

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DO PONTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**FRAGILIDADE AMBIENTAL APLICADA AO USO DO RELEVO NA PAISAGEM AO
ENTORNO DA SERRA DO BAUZINHO ITUIUTABA-MG/CAPINÓPOLIS-MG**

ITUIUTABA/MG

2024

MATEUS VINICIUS DA COSTA BELCHIOR

**FRAGILIDADE AMBIENTAL APLICADO AO USO DO RELEVO NA PAISAGEM DA
SERRA DO BAUZINHO ITUIUTABA-MG/CAPINÓPOLIS-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Geografia do
Instituto de Ciências Humanas do Pontal da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Leda Correia
Pedro Miyazaki.

ITUIUTABA/MG

2024

MATEUS VINICIUS DA COSTA BELCHIOR

**FRAGILIDADE AMBIENTAL APLICADO AO USO DO RELEVO NA PAISAGEM DA
SERRA DO BAUZINHO ITUIUTABA-MG/CAPINÓPOLIS-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki (orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

MEMBRO INTERNO
Prof^a. Dra. Lilian Carla Moreira Bento Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

Tatiane Dias Alves
Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Humanas do Pontal

Ituiutaba, _22 nov. 2024

Resultado: aprovado

Dedico este trabalho

Este trabalho é dedicado ao meu esforço durante toda minha trajetória na graduação, a minha família que abraçou meus sonhos e a minha cidade natal pela qual escolhi a área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos iniciais vão à Deus, à minha família, em especial minha mãe, Deonice, à minha avó, Cleonice, e ao meu pai, Lucimar. Sou imensamente grato por todo o apoio e amor que recebi até aqui, pois sei que, sem essa rede de apoio tudo seria mais difícil.

Estendo minha gratidão aos meus tios, Ademir, e Lígia, que sempre me ofereceram ensinamentos e conselhos sobre a vida e o convívio.

Agradeço também à Universidade Federal de Uberlândia e ao Instituto de Ciências Humanas do Pontal, onde tive a oportunidade de me transformar ao longo dos semestres e formar laços com pessoas incríveis.

Meus agradecimentos ao Programa de Educação Tutorial (PET), e de forma especial, expresso meu reconhecimento ao grupo PET Saúde, Cultura e Saberes, onde tive a oportunidade de trabalhar em equipe e desenvolver atividades nos pilares do ensino, pesquisa e extensão, agradeço também meus colegas petianos, sobretudo minha amiga Gabriela Nery.

À tutora do PET, Profa. Dra. Juliana Povh, nunca me esqueci da pergunta de entrevista “está preparado para se frustrar?”. Na hora respondi que sim, mas foi algo que desenvolvi ao longo de minha permanência no grupo. Agradeço a paciência e por todos os momentos.

Sou grato ainda à minha grande amiga, Rafaela Gomes, por estar presente em minha jornada acadêmica e abraçar meus sonhos, tornando-se essencial em minha trajetória.

À minha amiga Mariana Rodrigues, minha enorme gratidão pelo apoio desde o primeiro período. Foi você quem me motivou a continuar quando pensei em desistir. Obrigado por todas as parcerias nos trabalhos e disciplinas, você é uma amiga incrível.

Agradeço as minhas amigas e parceiras de laboratório PEDOGEO Tatiane Dias, e Letícia Paranaíba. Com vocês as análises de solo e produções de mapas se tornam menos cansativas. Também do Labi., levo meus agradecimentos a Maria Eduarda e Rafael que foram incríveis colegas de trabalho no âmbito acadêmico.

Agradeço à minha amiga Giulia, por todo o apoio e pelas incontáveis risadas que compartilhamos pelos corredores e laboratórios da universidade.

Também agradeço ao meu amigo conterrâneo Eder Filho, para além de companheiro no movimento pendular, foi um amigo de trabalhos de campo e atividades no laboratório. Tenho muito orgulho de sua trajetória pessoal e acadêmica.

Meu reconhecimento também vai para meus amigos Otávio Rodrigues o maior arianator; Henrique Arcanjo que sempre me salvou na atualização lattes; João Vítor que me ajudou muito compartilhando seu curso QGIS; Marco Antônio obrigado por ser sol onde passa; e a todos os amigos que tive a sorte de encontrar durante minha vivência na academia UFU. De maneira direta ou indireta, cada um de vocês contribuíram para construir boas memórias e fortalecer laços afetivos.

Ainda estendo meus agradecimentos aos meus amigos fora mundinho UFU que estiveram comigo para além de atividades acadêmicas: Ana Cecília, Fabiano Filho, Ketlen, Pamela, e Gabriele Nunes.

Agradeço a minha primeira orientadora de pesquisa Kátia Gisele, obrigado por me direcionar na pesquisa e me ajudar nos primeiros passos.

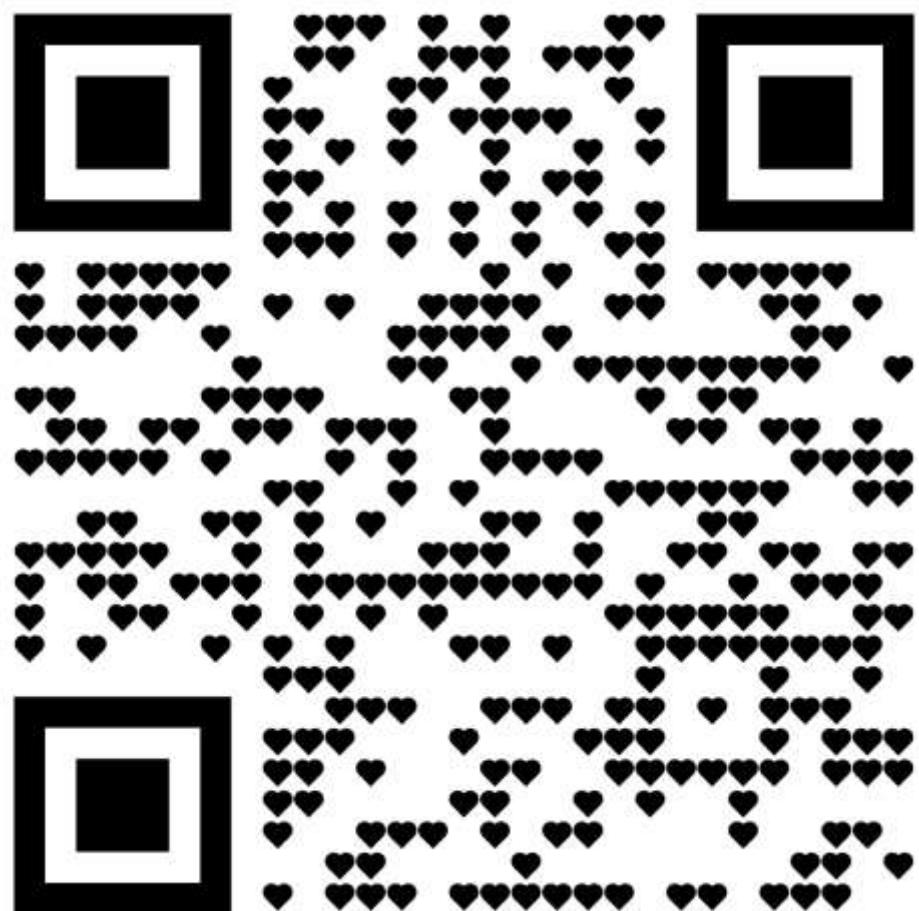
Deixo meus agradecimentos a minha orientadora de pesquisa, TCC, coordenadora de projeto, e futura orientadora de pesquisa no mestrado Profa. Dra. Leda Correia Pedro Miyazaki. Obrigado por acreditar em meu potencial e me incentivar a buscar o melhor de mim.

Também, agradeço aos membros da banca professora Lilian Carla Moreira Bento, e Tatiane Dias Alves.

Por fim agradeço ao meu querido professor Adriano De La Fuente, que influenciou de maneira positiva meu ingresso na docência. Carreira na qual desenvolvo atividades atualmente.

“Por mais que se sinta desencorajado por
fraqueza ou desapontamento,
acenda a chama do seu coração”
Kyōjurō Rengoku

Acesse no QR CODE abaixo



RESUMO

A fragilidade ambiental, conforme proposta por Ross (1994), é baseada no conceito de Unidades Ecodinâmicas desenvolvido por Tricart (1977), sendo estas definidas como áreas cujas características naturais e antrópicas determinam seu grau de estabilidade ou vulnerabilidade. As Unidades Ecodinâmicas Estáveis representam ambientes em equilíbrio dinâmico, enquanto as Instáveis são caracterizadas por alterações decorrentes de intervenções humanas. Nesse contexto, a fragilidade ambiental avalia a susceptibilidade dos ambientes a processos degradativos, considerando fatores como relevo, solo, cobertura vegetal e uso da terra. Este estudo aplicou a metodologia de Ross (1994) para mapear e categorizar os níveis de fragilidade ambiental na paisagem da Serra do Bauzinho, localizada entre os municípios de Ituiutaba-MG e Capinópolis-MG. A pesquisa analisou o relevo e sua interação com o uso do solo, empregando ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e álgebra de mapas. A fragilidade foi classificada em potencial e emergente, integrando variáveis como declividade, geomorfologia, tipos de solo e padrões de uso da terra. Os resultados revelaram que as áreas com alta declividade e cobertura vegetal reduzida apresentam maiores fragilidades emergentes, indicando uma maior susceptibilidade a processos erosivos e degradação. Por outro lado, áreas de topografia tabuliforme e colinas suavemente onduladas apresentaram maior estabilidade, sendo classificadas como de fragilidade potencial baixa ou muito baixa. Essas informações são cruciais para o planejamento ambiental e o manejo sustentável do território, permitindo identificar áreas prioritárias para conservação e mitigação de impactos ambientais. A pesquisa reafirma a relevância da metodologia de Ross (1994) para estudos aplicados e sua capacidade de ser replicada em contextos similares, contribuindo para o ordenamento territorial e o uso consciente dos recursos naturais.

Palavras-chave: análise Integrada; geomorfologia; e planejamento ambiental.

ABSTRACT

Environmental fragility, as proposed by Ross (1994), is based on the concept of Ecodynamic Units developed by Tricart (1977), defined as areas whose natural and anthropogenic characteristics determine their degree of stability or vulnerability. Stable Ecodynamic Units represent environments in dynamic equilibrium, while Unstable Units are characterized by alterations resulting from human interventions. In this context, environmental fragility assesses the susceptibility of environments to degradative processes, considering factors such as relief, soil, vegetation cover, and land use. This study applied Ross's (1994) methodology to map and categorize environmental fragility levels in the Serra do Bauzinho area, located between the municipalities of Ituiutaba-MG and Capinópolis-MG. The research analyzed the relief and its interaction with land use, employing Geographic Information Systems (GIS) tools and map algebra. Fragility was classified into potential and emergent, integrating variables such as slope, geomorphology, soil types, and land use patterns. The results revealed that areas with high slopes and reduced vegetation cover exhibit higher emergent fragility, indicating greater susceptibility to erosive processes and degradation. Conversely, areas of tabular hilltops and gently undulating hills showed greater stability, being classified as low or very low potential fragility. This information is crucial for environmental planning and sustainable land management, enabling the identification of priority areas for conservation and mitigation of environmental impacts. The research reaffirms the relevance of Ross's (1994) methodology for applied studies and its ability to be replicated in similar contexts, contributing to territorial planning and the conscious use of natural resources.

Keywords: integrated analysis; geomorphology; environmental planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Nome	Página
Figura 1 – Colinas suave onduladas	36
Figura 2 – Serra do Bauzinho	37
Figura 3 – Vegetação características de Cerrado strictu sensu	43
Figura 4 – Vereda em área de fundo de vale na área urbana de Ituiutaba-Mg	43
Figura 5 – Delimitação da ravina	59
Figura 6 – Pisoteio do gado	59
Figura 7 - Reclassificação declividade classes Ross (1994)	68
Figura 8 - Edição das classes de solos com os valores de fragilidade	69
Figura 9 - Edição das Classes de fragilidade das feições geomorfológicas	71
Figura 10 – Edição do peso referente ao clima	72
Figura 11 – Edição dos graus de proteção	73
Figura 12 – calculadora de raster para geração do mapa de fragilidade potencial	74
Figura 13 – calculadora de raster para geração do mapa de fragilidade emergente	75
Figura 14 – Álgebra de mapas para fragilidade potencial	78
Figura 15 - Álgebra de mapas para fragilidade emergente	81
Figura 16 - Síntese da paisagem geomorfológica	86
Figura 17 – Síntese do uso e cobertura do solo e apropriação do relevo	87

LISTA DE MAPAS

Nome	página
Mapa 1 – Mapa de localização limites municipais e área de estudo	18
Mapa 2 - Mapa unidades litoestratigráficas do município de Ituiutaba-Mg	34
Mapa 3 - Mapa pedológico do município de Ituiutaba e Capinópolis-Mg	39
Mapa 4 - Mapa de declividade ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-MG	47
Mapa 5 - Mapa de compartimentação geomorfológica ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-Mg	50
Mapa 6 – Mapa de solos ao entorno da serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-MG	53
Mapa 7 – Mapa de Uso e cobertura do solo ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-Mg	57
Mapa 8 - Mapa hipsometria na paisagem da Serra do Bauzinho	62
Mapa 9 – Mapa Fragilidade Potencial	84
Mapa 10 - Mapa Fragilidade emergente	90

LISTA DE QUADROS

Nome	Página
Quadro 1 - Elementos climáticos do município de Ituiutaba do período de 1987 a 2009	41
Quadro 2- Graus de fragilidade atribuídos para cada componente das variáveis consideradas	85

LISTA DE TABELAS

Nome	Página
Tabela 1 – Área total referentes as classes de declividade	48
Tabela 2 – Área total referente ao uso do solo	58
Tabela 3 – Fragilidade das classes de declividade dos tipos de solos Ross	68
Tabela 4 – Classes de fragilidade dos tipos de solos Ross	69
Tabela 5 – Classes de fragilidade das feições geomorfológicas	71
Tabela 6 - Graus de proteção por cobertura vegetal	72
Tabela 7 – Classes de fragilidade dos tipos de solos Ross	78
Tabela 8 – Fragilidade das classes de declividade dos tipos de solos Ross	79
Tabela 9 - Classes de fragilidade das feições geomorfológicas km ²	79
Tabela 10 – Nível de fragilidade dos comportamentos pluviométricos	80
Tabela 11 – Graus de proteção por cobertura vegetal	82
Tabela 12 - relação graus de fragilidade e ocupação do relevo	88

