leiteiro como de corte, por meio de pastagens que substituíram a vegetação natural típica do Cerrado. Já a segunda consiste nos confinamentos instalados no município. Esses confinamentos aparecem em alguns pontos da área de estudo e reúnem uma grande quantidade de animais num espaço reduzido, concentrando a produção e processo de engorda do gado de corte.



Figura 67: Pecuária extensiva e intensiva identificada no município

Outra atividade econômica que contribuiu, e segue em uso, alterando as formas do relevo é a extração de argila no vale do Rio Paranaíba. Essa extração abastece as três cerâmicas localizadas na área urbana de Capinópolis, nas quais a produção de cerâmica vermelha (telhas e tijolos), gera emprego e movimentação a economia do município.

De modo geral, a colonização do Brasil esteve ligada à exploração de recursos naturais, como vegetação e minérios. Dentre as atividades socioeconômicas que transformaram a paisagem ao longo dos anos é possível destacar a mineração enquanto uma das principais

responsáveis por impactos ambientais em diferentes níveis. Ao redor do planeta é possível destacar e descrever uma série de empreendimentos voltados a mineração que exploram recursos naturais, como é o caso da argila extraída no município.

A mineração, bem como a agricultura, ou ainda outras formas de extrativismo, contribuiu para o surgimento das primeiras aglomerações no Brasil, visto que as atividades econômicas se concentraram por muitos anos no setor primário (Christofolletti, 1995). Antes realizada de maneira artesanal, a mineração passa a se industrializar na medida em que se tem o surgimento de técnicas para auxiliar no processo de extração dos recursos, buscando aumentar a produtividade e lucratividade, reduzindo o tempo de extração e possíveis prejuízos.

Dando destaque a argila, que desde as comunidades indígenas era utilizada na produção de utensílios domésticos, e recentemente tem sido utilizada na produção de cerâmica vermelha, produto amplamente utilizado na construção civil. Gomes (1988, p. 8) compreende a argila enquanto resultado direto “da ação da meteorização e/ou ação hidrotermal ou que se depositaram como sedimentos fluviais, marinhos, lacustres ou eólicos”. Na área de estudo, trata-se da deposição em ambientes fluviais, que concentrou ao longo dos anos uma grande quantidade de sedimentos que foram transportados e depositados, tanto pelo escoamento da água das chuvas, quanto pelos canais fluviais.

A expansão da construção civil e o avanço tecnológico, permitiu que novas demandas fossem criadas e supridas a partir do avanço da indústria de cerâmica vermelha. Em contrapartida, essa expansão acabou por contribuir com a potencialização de impactos ambientais identificados nas áreas de extração de argila, fazendo surgir novas formas de relevo, sobretudo pequenas depressões que posteriormente se tornaram lagos no município. Na medida em que a busca por matéria-prima aumenta, surge a necessidade de expandir as áreas de extração, aumentando assim a quantidade de áreas impactadas por tal atividade.

A extração de argila vem ocorrendo nas últimas cinco décadas, especialmente para a Cerâmica Santa Glória por ser a mais antiga das três empresas que atuam no município, às margens do Rio Paranaíba em “barreiros” localizados no leito maior do canal. Esse leito maior do canal recebeu ao longo dos anos cargas de sedimentos advindas das partes mais altas do relevo, como também depositadas pelo rio durante os períodos de cheia, aos poucos formando o terraço fluvial (Christofolletti, 1980). Durante os períodos de cheia, o leito maior é invadido pelo rio e a grande concentração de partículas de argila vai sendo depositada, criando grandes concentrações desse material.

A argila extraída nos barreiros por meio de maquinários, é transportada para as indústrias, onde é utilizada na produção de cerâmicas vermelhas. A partir do mapa de uso da

terra (Figura 68, p. 168), para além de identificar a ampla atuação do setor agropecuário, destaca-se a localização dos barreiros representados pela cor amarela, cobrindo uma área de aproximadamente 4 Km². Algumas dessas áreas já foram desativadas, restando apenas as cicatrizes do processo de extração de argila em forma de lagos e pequenas depressões.

A ação da sociedade aparece aqui, representada na paisagem a partir das transformações no leito do Rio Paranaíba ao longo dos anos. A retirada de uma grande quantidade de argila ao longo das mais de cinco décadas de atuação da indústria de cerâmica no município, transformou a paisagem e descaracterizou aspectos como a vegetação nativa nessa área de aproximadamente 4 km². Nas áreas onde a extração já foi interrompida, foram criadas depressões no leito maior do canal (Figura 69), esse “vazio” deixado na paisagem vem aos poucos sendo ocupado por vegetação rasteira e arbustiva, entretanto pouco desenvolvida.



Figura 69: Áreas de extração de argila abandonadas próximo ao Rio Paranaíba

Girão e Corrêa (2004), compreendem que a ação humana, desempenha papel desestabilizador, o qual tende a promover uma série de alterações no ambiente de modo a criar novos elementos na paisagem que, acima de tudo, evidenciam a degradação do ambiente.

Em outros pontos, esse vazio criado pela extração de argila, em alguns pontos, foi aos poucos sendo preenchido por água, criando lagos que possivelmente surgiram durante as cheias do rio ou abastecidas pela água da chuva. Ainda na figura 69, é possível observar duas realidades, à esquerda a presença do lago criado no local de onde já foi extraída a argila e à direita tem-se uma pequena depressão que aos poucos vem sendo ocupada por vegetações rasteiras e arbustivas.

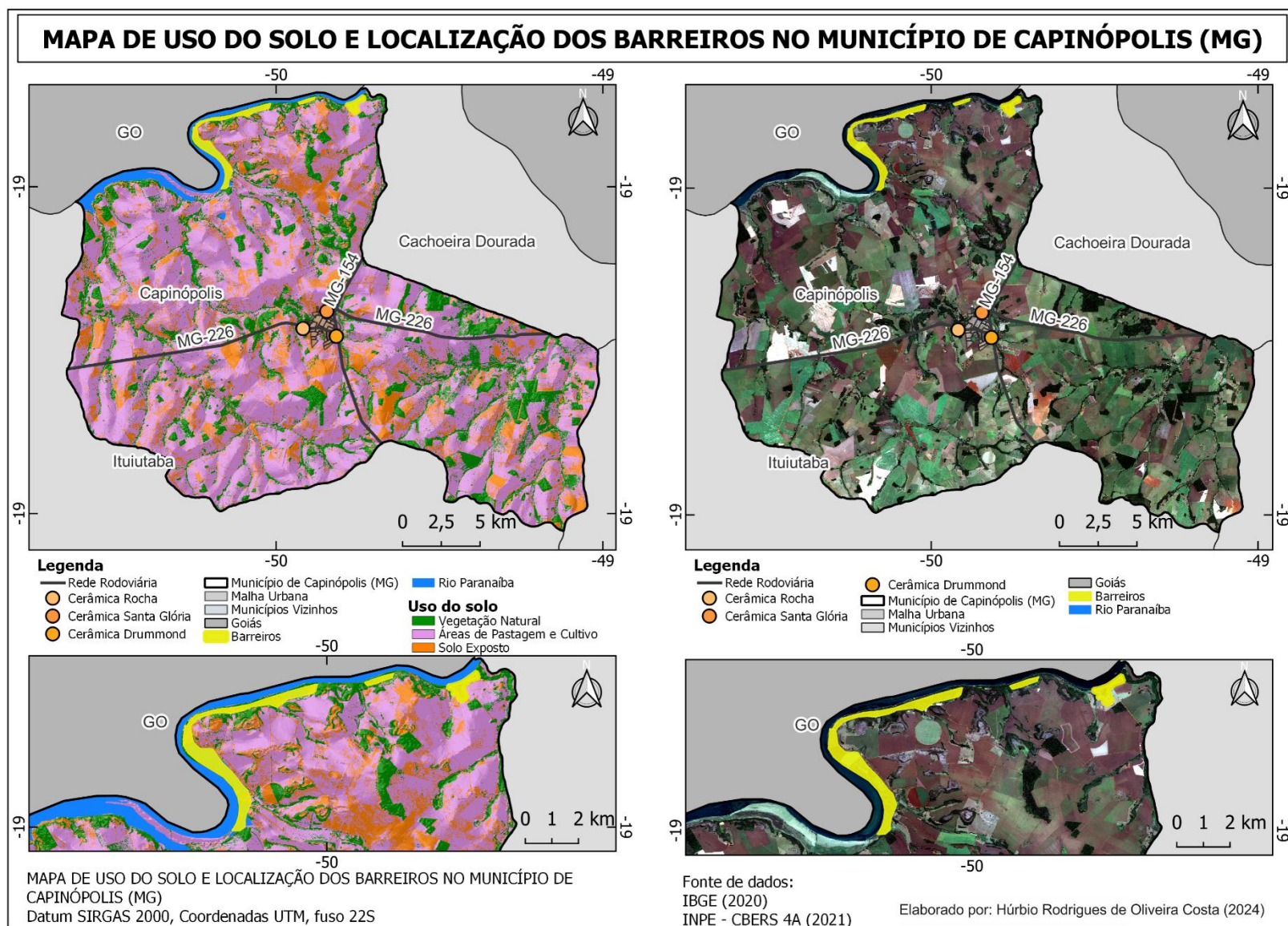
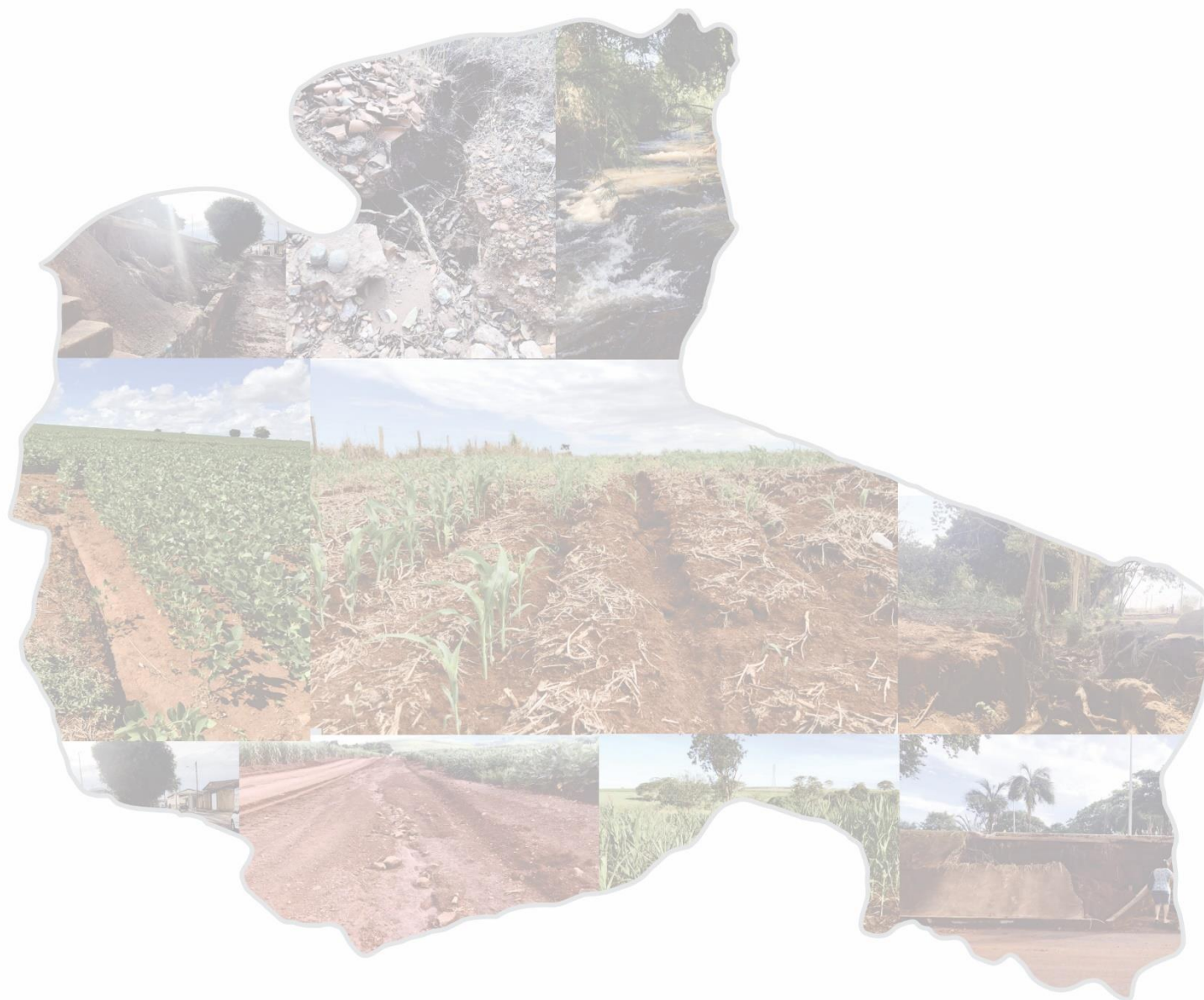


Figura 68: Uso da terra e localização das áreas de extração de argila no município

Em ambos os casos, nota-se a capacidade dos seres humanos em intervirem na paisagem, na medida em que extraem muito rapidamente o material de reservas que levaram de centenas a milhares de anos para se formar. A capacidade de criar novas formas, advindas na maioria das vezes da destruição de formas antigas, permitindo colocar em discussão o papel dos seres humanos enquanto agentes geomorfológicos. Para além das formas criadas, tais alterações evidenciam os impactos ambientais propagados pelas intervenções humanas, pois além de realizar a retirada de material, outros processos entram em desequilíbrio, promovendo a aceleração ou impossibilitando a ocorrência dos mesmos.



**5. DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO DO RELEVO À VULNERABILIDADE AMBIENTAL
AOS PROCESSOS EROSIVOS**

Conforme o espaço é produzido e organizado, elementos físicos do ambiente vão sendo apropriados de acordo com o interesse dos agentes produtores, o que se torna cada vez mais perceptível de acordo com o sistema econômico capitalista. Relevo, solo, vegetação e tipos de rocha tornam-se, dentro dessa lógica capitalista, mercadorias que são valoradas e revendidas de acordo com suas características e possibilidades de uso econômico. O preço da terra é dado de acordo com a possibilidade de produção da agropecuária, o que justifica a organização do espaço geográfico em Capinópolis (MG)

Como descrito anteriormente, Capinópolis apresenta um relevo suavemente ondulado, com a presença de colinas com topos amplos e suavemente ondulados que facilitaram a instalação de atividades econômicas como a agricultura de modo mais intenso. Sobreretudo nas últimas cinco décadas, o incentivo para a interiorização da produção, ainda mais devido o avanço do “agro” sobre o Cerrado, fez com que o relevo suavemente ondulado e solos desenvolvidos atraísse a atenção do mercado produtivo pela facilidade em inserir maquinários nessas áreas.

No caso de Capinópolis (MG), atrelado ao relevo suave, tem-se a presença de solos bem desenvolvidos em grande parte do município, em grande parte associados a Nitossolos e Latossolos, o que fez com que atividades como a produção da cana-de-açúcar e grãos tenha se tornado tão forte na área de estudo. Apesar dos solos do Cerrado terem sido historicamente tratados como solos pobres, a inserção de tecnologia e pesquisa na produção agrícola fez com que a produção, especialmente de grãos, se desenvolvesse bem na região.