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Problemática	19
1.2. Justificativa	20
1.3. Objetivo geral	20
1.4. Objetivos específicos	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
Fragilidade ambiental: conceitos e diferenças	23
Análise integrada da paisagem	25
3. Caracterização Geográfica do Município de Ituiutaba-Mg	29
3.1. Caracterização física do município de Ituiutaba-Mg	32
3.1.1 Litologia	32
3.1.2 Relevo	35
3.1.3 Solos	37
3.1.4 Clima	41
3.1.5 Vegetação	42
3.1.6 Hidrografia	44
4. Mapeamento da área de estudo	45
4.1. Mapeamento da Declividade	46
4.2. Mapeamento Geomorfológico	49
4.3. Mapeamento Pedológico	52
4.4. Clima	55
4.5. Mapeamento Uso e Cobertura do Solo	56
4.6. Mapeamento Hipsométrico	61
5. Procedimentos metodológicos	64
5.1. Pesquisa e revisão bibliográfica	65
5.2. Trabalho de gabinete: elaboração de mapeamentos temáticos em ambiente SIG	66
5.3. Mapas de hipsometria e declividade	67
5.4. Mapa de solo e unidades litoestratigráficas	68
5.5. Mapeamento dos compartimentos geomorfológicos	69
5.6. Reclassificação clima	72
5.7. Mapa de uso e cobertura da terra	72
5.8. Integração dos planos de informação	74
6. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente da área de Estudo	77
6.1. Fragilidade Ambiental Potencial	83
6.2. Fragilidade Ambiental Emergente	87
7. Considerações finais	92
Referências bibliográficas	93



1. INTRODUÇÃO

Intervenções humanas podem causar profundas mudanças no ambiente, modificando taxas e equilíbrios de processos naturais, o que muitas vezes leva a desequilíbrios que afetam as funções dos meios físicos e bióticos e, consequentemente, impactam a sociedade e seus sistemas socioeconômicos.

Compreender as características e dinâmicas ambientais é essencial para qualquer atividade que envolva a exploração de elementos físicos ou bióticos. Esse conhecimento, que exige análises integradas, permite uma utilização dos recursos mais alinhada, tanto com as potencialidades, quanto com as fragilidades dos ambientes, evitando, assim, respostas negativas sob os aspectos ambiental e econômico. Ross (1994) destaca que o planejamento econômico e ambiental deve fundamentar-se nessa premissa e, por meio do ordenamento territorial, orientar as intervenções humanas para assegurar a funcionalidade dos sistemas ambientais.

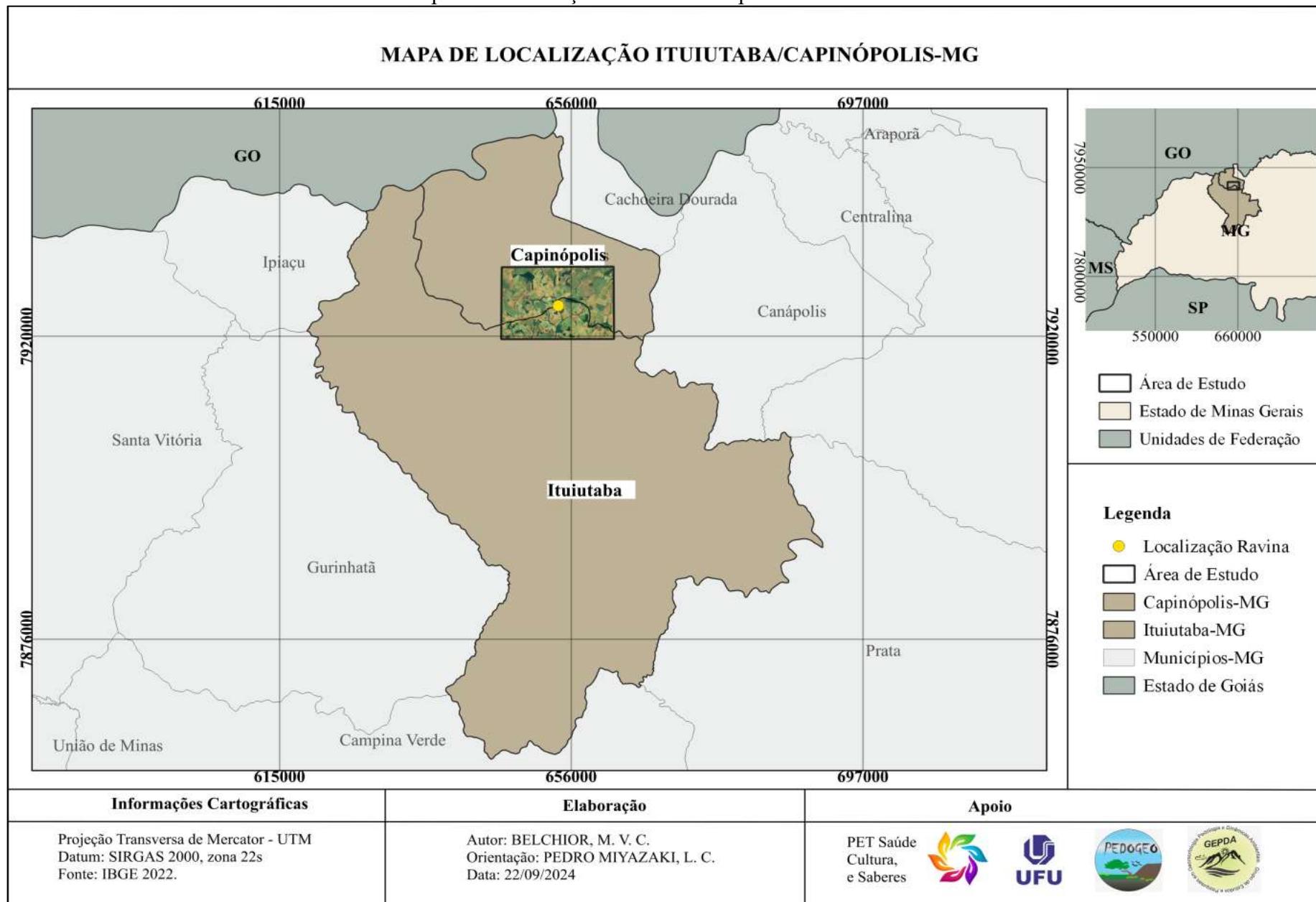
Para tal, os estudos de fragilidade ambiental surgem como uma ponte que liga esses fatores, porque integra elementos físicos como pedologia, clima, relevo, associados a ação humana, por meio do uso e cobertura da terra. De acordo com Ross (1994), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser baseadas em levantamentos fundamentais de relevo, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. A análise integrada desses elementos permite diagnosticar as diferentes categorias hierárquicas de fragilidade dos ambientes naturais.

A partir disso, percebeu-se a importância de trabalhar essa integração em relevo residual, que além de ser um fator físico de grande importância, ainda exerce funções culturais e religiosas.

Segundo Portuguez e Wolf (2020), A relação entre a grandiosidade das paisagens e a religiosidade é um aspecto marcante nos relevos residuais. Essas formações naturais, além de influenciarem nossos pensamentos e condutas, carregam consigo símbolos culturais, como lendas e crenças, que reforçam essa conexão. Muitas vezes, é possível observar essa dualidade entre o imenso e o sagrado na mesma paisagem.

Portanto, este estudo buscou-se aplicar a metodologia proposta por Ross (1994) na paisagem ao entorno da Serra do Bauzinho (relevo residual) localizada entre os limites territoriais de Ituiutaba-MG e Capinópolis-MG (mapa 1).

Mapa 1 - Localização limites municipais e área de estudo



Fonte: IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

O município de Ituiutaba-MG (mapa 1) está situado entre as coordenadas 18° 58' 08" de latitude sul e 49° 27' 54" de longitude oeste, na parte oeste do Triângulo Mineiro. Ele integra a região geográfica intermediária de Uberlândia-MG e abrange a região geográfica imediata de Ituiutaba. Dentro dessa região imediata, encontram-se os municípios de Capinópolis-MG, Cachoeira Dourada-MG, Ipiacu-MG, Gurinhatã-MG e Santa Vitória-MG.

Segundo o Censo Demográfico de 2022, Ituiutaba conta com uma população de 102.217 habitantes, distribuídos em um território de 2.598,046 km², resultando em uma densidade demográfica de 39,34 habitantes por km² (IBGE, 2022).

1.1- Problemática

Ao longo da história, a humanidade sempre buscou na natureza as condições essenciais para seu desenvolvimento, criando técnicas para modificar os espaços naturais e extrair os recursos necessários para atender suas necessidades. Esse processo, porém, ocorreu de maneira desequilibrada, sem levar em conta as limitações das áreas com maior fragilidade ambiental.

Ross (2006) aponta que, ao se apropriar do território e dos recursos ambientais, a sociedade interfere de maneira significativa nos fluxos de energia e na funcionalidade dos sistemas naturais. Essas intervenções, ao invés de respeitarem as fragilidades dos sistemas, ocorrem de forma acelerada, promovendo rápidas transformações nas paisagens naturais.

Os problemas ambientais agravam-se especialmente com a ocupação sem devido planejamento de áreas mais frágeis. A remoção da vegetação, o assoreamento, os aterros em corpos hídricos, a degradação de dunas e planícies fluviais, além do aumento da impermeabilização e do volume e velocidade do escoamento superficial, interferem diretamente nos processos naturais, resultando em no rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais. .

Esse rompimento de equilíbrio, na área de estudo, pode ser caracterizado pela conversão de vegetação nativa em pastagens para a criação de bovinos e em áreas de cultivo agrícola. Caso não seja adotado um manejo adequado, essas práticas podem acelerar a degradação ambiental devido a fatores antrópicos.

1.2- Justificativa

Os estudos sobre as fragilidades dos ambientes são fundamentais para o Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes e de suas fragilidades potenciais e emergentes permite uma definição mais precisa das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e subsidiando a gestão do território, conforme destacam Spörl e Ross (2004).

De acordo com Leda Pedro Miyazaki (2017), o uso e ocupação intensivos em áreas de relevo residual têm levado a uma degradação ambiental significativa. A autora sugere que pesquisas focadas no patrimônio geomorfológico podem contribuir para mitigar esse problema, pois o reconhecimento do relevo como patrimônio natural é fundamental para a implementação de ações de conservação.

Diante disso, torna-se fundamental analisar a fragilidade ambiental na paisagem circundante da Serra do Bauzinho. Identificar as áreas mais suscetíveis à degradação ambiental é essencial para orientar práticas de manejo sustentável e implementar medidas de conservação adequadas.

1.3. Objetivo Geral

O presente estudo objetivou analisar a fragilidade ambiental e a ocupação do relevo na paisagem da Serra do Bauzinho, localizado no município de Ituiutaba-MG, entre os limites territoriais com Capinópolis-MG.

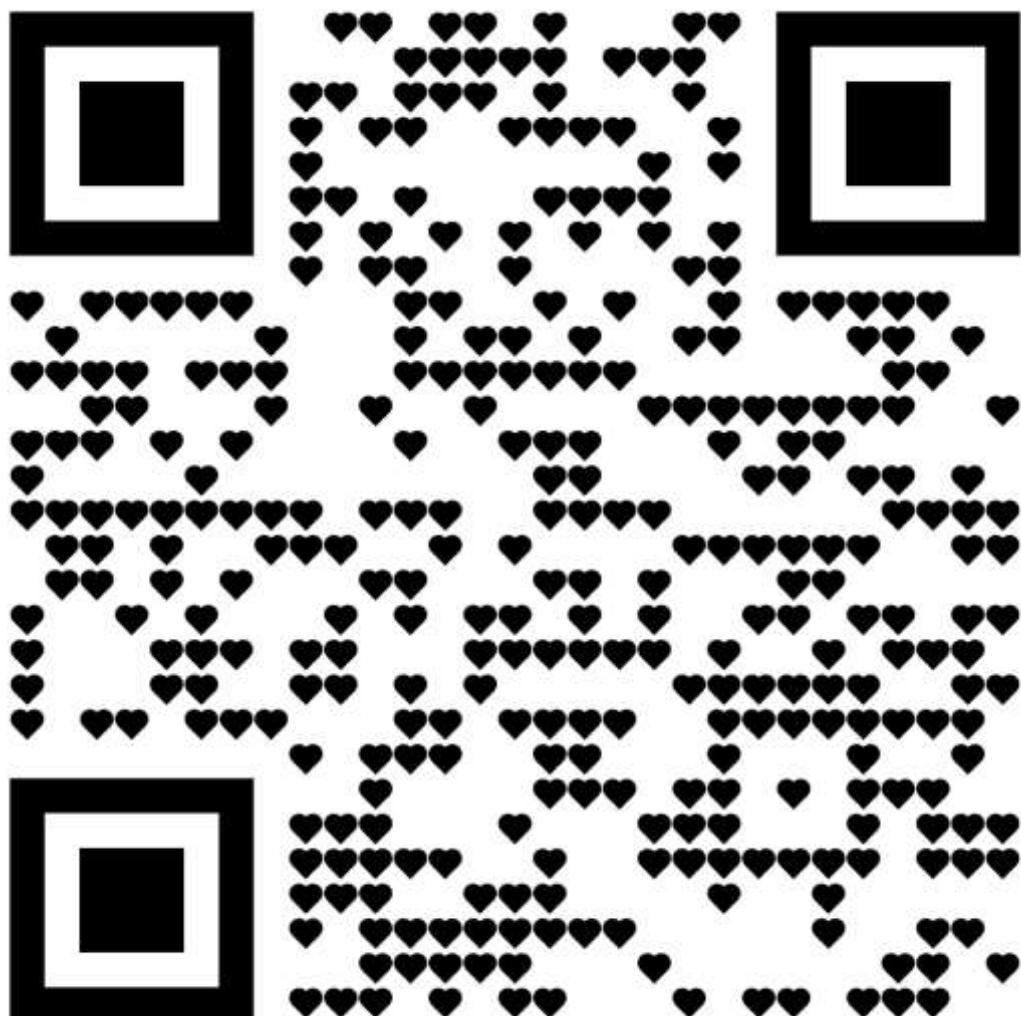
1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar as características dos solos presentes na área de estudo.
2. Avaliar os padrões de declividade do terreno e sua distribuição.
3. Caracterizar os compartimentos geomorfológicos da região.
4. Compreender os aspectos climáticos que influenciam a área de estudo.
5. Examinar o uso e a cobertura do solo, destacando suas principais dinâmicas.
6. Integrar as informações da paisagem para classificar as áreas segundo diferentes níveis de fragilidade ambiental.