A partir dos mapeamentos, revisões bibliográficas e trabalhos de campo, foi possível conhecer os elementos físicos deste município e compreender minimamente o processo de ocupação desse recorte espacial. Esses elementos físicos contribuem mesmo que indiretamente na organização do espaço geográfico ao direcionar as atividades econômicas ao longo dos anos, desde a produção de arroz em áreas úmidas do município na década de 50, ou ainda a ocupação das áreas de topo e vertentes com baixa declividade por atividades como a produção de soja e cana-de-açúcar.

A profundidade dos solos como os Latossolos indica a atuação de processos pedogenéticos que ocorreram ao longo de milhares de anos, no caso de Capinópolis (MG) esse processo de formação ocorre a partir dos basaltos que foram intemperizados. Para a agricultura, este solo tem sido amplamente utilizado, visto que se encontra associado a relevos de baixa declividade, o que automaticamente facilita a utilização de maquinários, acelerando o processo produtivo.

O estudo que teve o município de Capinópolis (MG) como recorte espacial, adotou enquanto objetivo principal a ideia de compreender os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos no município, considerando a relação conflituosa entre natureza e sociedade durante o processo de produção do espaço geográfico. Neste sentido, os resultados adquiridos a partir dos procedimentos metodológicos adotados serão apresentados considerando a relação entre os elementos físicos do ambiente e o uso da terra dado a determinado recorte espacial, identificando o grau de vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos.

Para aqui apresentar a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, tanto na área rural quanto na urbana, é importante entender que as dinâmicas que se dão nessas duas áreas são diferentes, visto que o uso e ocupação aconteceram de maneira diferenciada. A intensidade e duração dos processos e dinâmicas são diferentes, o que pode causar impactos significativos na área urbana, podem não afetar de modo grave a área rural, como posteriormente será observado.

De acordo com Araújo e Sobrinho (2021, p. 19), “durante o processo de modernização da agricultura e das políticas voltadas à expansão da fronteira agrícola para as áreas de Cerrado, o agronegócio ganhou força na região, inicialmente com a soja e atualmente com a cana-de-açúcar”. O impacto do agronegócio passa a ser percebido no município na forma como o espaço geográfico se organizou, as conexões com outros municípios, as atividades econômicas que se instalaram e até mesmo o modo como a cidade foi se desenvolvendo ao longo dos anos, com muitas atividades comerciais voltadas para o agronegócio.

Ao tratar do espaço rural, os trabalhos de campo e mapeamentos revelaram processos e dinâmicas no município e que se repetem em boa parte do pontal do Triângulo Mineiro, como o avanço da cana-de-açúcar frente as outras culturas agrícolas, sendo um reflexo da instalação de usinas de beneficiamento da cana na região. De acordo com Silva e Mendes (2016), esse impacto da cana-de-açúcar que transformou o espaço no Triângulo Mineiro, passa a afetar na organização do espaço em Capinópolis (MG) por volta de 2003, quando a agroindústria Vale do Paranaíba se instala no município e ocasionando alterações significativas tanto no campo quanto na cidade.

Para Araújo e Sobrinho (2021, p. 25), o “aumento da produção canavieira e o arrendamento de terras por parte das agroindústrias canavieiras em médias e pequenas propriedades ocasionaram uma diminuição das demais culturas, resultando em sérios prejuízos à agricultura familiar”. Essa reestruturação do campo faz com que áreas onde anteriormente

eram voltadas para a agricultura familiar, concentre-se na monocultura, especialmente com a instalação dos canaviais.

O município que até então tinha sua produção focada nos grãos, passa a ver a cana-de-açúcar ganhar espaço no campo, por conta disso, a monocultura tende a se tornar cada vez mais forte. Segundo Silva e Mendes (2016, p. 199), a instalação da agroindústria além de gerar empregos para a população, colaborou indiretamente para a arrecadação de impostos que contribuíram para investimentos na cidade que, “até então, era desconhecida no cenário regional e nacional e, entre 2003 e 2011, despontou como um dos municípios produtores de cana-de-açúcar da região”.

Essa relativa importância de Capinópolis (MG) na região, tem associação com as características físicas desse ambiente que permitiram o avanço do intenso processo produtivo da cana-de-açúcar. De acordo com Giavara (2019), o município que historicamente teve papel fundamental na produção de arroz no Triângulo Mineiro, vai aos poucos dando espaço para novos tipos de cultivo que encontram solos adequados para a produção da soja, milho, sorgo, girassol, entre outros grãos que fortaleceram a economia local.

Diante disso, serão apresentadas as potencialidades e vulnerabilidades do ambiente no município de Capinópolis (MG) em relação ao processo de ocupação do relevo e surgimento de processos erosivos. Os mapas de compartimentos geomorfológicos (Figura 45, p. 141) e uso da terra (Figura 65, p. 163): serão utilizados para subsidiar essa análise, uma vez que, expressam a localização de atividades desenvolvidas e o modo como impactam direta ou indiretamente na formação de processos erosivos, bem como serão utilizadas algumas imagens do Google Earth Pro, para melhor exemplificar os resultados obtidos.

A vulnerabilidade do ambiente aos processos erosivos (Figura 70), calculada a partir dos pesos dados a elementos como os compartimentos do relevo, uso da terra, formações litológicas, tipos de solo, declividade e curvatura da superfície, permitiu identificar as áreas com maior propensão a ocorrência de tais processos erosivos. Combinar as informações trazidas no mapa, com os processos e dinâmicas identificadas em trabalhos de campo, torna-se essencial, pois apesar da escala de detalhamento do mapa ser relativamente satisfatória, existem elementos que são percebidos e identificados com maior eficácia em campo, na escala de 1:1.

Classificada em baixa, média e alta vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, os tons de cores representadas no mapa vão de um verde escuro ao vermelho, passando por tons de verde claro (baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos) e amarelo (média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos).

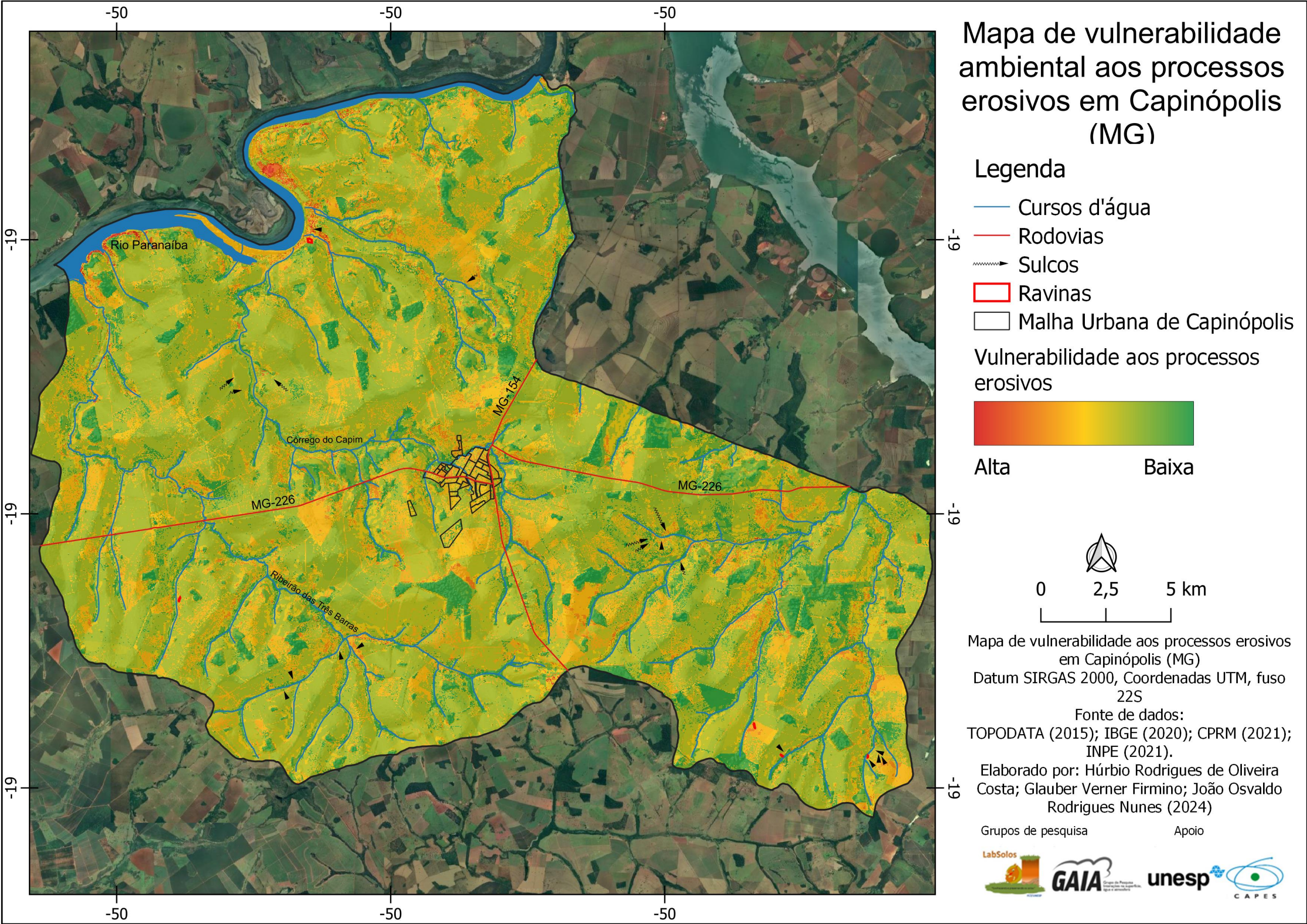


Figura 70: Mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos em Capinópolis (MG)

As áreas de baixa a média vulnerabilidade, que representam cerca de 90% da área de estudo, apresentam características distintas de uso da terra. Como esperado, são aquelas onde a instalação de atividades voltadas para a agropecuária ainda não avançou, mantendo assim a vegetação natural, típica do Cerrado, o que pôde ser observado durante os trabalhos de campo, prevalecendo assim a estabilidade morfodinâmica. Ou ainda, são áreas onde existe o manejo adequado nas áreas de cultivo e pastagem, a relação entre uso da terra e a morfologia do relevo, reaparecem durante o processo de descrição da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG).

Nota-se que, apesar de não aparecer em grande parte do município, a média vulnerabilidade à instalação dos processos erosivos é significativa, sobretudo devido ao uso da terra que permite a exposição do solo às intempéries em determinados momentos do ano, essa classificação será melhor descrita a partir do momento em que serão apresentadas as informações obtidas em campo.

Já as áreas em que se identificou níveis de alta vulnerabilidade, estão associadas a altas declividades ou solo exposto ocasionado pelo intervalo entre cultivos.

Para melhor compreensão dos níveis de vulnerabilidade ambiental ao processo de ocupação e processos erosivos lineares os resultados serão apresentados de acordo com os níveis de baixa, intermediária ou alta vulnerabilidade aos processos erosionais lineares, correlacionando com as atividades que se instalaram nos compartimentos geomorfológicos mapeados.

5.1. Baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos

As áreas onde se identificou os menores níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos estão associadas às áreas de vegetação natural, com baixa intervenção dos seres humanos. Sobretudo nas áreas de reserva, ou em grande parte dos fundos de vale onde a manutenção da vegetação natural é protegida por lei, identificou-se tons de verde mais escuro, representando a baixa vulnerabilidade.

O primeiro ponto que se destaca enquanto de baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos encontra-se no topo de uma colina. O topo amplo e suavemente ondulado com solos profundos de associação aos Latossolos, surge enquanto resultado do processo de intemperismo dos basaltos da Formação Serra Geral. A base litológica ajuda a compreender a morfogênese ocorrida na área, o processo lento de esculturação ocorre sobre uma rocha

resistente ao intemperismo, a pouca declividade contribui para que se tenha uma maior concentração dos processos pedogenéticos do que morfogenéticos, explicando a presença de solos profundos.

Grande parte das áreas de topo no município apresentam declividade que varia de 0 a 3% (plano) e de 3 a 8% (suavemente ondulado). Esses intervalos de declividade permitem que os processos pedogenéticos sejam mais intensos do que os morfogenéticos, levando em consideração que o processo de infiltração passa a ser maior do que o escoamento.

Especialmente em áreas de reserva, como no primeiro ponto representativo de baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos (Figura 71, p. 177), a preservação da vegetação natural faz com que a morfodinâmica permaneça em equilíbrio, considerando que elementos como infiltração e escoamento da água das chuvas sejam mantidos. A ausência de interferência da ação dos seres humanos, faz com que essa seja considerada uma área de baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

Localizada numa área de topo, o uso da terra nesse recorte espacial é tido como vegetação natural típica de Cerrado, sendo possível ter uma visão interna (Figura 71a) e externa (Figura 71b), percebendo os diferentes tipos de arbustos e árvores. A vegetação em questão se assemelha ao tipo Cerradão, com vegetação arbórea relativamente densa, que vai desde arbustos e cipós, a presença de árvores de diferentes portes, construindo um ambiente relativamente equilibrado e protegido dos processos erosivos.

Na área em questão, a cobertura vegetal funciona como um amortecedor das gotas de chuva, impedindo que elas atinjam o solo diretamente, dessa forma desacelera os processos erosivos na área, fazendo com que o solo tenha tempo suficiente para absorver a água. Além disso, as raízes e todo o material orgânico em superfície passam a servir como material agregador do solo, tornando-o menos propenso a instalação de processos erosivos. A presença de matéria orgânica, micro e macroorganismos no solo, faz com que ele permaneça aerado, com espaços que são preenchidos pela água que infiltra quando chove.

A baixa vulnerabilidade identificada a partir do mapeamento, reforça a importância da vegetação natural para proteger o solo dos processos erosivos, o que pôde ser percebido em outras áreas do município onde a vegetação natural foi preservada. A falta da vegetação, expõe o solo ao impacto direto das gotas de chuva, que aos poucos impermeabilizam o solo e dão início ao escoamento superficial, seja ele difuso ou linear. A primeira área destacada como de baixa vulnerabilidade, reforça a importância em manter a vegetação natural, ou minimamente um uso da terra que proteja o solo de processos que são naturais como a erosão, mas que são intensificados pela ação dos seres humanos.

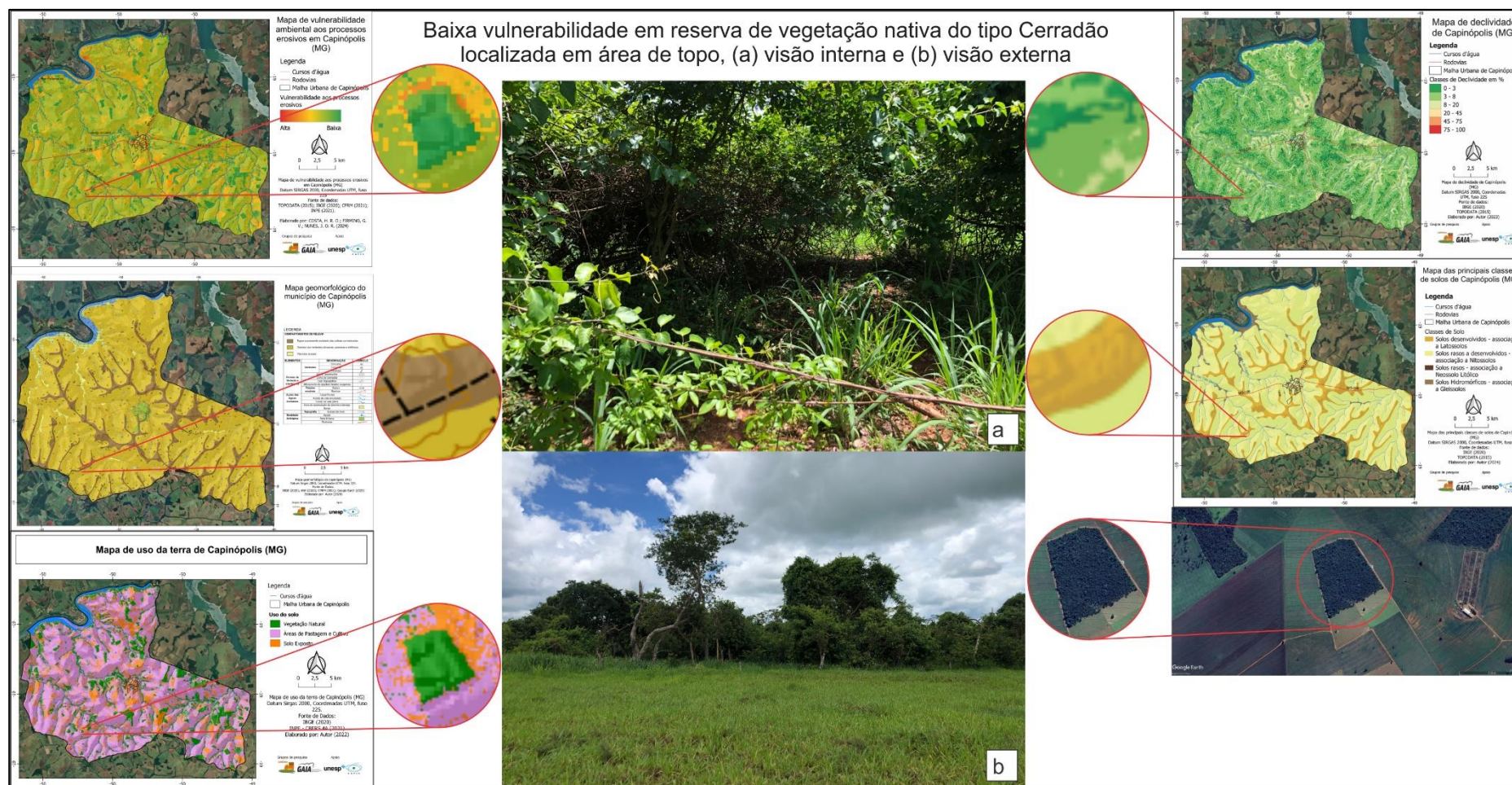


Figura 71: Baixa vulnerabilidade em reserva de vegetação nativa do tipo Cerradão localizada em área de topo, (a) visão interna e (b) visão externa

A partir do momento em que essa vegetação natural típica do Cerrado é removida, dando lugar a novos usos da terra, o grau de vulnerabilidade passa a se tornar cada vez mais intenso. Ainda em um grau de baixa vulnerabilidade, encontram-se as áreas de topo e vertentes com baixa declividade, variando de 0 a 3% (plano) e de 3 a 8% (suavemente ondulado), que se encontram ocupadas por lavouras (Figura 72, p. 179).

Tanto na área de topo (Figura 72a) quanto na vertente levemente côncava (Figura 72b), a lavoura de soja aparece de modo intenso, cobrindo boa parte do terreno. Na área em questão predominam os Latossolos e Nitossolos, ambos oriundos do basalto da Formação Serra Geral, indicando uma boa concentração de argila no solo. Atrelado a isso, tem-se o manejo adequado do solo utilizado para agricultura, reduzindo o tempo de exposição do solo entre um cultivo e outro. A cobertura vegetal, aqui representada pela soja, não necessariamente protege o solo dos processos erosivos, mas associada a baixa declividade do relevo, consegue reduzir a intensidade da erosão quando a planta se encontra na fase adulta.

O cultivo de soja, presente em boa parte do município e que ocorre de modo sazonal, oferece uma camada de proteção ao solo, mas nada comparado àquela fornecida pela vegetação natural. A vegetação natural representa não somente uma proteção superficial para o solo, mas contribui diretamente para que o solo permaneça agregado por matéria orgânica fornecida tanto pela vegetação quanto pelos organismos que vivem na área. Pensando nesses cultivos como a soja e o milho, a baixa declividade torna-se o principal fator que faz com que tal área seja considerada de baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, durante a fase adulta da planta a proteção do solo tende a aumentar, fazendo com que os processos erosivos diminuam ainda mais.

Para que fique claro, compreendeu-se enquanto áreas de baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, principalmente aquelas que foram representadas em tons mais próximos do verde, na medida em que o tom se aproximava do amarelo, não se considerou mais como baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

Observando no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, nota-se a presença de áreas marcadas pelo verde escuro, normalmente representando áreas de vegetação natural, em tons de verde mais claro, aparecem as áreas de cultivo. Esse tom de verde mais claro, representam áreas que a vulnerabilidade pode variar ao longo do ano, visto que em determinados períodos do ano o solo fica exposto. Ou seja, a realidade apresentada considera o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, em que o uso da terra utiliza de imagens de junho de 2021.



Figura 72: Área de topo (a) e vertente côncava (b) ocupadas pelo cultivo de soja

O tipo de uso dado a determinado recorte espacial, influencia diretamente na instalação dos processos erosivos, pois quanto mais inadequado o manejo do solo maior será a exposição do solo, intensificando os processos erosivos. Nas duas áreas apresentadas para ilustrar a baixa vulnerabilidade no município, observa-se a presença de menor declividade, seja nas áreas de topo ou vertentes com comprimento de rampa suave, mas sobretudo a manutenção da vegetação natural, que fornece maior proteção ao solo. No caso do cultivo de soja na área em questão, existe sim a possibilidade de que processos erosivos ocorram, no entanto com menos intensidade do que áreas que serão apresentadas, onde a declividade é maior e os processos ocorrem de modo mais intenso.

É possível afirmar que em áreas de baixa vulnerabilidade, prevalecem os processos pedogenéticos em detrimento dos morfogenéticos, o que Tricart (1977) consideraria enquanto meio estável. Visto que as intervenções promovidas pelos seres humanos ocorreram de modo menos intenso, ou que as características físicas contribuíram para que não houvesse o predomínio da morfogênese, ocasionada especialmente pelo relativo aumento do escoamento superficial e sua capacidade erosiva.

Enquanto áreas de baixa vulnerabilidade, principalmente aquelas que foram representadas em tons de verde, na medida em que o tom se aproximava do alaranjado, ocorre a transição para as áreas de média vulnerabilidade. O tipo de uso dado a determinado recorte espacial, influencia diretamente na instalação dos processos erosivos, pois quanto mais exposto o solo, mais intensas serão as erosões.

5.2.Média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos

Na medida em que o uso da terra se transforma, a declividade do relevo aumente, associado a solos menos argilosos, nota-se o aumento da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. Considerou-se enquanto áreas de média vulnerabilidade aquelas com o predomínio da cor alaranjada, que puderam ser percebidas em recortes onde o solo se encontrava exposto, vertentes retilíneas com declividade variando de 3 a 8% (suavemente ondulado) e de 8 a 20% (ondulado), ou ainda fundos de vale com declividade variando de 3 a 8%.

A presença de solo exposto no município pode ser considerada enquanto um dos principais fatores que aumentam o grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. O fato de que as áreas voltadas para a agricultura, ocupam boa parte do município permite

compreender que o grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos varia ao longo do ano, já que o solo não fica exposto durante o ano todo. A sazonalidade dos cultivos faz com que o solo se torne exposto ao longo do ano em diferentes momentos, o cultivo da cana-de-açúcar, soja ou milho não seguem o mesmo cronograma, visto que cada planta tem um tempo diferente para adquirir sua fase adulta.

No entanto, o fato de que o solo exposto aparece como fator que contribui para o aumento da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, foi identificado tanto no mapeamento quanto em campo (Figura 73, p. 182). Especialmente em vertentes retilíneas, o solo exposto e a declividade contribuem para a aceleração do escoamento superficial, dando origem aos processos erosivos que não necessariamente aparecerão a partir de feições lineares como sulcos e ravinas.

As erosões laminares, que não serão aprofundadas neste estudo, são de difícil percepção em campo pois não criam feições erosivas como sulcos e ravinas que foram identificadas. No caso das erosões laminares, ocorre essa retirada de material pedológico de maneira difusa, sem a concentração de fluxos, o que fica perceptível nesses casos é o processo de deposição dos sedimentos transportados.

No ponto representativo em questão, a vertente retilínea é um fator que contribui para a instalação de processos erosivos laminares, por não haver a concentração dos fluxos de escoamento superficial o mesmo passa a ocorrer de maneira difusa. Outro fator que contribui é a declividade que varia de 3 a 8% e de 8 a 20%, facilitando o processo de infiltração e desacelerando o escoamento superficial.

O tipo de solo, no caso solos profundos com associação aos Nitossolos, também é um fator que contribui para que os processos erosivos ocorram de maneira mais difusa, ou pelo menos em menor profundidade. São solos com alta concentração de argila, possivelmente devido ao material de origem, os basaltos da Formação Serra Geral, tornando o material mais agregado.

A partir dos mapeamentos realizados, os fatores físicos como o relevo, tipo de solo e declividade aparecem como fatores que não necessariamente acelerariam processos erosivos, o foco aqui é dado para o uso da terra. A área representada na imagem refere-se ao cultivo de cana-de-açúcar, ou melhor dizendo, uma área onde o cultivo anterior era de cana-de-açúcar, mas que se encontra no intervalo entre colheita e plantio. Esse espaço de tempo entre colheita, plantio e crescimento da planta, faz com que o solo fique exposto às intempéries, aumentando assim a possibilidade de ocorrência de processos erosivos.

Figura 73: Solo exposto em vertente retilínea, possivelmente área de cultivo de cana-de-açúcar

O que chama a atenção, a partir da caracterização do município, é que a cana-de-açúcar tem ganhado cada vez mais espaço na economia local, se apropriando de ainda mais áreas para a produção. Neste sentido, pode-se entender que o ponto representativo de média vulnerabilidade, tende a ocorrer em outras áreas do município entre o período de colheita e o crescimento da nova planta, pois o solo fica exposto às intempéries.

O uso da terra, e aqui demonstrando o quanto as atividades econômicas se apropriam dos recursos naturais, torna-se o principal fator que aumenta a vulnerabilidade na área em questão. Os elementos físicos do ambiente, se houvesse a preservação da vegetação natural, ou ainda o manejo adequado do solo, muito provavelmente contribuiriam para a baixa vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

A partir do momento em que a vegetação é substituída pelos cultivos de cana-de-açúcar, no caso da área representativa, ocorre o desequilíbrio dos processos naturais. A erosão, enquanto processo natural é acelerada na medida em que o solo se torna exposto, pensando no município como um todo, as áreas de cultivo e pastagem, somados ainda ao solo exposto representam mais de pouco mais de 80%, tornando possível afirmar que em algum momento do ano o solo se tornará exposto.

Como já observado anteriormente, a vegetação natural tem a capacidade de proteger o solo do impacto das gotas da chuva, além de fornecer matéria orgânica e criar um ecossistema para os organismos, contribuindo para que o solo seja menos afetado por processos erosivos. A cana-de-açúcar, que apesar de na fase adulta apresentar touceiras densas que dão a falsa impressão de proteger o solo, tem um processo lento de crescimento, deixando o solo exposto às chuvas durante um longo período.

Os processos erosivos passam a se instalar nas áreas de cultivo, especialmente quando o manejo do solo não ocorre de maneira adequada, mesmo com baixas declividades, se observa a importância das curvas de nível e do plantio direto.

Esses processos erosivos puderam ser identificados numa área próxima (Figura 74), localizada as margens do Córrego Buriti Comprido (Figura 74a), no qual o direcionamento dos fluxos de escoamento superficial pelas estradas rurais, fez com que surgissem feições erosivas do tipo ravina (Figura 74b). A presença dessas feições erosivas indica a presença de fluxos concentrados de escoamento durante tempo suficiente para entalhar a superfície criando processos de ravinamento.

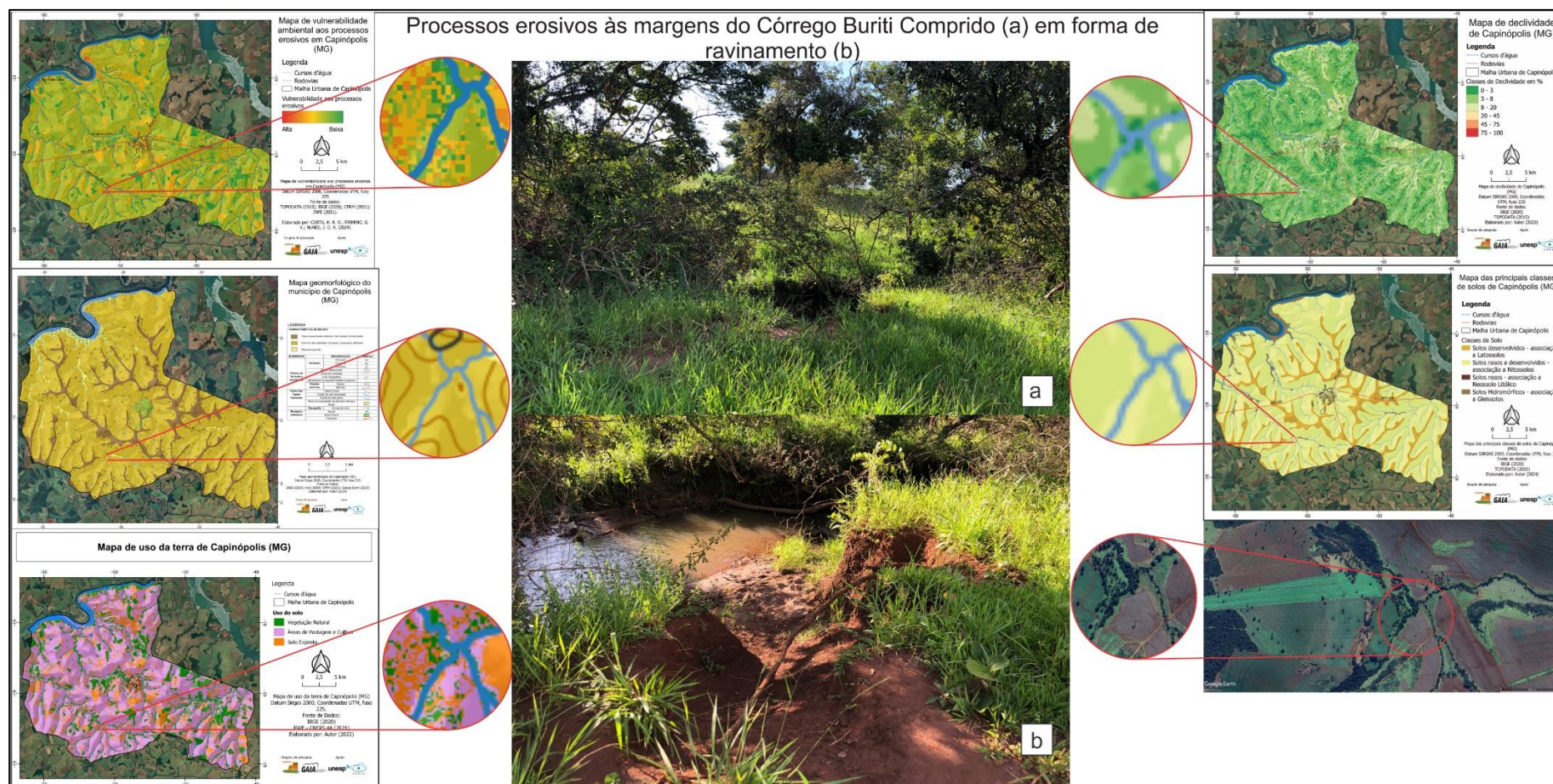


Figura 74: Processos erosivos às margens do Córrego Buriti Comprido (a) em forma de ravinamento (b)

Na área em questão é possível observar que entre a Área de Preservação Permanente (APP) e a área de cultivo da cana-de-açúcar, encontra-se o leito maior do canal, ocupado por gramíneas (Figura 75), o que pode também ser considerado enquanto terraço que serviu para a deposição de sedimentos ao longo dos anos. Se tratando do relevo e da declividade da vertente, nota-se a suavidade das formas, trata-se de uma vertente retilínea que foi ocupada pelo cultivo da cana e que direciona o escoamento superficial para o fundo de vale no qual se encontra o córrego Buriti Comprido.