7. Elaborar mapas que representem a fragilidade potencial e emergente da área de estudo.

Acesse a área de estudo no QR CODE ABAIXO:



2 - REFERENCIAL TEÓRICO

A questão ambiental é um ponto focal nos debates da Ciência Geográfica, destacando-se na análise das inter-relações entre as dinâmicas da sociedade e da natureza. Este exame é essencial ao se considerar as características físicas específicas de uma área e como os seres humanos, vivendo em sociedade, apropriam-se dos elementos físicos e ocupam o relevo. A compreensão destas dinâmicas sublinha a necessidade crítica de gestão consciente do meio ambiente.

Um dos conceitos fundamentais para entender essas interações é a fragilidade ambiental. Este referencial teórico busca discutir o conceito e suas diversas aplicações, visando proporcionar uma definição clara e destacar suas diferentes nuances. Ao explorar a fragilidade ambiental, pretendemos ilustrar como as intervenções humanas podem perturbar o equilíbrio natural e quais as implicações disso para o planejamento e conservação ambiental.

2.1. Fragilidade ambiental: conceitos e diferenciações

Tricart (1977) aborda o estudo da organização do espaço como um processo de compreensão de como as ações humanas se integram à dinâmica natural, com o objetivo de corrigir aspectos desfavoráveis e melhorar a exploração dos recursos ecológicos disponíveis. Nesse contexto, ele propõe uma classificação do meio ambiente em três tipos: estável, instável e integrado, para facilitar a análise do dinamismo espacial.

Tricart (1977) classifica os ambientes em três tipos com base em sua taxa de mudança, a influência da vegetação na dinâmica ambiental e na morfogênese. Ele define o meio estável como um ambiente onde os processos mecânicos ocorrem lentamente e a evolução é gradual e quase imperceptível, manifestando-se de maneira prolongada e contínua.

O meio intergrades é descrito por Tricart (1977) como um estado de transição do meio estável para o instável, atuando como um intermediário entre esses dois. Por sua vez, o meio instável é caracterizado por mudanças rápidas, suficientemente ágeis para tornar visíveis as variações que ocorrem.

Tricart observa que o equilíbrio dinâmico é frequentemente alterado por intervenções humanas, levando a estados de desequilíbrio que podem ser temporários ou permanentes. Este conceito de estabilidade (meio em equilíbrio) e instabilidade (meio desequilibrado) é aprofundado por Ross, que classifica as unidades ecodinâmicas instáveis e estáveis em cinco níveis de fragilidade Ross (1994). Em sua abordagem, Ross nomeia as unidades ecodinâmicas instáveis como unidades de instabilidade emergente, enquanto as unidades estáveis são chamadas de unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial, indicando que qualquer área natural em equilíbrio está sujeita a interferências antrópicas Ross (1994).

De acordo com Maganhotto, Santos e Oliveira Filho (2011) e Ross (1994), para avaliar o grau de fragilidade ambiental de uma área, é crucial considerar os efeitos das modificações antrópicas. A análise da fragilidade ambiental potencial envolve a integração de características naturais, como relevo e solos, enquanto a fragilidade emergente pode ser determinada pela relação entre a fragilidade potencial e os diversos tipos de cobertura do solo.

Segundo Ross (1994), a fragilidade dos ambientes naturais é determinada pelas características genéticas e pelo grau de intervenção humana, que tem intensificado a

exploração dos recursos naturais, alterando os estados de equilíbrio dinâmicos previamente observados. Nesse sentido, Ross (1994, p. 64) afirma que:

Assim sendo, a preocupação dos planejadores, políticos e a sociedade como um todo, ultrapassa os limites dos interesses meramente de desenvolvimento econômico e tecnológico, mas sim devem preocuparem-se com o desenvolvimento que leve em conta não só as potencialidades dos recursos, mas sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face as diferentes inserções dos homens na natureza.

De acordo com o Diccionario de la Naturaleza (1987), a fragilidade ambiental refere-se ao grau de suscetibilidade de um ambiente a danos causados por determinadas ações, sendo também compreendida como a inversa da capacidade do ambiente de absorver alterações sem comprometer sua qualidade.

Segundo Thorn e Welford (1994), a fragilidade está relacionada à tendência do relevo em ser alterado, ou seja, à facilidade com que seu equilíbrio dinâmico pode ser modificado, seja por características naturais ou pela intervenção humana, como o desmatamento em áreas rurais (citado por Pedro Miyazaki, 2014).

Também é salientado por Pedro Miyazaki (2014) que a fragilidade ambiental está vinculada ao limiar entre o equilíbrio dinâmico e sua desestabilização, frequentemente resultante do processo de ocupação do relevo. Essa ocupação interfere nos processos morfodinâmicos, promovendo desagregação e desintegração das rochas, além do transporte e deposição de sedimentos.

Segundo Gjezzi (2003), a fragilidade ambiental refere-se à susceptibilidade de dano que o meio ambiente pode sofrer, incluindo a poluição como um dos atributos que intensificam essa fragilidade. Assim, áreas sensíveis a impactos ambientais possuem baixa capacidade de recuperação, demandando maior atenção no manejo.

A autora também destaca que a má utilização dos recursos naturais pode desencadear processos de degradação de maneira acelerada, exigindo um planejamento ambiental eficaz. Esse planejamento é essencial para encontrar soluções que restabeleçam, parcial ou totalmente, o equilíbrio nos espaços afetados.

Ross (1994) salienta que a funcionalidade dos ambientes naturais é sustentada pela interação dinâmica de trocas constantes de energia e matéria, promovidas pela energia solar, que atua por meio da atmosfera, e pela energia interna da Terra, transmitida pela litosfera. Esses fatores, aliados à presença da água em seus diferentes estados físicos, são determinantes para a dinâmica e manutenção da vida vegetal e animal nos ecossistemas.

Alinhado com os processos naturais e o impacto da ação humana, Ross (1994, p. 64) também destaca:

Aliado a estes processos naturais, é cada vez mais significativa a ação humana, que, ao se apropriar do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele que normalmente a natureza imprime.

Assim, os estudos de fragilidade ambiental são realizados a partir de estudos que englobam variáveis como o relevo, os solos, o uso da terra e o clima. Esses componentes são fundamentais para classificar o ambiente em Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (meios instáveis) ou de Instabilidade Emergente (meios estáveis), auxiliando no planejamento territorial e ambiental.

O conceito de fragilidade ambiental, amplamente fundamentado nos estudos de Ross (1994) e Tricart (1977), é essencial para compreender as relações entre as características naturais do território e os impactos das ações humanas. A classificação das Unidades Ecodinâmicas em Estáveis e Instáveis destaca a importância de identificar áreas em equilíbrio dinâmico e regiões intensamente modificadas pelas atividades humanas, como o desmatamento. Essa abordagem, ampliada por Ross, que incorporou graus de instabilidade variando de Muito Fraca a Muito Forte, reforça a necessidade de considerar essas categorias como subsídios fundamentais para o planejamento ambiental. Dessa forma, o estudo da fragilidade ambiental integra-se como uma ferramenta indispensável na busca por estratégias que equilibrem a ocupação humana com a preservação dos sistemas naturais.

Assim, os estudos de fragilidade ambiental são realizados a partir de estudos que englobam variáveis como o relevo, os solos, o uso da terra e o clima. Esses componentes são fundamentais para classificar o ambiente em Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (meios instáveis) ou de Instabilidade Emergente (meios estáveis), auxiliando no planejamento territorial e ambiental.

2.2. Análise integrada da paisagem

A análise ambiental integrada consiste em uma investigação da natureza sistêmica e dinâmica dentro de limites espaciais definidos especificamente para cada área de estudo.

Portanto, este subcapítulo se dedica a explorar a interação entre as diferentes categorias que formam a paisagem.

A paisagem representa a primeira forma de compreensão intelectual dos lugares, originando uma forma de Geografia não formalizada; um conhecimento que precede a científicidade. Posteriormente, por meio da experiência, desenvolve-se uma elaboração mais refinada da consciência espacial, transformando-se em um saber organizado, sistematizado e padronizado. Esse desenvolvimento busca decifrar a lógica dos fenômenos geográficos. Esse nível avançado de consciência espacial aproxima-se significativamente do que se estuda em Geografia, conforme Moraes (1988).

Segundo Santos (1996), a paisagem é entendida como uma coleção diversa, composta por elementos tanto naturais quanto artificiais. Esses elementos variam em tamanho, volume, cor e utilidade, entre outros critérios, e contribuem para a heterogeneidade constante da paisagem. Essa heterogeneidade não surge instantaneamente, mas é resultado de processos contínuos de adição e substituição. Santos argumenta que a paisagem, por abrigar legados de diversos períodos, está sempre sujeita a mudanças e é parcialmente constituída por 'trabalho morto', refletindo a mistura de elementos naturais e artificiais que a compõem.

Delpoux (1974) considera a paisagem como um elemento central dos estudos geográficos, representando a natureza. Ele também aponta que a singularidade de cada paisagem é determinada pelos interesses específicos do pesquisador.

Delpoux (1974) argumenta que a paisagem pode ser considerada como qualquer porção da superfície terrestre, contudo, sua formação ocorre exclusivamente dentro de uma perspectiva humana. Isso significa que a paisagem engloba tudo aquilo que é perceptível e compreensível pelo observador no espaço, integrando uma combinação dos sentidos visuais, táteis, auditivos e olfativos, além do entendimento sobre a existência e a interação dos objetos e elementos no espaço observado pelo ser humano, configurando-se, portanto, como um sistema.

De acordo com Ross (2006), as unidades de paisagem se definem como áreas territoriais com características fisionômicas homogêneas. Esta uniformidade é o resultado tanto dos fluxos naturais de energia e matéria entre os diversos componentes do ambiente quanto das contribuições humanas, que se manifestam através de atividades econômicas históricas. Ross destaca que essas características homogêneas são claramente observáveis em elementos como o relevo, a vegetação e os usos do solo.

Bertrand (1971) discute o conceito de paisagem, explicando que ela não consiste meramente na soma de elementos geográficos aleatórios. Ao contrário, a paisagem em qualquer espaço determinado emerge de uma combinação dinâmica e instável de componentes físicos, biológicos e antrópicos que interagem dialeticamente. Essa interação constante promove uma evolução contínua, tornando a paisagem um sistema único e indivisível. A dialética entre o tipo-indivíduo serve como a base fundamental de seu método de pesquisa.

Segundo Bertrand (1971), a paisagem não se define apenas pela adição de elementos geográficos disparatados. Em uma dada porção do espaço, ela resulta da interação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que reagem dialeticamente uns sobre os outros. Essas reações criam uma paisagem que é um conjunto único e indissociável, sempre em evolução.

A análise ambiental integrada, como explorado neste capítulo, revela a paisagem como uma entidade dinâmica e sistêmica, emergente da interação complexa entre elementos físicos, biológicos e antrópicos. Através dos estudos de Moraes (1988), Santos (1996), Delpoux (1974) e Bertrand (1971), percebe-se que a paisagem é mais que uma soma de componentes geográficos; é um sistema em constante evolução, moldado por influências naturais e humanas. Essa compreensão evoluída da paisagem não apenas reflete a heterogeneidade e a mutabilidade das formas terrestres, mas também ressalta a importância da perspectiva humana na interpretação e no estudo geográfico das paisagens.

Ross (1995) afirma que, ao lidar com os produtos sintéticos da Análise Ambiental Integrada, os temas abordados precisam ser necessariamente espacializados no território onde a pesquisa é realizada. Além disso, esses conteúdos devem apresentar, de forma sintética, informações multitemáticas relacionadas a temas de diversos campos do conhecimento (disciplinas especializadas).

Este texto destaca a análise ambiental integrada como uma ferramenta essencial para compreender a paisagem como uma entidade dinâmica e complexa, moldada pela interação de elementos físicos, biológicos e antrópicos. Segundo Moraes (1988), Santos (1996), Delpoux (1974), Ross (2006) e Bertrand (1971), a paisagem transcende a mera agregação de componentes geográficos, revelando-se como um sistema em constante transformação. Esses estudos enfatizam como as influências naturais e humanas configuram a paisagem, ressaltando a importância da dimensão humana na interpretação

geográfica e na gestão ambiental. A compreensão da paisagem ilustra sua heterogeneidade, destaca a interação crítica entre a humanidade e seu ambiente.

3- CARACTERIZAÇÃO

GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA-MG

Nesta seção, foi elaborada uma breve caracterização histórica e socioeconômica do município de Ituiutaba - MG, com o objetivo de compreender como se deu o processo de apropriação e ocupação da área de estudo. Em seguida, foram apresentadas as características físicas que compunham a paisagem do município, como os aspectos litológicos, relevo, solos, clima, vegetação e hidrografia.

Antes da chegada dos descendentes de colonizadores, o território de Ituiutaba era habitado por indígenas do grupo Gê, conhecidos como Caiapós. As principais rotas de entrada dos colonizadores na região de Ituiutaba foram os rios Prata e Tijuco. O processo de povoamento ocorreu devido às expedições de exploração da área entre os rios Grande e Paranaíba, e à invasão de forasteiros que se estabeleceram na região após a remoção dos nativos para as margens desses rios (IBGE, 1959).

Em 1832, iniciou-se o processo de formação urbana com a construção de moradias, comércios e a manutenção da capela. Ao longo do tempo, a região foi se desenvolvendo por meio de novos investimentos, como a implantação de um sistema de abastecimento de água, iluminação pública, construção de escolas, edificação da Câmara Municipal e a criação de associações esportivas e culturais, como a "Associação Esportiva Ituiutabana" e as Irmandades dos "Irmãos Pretos" de Nossa Senhora do Rosário (Chaves, 2016).