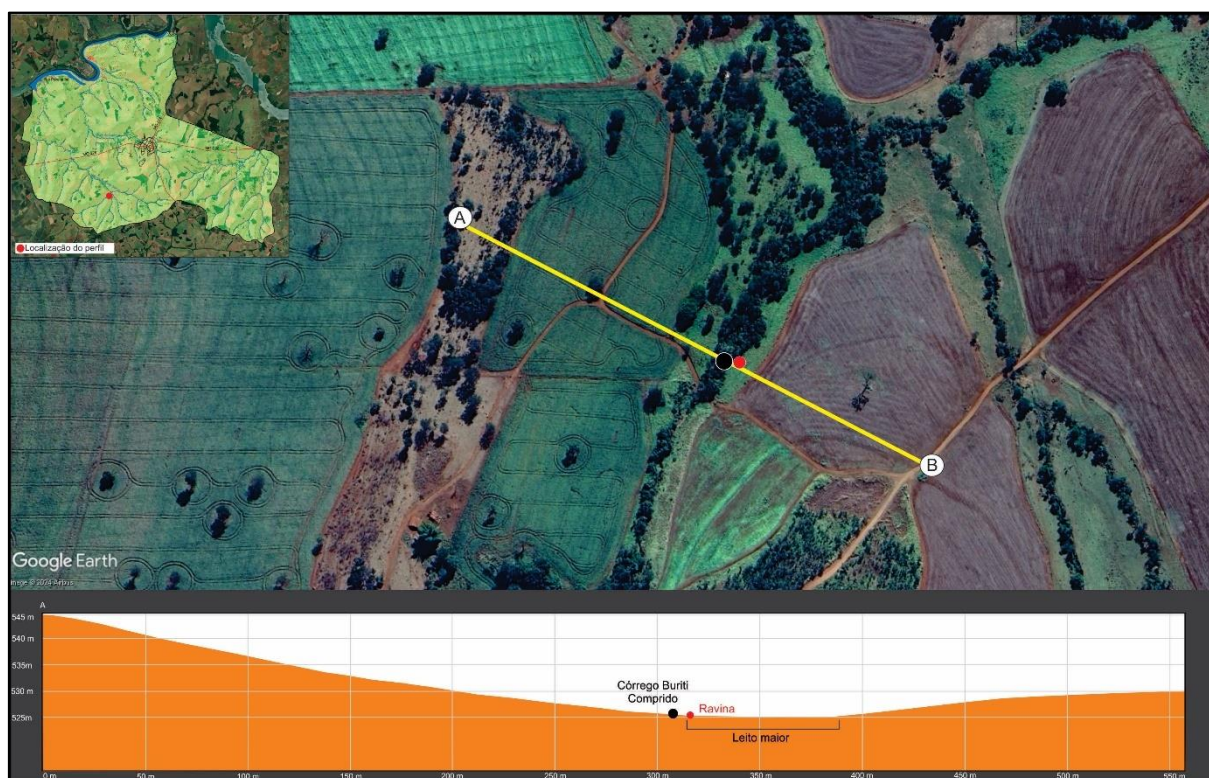


Figura 75: Perfil de elevação com destaque para o leito maior do Córrego Buriti Comprido

A partir da imagem apresentada é possível identificar que o entorno tem sido densamente ocupado por áreas de cultivo, especialmente da cana-de-açúcar, contribuindo para a média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. No que tange aos fundos de vale, nota-se uma estreita vegetação natural, e uma faixa que acompanha a área de planície formada por gramíneas.

Esse processo de ocupação do relevo e mudança no uso da terra, aparecem aqui como fatores que contribuem para o aumento da vulnerabilidade do ambiente a instalação de processos erosivos. Essa descaracterização da vegetação natural, que é removida e vai sendo substituída por áreas de cultivo e pastagem, fica evidente notar em campo que restam apenas resquícios nas áreas de topo e fundo de vale. Nota-se ainda a presença de vegetação nativa em

áreas que aparentemente não são interesse do capital, sobretudo aquelas onde se identificam Neossolos litólicos, que impossibilitam o avanço da agricultura. Identificou-se em campo uma área na qual preserva-se parte da vegetação natural (Figura 76), quando comparado as áreas do entorno que foram ocupadas sobretudo pelo cultivo da cana-de-açúcar.

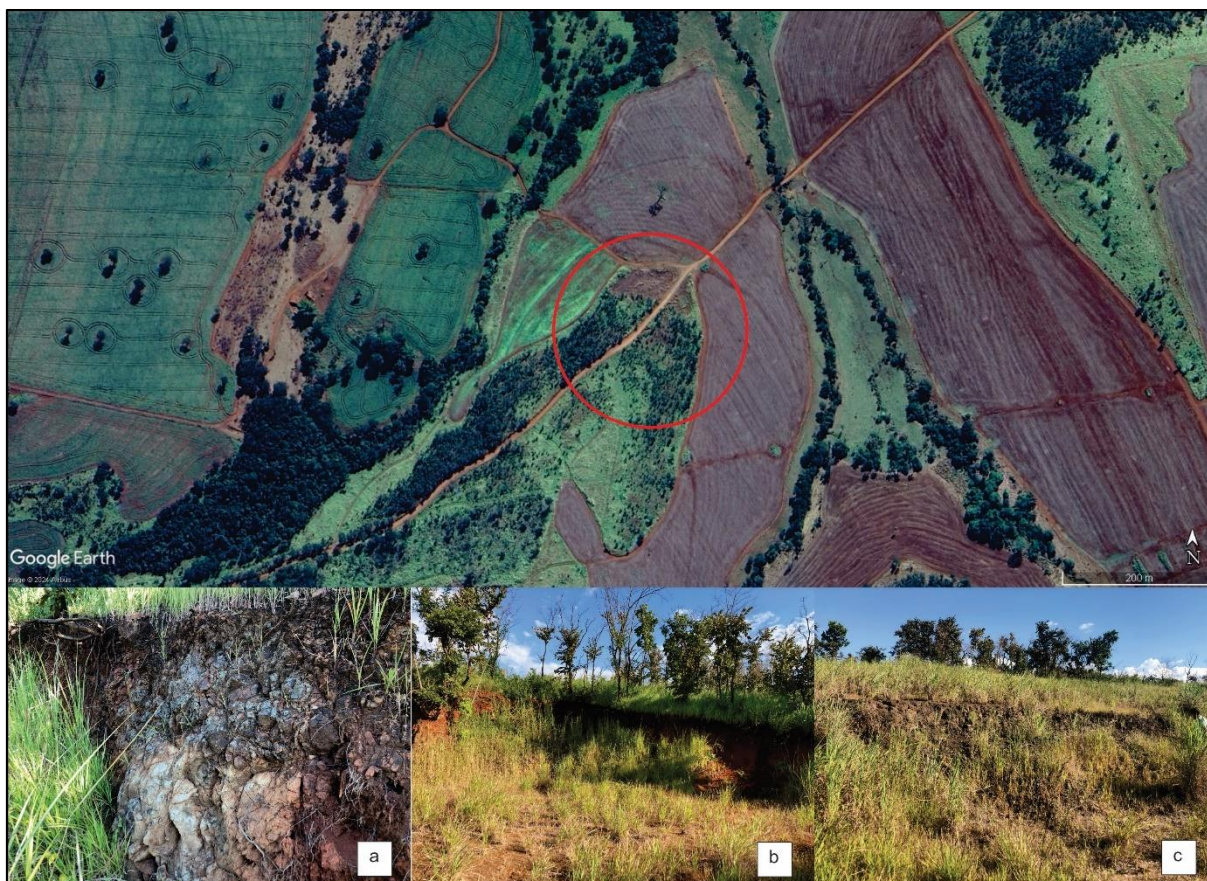


Figura 76: Neossolo litólico pouco desenvolvido (a), vegetação do tipo cerrado ralo (b) e gramíneas pouco desenvolvidas sobre o Neossolo litólico (c)

Ao considerar apenas a imagem de satélite disponibilizada pelo Google Earth, é possível identificar a presença de vegetação natural mais espaçada dentro do círculo vermelho em destaque. Durante os trabalhos de campo foi possível identificar ainda presença do Neossolo litólico pouco desenvolvido (Figura 76a), com muitas características do material de origem, no caso o basalto. A área encontra-se sobre a Formação Serra Geral, cujo relevo esculpido ao longo dos anos apresenta declividade que varia de 3 a 8% e de 8 a 20%, estando a 534 metros de altitude.

Observou-se ainda que esta era uma área de retirada de material litológico para ser utilizado na “cascalhagem” das estradas rurais, criando um paredão sobre o qual se mantem a

vegetação típica de Cerrado, denominada Cerrado Ralo² (Figura 76b). Enquanto características desse Neossolo litólico, a pouca profundidade, que em alguns pontos não passa dos 40 cm, faz com que a vegetação fique restrita a gramíneas, arbustos e árvores pouco desenvolvidas (Figura 76c).

É interessante relacionar como a agricultura, enquanto atividade desenvolvida dentro de uma lógica capitalista, fragmenta o ambiente de acordo com a potencialidade de produção. Áreas onde predominam os Neossolos litólicos não são de interesse do capital, portanto são deixadas para cumprir com a legislação no que tange a preservação de áreas de vegetação natural.

O entorno desse ponto que foi observado em campo, aparece no mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos enquanto área de média vulnerabilidade, sobretudo por conta da declividade e pelo entorno ter sido ocupado por cultivos de cana de açúcar. Neste sentido, é interessante ressaltar a importância da vegetação natural, que mesmo não sendo tão densa como o Cerradão observado nas áreas de baixa vulnerabilidade, tem a capacidade de reduzir os processos erosivos na área. O fato de ser um ponto onde Neossolos litólicos foram identificados, a retirada da cobertura vegetal promoveria a exposição de um solo pouco agregado às intempéries, aumentando a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

É interessante reforçar que o uso da terra, especialmente para agricultura que entre o período de colheita e fase adulta do novo cultivo deixam o solo parcialmente exposto às intempéries, pode potencializar o escoamento superficial e consequentemente o surgimento de feições erosivas. Em áreas de vertentes convexas e relativa declividade, no caso variando de 3 a 8% e de 8 a 20%, quando ocupadas por atividades agrícolas, é possível identificar o surgimento de feições erosivas do tipo sulco (Figura 77). As feições erosivas não apresentam profundidade maior do que 10 cm, sendo identificadas principalmente nos “caminhos” criados durante o plantio das sementes.

Na primeira representação (Figura 77a) demonstra o cultivo do sorgo em primeiro plano e no segundo plano o fundo de vale ocupado por resquícios de vereda e outras árvores como mangueiras, já a segunda (Figura 77b) ressalta que o escoamento superficial se aproveita dos caminhos criados pelo maquinário durante o plantio e vai entalhando a superfície.

² De acordo com Sano, Almeida e Ribeiro (2008, p. 176), o Cerrado Ralo “é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com cobertura arbórea de 5 % a 20 % e altura média de 2 m a 3 m. Representa a forma mais baixa e menos densa de Cerrado sentido restrito”.

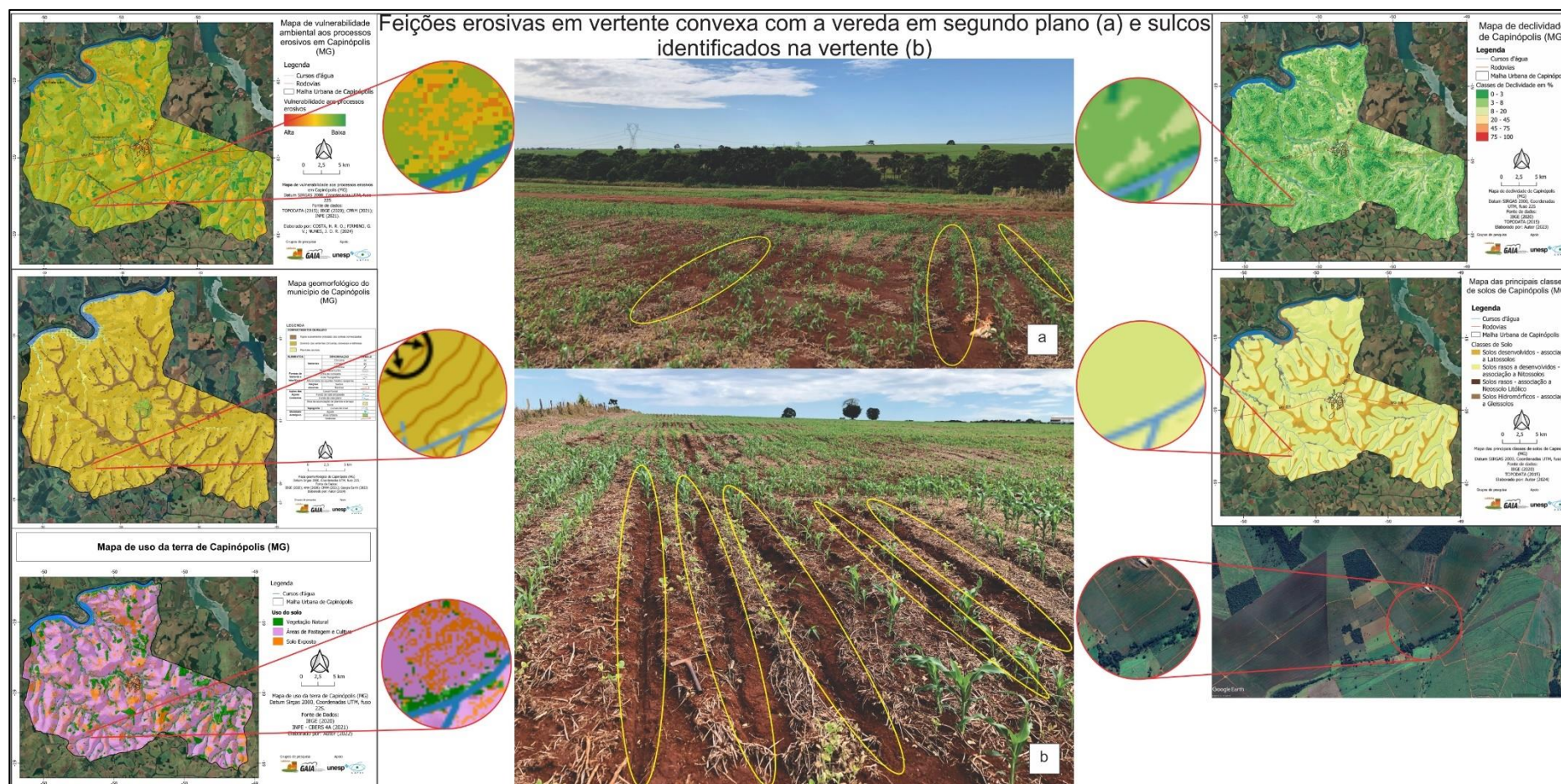


Figura 77: Feições erosivas em vertente convexa com a vereda em segundo plano (a) e sulcos identificados na vertente (b)

Considerando a média vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, fica evidente nas imagens apesar de utilizarem de técnicas como o plantio direto, os processos erosivos permanecem atuantes devido a declividade e exposição do solo (Figura 78). Essa exposição do solo fica evidente em uma outra área que intercala a produção entre o milho “safrinha” e o sorgo, entre um cultivo e outro o solo permanece exposto às intempéries (Figura 78a), facilitando a instalação de processos erosivos. Nota-se ainda a suavidade da superfície do relevo (Figura 78b), tornando a área propícia para a instalação de atividades agrícolas, considerando a presença de solos bem desenvolvidos e baixa declividade.