Com o crescimento do povoado, uma nova denominação foi atribuída, passando a ser chamado de São José do Tijuco pela Lei Provincial n.º 138, de 3 de abril de 1839, e ficando subordinado ao município de Prata pela Lei Estadual n.º 2, de 14 de setembro de 1891. Posteriormente, com o contínuo desenvolvimento da área, o local recebeu o nome de Vila Platina pela Lei Estadual n.º 319, de 16 de setembro de 1901, momento em que se desmembrou do município de Prata. Em 1917, pela Lei Estadual n.º 663, de 18 de setembro de 1915, Vila Platina foi elevada à categoria de cidade e passou a ser chamada Ituiutaba, nome que permanece até hoje (IBGE, 1959).

As atividades religiosas desempenharam um papel importante na organização socioespacial do município de Ituiutaba, influenciadas pela atuação de algumas famílias e, sobretudo, pelo Estado como regulador (CHAVES, 2016). Até 1911, a igreja atuava como o principal agente imobiliário da cidade, detendo uma grande extensão de terras na área central urbana. Após 1950, essas terras foram adquiridas pela prefeitura, com o objetivo de criar e construir novos bairros (OLIVEIRA, 2003).

É destacado por Chaves (2016), em seu estudo sobre a produção do espaço urbano e o mercado imobiliário em Ituiutaba (MG), que desde meados de 1915 já havia importantes obras consolidadas no perímetro urbano.

[...] a) a construção do edifício da Câmara Municipal (1901); b) o serviço de água canalizada para consumo da população (1904); c) o serviço de iluminação pública, pelo sistema de lampião a gás acetileno (1905); d) a edição do primeiro jornal impresso Vila

Platina (1907); e) a instalação do Grupo Escolar Vila Platina (1910); f) a inauguração do Cine Santo Antônio (1912) e g) a instalação da primeira linha telefônica (1913) entre a fazenda do Salto, rio da Prata, e a residência do Sr. Joaquim Teodoro de Carvalho (CHAVES, 2016, p. 20).

No que diz respeito à agricultura, em 1930 já se cultivavam arroz, feijão, algodão, gergelim e milho na região. Em 1943, a produção de algodão atingiu seu ápice, graças ao apoio do industrial Antônio Baduy, que forneceu tanto sementes quanto recursos financeiros, acelerando o ritmo do cultivo. Com isso, houve uma intensificação dos investimentos no setor agrícola, especialmente na modernização da produção de algodão. No entanto, esse processo resultou em desmatamento e contribuiu para o êxodo rural nas décadas de 1970 e 1980, já que a população local não estava preparada para lidar com as novas máquinas, o que também levou à desvalorização da mão de obra rural (Chaves, 2016).

Em termos populacionais, Ituiutaba apresentou um expressivo crescimento entre 1940 e 1960, com a população aumentando em 95%, passando de 35.052 para 68.212 habitantes (MOURA; DAMASCENO, 2011). De acordo com Costa e Martins (2011), na década de 1950, a maior parte da população ainda residia na zona rural, um cenário que mudou a partir dos anos 1970, quando o êxodo rural levou a um crescimento desordenado da população urbana. Esse rápido aumento populacional resultou em uma série de mudanças no espaço urbano do município, além de uma utilização inadequada dos recursos naturais (COSTA; MARTINS, 2011).

A partir dos anos 1970, com as mudanças no cenário econômico, a pecuária reassumiu sua posição de destaque como a principal atividade em Ituiutaba. Segundo Oliveira (2003, p. 79), “[...] a maioria [dos produtores rurais] optou por trocar a atividade de rizicultura pela pecuária, que oferecia, a princípio, menos risco; exigia pouca mão-de-obra e menos gasto com tecnologia.” No final da década de 1980 e início dos anos 1990, o município começou a atrair novos empreendimentos econômicos, especialmente no setor agroindustrial, voltados para o processamento de leite e carne (NASCIMENTO; MELO, 2010). Já nos anos 2000, a produção de cana-de-açúcar se tornou uma atividade econômica de grande importância na região, consolidando-se como um dos pilares da economia local e gerando uma significativa quantidade de empregos diretos e indiretos (CHAVES, 2016).

Por fim, o município exerce uma forte influência no setor da Educação, atraindo estudantes de diversas regiões do Brasil. De acordo com Belchior (2023), foram contabilizados 874 estudantes que se deslocam de cidades como Capinópolis-MG, Cachoeira Dourada-MG, Canápolis-MG, Ipiaçu-MG, Monte Alegre de Minas, São Simão-GO, Gurinhatã-MG e Santa Vitória-MG, realizando o movimento pendular para cursar o ensino superior em Ituiutaba-MG. Isso destaca o papel do município como um importante centro educacional regional. Nesse contexto, Ituiutaba conta com instituições de ensino superior públicas e privadas, como a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) e a Faculdade Mais (FacMais).

3.1. Caracterização física de Ituiutaba-MG

Para uma compreensão mais da área de estudo, foi realizada uma caracterização física, analisando os aspectos litológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos, hidrográficos e vegetação. A fim de entender o conjunto de fatores físicos que influenciam a cidade e suas áreas adjacentes.

É importante salientar que devido a aproximação dos municípios no sentido de se contemplarem com divisas territoriais, o município de Capinópolis-MG só fez parte da classificação de solo, e litologia, o restante dos aspectos foram generalizados para o Município de Ituiutaba-MG.

3.2. Litologia

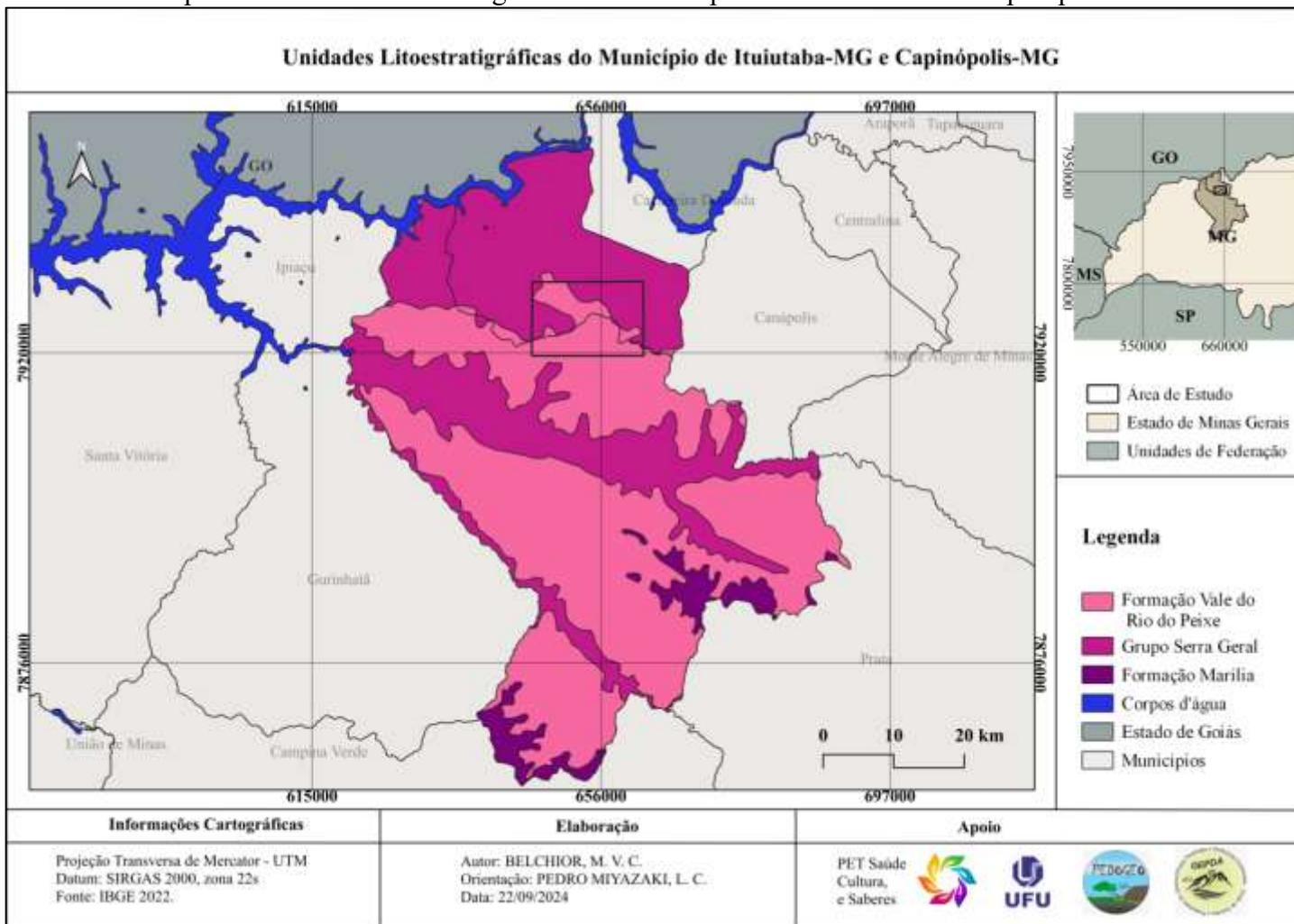
Ituiutaba-MG está situado na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizando-se pela predominância das unidades litológicas dos Grupos Bauru e São Bento. Esta bacia é uma extensa área sedimentar, cobrindo cerca de 1,5 milhão de quilômetros quadrados, cujos sedimentos são amplamente associados aos eventos geotectônicos meso-cenozoicos do continente, conforme descrito por Milani et al. (2007).

Na região ocidental do Triângulo Mineiro, as formações Uberaba, Marília e Vale do Rio do Peixe (Formação Adamantina) do Grupo Bauru estão sob as rochas basálticas da Formação Serra Geral, que pertence ao Grupo São Bento. Acima dessas formações do

Grupo Bauru, situam-se sedimentos cenozóicos não consolidados, que compõem áreas de altitudes elevadas, segundo Rocha et al. (2001).

Conforme o mapa das Unidades Litoestratigráficas, o município de Ituiutaba é predominantemente composto pelas formações rochosas de Marília, Vale do Rio do Peixe e Serra Geral, (figura 2).

Mapa 2 - Unidades Litoestratigráficas do Município de Ituiutaba-MG e Capinópolis-MG



Fonte: IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

Segundo Bistrichi et al. (1981), a Formação Marília é marcada por arenitos de granulação que varia de fina a grossa. Esta formação inclui bancos maciços que apresentam sutis estratificações cruzadas de porte médio, além de lentes e intercalações ocasionais de siltitos, argilitos e arenitos muito finos. Esses estratos possuem estratificação plano-paralela e são frequentemente acompanhados de níveis rudáceos e nódulos carbonáticos.

De acordo com Batezelli (2003), a Formação Vale do Rio do Peixe consiste em arenitos de granulação fina a muito fina, que podem apresentar cimentação e nódulos carbonáticos, juntamente com lentes de siltitos arenosos e argilitos em bancos maciços. Esses bancos possuem estratificação tanto plano-paralela quanto cruzada, variando de pequeno a médio porte. Esta formação repousa de maneira discordante e abrupta sobre os basaltos da Formação Serra Geral e intercala-se lateralmente com a Formação Uberaba, além de ter um contato superior abrupto com os arenitos da Formação Marília.

Conforme descrito por Corsi (2003), a Formação Serra Geral é caracterizada por rochas basálticas visíveis nas soleiras dos principais cursos d'água no Triângulo Mineiro. Essas rochas incluem lentes de arenitos que se intercalam com derrames magmáticos e podem se estender aos afluentes, formando vales do tipo em V que são mais encaixados, fechados e retilíneos.

3.3 Relevo

O relevo é a forma da superfície terrestre, sendo influenciado tanto por agentes internos quanto externos. Guerra (1993) destaca que o relevo representa a diversidade de aspectos da crosta terrestre, resultante de forças endógenas, como dobras, falhas, mantos de charriagem, vulcões e terremotos, além de forças exógenas, como o desgaste e a acumulação de materiais.

O relevo do município de Ituiutaba apresenta altitudes que oscilam entre 300 e 800 metros, com uma predominância de suaves ondulações. Nesse contexto, Pedro Miyazaki (2018) descreve o relevo da região como sendo majoritariamente de Colinas Suaves Onduladas, destacando também a presença de alguns relevos residuais em formato tabular.

O relevo de colinas (figura 1) é definido como “uma pequena elevação da superfície em geral côncavo-convexa, com altitude que não excede os 50. É encontrada

em depressões e topos de planaltos; a colina é a forma de relevo bastante suavizada em virtude de processos erosivos” (Suertegaray, 2008, p. 125).

Figura 1 – Colinas suave onduladas



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2023

O relevo tabuliforme (figura 2) é caracterizado por “áreas de relevo com feições semelhantes a mesas, que cobre ao tipo mais simples de influência estrutural sobre as feições do relevo” (Suertegaray, 2008, p. 119).

Figura 2 - Serra do Bauzinho



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Domingues Dutra e Oliveira Pereira (2018) também descrevem o município de Ituiutaba, situado na região oeste de Minas Gerais e parte da bacia sedimentar do Paraná, como caracterizado pela presença de morros residuais. Esses morros são cruciais como divisores das bacias hidrográficas dos rios Tijuco, Prata, São Lourenço e Paranaíba. Originados de processos sedimentares milhões de anos atrás, os morros têm características escarpadas e estão cercados por colinas suavemente convexas e vales rasos, contribuindo significativamente para a paisagem pitoresca da região.

3.4. Solos

Outro aspecto físico relevante é o solo, que desempenha um papel crucial na sustentação da vida no planeta. De acordo com Lepsch (2002), o solo pode ser interpretado de diferentes maneiras, dependendo da área de estudo e da profissão envolvida. Para os geólogos, por exemplo, o solo é visto como o resultado de uma série de eventos geológicos, o chamado "ciclo geológico". Já para os pedólogos, o solo é considerado uma "coleção de corpos naturais dinâmicos, contendo matéria viva e formada pela interação entre o clima, a biosfera e a rocha ao longo do tempo, influenciada também pelo tipo de relevo" (Lepsch, 2002, p. 9-10).