Figura 78: Área de cultivo pós a colheita do milho safrinha (a) e do sorgo (b) com destaque para a baixa declividade

Neste sentido, a média vulnerabilidade aparece devido o tipo de uso que foi dado a esta área, já que em outras condições de uso da terra, muito possivelmente este seria um compartimento do relevo considerado de baixa vulnerabilidade aos processos erosivos. As atividades econômicas que se apropriaram desse compartimento potencializam de modo intenso os processos morfogenéticos atuantes, fazendo com que processos erosionais e deposicionais se tornem cada vez mais intensos.

A título de exemplo, numa área destinada ao cultivo de soja (Figura 79), foi possível identificar tanto processos erosionais (Figura 79a), quanto deposicionais (Figura 79b) como destacado no círculo amarelo. Considerando a baixa declividade do relevo e que a vertente é predominantemente retilínea, a presença desses processos é influenciada basicamente pelo uso da terra, que ocasiona a exposição do solo e a concentração de fluxos de escoamento. Na área em questão, observa-se feições erosivas do tipo sulco, com aproximadamente 10 centímetros de profundidade, no entanto, o material depositado indica que houve o processo erosivo nas áreas de topo e alta vertente, sendo transportado pelo escoamento superficial e posteriormente depositado na média vertente.



Figura 79: Erosão (a) e deposição de sedimentos (b) identificadas em área de cultivo de soja

A perda de material pedológico, que ocorre principalmente no período entre colheita e replantio, fica ainda mais intensa no período de chuva. Durante o trabalho de campo realizado no dia 3 de abril de 2022, após o período de chuva de aproximadamente 200mm no mês de março, observou-se a presença de sulcos entalhados no caminho criado pelo maquinário durante o plantio (Figura 80a), fazendo com que não só o solo seja removido como também as sementes que foram plantadas. O solo e as sementes são transportados e depositados posteriormente, fazendo surgir uma concentração de plantas num só ponto (Figura 80b), comumente na área mais baixa da vertente, próxima ao fundo de vale.



Figura 80: Erosão (a) e deposição de sedimentos (b) identificadas em área de cultivo de sorgo

O transporte de materiais torna-se preocupante visto que as áreas de cultivo predominam em boa parte do município, expondo o solo às intempéries em diferentes períodos do ano. Próximo da área descrita anteriormente, observou-se que numa lavoura de milho os processos erosivos também se instalaram, sendo possível identificar sulcos (Figura 81a, p. 192), bem como material depositado (Figura 81b, p. 192). O solo erodido tende a se tornar cada vez mais

improdutivo, visto que a matéria orgânica se concentra nas camadas mais superficiais e são facilmente transportadas para os fundos de vale.

Na área em questão, uma vertente retilínea, identificou-se a concentração do escoamento superficial erodindo o solo, que mesmo não sendo de maneira tão profunda, afeta na qualidade do solo ao remover a matéria orgânica presente nas camadas superficiais. Um elemento que chamou a atenção em campo é que o solo apresenta uma camada superficial mais dura, compactada, o que pode ser causada pelo impacto das gotas da chuva ou ainda pela falta de microrganismos que contribuem para deixar o solo mais aerado.

Essa compactação do solo, acontece também nas estradas rurais, onde o peso dos automóveis tende a criar uma camada mais dura, impermeabilizando a superfície e direcionando o escoamento para as margens da estrada. Esse escoamento concentrado às margens da estrada rural passa a adquirir velocidade e capacidade erosiva de acordo com a declividade do relevo, fazendo surgir processos erosivos lineares.

Durante trabalho de campo notou-se em uma das estradas, situada em área de topo entre o cultivo de cana-de-açúcar e de soja (Figura 82a, p. 193), processos erosivos instalados às margens da estrada indicando o caminho preferencial do escoamento superficial (Figura 82b, p. 193). A média vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos se dá devido a exposição do solo presente nas estradas, bem com a declividade da área que apesar de baixa, permite que o escoamento superficial ganhe velocidade.

Em campo, observou-se a presença de materiais que provavelmente foram carreados de áreas mais altas, como cascalhos utilizados para melhorar a qualidade das estradas rurais. A capacidade de carrear material maior do que as partículas presentes no solo (silte, areia e argila), indicam que o escoamento superficial acontece de maneira intensa na área, concentrando fluxo de água e adquirindo velocidade suficiente para carregar materiais maiores.

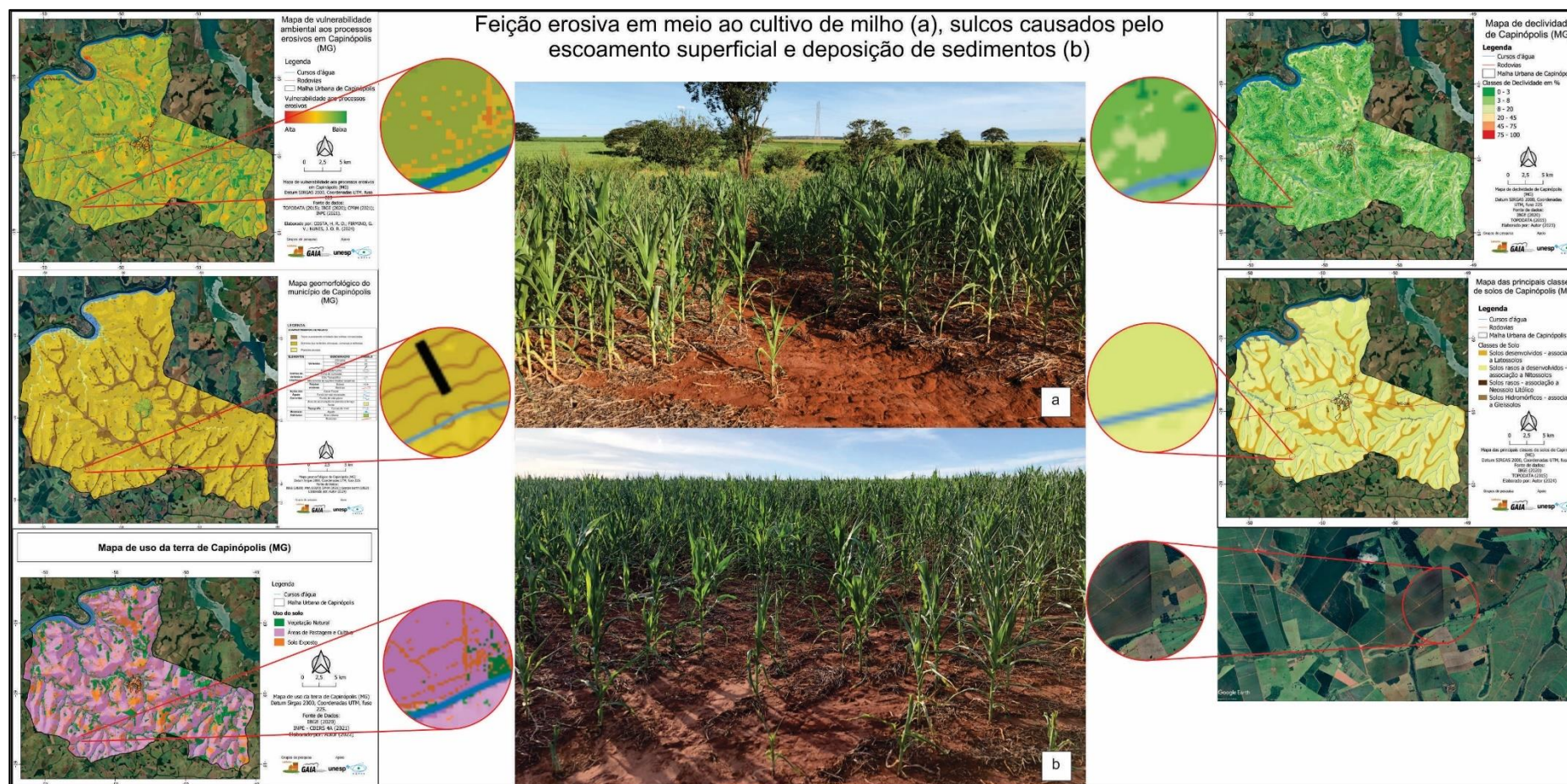


Figura 81: Feição erosiva em meio ao cultivo de milho (a), sulcos causados pelo escoamento superficial e deposição de sedimentos (b)



Figura 82: Estrada de terra entre áreas de cultivo de cana-de-açúcar e soja (a) e sulcos erosivos identificados na estrada rural (b)

Outros processos erosivos foram identificados a partir da análise de imagens disponibilizadas pelo Google Earth Pro, cuja resolução permitia aproximar suficientemente dessas feições para descrever e caracterizar as feições erosivas. A declividade das vertentes em boa parte do município pode ser considerada relativamente baixa, fator que permitiu o maior desenvolvimento dos solos. No entanto, essas colinas amplas e suavemente onduladas foram ocupadas principalmente pela agricultura, o que expõe o solo em períodos de chuva aos processos erosivos.

Apesar de grande parte do município ser ocupada pela agricultura, observa-se ainda a presença de áreas de pastagem, em uma das imagens analisadas (Figura 83) identificando-se inclusive o caminho percorrido pelo gado, criando caminhos preferenciais para o escoamento superficial. No entanto, o que chama a atenção é a feição erosiva que se instalou a partir do escoamento superficial concentrado em uma leve concavidade da vertente, sendo que um pouco mais ao norte se identifica uma área úmida e uma represa, onde se localiza a nascente de um córrego.

Essa leve concavidade faz com que o fluxo se concentre, o uso da terra permite que o escoamento seja maior do que a infiltração e dessa forma surgem os processos erosivos que mesmo de menor intensidade, representam a perda de solo. Especialmente nos períodos mais secos do ano, a pastagem tende a ficar ressecada e mais espaçada, deixando o solo exposto ao sol, nas primeiras chuvas o solo que se encontra desagregado e seco é facilmente transportado pela água da chuva.

Diferentemente da agricultura que revolve o solo a cada cultivo fazendo com que feições erosivas do tipo sulco, ou até mesmo as ravinas, desapareçam, a pecuária extensiva normalmente não renova seus pastos anualmente. Desse modo os processos erosivos que se instalam tem tempo suficiente para evoluir, mesmo com a declividade menos acentuada, os caminhos preferenciais do escoamento superficial vão entalhando e criando feições erosivas mais profundas.

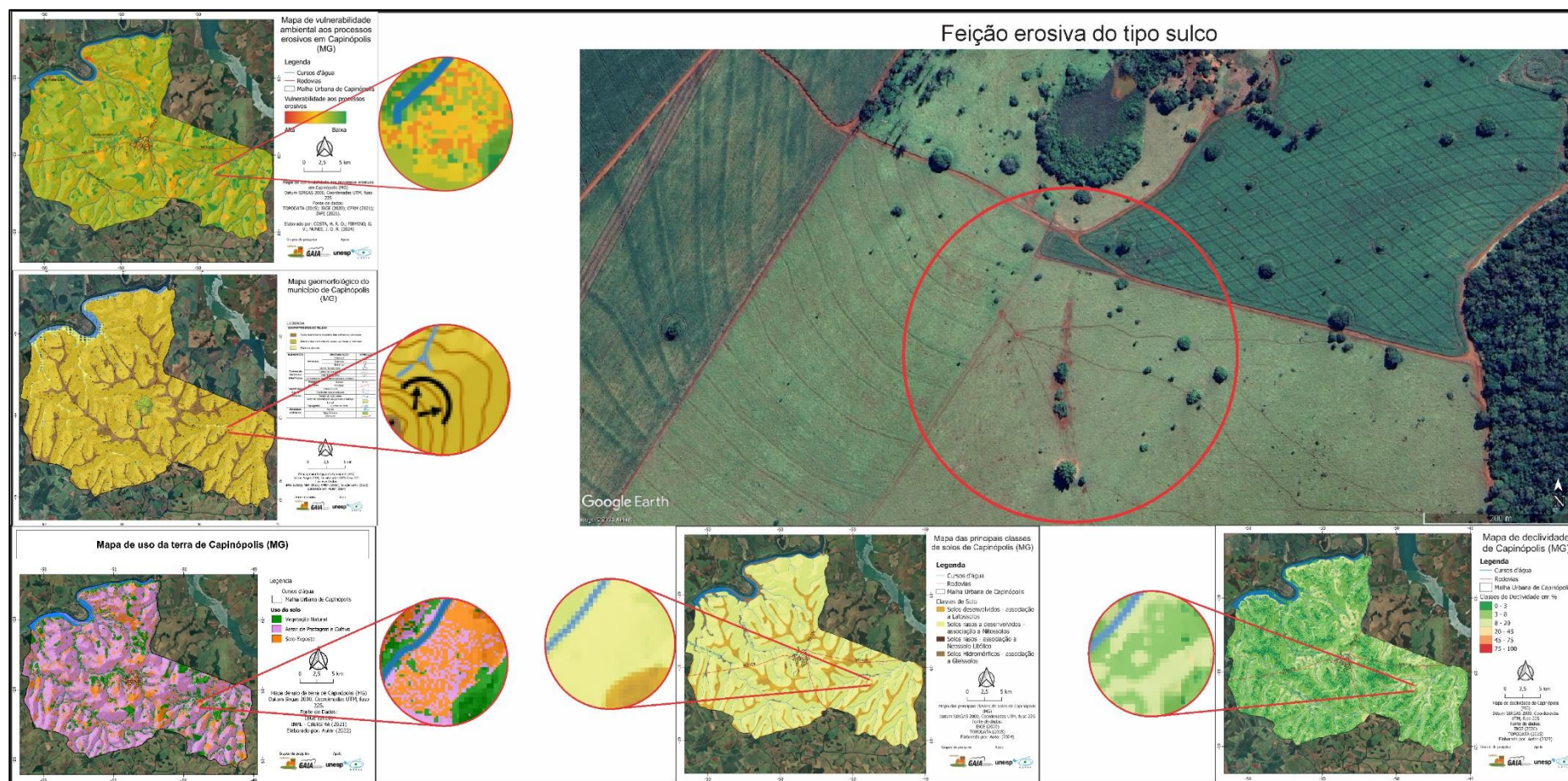


Figura 83: Feição erosiva do tipo sulco

Neste sentido, foram identificadas três feições erosivas em uma área de pastagem que apresenta média vulnerabilidade (Figura 84), configura-se como uma vertente convexizada que direciona os fluxos de escoamento para um canal fluvial no fundo de vale. É uma área de pastagem que apresenta ainda algumas árvores espaçadas. As três feições encontram-se conectadas com o canal fluvial sendo que as duas primeiras pelo que se identifica na imagem de satélite são ravinamentos mais profundos, já a terceira configura-se uma feição do tipo sulco.