De acordo com Pedro Miyazaki, Alves e Paranaíba (2023, p. 9), o solo é considerado um recurso natural essencial para a manutenção da vida e para o equilíbrio dinâmico dos processos naturais no ambiente. Por isso, é fundamental que ele esteja protegido, preservado e conservado, evoluindo para a manutenção da qualidade ambiental.

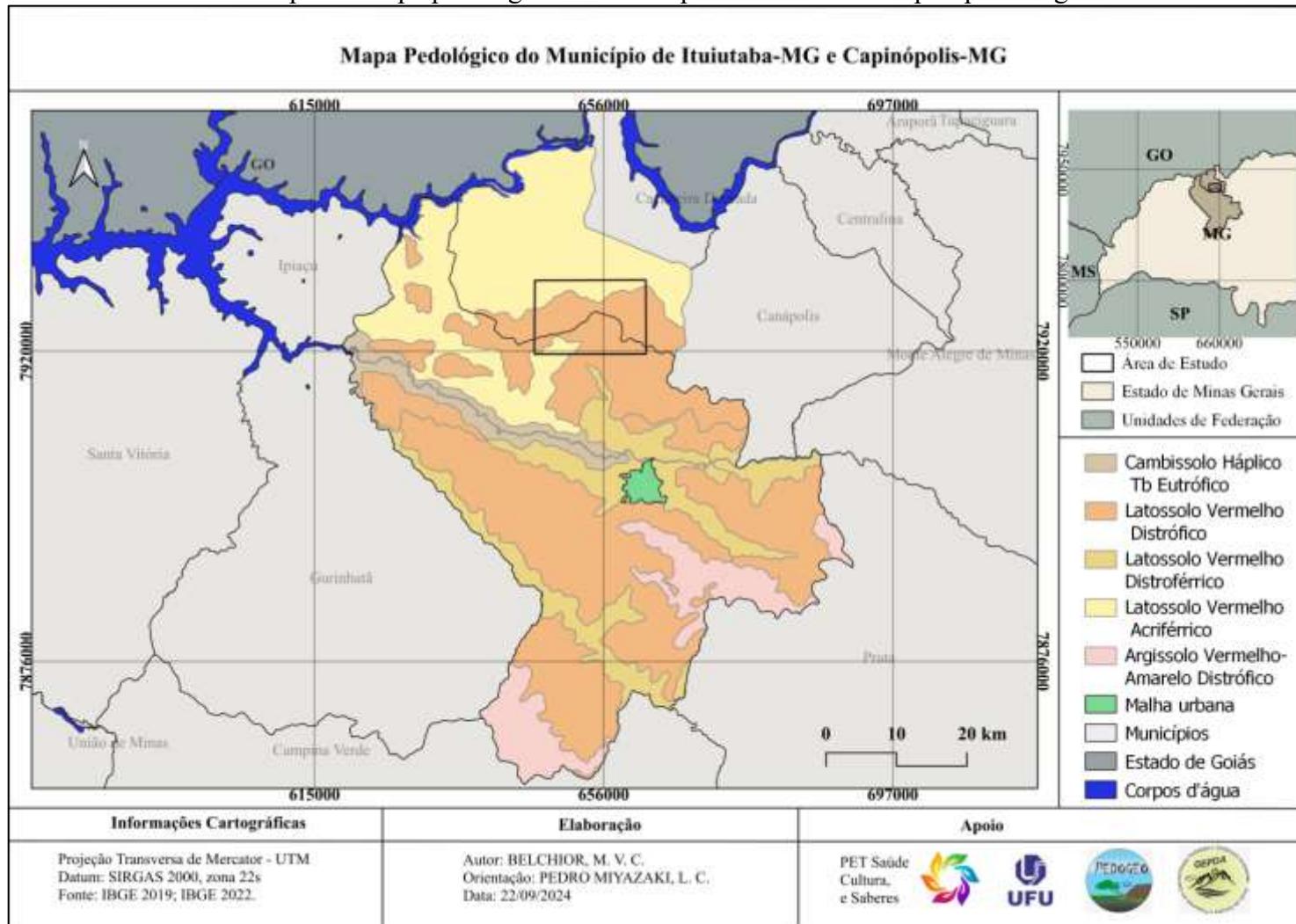
Dessa forma, há uma diversidade de tipos de solos, os quais são diferenciados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) e organizados em 13 classes distribuídas por todo o território nacional: Latossolo, Argissolo, Neossolo, Nitossolo, Cambissolo, Chernossolo, Espodossolo, Gleissolo, Luvissolo, Organossolo, Planossolo, Plintossolo e Vertissolo. Esses solos se distinguem por suas composições mineralógicas e características morfológicas, como cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, além de sua suscetibilidade à erosão, entre outros fatores Santos et al (2006).

Na região do Triângulo Mineiro há o predomínio de solos da classe dos Latossolos. De acordo com a Embrapa (2019) os Latossolos estão presentes em quase todas as áreas do Cerrado, seja em relevos planos, suave-ondulados, em chapadas ou vales, sendo característico de regiões de derrames basálticos e de rochas sedimentares.

Segundo Braghiroli (2017), uma análise do mapa de Minas Gerais na escala 1:650.000 revelou que no Pontal do Triângulo Mineiro existem quatro principais classes de solos: Latossolos vermelho, Argissolos vermelho-amarelo, Neossolos Quartzarênicos e Cambissolos. Entre essas classes, os Latossolos vermelho são predominantes.

A partir do mapa pedológico (figura 5) foi possível identificar e espacializar os diferentes tipos de solos no município de Ituiutaba-MG, e Capinópolis-MG. Os principais solos encontrados pertencem às ordens dos Cambissolos, Latossolos e Argissolos.

Mapa 3 - Mapa pedológico do Município de Ituiutaba e Capinópolis-MG



Fonte: IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

Os Latossolos Vermelhos possuem uma coloração intensa avermelhada, resultado do alto teor de ferro e da natureza dos óxidos de ferro presentes em seu material de origem, sendo característicos de ambientes com boa drenagem. Conforme EMBRAPA (2019), esses solos são bem desenvolvidos, com grande profundidade e elevado nível de porosidade, variando entre 50% e 60%. Tais propriedades facilitam a infiltração da água, promovendo uma drenagem eficiente. No entanto, a ocupação envolvente, que intensifica o escoamento superficial das águas pluviais, torna esses solos suscetíveis à formação de ravinias, que, com o tempo, podem evoluir para grandes voçorocas Arraes, Bueno, e Pissara (2010).

Os Cambissolos, ao contrário dos Latossolos, apresentam características heterogêneas e podem ser pouco ou muito desenvolvidos. Os perfis mais típicos desse tipo de solo ocorrem em áreas de relevo acidentadas, sendo um pouco profundos, raramente ultrapassando 1 metro de espessura. Eles possuem barreiras de atividade média a alta, com variação discreta de textura e uma quantidade relativamente elevada de minerais primários, que são suscetíveis ao intemperismo Lepesh (2010). Esses solos variam entre composições mais rígidas e solos com boa variação, dependendo diretamente do clima e da relevância da região Embrapa (2019).

Os Argissolos são solos com um estágio avançado de desenvolvimento, sendo de profundidade média a profunda e com drenagem moderada. No entanto, o processo de ferralitização nesses solos é incompleto, resultando na concentração de argila nas camadas superiores, com atividade variando entre alta e baixa Embrapa (2019). Nos arenitos das formações de Marília e Vale do Rio do Peixe, os Argissolos apresentam um gradiente textural suave, com transição gradual entre os horizontes, o que facilita o fluxo paralelo ao declive das encostas, favorecendo assim os processos erosivos Arraes, Bueno, e Pissara (2010).

Martins e Costa (2014), em um estudo mais aprofundado sobre o município de Ituiutaba, além dos tipos de solo anteriormente mencionados (exceto os Argissolos), identificaram a presença de Nitossolos Vermelhos, que ocorrem em áreas mais baixas da paisagem, Neossolos, encontrados em uma pequena porção no centro-sul do município, e Gleissolos, localizada em uma região a leste do município, onde há uma rede de drenagem bem organizada e conectada.

Os Nitossolos Vermelhos são formados a partir de rochas basálticas, diabásio, rochas calcárias e até mesmo gnaisses. São classificados como solos profundos com boa capacidade de drenagem, caracterizados por argilas de baixa atividade Embrapa (2019).

Esses solos são bastante intemperizados e, devido à sua associação com relevâncias acidentadas, apresentam um alto risco de erosão.

Os Gleissolos são solos hidromórficos, formados sob a influência do acúmulo de água, que podem ser permanentes ou temporários. Eles são compostos por material mineral e possuem um horizonte glei que começa a se formar nos primeiros 50 cm da superfície. Esses solos podem apresentar ou não textura arenosa em seus horizontes e, devido ao processo de gleização, tendem a manifestar núcleos mais acinzentados (Embrapa, 2019).

3.5.Clima

O clima desempenha um papel crucial na modelagem do relevo, influenciado pelas chuvas, períodos de seca e variações de temperatura. Segundo Mendez e Queiroz (2011), o clima predominante na região é quente e úmido durante a primavera e o verão, com chuvas escassas no outono e inverno. Entre os meses de setembro e março, há uma maior frequência de precipitações, resultando no aumento do fluxo de águas nos canais fluviais do município, inundações em áreas urbanas e intensificação das erosões lineares, tanto urbanas quanto rurais, devido ao escoamento superficial rápido e concentrado (Costa; Martins, 2011).

Dessa forma, Mendez e Queiroz (2011) realizaram um estudo sobre o clima de Ituiutaba, analisando diversas características climáticas do município. Posteriormente, Alves (2017) criou um quadro síntese que reúne todos os dados dessa pesquisa.

Quadro 1- Elementos climáticos do município de Ituiutaba do período de 1987 a 2009

Elemento	Características do Município
Temperatura	Médias mais baixas nos meses de junho e julho 20,1°C e 20,7°C. Médias mais altas no mês de outubro com 26,7°C.
Precipitação	Média pluviométrica anual de 1432 mm. Onde 1222 mm (85%) concentrados no primeiro e último semestres do ano e no outro extremo estão os meses de abril a setembro totalizando 210,8 mm (15%) do total.
Umidade Relativa do Ar	Maiores índices no período chuvoso que se estende do mês de novembro ao mês de abril com umidade relativa média superior a 77%, em contraste o mês de agosto com umidade relativa inferior a 55%.
Evaporação	Os maiores índices ocorrem no final do período seco, com picos de 217 a 219 mm nos meses de agosto e setembro. Já o menor índice ocorre no mês de fevereiro, atingindo 92 mm. Diferença relacionada ao fato de a atmosfera na região registrar elevados teores de vapor

	durante o período chuvoso e baixos teores durante o período de estiagem
Insolação	Maior média de número de horas de insolação foram dos meses de julho e agosto 236 e 237 horas respectivamente. Fevereiro com 156 horas o mês com menor número.
Balanço Hídrico	Os maiores excedentes hídricos ocorrem de janeiro a março, superando 50 mm, em janeiro o excedente atinge valores de 150 mm. A partir do mês de abril o registro de retirada de água do solo é maior que a reposição, iniciando a ocorrência do déficit hídrico, com pico em agosto, superando 55 mm

Fonte: Mendes e Queiroz (2011); Adaptado de Alves (2017)

O quadro 1 demonstra que as estações do ano são claramente definidas, com as variações de temperatura e especificações específicas em determinados períodos. Também evidencia que a umidade está diretamente ligada aos meses de maior ocorrência, enquanto a evaporação se intensifica no final do período de estiagem.

3.6. Vegetação

A vegetação em Ituiutaba-MG cobre cerca de 25% do território do município, localizando-se no Domínio Morfoclimático do Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil. De acordo com Ribeiro e Walter (1998), esse bioma é caracterizado por diversas fitofisionomias, que incluem formações florestais, como mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão; formações savânicas, como cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda; e formações campestres, como campo sujo, campo rupestre e campo limpo.

De acordo com Costa (2011), a vegetação predominante em grande parte do município é o cerrado strictu sensu, também conhecido como cerrado sentido restrito (figura 3). Esse tipo de vegetação é descrito por Ribeiro e Walter (1998, p. 117) como caracterizado pela “presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas”.

Figura 3 - Vegetação característica de Cerrado strictu sensu



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Em terrenos mais baixos, muitas vezes encontramos Veredas (figura 4), que se caracterizam pelo acúmulo de água devido à maior drenagem do solo. Em contrapartida, as áreas mais altas são marcadas pela presença do Cerradão, devido ao melhor desenvolvimento dos solos (Costa, 2011). De acordo com Lima (2014), as Veredas são essenciais para a conservação da fauna do Cerrado, funcionando como locais de segurança, refúgio, abrigo e fonte de alimentação para diversas espécies.

Figura 4 - Vereda em área de fundo de vale na área urbana de Ituiutaba-Mg



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024. Segundo Costa (2011)

Nas partes mais elevadas pode-se encontrar vegetações do tipo Cerradão, caracterizadas como “pela presença de espécies que ocorrem no Cerrado sentido restrito

e também por espécies de mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais semelhante a um Cerrado” Ribeiro e Walter (1998, p. 114).

3.7. Hidrografia

A região do Triângulo Mineiro é cercada por dois rios de grande relevância: o Rio Paranaíba e o Rio Grande. O Rio Paranaíba, responsável por cerca de 75% do volume hídrico local, é composto por três bacias secundárias: Araguari, Tijuco e Prata. Por outro lado, o Rio Grande possui como principais afluentes o Rio Verde, o Rio dos Bois e o Rio Corrente (GOMES et al., 1982).

Segundo o mapeamento hidrográfico do município de Ituiutaba realizado por Alves (2023), o principal rio da região é o Rio Tijuco, juntamente com seu afluente, o Rio da Prata. A bacia do Rio Tijuco é considerada o segundo maior afluente da margem esquerda da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, com uma extensão de aproximadamente 250 quilômetros. O Rio da Prata, seu principal afluente, tem suas nascentes formadas pelos rios do Peixe e Piracanjuba, no município de Prata, e deságua no Rio Tijuco nas proximidades dos limites entre Ituiutaba, Gurinhatã e Ipiaçu.

4- MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

Para além das características físicas do município de Ituiutaba-MG, foram realizados mapeamentos físicos da área de estudo, o que posteriormente foram reclassificados dentro das classes de fragilidade ambiental propostas por Ross (1994).

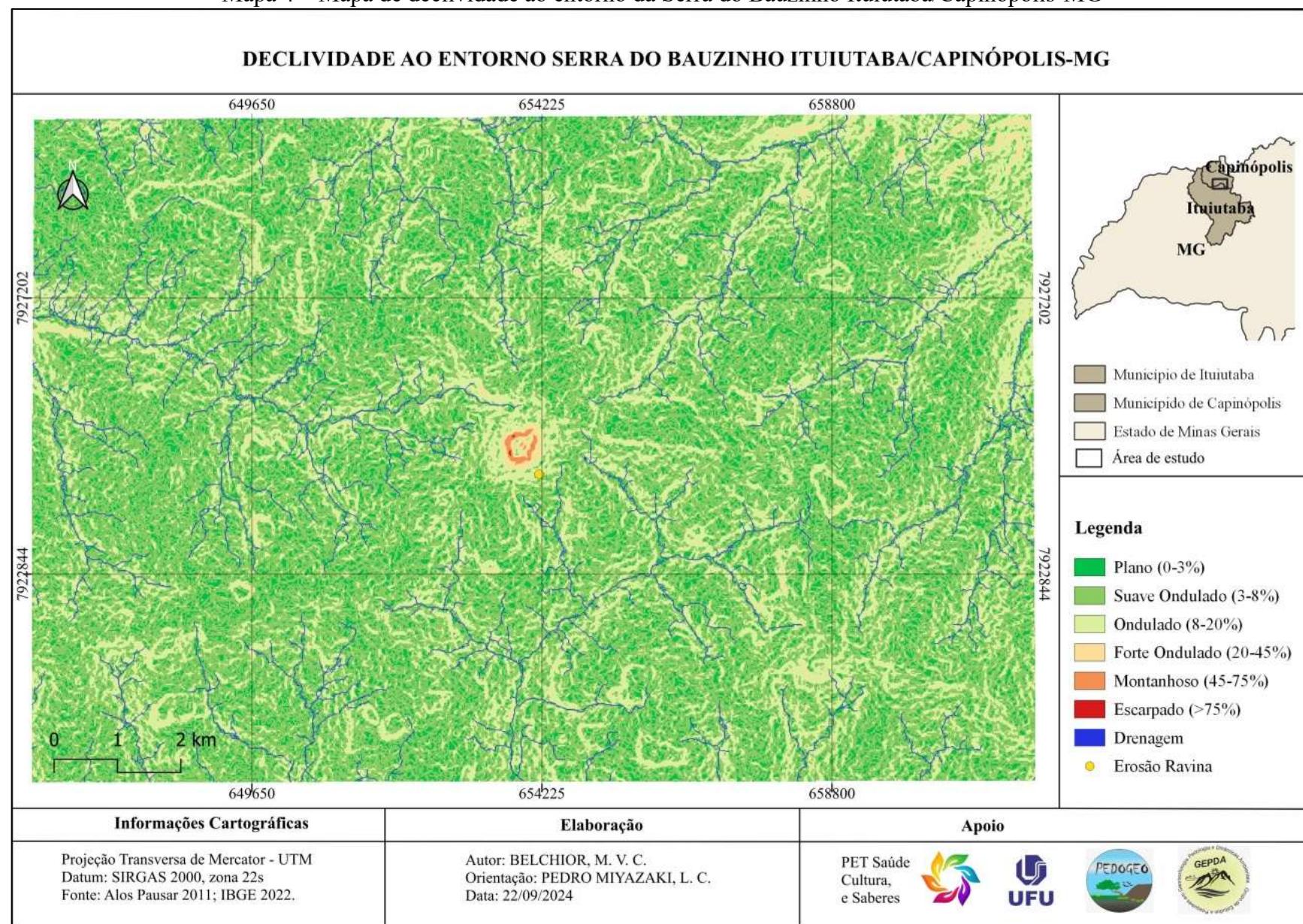
Os mapeamentos foram: da declividade da área de estudo; mapeamento geomorfológico (devido ao detalhamento da escala); mapeamento pedológico; mapeamento climático (precipitação); e uso e ocupação do solo. Também foi realizado o mapeamento da hipsometria da área, no entanto, apenas para compreensão do relevo, tal mapeamento não foi utilizado na álgebra de mapas para definição da fragilidade ambiental potencial e emergente.

4.1. Mapeamento da Declividade

Para entender as formas do relevo ao entorno da Serra do Bauzinho, foi elaborado um mapa de declividade da área. A declividade é definida por Florenzano (2008) como o desnível de uma superfície em relação ao plano horizontal. De acordo com o INPE (2011), consiste na inclinação do terreno em relação à horizontal, calculada pela diferença de altura entre dois pontos dividida pela distância horizontal entre eles, sendo representada pelo ângulo de inclinação (zenital). Esses valores podem variar de 0° a 90° ou serem expressos em porcentagem.

A partir do mapeamento de declividade (mapa 4) realizado na área de estudo foi possível compreender as variações topográficas e suas implicações para o uso do solo. O estudo categorizou a relevância da área em seis classes de orientação, sendo, plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso, e escarpado EMBRAPA (1979).

Mapa 4 – Mapa de declividade ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-MG



Fonte: Alos Pausar 2011; IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

Na paisagem ao entorno da Serra do Bauzinho, o relevo predominante é o suave ondulado, representando 59,33% da área total com 98,26 km² (tabela 6). Esta categoria possui inclinações de 3% a 8%. A segunda maior categoria é o relevo ondulado, com 24,92% da área, equivalente a 41,28 km², caracterizando os fundos de vales com inclinações de 8% a 20%, onde está localizado a erosão linear estudada. O relevo plano, menos predominante, ocupa 15,17% da área com 25,14 km², apresentando inclinações inferiores a 3%, comum nas regiões de topo. As categorias de relevo mais íngreme, como forte ondulado, montanhoso e escarpado, compõem uma pequena fração da área total, onde está localizado o relevo residual do tipo tabuliforme.

Os amplos topos suavemente convexos das colinas podem ser explicados pelo rebaixamento denudacional ao qual o relevo foi e continua sendo submetido. Esse processo resulta das ações dos agentes operantes, que dão origem às colinas com formas convexas Pedro Miyazaki (2018).

Tabela 1 – Área total referentes as classes de declividade.			
Tipo de Relevo	Classes de Declive	Área (km²)	%
Plano	(0-3%)	25,142	15.17%
Suave Ondulado	(3-8%)	98,263	59.33%
Ondulado	(8-20%)	41,275	24.92%
Forte Ondulado	(20-45%)	0,845	0.51%
Montanhoso	(45-75%)	0,104	0.06%
Escarpado	(>75%)	0,004	0.002%
Total		165,633	

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

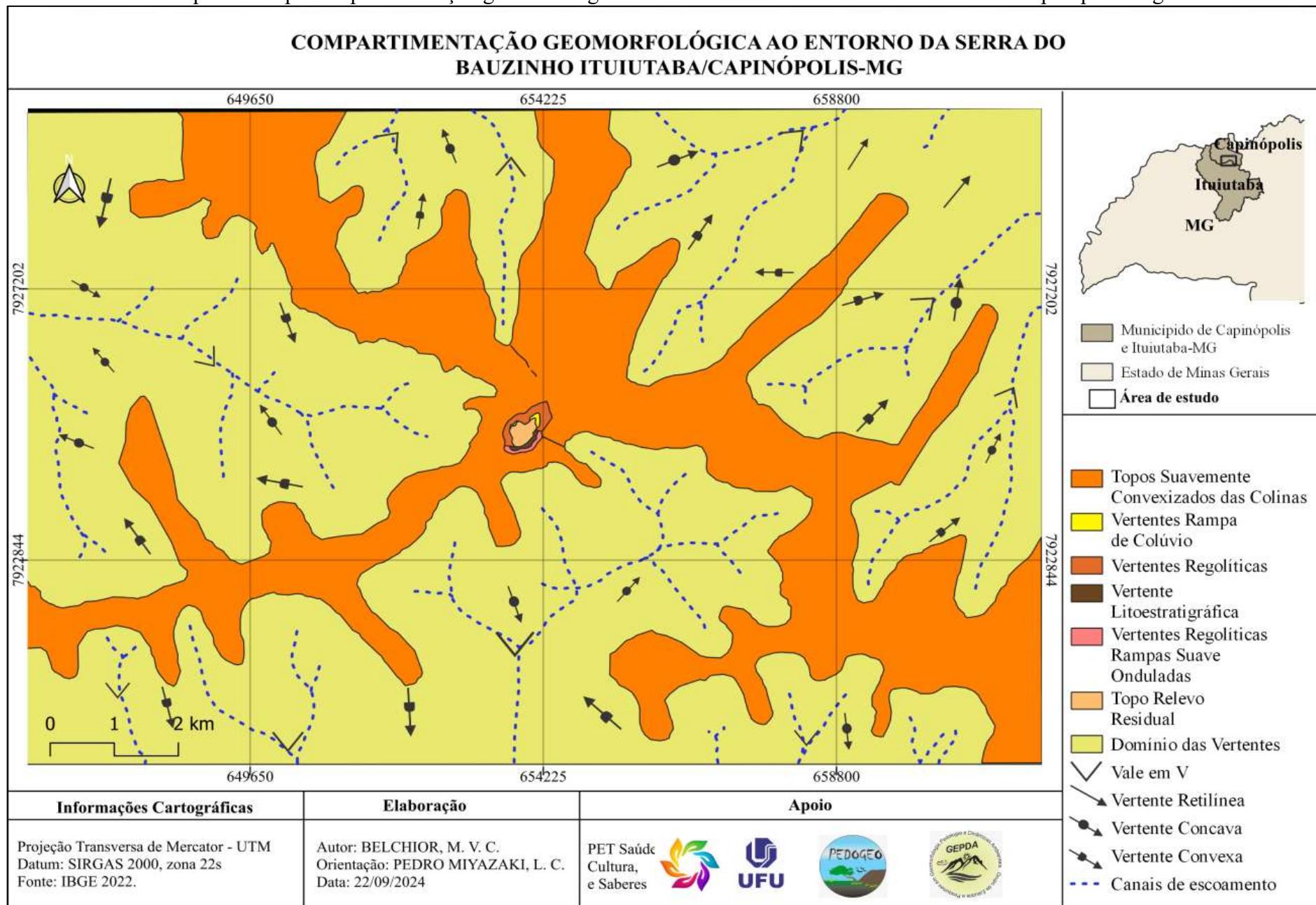
Posteriormente essas classes foram reclassificadas para o modelo proposto por Ross (1994) e utilizado no mapeamento de fragilidade.

4.2. Mapeamento Geomorfológico

Também foi realizado um mapeamento geomorfológico (mapa 5) na área de estudo. Segundo Nunes, Freire e Perez (2006), o mapeamento geomorfológico é uma ferramenta essencial para a pesquisa de relevos, pois auxilia nos diagnósticos e prognósticos tanto de áreas urbanas quanto rurais, sendo o nível de detalhamento do mapa definido pela extensão da área analisada.

A partir do mapeamento geomorfológico (mapa 10), foram identificados os seguintes compartimentos geomorfológicos: topos suavemente convexizados das colinas, topos de relevo residual, vertente associada a rampa de colúvio, vertentes regolíticas, vertentes litólicas, vertentes regolíticas com rampas suave onduladas, vertente retilínea, vertente côncava, vertente convexa, e vales em V associados aos canais de escoamento.

Mapa 5 - Mapa compartimentação geomorfológica ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-Mg



Fonte: IBGE 2022; Google Earth Pro. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

Os topos dos relevos tabuliformes sobressaem na paisagem do município, especialmente pela presença de formações como a “Serra do Corpo Seco.” A evolução dessa serra foi marcada pela dinâmica de processos endógenos, juntamente com a alternância climática, com períodos mais chuvosos e úmidos, seguidos por fases secas e quentes, o que regula os processos geomorfológicos da área (CASSETI, 2005). No município de Ituiutaba, esses relevos encontram-se nas adjacências do perímetro urbano.

Segundo Pedro Miyazaki (2018), os relevos residuais possuem formas características de mesas ou tabuleiros, com topos aplaniados e vertentes íngremes, sustentados por camadas sedimentares que apresentam resistência litológica variável.

O compartimento geomorfológico denominado domínio dos topos é descrito por Guerra (1993, p. 416) como a "parte mais elevada de um morro ou de uma elevação". Na área de estudo, esse domínio inclui os topos tabuliformes, característicos de relevos residuais, com elevação máxima de 769 m (mapa 7). De acordo com Pedro Miyazaki (2018), as colinas suavemente onduladas, predominantes na região, possuem topos mais amplos, convexizados e suaves quando comparados aos topos dos relevos tabuliformes.

Segundo Paranaíba e Pedro Miyazaki (2017), as rampas de colúvio resultam da deposição de sedimentos transportados pela força gravitacional, que passam por processos de intemperização. É importante considerar se o material está consolidado, pois a deposição de colúvio leva tempo para se consolidar, ao contrário do depósito de tálus.