A presença dessas feições erosivas indica que o escoamento superficial atuou durante tempo suficiente para criar erosões lineares mais profundas do que aquelas identificadas em áreas onde o uso da terra eram os cultivos agrícolas. Outro fator que pode ter contribuído para a evolução das feições erosivas é que os solos dessa área têm influência direta de formações rochosas sedimentares, Formação Vale do Rio do Peixe, diferentemente do restante do município que tem como base litológica rochas ígneas, especialmente o basalto.

A média vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, tem relação direta com o uso da terra observado por meio dos mapeamentos e trabalhos de campo realizados na área. Notadamente, a agricultura tende a deixar o solo exposto em determinados períodos do ano, entre a colheita e o crescimento da nova planta. Como consequência ao adentrar no período chuvoso, o impacto das gotas da chuva e o escoamento superficial tende a erodir o solo, retirando material fértil das camadas superficiais do solo.

Relacionando com os meios morfodinâmicos propostos por Tricart (1977), as áreas identificadas e descritas como média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos se configurariam no que o autor considera enquanto meios morfodinâmicos intergrades. De acordo com o autor, reflete uma ação constante tanto da morfogênese quanto da pedogênese (Tricart, 1977).

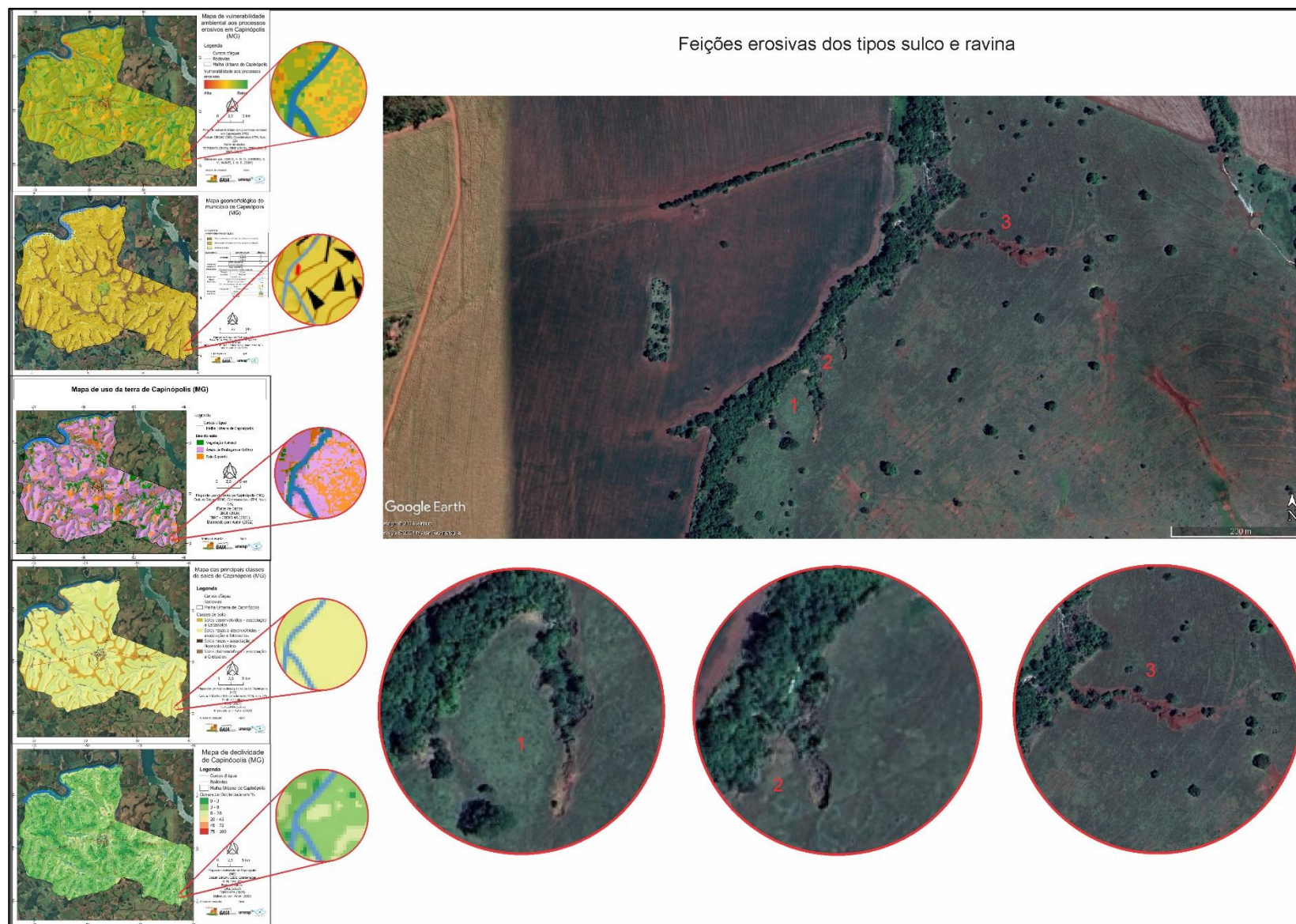


Figura 84: Feições erosivas dos tipos sulco e ravina

Neste sentido, apesar de as características físicas do relevo, especialmente a baixa declividade e os solos bem desenvolvidos contribuírem para a baixa vulnerabilidade de um determinado ambiente, na área de estudo o uso da terra fez com que processos e dinâmicas naturais, como o escoamento superficial, fossem alterados. A alteração das dinâmicas de infiltração e escoamento, faz com que se aumente o grau de vulnerabilidade, sobretudo quando atividades como a agricultura permitem a exposição do solo em determinados períodos do ano, já nas áreas de pastagens a baixa manutenção e falta de manejo faz com que essas feições erosivas evoluam ao longo do tempo.

5.3. Alta vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos

No que tange a alta vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, foi possível identificar na área de estudo uma estreita relação com os elementos físicos do ambiente. Foi identificada alta vulnerabilidade em áreas cuja declividade não ultrapassa os 20%, especialmente próximo ao Rio Paranaíba. Em contrapartida, os níveis mais altos de declividade entre 45 a 75%, contribuindo para a pouca profundidade dos solos que não ultrapassam os 50 cm e até mesmo o tipo de litologia, neste caso tiveram mais impacto do que o próprio uso da terra.

No que tange o relevo e a litologia, são áreas completamente distintas, mas que apresentam grau de vulnerabilidade semelhantes. A primeira, encontra-se um fundo de vale onde encontra-se a planície aluvial do Rio Paranaíba próximo de afloramentos de basaltos da Formação Serra Geral e uma segunda área no Morro do Bauzinho, um relevo residual formado por arenitos da Formação do Vale do Rio do Peixe.

O que se identificou em campo e a partir do mapeamento é que essas áreas consideradas de alta vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, que aparecem no mapa em tons de amarelo escuro e vermelho, são áreas onde a superfície possui maior declividade. Outro ponto observado em campo, é que representam áreas de pouco interesse para atividades econômicas como a agricultura e pecuária, visto que o solo é pouco desenvolvido e a declividade impossibilita a atuação de maquinários na área.

Próximo ao fundo de vale no qual encontra-se localizado o Rio Paranaíba, no limite com o estado de Goiás, foi identificado a primeira área classificada como de alta vulnerabilidade (Figura 85). Na área em questão, nota-se a presença de Neossolo litólico em duas condições de uso da terra, mesmo estando a poucos metros de distância.

Figura 85: Presença de neossolos litólicos em área de vegetação natural (a), basalto intensamente intemperizado (b) e processos erosivo identificado em solos rasos (c)

A primeira em um recorte que manteve parcialmente a vegetação natural (Figura 85a), identificando-se um “caminho” que possivelmente é utilizado pelo gado, visto que o entorno é utilizado como pastagem para a pecuária. Já a segunda condição observada em campo (Figura 85b), foi a presença desse solo pouco desenvolvido e exposto à atmosfera, visto que as gramíneas que recobrem o solo são pouco desenvolvidas. A exposição desse solo a atmosfera devido a baixa cobertura vegetal, associada ao uso da terra, considerando a pastagem no entorno e a presença de gado na área, fez com que surgissem feições erosivas lineares do tipo ravinas (Figura 85c).

A presença do círculo em amarelo serve para dar destaque às feições erosivas descritas anteriormente, o pisoteio do gado juntamente com a declividade do terreno, entre 8 e 20%, e a presença de solo pouco desenvolvido, no caso Neossolo litólico, faz com que o escoamento superficial consiga aos poucos erodir o solo. Atrelado às condições naturais do ambiente tem-se o uso da terra, no caso pastagem, com baixa manutenção e aparentemente nenhum manejo para impedir o avanço dos processos erosivos, nota-se que esse entalhamento tende a ocorrer sem grandes impedimentos.

Os solos pouco desenvolvidos identificados na área de estudo, normalmente associados aos Neossolos litólicos, estão relacionados à declividade mais acentuada do relevo, fazendo com que os processos morfogenéticos sejam mais intensos que os pedogenéticos. Neste sentido, o uso e ocupação em áreas como a descrita acima, fica restrito a vegetação natural, quando se instalam usos como pastagens, nota-se o aumento desses processos erosivos.

A segunda área do município que apresentou maior grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos, foi o entorno do Morro do Bauzinho (Figura 86, p. 201). Se tratando de um relevo do tipo testemunho, caracterizado por uma litologia de base sedimentar, com rochas da Formação Vale do Rio do Peixe, nota-se que os solos tendem a ser mais propensos às erosões, por serem solos mais arenosos. Para além disso, a declividade torna-se um fator acelerador do escoamento superficial, aumentando a potencialidade dos processos erosivos.

Em campo foi possível identificar a presença de feições erosivas em uma área utilizada como trilha para subir o morro (Figura 86a), bem como às margens da estrada criada para automóveis subirem o morro (Figura 86b). Em ambos os casos, nota-se que o escoamento superficial adota um caminho preferencial, que vai aos poucos entalhando a superfície e criando novas feições.

O processo de ravinamento, identificado às margens da estrada que circunda o Morro do Bauzinho até o topo, indica que o escoamento superficial concentrado tem a capacidade de entalhar o solo, retirando material pedológico com certa facilidade.

Figura 86: Processos erosivos instalados próximo ao Morro do Bauzinho, (a) trilha de caminhada que se torna o caminho preferencial do escoamento superficial e (b) ravina instalada às margens de uma estrada rural

Por ter como material de origem as rochas sedimentares, acredita-se que o solo, um Neossolo, possua uma quantidade maior de areia e pouco material agregador, facilitando que o escoamento superficial se concentre e passe a entalhar criando feições erosivas, no caso ravinamentos. A declividade mais acentuada, faz com que o escoamento superficial ganhe velocidade, aprofundando mais ainda o ravinamento.

Nota-se na área fragmentos de telhas que foram utilizadas com a expectativa de tampar a erosão em forma de ravina e impedir o aumento da mesma, prática comumente utilizada quando não se tem o conhecimento de práticas de conservação e manejo do solo, especialmente em estradas rurais. Essas feições erosivas identificadas nas áreas de alta vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, indicam que a declividade enquanto fator que desacelera a pedogênese tende a contribuir diretamente com o aumento do escoamento superficial e consequentemente com os processos erosivos.

Em ambos os casos, nota-se que não houve intensa alteração no uso da terra, mas mesmo assim a pouca intervenção, seja a pastagem ou estrada, concentrou o fluxo de escoamento superficial e acelerou processos já atuantes na área. Na medida que o pisoteio do gado cria caminhos, a água que escoar os encontra e passa a entalhar o solo com mais intensidade. Do mesmo modo, a estrada que circunda o Morro do Bauzinho, cuja declividade contribui para a aceleração do escoamento, faz com que os processos erosivos sejam mais intensos e concentrados em feições lineares.

Tricart (1977), quando trata dos meios morfodinâmicos instáveis considera aqueles nos quais a morfogênese e/ou pedogênese se encontra em desequilíbrio, podendo ser facilmente afetados pelas dinâmicas de ocupação. Na área de estudo, a menor das intervenções fez com que os processos se acelerassem significativamente, demonstrando a instabilidade do meio.

Na busca por ilustrar e organizar os resultados, foi elaborado um quadro-síntese dos elementos físicos do ambiente, uso da terra e os possíveis usos e medidas para reduzir a vulnerabilidade do ambiente a instalação de processos erosivos (Figura 87).

Nota-se no decorrer do capítulo que o uso da terra é efetivamente o principal fator que produz a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG). Fatores como a declividade, morfologia do relevo ou ainda os tipos de solo, quando associados ao uso da terra, passam a apresentar dinâmicas distintas.

Uma área de topo com declividade entre 3 e 8%, quando ocupada por vegetação natural apresenta grau de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos baixo. No entanto, o mesmo compartimento de relevo, quando ocupado por cultivo de soja ou por solo exposto passa a apresentar média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos.

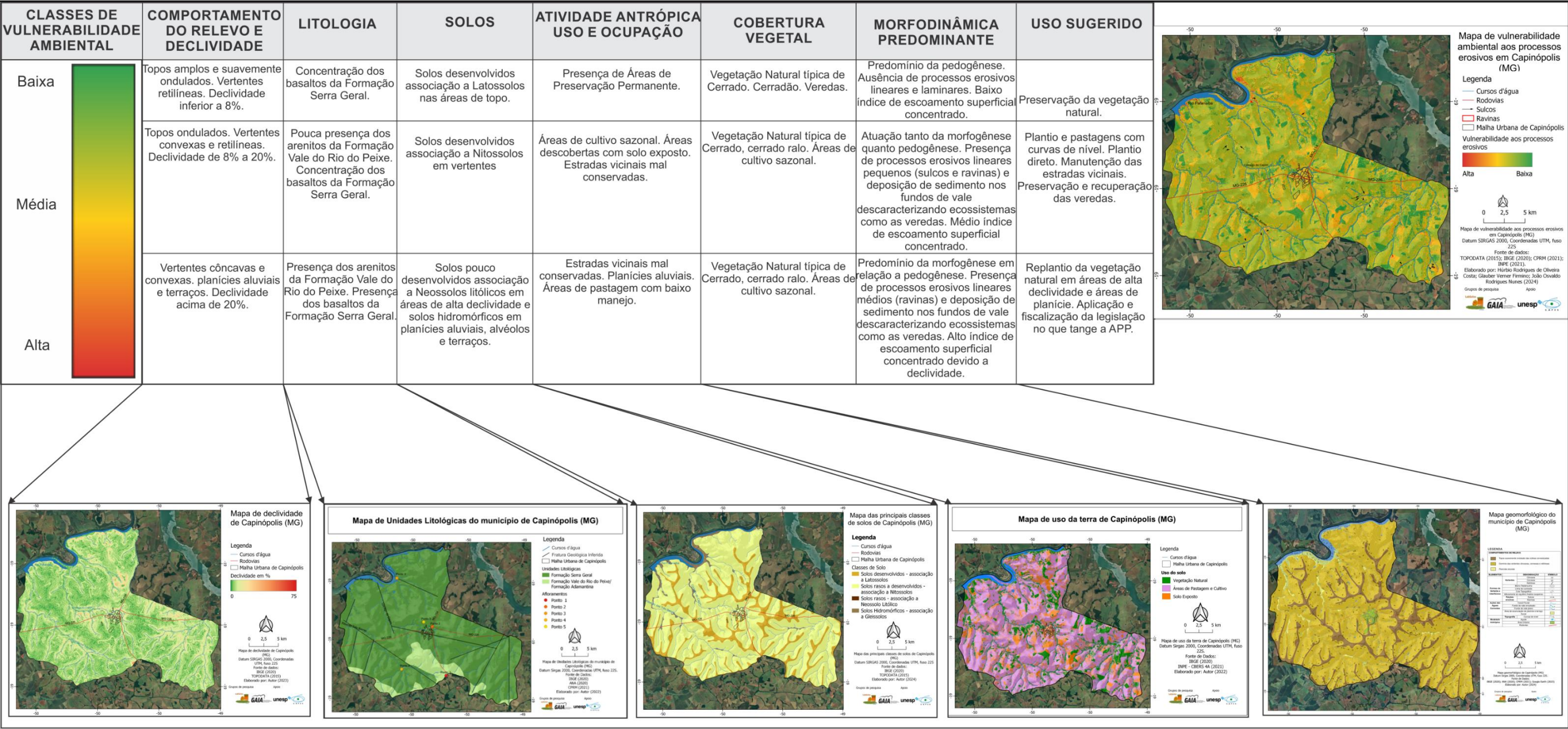


Figura 87: Quadro síntese da vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos em Capinópolis (MG)

Compreende-se então a importância do manejo do solo, bem como o planejamento do uso da terra, considerando os elementos físicos do ambiente e não apenas os interesses do capital. A relação conflituosa entre sociedade e natureza reaparece no momento em que se observa que determinados usos da terra representam os interesses de uma pequena parcela da população que detém o capital, degradando o ambiente por meio de atividades que aceleram esses processos erosivos observados na área de estudo.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Capinópolis (MG) representa, assim como outros municípios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o impacto da agropecuária na produção do espaço geográfico e a influência causada nas dinâmicas e processos naturais. Na medida que tais atividades invadem o Cerrado brasileiro, nota-se uma alteração na paisagem e nas dinâmicas do ambiente, o solo anteriormente considerado “fraco” para a produção agrícola passa a ser “corrigido” e amplamente ocupado pelo cultivo de grãos e da cana-de-açúcar.

A área de estudo, torna-se exemplo de como a sociedade e a natureza se relacionam nesse espaço geográfico criado a partir de lógicas capitalistas, revelando as disparidades no acesso aos recursos e principalmente como os elementos naturais se tornam ferramenta para manutenção desse sistema capitalista. As áreas de interesse do capital se tornam nítidas quando se observa o município de Capinópolis (MG) e as atividades econômicas que nele se instalaram.

As características do relevo também aparecem como fator que contribuiu para a expansão da agricultura, visto que a baixa declividade facilita a utilização de maquinário essencial para a agricultura mecanizada que se instalou na região. Da produção do arroz na década de 50 até a instalação dos cultivos de cana-de-açúcar no município de Capinópolis (MG), identificam-se os conflitos entre sociedade e natureza.

A forma de apropriação do relevo, transformando o uso da terra de acordo com os interesses de certos grupos em diferentes recortes temporais, reforçam as consequências negativas que são identificadas nesse ambiente que é alterado. O relevo passa a ser compartimentado de acordo com a possibilidade de instalação de lavouras mecanizadas, a proximidade de fontes de água é cada vez mais valorizada devido ao intenso uso da irrigação em pivôs centrais e o solo tem sido amplamente explorado para o desenvolvimento do cultivo agrícola no município.

Um dos principais impactos oriundos desse processo de ocupação é a retirada da vegetação natural, que representa não somente um refúgio biológico, mas proteção para o solo e a vida de micro e macroorganismos que nele vivem. O Cerrado, enquanto bioma, tem como uma de suas principais características a resiliência de superar longos períodos de seca, no entanto o bioma tem sido descaracterizado e em muitos casos suprimido, dando lugar a grandes fazendas monocultoras. Tanto as áreas de topo das colinas suavemente onduladas quanto as veredas localizadas nos fundos de vale, se identificam a intensa alteração pelo processo de apropriação e ocupação do relevo.

A intensidade na qual se dão os processos econômicos é diferente do tempo do qual a natureza precisa para se recuperar, demonstrando a capacidade do ser humano em alterar

dinâmicas, processos e formas que levaram milhares de anos para se estabelecer. Nessa ideia de tempo, o tempo do capital é o do agora, de uma urgência revelada pela intensidade em que se dão as transformações no ambiente, o uso da terra atual no município mostra o quão intenso foi o processo de transformação para a instalação da agricultura. Visto de cima, a partir de imagens de satélites, o município está repleto de formas geométricas que revelam o impacto das ações humanas, recortando o ambiente e reorganizando-o de acordo com as atividades econômicas instaladas.

É interessante perceber que a natureza, e aqui apresentada enquanto ambiente que reúne os elementos naturais e sociais, se transforma ao longo desse tempo histórico para atender as necessidades de uma sociedade que consome recursos naturais em uma velocidade cada vez mais vertiginosa. O solo, enquanto recurso, tem sido usado no município desde os primórdios da história do mesmo para o desenvolvimento das atividades econômicas como a agricultura e a pecuária, que contribuem para o progresso não só do município, como da cidade que depende dessas atividades.

Esses recursos naturais, valorizados ou desvalorizados, aparecem no ambiente direcionando, mesmo que indiretamente, o uso da terra. No caso de Capinópolis (MG) é notável a preferência das atividades agrícolas pelos Latossolos e Nitossolos presentes no município. Representando solos mais desenvolvidos e localizados em compartimentos do relevo com menor declividade, facilitam o uso de maquinários no processo produtivo. Em contrapartida, os Neossolos litólicos identificados no município estão associados a declividades mais altas e frequentemente são “deixados” como áreas de vegetação natural.

O município de Capinópolis (MG) aparece como um bom exemplo para tratar das potencialidades do ambiente, demonstrando como as atividades econômicas tal qual a agricultura se beneficia de relevos mais suaves e solos mais desenvolvidos. Na medida em que a agricultura avança para o interior do Brasil, especialmente se tratando do Triângulo Mineiro, elementos naturais como o relevo e o próprio solo são apropriados e transformados em mercadorias dentro desse sistema capitalista de produção.

Desde a década de 50 com a produção de arroz, a economia do município parece depender principalmente da atividade agrícola, o que demonstra que nessas últimas sete décadas o solo tem sido amplamente utilizado. É sabido que o manejo do solo tem se tornado uma preocupação recente, buscando melhorar a qualidade deste recurso e preservar sua capacidade produtiva para o futuro. No entanto, os principais problemas datam de um passado não tão distante, já que o uso de técnicas como o plantio direto se inicia no Brasil por volta da década de 70, só então a preocupação com o manejo do solo passa a ser inserida na agricultura de

maneira mais intensa. O plantio direto possibilita a inserção de matéria orgânica no solo por meio da palhada, enquanto resíduo orgânico da lavoura anterior esse material é revolvido no solo durante a preparação para o plantio, melhorando a estrutura do solo e tornando-o menos propenso aos processos erosivos.

O modo como se organizam as atividades econômicas no município revela inclusive a conexão com outros municípios do entorno, visto que a produção de cana-de-açúcar abastece não somente agroindústrias instaladas dentro do limite municipal. O destaque dado a cana-de-açúcar se justifica pelo fato de que tal atividade passou a ocupar grande parte do município, sobretudo por conta da atração de investimentos de agroindústrias que se instalaram na região. Mesmo com o avanço da cana-de-açúcar, outras culturas como o milho, sorgo, soja e girassol ainda representam certo impacto econômico no município, de modo que se intercalam.

É no entressafra que aparecem os principais processos que contribuem para o aumento da vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos. Enquanto período que vai do fim de uma safra ao início de outra, mesmo com a palhada sobre o solo, ainda existe a exposição do solo às intempéries. A vulnerabilidade ambiental enquanto característica anterior ao processo de transformação da natureza pela ação da sociedade, pode e comumente é potencializada pelo uso e ocupação do relevo. As transformações promovidas no ambiente tendem a alterar o equilíbrio dinâmico de processos naturais como a morfogênese e pedogênese, criando dinâmicas que evidenciam o desequilíbrio, a exemplo dos processos erosivos.

Considerando o estudo e os resultados obtidos, é possível compreender a vulnerabilidade ambiental enquanto elemento que pode, e comumente é, ser influenciado pelo uso da terra. Ao identificar inicialmente o relevo suavemente ondulado e a presença de morros testemunhos no município, imaginava-se que a vulnerabilidade ambiental seria baixa em basicamente todo o recorte de estudo. No entanto, o mapeamento revelou que devido ao uso da terra, em áreas voltadas para a agricultura, onde existe a sazonalidade dos cultivos e a exposição do solo entre a colheita e o crescimento da nova planta, o grau de vulnerabilidade ambiental tende a aumentar.

O estudo não teve como objetivo comparar a vulnerabilidade ambiental com outros municípios, visto que as características do ambiente variam de localidade para localidade. O que se observa, é que dentro do recorte proposto, a média vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos aparece em boa parte do município devido a exposição do solo promovido pela agricultura em determinados períodos do ano.

Apesar do uso de técnicas como o plantio direto, ainda é recorrente a presença de feições erosivas do tipo linear nas áreas de cultivo, indicando a perda de solo fértil. Mesmo que do tipo

sulco, a menor das feições, a perda de solo pode ser significativa por ocorrer em diferentes períodos do ano. O mais preocupante é que por vezes os processos erosivos não criam feições como sulcos e ravinas, o que não quer dizer que não estejam atuando, a perda por erosão laminar especialmente em vertentes pode ser um problema ainda maior, tanto para o ambiente quanto para os próprios agricultores pois é mais difícil sua percepção e controle.

Neste sentido, o estudo torna-se relevante ao chamar a atenção para a vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos no município de Capinópolis (MG), reforçando que apesar de nem sempre ser evidente, os processos erosivos permanecem atuantes na superfície. O solo e o relevo, enquanto características que contribuíram para atrair as atividades econômicas que se instalaram no município, cada vez mais refletem o desequilíbrio do ambiente ao se considerar os processos morfodinâmicos.

Nota-se a necessidade em fazer uso consciente dos recursos naturais disponíveis, no sentido de que o município depende dessas atividades econômicas, são delas que vem grande parte da renda, especialmente da agroindústria que oferece emprego aos moradores da cidade. A manutenção de tais recursos significa também a manutenção do bom funcionamento e produtividade da agricultura e da pecuária no município.

Ao compreender a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, é possível direcionar o uso da terra, estabelecer medidas paliativas para reduzir os impactos dessas atividades econômicas e, sobretudo, buscar o equilíbrio dinâmico de processos naturais como infiltração e escoamento. A vulnerabilidade ambiental enquanto característica anterior, deve ser considerada antes da instalação de empreendimentos e atividades de cunho social e econômico, mas também durante o funcionamento dessas atividades. O ambiente é dinâmico, tal qual devem ser os estudos e propostas para compreender e reduzir a vulnerabilidade ambiental a instalação de processos erosivos, resgatar essa dinamicidade permite tratar das vulnerabilidades e potencialidades do ambiente.

A relação de temporalidade, de uma natureza lenta e uma sociedade rápida, cria um “cabo de guerra” entre os interesses do modo de produção capitalista e as necessidades de recuperação da natureza. O que se tem observado é uma sobreposição do tempo histórico a este tempo geomorfológico-geográfico, numa relação onde o primeiro “dita as regras” baseado nos interesses do modo de produção atual. Este, demandando certa rapidez nos processos para consumir a natureza e acumular riqueza, sobretudo a partir da transformação de recursos naturais em mercadorias. Nessa relação é difícil dizer quem mais perde ou ganha, mas aparentemente é possível considerar que não existe um lado vitorioso.



AB'SÁBER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, A. N. **Formas de relevo**: Texto básico. São Paulo, FUNBEC/Edart, 80p., 1975.

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais – o caso do movimento por justiça ambiental. *Estudos Avançados*, 24 (68), 2010, p. 113-119.

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**. 2006, v.16, p. 268–281.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

AMORIM, M. C. C. T.; NUNES, J. O. R. Geografia e Ambiente: reflexões sobre o atual momento da Geografia Física. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 31, n. 2, p. 427-432 mai./ago. 2006.

ANDRADE, M. C. **Geografia**: ciência da sociedade. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. 246 p.

ANZOLÍN, A. **Ambiente, desarrollo y sociedad**. 1ª ed. Itzaingó: Maipue, 2015. 208 p.

ARAÚJO, D. F. C.; SOBRINHO, F. L. A. Análise do impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar na microrregião geográfica de Ituiutaba/MG. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas** - V. 1, Nº 34, 2021. p. 13-48

BACCARO, C. A. V.; FERREIRA, I. L.; ROCHA, M. R.; RODRIGUES, S. C. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural / Triângulo Mineiro geomorphological map: a morphostructural-sculptural approach. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 13, n. 25, 2001. DOI: 10.14393/SN-v13-2001-29958. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/29958>

BERTOLUCCI JÚNIOR, L. Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e a microrregião de Uberlândia: trocas migratórias nos quinquênios 1975/80 e 1986/91. Anais do X Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 10th Seminar on the Economy of Minas Gerais], Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

BLAIKIE, P. M.; et al. **At risk**: natural hazards, people's, vulnerability, and disasters. London: Routledge, 1994.

- BOAVENTURA, R. S. **Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas**. In: 2º Plano de Desenvolvimento Integrado no Noroeste Mineiro. CETEC, Informe Técnico, v. 1, n. 1, Belo Horizonte, 1978.
- CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A. et al. Banco de dados geográficos. Curitiba: Mundogeo, 2005, p. 11-52.
- CÂMARA, G.; MOREIRA, F. R.; BARBOSA, C.; ALMEIDA FILHO, R.; BÖNISCH, S. Técnicas de inferência geográfica. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 241-288.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, may./jun. 1996.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 2ª ed., 1995. 147 p.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Editora da UFG, Goiânia, 1994, 137 p.
- CHESNAIS, F.; SERFATI, C. "Ecologia" e condições físicas de reprodução social: alguns fios condutores marxistas. **Crítica Marxista**, São Paulo, Boitempo, v.1, n.16, 2003, p. 39-75.
- CHRISTOFOLETTI, A. **A geografia física no estudo das mudanças ambientais**. In: CHRISTOFOLETTI, A. et al. (Org.). Geografia e meio ambiente no Brasil. São Paulo; Rio de Janeiro: HUCITEC (Coleção Geografia: Teoria e Realidade), 1995. p. 334-345.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.
- CIDADE, L. C. F. Urbanização, ambiente, risco e vulnerabilidade: em busca de uma construção interdisciplinar. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 15, n. 29, pp. 171-191, jan/jun 2013.
- COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 10ªed., 2013, p. 19-45.
- COLÂNGELO, A. C. Geografia física, pesquisa e ciência geográfica. GEOUSP - **Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 16, pp. 09 - 16, 2004.
- CORRÊA, R. L. **Espaço**: um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (org.). Geografia: conceitos e temas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 15-48.