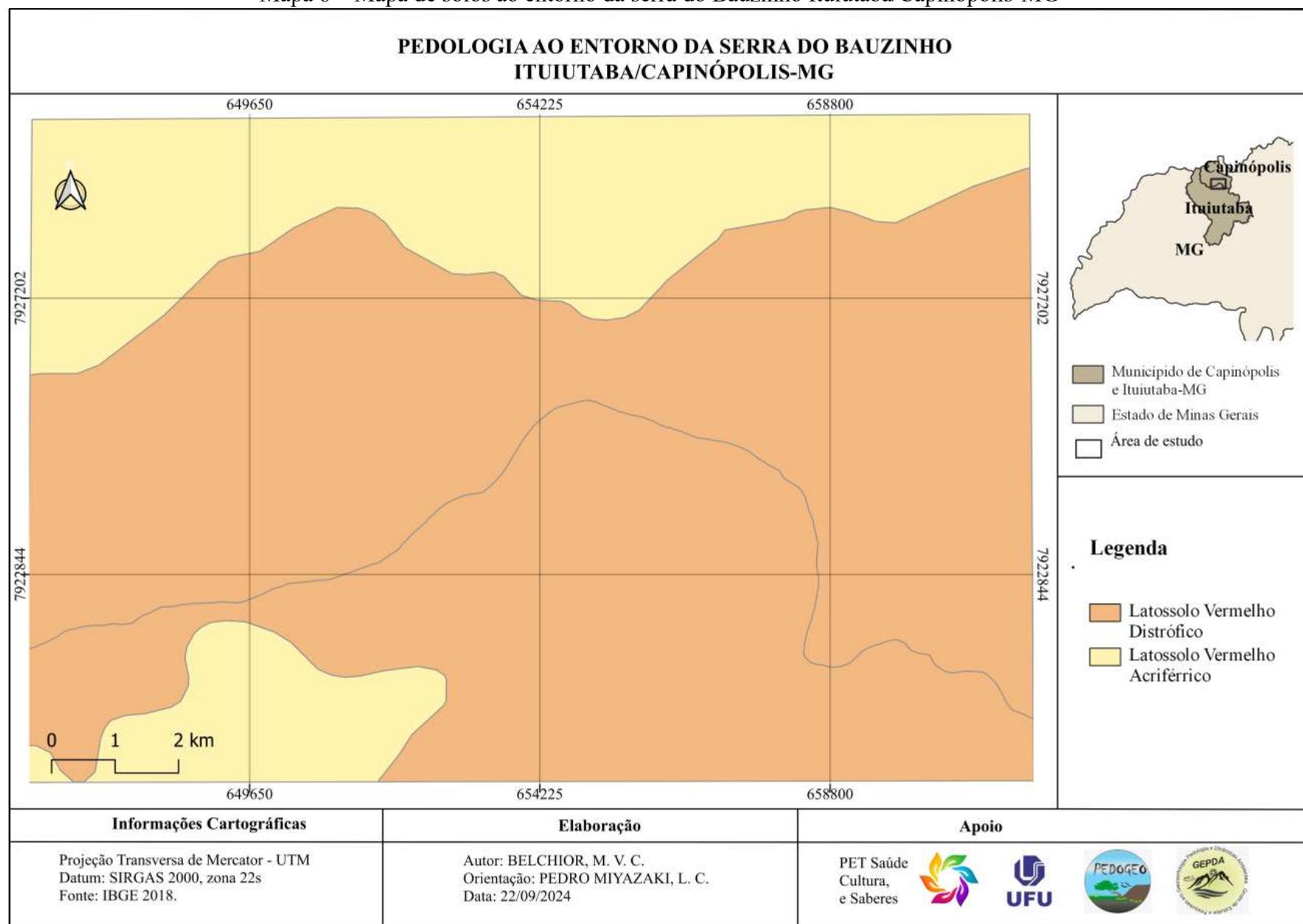
4.3. Mapeamento Pedológico

A caracterização dos solos (mapa 6) ao entorno da Serra do Bauzinho, foi baseada nos dados do IBGE (2018) com escala de 1:250.000. Indica que os solos predominantes no local são o Latossolo Vermelho Distrófico e o Latossolo Vermelho Acriférrego.

Segundo a Embrapa (1996) Os latossolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura.

Quanto aos Os latossolos vermelhos também é classificado pela Embrapa (1996) como solos de matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Mapa 6 – Mapa de solos ao entorno da serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-MG



Fonte: IBGE 2018. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

Em um estudo de erosão linear realizado por Belchior (2024), foi caracterizado que, nesta área, os horizontes e as proporções de areia, silte e argila na área de erosão em forma de ravina são variados. O horizonte Ap1 contém 18,67% de argila, 77,37% de areia e 3,96% de silte, enquanto o Ap2 apresenta 20,67% de argila, 79,08% de areia e uma fração mínima de silte, com 0,25%. Esses horizontes possuem uma textura arenosa, com teor moderado de argila e baixo de silte.

Nos horizontes Bw1, Bw2 e Bw3, característicos do B Latossólico em solos intemperizados com baixa concentração de argila em profundidade, os teores variam: o Bw1 contém 18% de argila, 79,39% de areia e 3,61% de silte; o Bw2 possui 19,33% de argila, 75,55% de areia e 5,12% de silte; e o Bw3 apresenta uma menor quantidade de argila, com 14,67%, uma alta presença de areia, com 73,36%, e o maior teor de silte entre os horizontes, com 11,97%. Os estudos do autor também indicaram que o tipo de solo predominante na área de coleta é o Latossolo Vermelho.

De acordo com Assis e Bahia (1998), a textura do solo corresponde à distribuição quantitativa das classes de tamanhos das partículas do solo, que apresentam variações nas proporções de areia, silte e argila.

A partir de um levantamento pedológico realizado por Calderano Filho et al. (2015), é possível afirmar que o solo predominante na área de estudo é o Latossolo Vermelho Escuro.

Os Latossolos vermelhos são conhecidos por sua cor intensamente avermelhada, uma característica derivada do alto conteúdo de ferro em seus óxidos, típico de materiais de origem bem drenados. Segundo a EMBRAPA (2019), esses solos são profundamente desenvolvidos e apresentam altos níveis de porosidade, variando entre 50 e 60%, o que facilita a infiltração e contribui para a boa drenagem. No entanto, Arraes, Bueno e Pissara (2010) apontam que o uso inadequado dessas terras pode intensificar o escoamento superficial, tornando-os propensos a ravinamento e, eventualmente, à formação de voçorocas extensas.

4.4. Clima

Os estudos de fragilidade são realizados levantamentos pluviométricos. Os elementos climáticos do município de Ituiutaba foram analisados por Mendes e Queiroz (2011) no período de 1987 a 2009, revelando uma média pluviométrica anual de 1432 mm. Desses, 1222 mm (85%) estão concentrados entre os meses chuvosos do primeiro e último semestres do ano, enquanto os meses de abril a setembro, correspondentes ao período seco, acumulam apenas 210,8 mm (15%) do total anual. Logo atingindo a fragilidade “médio”, conforme a tabela acima.

Segundo Sporl (2001), a intensidade pluviométrica assume grande relevância, pois "uma elevada pluviosidade anual, mas com distribuição ao longo de todo período, tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual mais reduzida que se despeja torrencialmente num determinado período do ano".

Para o clima, não foi realizado o mapeamento específico, pois utilizou-se a média de chuvas anuais. Para a adição na álgebra de mapas, criou-se um polígono com as dimensões da área de estudo, contendo sua respectiva classe de fragilidade.

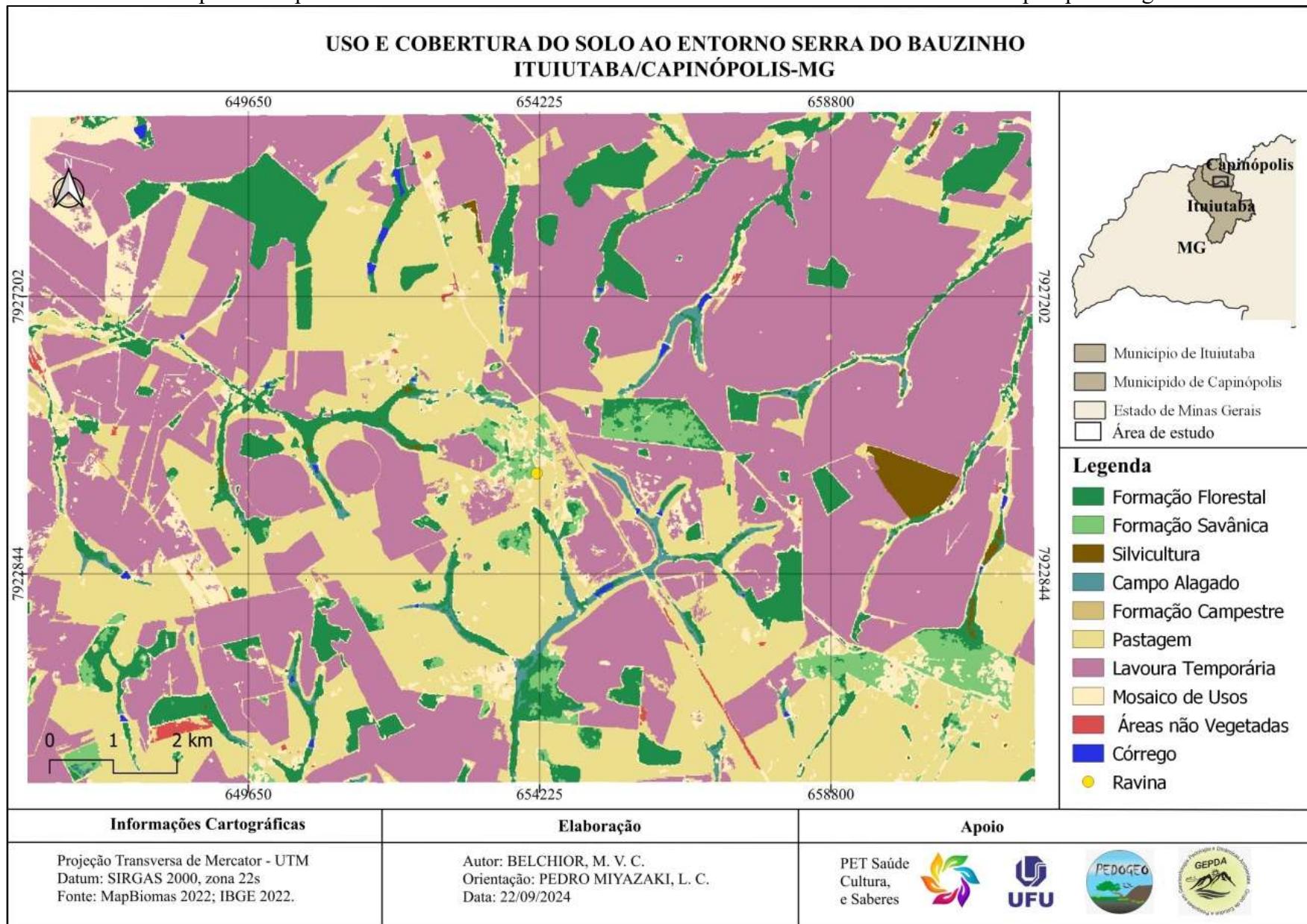
4.5. Mapeamento Uso e Cobertura do Solo

A análise do uso e cobertura do solo é de extrema importância para a determinação da fragilidade de uma área. Visto que através dos graus de proteção proposto por Ross (1994) revelam as ações antrópicas de ocupação e seus impactos nas áreas.

Segundo Rocha (1991) apud Rodrigues (1997), o reconhecimento das formas de uso da terra é essencial para o planejamento, permitindo direcionar políticas de ocupação do espaço que visem melhorar e manter as condições de vida atuais e futuras. Os dados sobre o uso da terra são considerados indispensáveis na análise de processos e problemas ambientais.

Ao analisar mapa de uso e cobertura do solo (mapa 7) da área de estudo, foram identificadas nove categorias, sendo elas: Formação Florestal, Formação Savânica, Silvicultura, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Pastagem, Lavoura Temporária, Áreas Não Vegetadas, e Córrego, que se distribuem ao longo dos 165,60 km².

Mapa 7 – Mapa de Uso e cobertura do solo ao entorno da Serra do Bauzinho Itiutaba/Capinópolis-MG



Fonte: MapBiomas 2022; IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

A análise do uso e ocupação do solo ao redor da Serra do Bauzinho revela uma predominância de lavoura temporária, que ocupa 81,13 km² (tabela 2) da área total, refletindo em sua relevância econômica. Em seguida, a pastagem é também um uso expressivo, com 48,75 km², indicativo das práticas agropecuárias da região. Conforme Nascimento (2006), a configuração do uso do solo nessas áreas está diretamente ligada ao valor econômico-social das atividades desenvolvidas, e essa organização espacial resulta em impactos ambientais, como a degradação dos recursos naturais, provocando mudanças socioambientais significativas na região.

Tabela 2 – Área total referente ao uso do solo

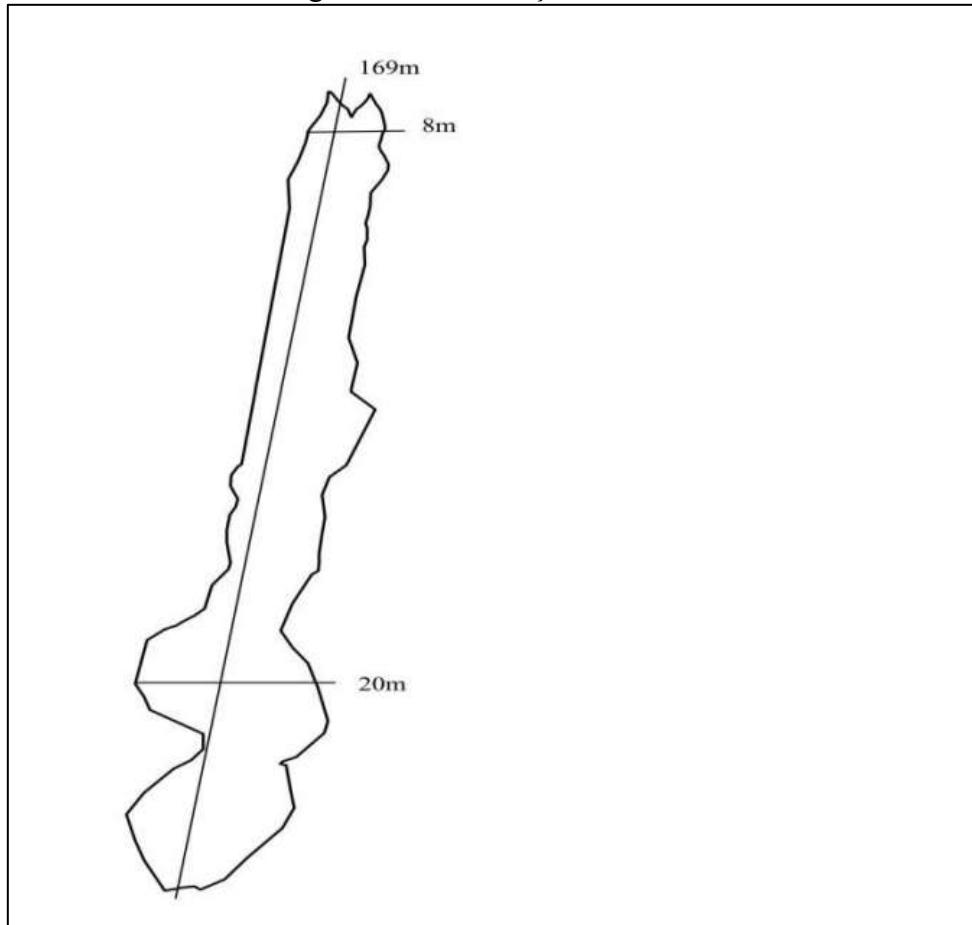
Uso e Cobertura do Solo	Área (km ²)	%
Formação Florestal	15,504	9,362
Formação Savânica	3,981	2,404
Silvicultura	1,084	0,654
Campo Alagado	1,849	1,116
Formação Campestre	0,006	0,004
Pastagem	48,751	29,439
Lavoura Temporária	81,129	48,991
Áreas Não Vegetadas	12,565	7,588
Outras Áreas Não Vegetadas	0,456	0,275
Córrego	0,277	0,167

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Na área de pastagem da área foram identificadas erosões lineares em forma de ravina, neste trabalho foi levado em consideração o conceito seguido por IPT (1986), onde é apontado que as ravinas são primariamente formadas pelo fluxo concentrado das águas de chuva, enquanto a transição para voçorocas ocorre com a exposição do lençol freático, levando à sua expansão e aprofundamento contínuos até alcançar um estado de equilíbrio dinâmico.