COSTA, H. R. O. Cidade, ambiente e injustiça: o papel do planejamento urbano na qualidade ambiental. **GEOGRAFIA**, Rio Claro-SP, v.48, n.1, p. 1-25, 2023.

COSTA, H. R. O. **Áreas de risco em cidades pequenas**: diagnóstico e caracterização do risco a desastres naturais em Capinópolis/MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2015. 112 p.

COSTA, H. R. O. **O risco ambiental em uma cidade pequena**: análise da morfodinâmica atual e sua relação com as áreas de risco à enchentes, inundações e alagamentos na cidade de Capinópolis/MG. 2019. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.662>

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CRISCUOLO, C. Geotecnologia e sua contribuição nas pesquisas escolares. In: *Pesco conectando ideias: pensando o Pesco: reflexões sobre pesquisa e conhecimento na escola*. Campinas, SP: Prefeitura Municipal de Campinas/ Secretaria Municipal de Educação, 2021. parte 1. p. 46-56.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001. 128 p.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, London, v.20, n.4, p.529-539, dec.1996.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. **Mapa de reconhecimento dos solos do Triângulo Mineiro** (Digital). 1:500.000. Geoinfo. 2019. Acesso em 10 de novembro de 2021. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Asoles_triangulo_mineiro_atributos#more

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão Estratigráfica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 717-728, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2000304717728>

FERREIRA, I. M. Bioma Cerrado: caracterização do subsistema de Vereda. **Observatório Geográfico de Goiás**, v. 1, p. 1-13, 2005.

- FIERZ, M. M. A teoria do equilíbrio dinâmico em geomorfologia. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 605-629, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: URL: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/107614>. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.107614>.
- FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In.: Florenzano, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 11 – 30.
- FOLADORI, G. O metabolismo com a natureza. **Crítica Marxista**, Campinas, v. 1, n.12, p. 105-117, 2001.
- FONTES, A. L. **Geomorfologia fluvial e hidrografia**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.
- FRANÇA, D. V. B. **Vulnerabilidade ambiental a alagamentos no alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, MA, 2020. 226 f
- FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**. 2005, v. 16, p. 76-80.
- FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. 2012. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2012. 141 p.
- FUSHIMI, M. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares de parte dos municípios de Marabá Paulista-SP e Presidente Epitácio-SP**. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2016. 199 p.
- FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R.; NAKAMURA, R. Y.; TAKATA, L. T. O. Vulnerabilidade ambiental e aplicação de técnicas de contenção aos processos erosivos lineares em áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.14, n.4, (Out-Dez) p.343-356, 2013.
- GIAVARA, E. A dinâmica da produção do arroz em Ituiutaba (Minas Gerais, 1950-1970). **Patrimônio e Memória**. Assis, SP, v. 15, n. 1, p. 182-199, janeiro-junho de 2019.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da Geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE DCG/NAPA, v. 21, n. 2, jul/dez. 2004. p. 36-58.

GOEPEL, K. D. **AHP Priority Calculator**. 2022. Disponível em: <<https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php?lang=en>>. Acesso em: 15 de outubro de 2024.

GOMES, C. F. **Argilas**: O que são e pra que servem. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 1988. 457 p.

GONÇALVES, L. F. H; GUERRA, A. J. T. **Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro)**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 10ªed., 2013, p. 189-252.

GOUDIE, A.; VILES, H. A. **Geomorphology in the Anthropocene**. Cambridge, United Kingdom; New York: Cambridge University Press, 2016. 334 p.

GOUDIE, A.; VILES, H. A. **The earth transformed**: an introduction to human impacts on the environment. Malden: Blackwell Publishing, 1997. 276p.

GOUDIE, A.; VILES, Heather. **The earth transformed**: an introduction to human impacts on the environment. Malden: Blackwell Publishing, 1997. 276p.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e planejamento ambiental – conceitos e aplicações. **Revista de Geografia** (Recife) V. 35, No. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6ª ed., 2014. 190p.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUIMARÃES, E. N. Formação e desenvolvimento econômico do Triângulo Mineiro: integração nacional e consolidação regional. Uberlândia: UDUFU, 2010. 254 p.

HACK, J. T. Interpretation of Erosional Topography in Humid-Temperate Regions. **American Journal Science**, New Haven, v. 258-A, p. 80-97, 1960.

HILL, A. A.; CUTTER, S. L. Methods for Determining Disaster Proneness. In: **American hazardscapes**: the regionalization of hazards and disasters. Joseph Henry Press, Washington, D.C. 2001. p. 13-36

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novos Metrópoles Paulistas**: população, vulnerabilidade e segregação. Campinas: Núcleo de Estudos de População, 2006, v., p. 23-50.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 21 maio 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**: volume 24. Rio de Janeiro: IBGE, 1958.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. [Acesso: 30 junho 2022].

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001, 212p.

LEFÉBVRE, H. **Espacio y Política**. Barcelona: Ediciones Península (original em francês de 1973). 1976.

LEFEBVRE, H. **Marxismo**. Porto Alegre: L&PM, 2009. 128p

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 793p.

LIMA, V. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana**: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2013. 358 p.

LIMA, V. A. M. Clima e agricultura: o papel das precipitações na produtividade da soja no município de Capinópolis/MG. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.174>.

LIMA, V. **O uso da técnica AHP (Analytic Hierarchy Process) para mapear a qualidade ambiental urbana**. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2018, Porto Alegre. Anais do 11º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2018. v. 11. p. 1-12.

- MAFRA, N. M. C. Erosão e Planificação de Uso da terra. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 301-322.
- MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da Vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006.
- MARÇAL JUNIOR, O.; ARAÚJO, G. M. Fauna e Flora do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. 1. ed. Uberlândia, MG: Roma, 2007. v. 1. 74p.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003. 5 ed. p. 311.
- MARTINS, F. P.; COSTA, R. A. Geomorfologia aplicada ao estudo de vulnerabilidade ambiental no município de Ituiutaba – MG. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 5, n. 1, p. 173-193, jan./jun. 2014.
- MASSEY, D. **For space**. 1ª ed. California: Sage Publications ltd. 2005. 222 p.
- MEDEIROS, M. D.; ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN, BR. REDE – **Revista Eletrônica do PRODEMA**. Fortaleza, Brasil, v. 9, n. 2, p. 65-79, jul./dez. 2015.
- MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004.
- MOREIRA, F. R. S. **Uso e avaliação de técnicas de integração e análise espacial de dados em pesquisa mineral aplicadas ao planalto de Poços de Caldas**. 2001. 164 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- MOREIRA, R. **O espaço e o contra-espaço: as dimensões territoriais da sociedade civil e do Estado, do privado e do público na ordem espacial burguesa**. In: SANTOS, M. et al. (Orgs.). Território, territórios- ensaio sobre o ordenamento 2ª. Ed. Niteroi-RJ. DP&APPGEO/UFF, 2006.
- NOVAES, G. T.; BRITO, J. L. S.; SANCHES, F. O. Unidades Climáticas do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. **Revista Brasileira De Climatologia**, v. 23, 2021. Doi: <https://doi.org/10.5380/abclima.v23i0.58520>

NUNES, J. O. R. et al. Mapeamento Geomorfológico do Perímetro Urbano do Município de Presidente Prudente-SP, Goiânia. **Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Goiânia: SINAGEO, 2006.

NUNES, J. O. R., et al. Contribuição do conhecimento geomorfológico para as análises em SIG: seleção de áreas para construção de aterro sanitário- Presidente Prudente/SP. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. (org.). **Geomorfologia: aplicação e metodologias**. São Paulo: Expressão Popular: UNESP. Pós-Graduação em Geografia, 2008.

PÁDUA, J. A. As bases teóricas da história ambiental. **Estudos Avançados** 24 (68), 2010, p. 81-101

PARANAIBA, L. C. **Mapeamento dos Compartimentos Geomorfológicos do município de Ituiutaba/MG como auxílio para o planejamento ambiental**. 2023. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: impactos e vulnerabilidades em ambientes urbanos**. 2014. 265 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. 2014.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba/MG. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 19, n. 2, 2018. DOI: 10.5216/er.v19i2.49966. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/49966>.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; NUNES, J. O. R. Análise da vulnerabilidade socioambiental à ocupação do relevo na cidade de Presidente Prudente/SP. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 9, n. 2, p. 51-81, jul./dez. 2018.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; OLIVEIRA, A. A. G. 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**, 2020, v.2, nº 2, p. 43–65.
<https://doi.org/10.21814/physisterrae.2978>.

PEDROSA, A. S. A geomorfologia perante a ciência geográfica: algumas reflexões. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 26 (3): 409-417, set/dez/2014.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 186 p.

PEREIRA, K. G. O. **A importância litoestrutural na morfogênese nas bacias dos ribeirões Douradinho e Estiva, no Triângulo Mineiro**. 2016. 173 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Meio Ambiente, Impacto Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Conceituações Teóricas sobre o Despertar da Consciência Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade** – Vol. 2, no 4, p.35-57, Set-Dez/2012.

PETRONZIO, J. A. C. A expansão canavieira na mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba de 2000 a 2013. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. DOI <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2014.421>

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto. 14 ed. 2006, 148p.

ROLDÃO, A. F.; FERREIRA, V. O. **Pluviosidade e balanço hídrico na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG**. In: Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília, 2015, p. 1-9.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S.; MATOS, M. S.; VIEIRA, B. C. **Técnicas de Geomorfologia**. In.: VENTURI, L. A. B. (Organizador). Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2010, p. 31-56

SAATY, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), p. 9-26, 1990. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica (W. S. Silva, Trad.). São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SALVADOR, D. S. C. O. A Geografia e o método dialético. **Sociedade e Território**, Natal, v. 24, nº 1, jan./jun. 2012, p. 97 - 114.

- SAMIZAVA, T. M. **SIG aplicado à avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário**: estudo de caso no município de Presidente Prudente – SP. Trabalho de graduação – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2006, 167p.
- SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008. v. 2. 1284p.
- SANTORO, J. **Erosão Continental**. In.: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 3 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 53-70.
- SANTOS, C. C. M. Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER: um espectro ronda os cerrados brasileiros. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 24 n. 2, 2016, p. 384-416.
- SANTOS, H. G. [et al.]. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 3 ed, 2013. 353 p.
- SANTOS, J. O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 75-90, mai./ago. 2015.
- SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 2ª edição. São Paulo: HUCITEC.1997. 392 p.
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. 5 ed. 3 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2020. 120 p.
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo, Nobel.1985.
- SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado**: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia. 6 ed. 2 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014. 136 p.
- SANTOS, M. **Por uma Geografia Nova**: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica. 6 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 285 p.
- SANTOS, M. Society and Space: Social Formation as Rheory and Méthod. **Antípode**, Worcester 9, 1977, p. 3-13.
- SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Revista e ampliada. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2005. 100p.

SANTOS, R. F.; CALDEYRO, V. S. Paisagens, condicionantes e mudanças. In.: SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. p. 13-21

SILVA, L. C. S.; MENDES, E. P. P. A cana-de-açúcar no município de Capinópolis (MG) e o (re)ordenamento socioterritorial. **Revista Cerrados** – Montes Claros/MG, v.14, n. 2, p.184-201, jul/dez-2016.

SILVA, M. S. **Sistemas de informações geográficas: elementos para o desenvolvimento de bibliotecas digitais geográficas distribuídas.** 2006. 167 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2006.

SILVA, M. S.; SANTOS, S. V. O.; MARQUES FILHO, J. P. **As desigualdades socioambientais e a qualidade de vida: quem são os vulneráveis ambientais?** In: CARDOSO, C.; SILVA, M. S.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). Geografia e os riscos socioambientais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. pp. 153-171

SIMÕES, R. M. A. Distribuição da produção do arroz no sudoeste do planalto central. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p.101-116, 1950.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOUTO, T. S.; BEZZI, M. L. A produção de leite bovino e a atuação dos órgãos públicos agropecuários para a assistência e o auxílio ao setor na Microrregião Geográfica de Ituiutaba/MG. *Revista Geografia em Atos*, Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente, n. 14, v. 07, p. 99-120, mês dez. Ano 2019.

SOUZA, M. L. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019. 350 p.

SOUZA, M. L. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 22, n. 2, p. 274-308, mai/ago 2018.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico.** São Paulo: Editora UNESP, 2004, 218p.

STEFFEN, W.; CRUTZEN, P. J.; MCNEILL, J. R. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, Vol. 36, No. 8, December 2007, p. 614-621.

- SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Terra: feições ilustradas**. 3 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. p. 264.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Debate contemporâneo: Geografias ou Geografia? Fragmentação ou Totalização? **GEOgraphia**, Niterói, vol. 19, n. 40, 2017: mai/ago.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Rev. Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, n. 93, 2001.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia e interdisciplinaridade. Espaço geográfico: interface natureza e sociedade. **Geosul**, Florianópolis, v.18, n.35, p. 43-53, jan./jun. 2003.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia física e geomorfologia: uma (re)leitura**. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. 126 p.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **Meio, ambiente e geografia**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021. 145 p.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. São Paulo: **Revista Terra Livre**, n.17, 2001. p. 11-24.
- THOMAZIELLO, S. Usos da terra e sua influência sobre a qualidade ambiental. In: SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007. p. 23-38.
- TÔSTO et al. Geotecnologias e Geoinformação: o produtor pergunta e a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- TRICART, J. A Geomorfologia a Edafologia e o Ordenamento do Espaço Rural. **GEOgraphia**, Ano V, n. 9, p. 135-148, 2003.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Recursos Naturais do Meio Ambiente. R. Janeiro: IBGE, 1977.
- TRICART, J. O campo na dialética da geografia. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 305-314, abr. 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/125762>>.
- TRICART, J. **Principes et méthodes de La géomorphologie**. Paris: Masson e Cie, 1965.
- TROEH, F.R. Landform equations fitted to contour maps. **American Journal of Science**, v.263, p.616-627, 1965.
- VERSTAPPEN, H. T.; VAN ZUIDAM, R. A. **ITC System of Geomorphological Survey**. 3 ed. Amsterdam: ITC, 1975.

VEYRET, Y.; REGHEZZA, M. Vulnérabilité et risques: L'approche récente de la vulnérabilité. **Responsabilité & Environnement**, N° 43, julho/2006, p. 9-14

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; HAYWOOD, A.; ELLIS, M. The Anthropocene: a new epoch of geological time? **Philosophical Transactions of Royal Society A**. 2011, v. 369, p. 835–841. doi:10.1098/rsta.2010.0339