A ravina em questão possui 169m de comprimento e compreende uma largura variando de 8 a 20 metros (figura 5). Em sua cabeceira foi identificada o início de uma bifurcação, Bryan (1990) identifica esse processo como o quinto estágio de uma ravina, o autor também ressalta que as ravinas estão associadas a uma crescente capacidade de transporte de sedimentos, à medida que se desenvolvem.

Figura 5 – Delimitação da ravina



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Nas áreas mais largas da erosão foi possível identificar muitas pegadas de gado (figura 6), sendo assim, um indicativo de que a ramificação da ravina na área foi influenciada pela dinâmica do pisoteio desses animais de grande porte.

Figura 6 – Pisoteio do gado



A) Centro da ravina; B) pisoteio do gado na erosão
Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

O pisoteio do gado pode acarretar em compactação do solo e aceleração de processos erosivos. Segundo Karmann (2001), o pisoteio de animais resultam na diminuição de infiltração da água no solo, aumenta o escoamento superficial, ocasionando em processos erosivos e assoreamentos dos cursos d'água.

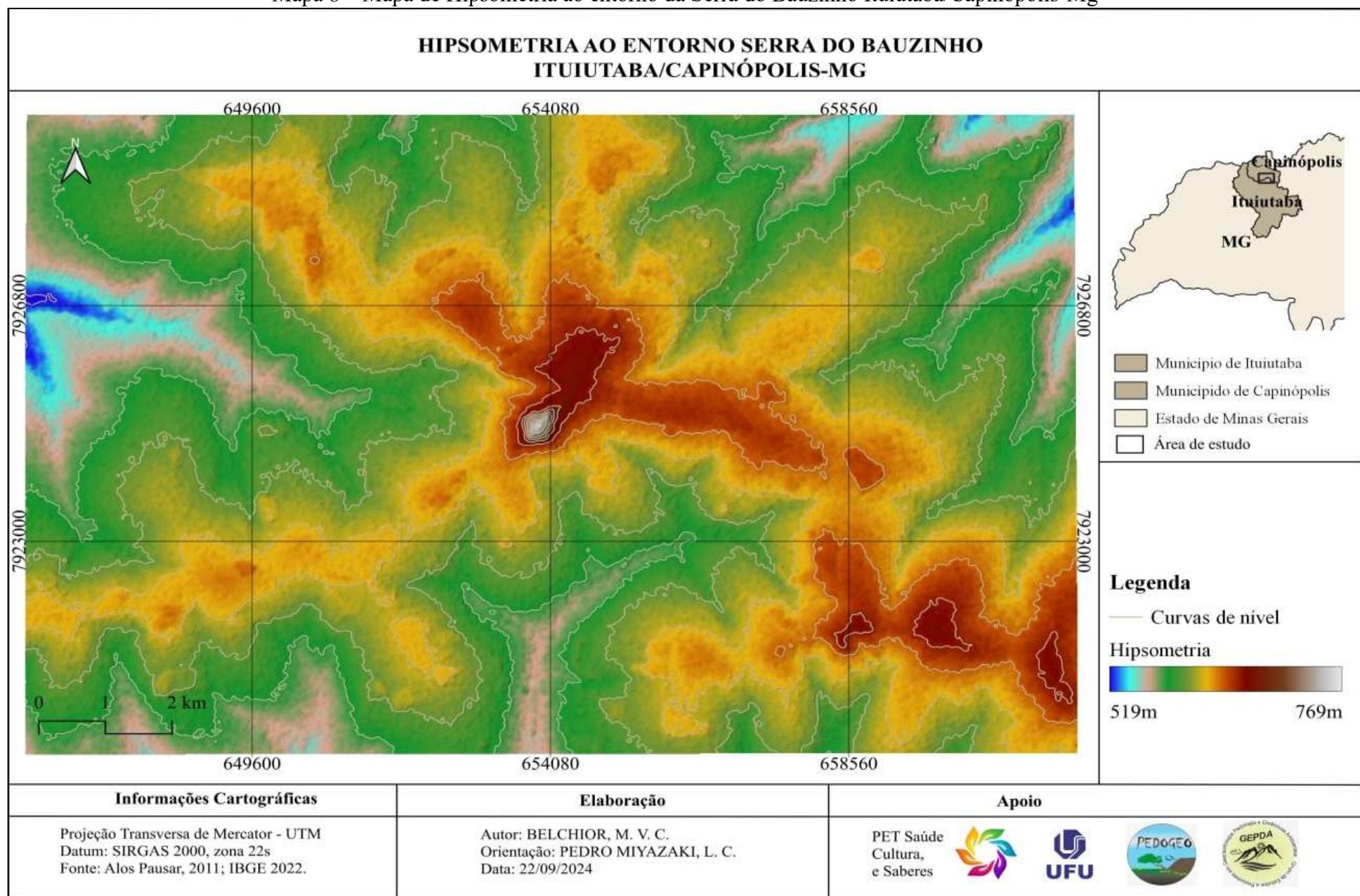
O clima da região também pode favorecer esse processo, segundo Alves (2023), as condições climáticas do município favorecem a ocorrência de processos erosivos, especialmente durante os meses chuvosos, devido à maior desagregação e à diminuição da coesão aparente do solo. Nessas circunstâncias, áreas desmatadas tendem a sofrer impactos mais intensos durante os períodos de chuva.

4.6. Mapeamento Hipsométrico

Para maior compreensão da compreensão da altimetria do relevo, foi elaborado um mapa hipsométrico (mapa 8) da área de estudo, no entanto, este não foi utilizado na álgebra de mapas para geração da fragilidade potencial e emergente.

Segundo Tamanini (2008) A carta hipsométrica desempenha um papel crucial ao permitir a análise da variação altimétrica do relevo, auxiliando na compreensão dos processos ligados à dinâmica de uso e ocupação do solo, além de contribuir para o estudo da formação de microambientes.

Mapa 8 – Mapa de Hipsometria ao entorno da Serra do Bauzinho Ituiutaba/Capinópolis-Mg



A área ao redor da Serra do Bauzinho apresenta variações de altitude que vão de 519 a 769 metros, com uma amplitude altimétrica de 250 metros. Observando o mapa hipsométrico (Figura 10), nota-se que uma grande parte da área se encontra nas faixas de altitude de 600 a 650 metros, o que representa os topos das colinas suavemente onduladas (mapa10). As áreas mais baixas, que se apresentam em tons de azul, estão localizadas primariamente no canto inferior esquerdo do mapa. Por outro lado, as altitudes mais elevadas, indicadas em vermelho e laranja, concentram-se no centro e se estendem para a direita do mapa, correspondendo às áreas de morro testemunho que formam a Serra do Bauzinho. Essas áreas que são visualmente menos extensas comparadas às demais, indicam a presença de relevos mais íngremes, com vertentes litólicas e regolíticas, o que poderia ser representado a partir de um mapeamento geomorfológico.

De acordo com Domingues Dutra e Oliveira Pereira (2018), o município de Ituiutaba, localizado na região oeste de Minas Gerais e inserido na bacia sedimentar do Paraná, é caracterizado pela presença de morros residuais. Esses morros são fundamentais como divisores das bacias hidrográficas dos rios Tijuco, Prata, São Lourenço e Paranaíba. Formados por processos sedimentares milhões de anos atrás, os morros apresentam características escarpadas e são rodeados por colinas suavemente convexas e vales rasos, o que contribui significativamente para a paisagem pitoresca da região.

5 - Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram organizados em três etapas, com as duas primeiras sendo realizadas em gabinete (escritório de pesquisa) e a última em campo. Na primeira etapa, foi conduzida uma pesquisa e revisão bibliográfica sobre os principais temas e conceitos do estudo. A segunda etapa consistiu-se na elaboração dos mapas temáticos elaborados em ambiente SIG, enquanto a terceira etapa envolveu trabalhos de campo, seguidos de atividades de gabinete para a sistematização das informações coletadas.

5.1. Pesquisa e revisão bibliográfica

A etapa inicial desta investigação envolveu a pesquisa e revisão bibliográfica, realizada por meio da ferramenta de pesquisa conhecida como Google Acadêmico. Utilizando-se palavras-chave, foram selecionados diversos artigos, livros, revistas, monografias, dissertações e teses que tratam do tema pesquisado, oferecendo suporte teórico para o desenvolvimento do estudo. Além disso, foram consultados materiais, como monografias, dissertações e teses.

Dessa forma, os principais autores utilizados neste trabalho subsidiaram a construção teórica-metodológica sobre a fragilidade ambiental e do planejamento territorial.

Ross (1994, 1995, 2006) destaca a importância do planejamento físico territorial e da análise integrada, fundamentando a fragilidade ambiental nas Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), enquanto Thorn e Welford (1994) relacionam fragilidade à propensão de modificação do relevo. Santos e Sobreira (2008) veem fragilidade como vulnerabilidade à erosão, e Ghezzi (2003) associa fragilidade à susceptibilidade de áreas a danos com limitada regeneração. Santos (1997) e Tamanini (2008) conectam fragilidade ao risco ambiental e desequilíbrios naturais, enquanto Pedro Miyazaki (2014) e Ab'Saber (1994) destacam a importância das condições físicas e a relação entre equilíbrio e ocupação. Souza (2000) e Sotchava (1976) enfatizam o papel dos geossistemas na organização espacial e inter-relação dos componentes ambientais, e Christofolletti (2001) reforça a importância de entender os processos dos geossistemas para estabilidade e uso sustentável do solo. Dessa forma, esses autores contribuíram para a compreensão do conceito de fragilidade ambiental e suas variáveis, estabelecendo uma base teórica essencial para a análise e o planejamento ambiental integrado.

A pesquisa e revisão bibliográfica desempenhou um papel essencial ao oferecer uma base para a compreensão da metodologia de Ross e dos conceitos de Unidades Ecodinâmicas de Tricart, bem como dos princípios da análise integrada da paisagem e dos processos dos geossistemas descritos por Souza e Sotchava. Além disso, explorou-se a importância de conceitos fragilidade ambiental, discutidos por autores como Santos e Ghezzi, e a relevância do planejamento ambiental em parceria com o conhecimento geomorfológico. Esse embasamento teórico contribuiu para a elaboração dos mapas temáticos e para a criação de uma ferramenta de planejamento ambiental aplicada à área de estudo.

5. 2. Trabalho de gabinete: elaboração de mapeamentos temáticos em ambiente SIG

Os mapas representam uma versão simplificada do mundo real, seja em papel ou em formato digital, utilizando símbolos e sinais apropriados. Eles são o resultado de análises e interpretações geográficas que abordam questões ambientais, humanas, sociais e econômicas, sendo sintetizados e distribuídos espacialmente. Nesse sentido, Joly (1990, p. 7) define que “um mapa é uma representação geométrica plana, simplificada e convencional, do topo ou de parte da superfície terrestre, numa relação de similitude conveniente denominada escala”.

Rodrigues (2010) explica que o processo de mapeamento envolve uma série de etapas, desde os levantamentos e observações diretas no campo até a aplicação de técnicas de representação cartográfica. Esse processo inclui também a análise de documentação, o uso da linguagem visual e se estende até as fases de interpretação, publicação e impressão final do mapa.

Os mapas podem ser elaborados com variados objetivos e finalidades, como nos casos dos mapas topográficos e temáticos. De acordo com Joly (1990), os mapas temáticos visam fornecer uma representação espacial de fenômenos localizáveis de qualquer natureza, utilizando símbolos qualitativos ou quantitativos sobre uma base de referência, geralmente mapas topográficos. Já os mapas topográficos, conforme Martinelli (2005), servem como referência básica, enquanto os mapas temáticos apresentam distribuições e padrões espaciais de fenômenos específicos.

Os mapas temáticos do município de Ituiutaba-Mg, Capinópolis-Mg, e área de estudo foram elaborados através do *software* QGIS 3.28.15. A partir do *Software*, foram elaborados os mapas de localização, hipsometria, declividade, classes de solos, unidades litoestratigráficas, mapa dos compartimentos geomorfológicos, reclassificação da fragilidade ambiental de cada mapeamento assim como proposto por Ross (1994).

É importante evidenciar que todos os mapas foram produzidos na mesma escala, senso ela 1: 123918.

5. 3. Mapas de hipsometria e declividade

O mapa de hipsometria e o mapa de declividade foram desenvolvidos no *software* QGIS, utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido a partir de imagens ALOS PALSAR, com uma resolução espacial de 12,5 metros. Para isso, foram baixados quatro arquivos de MDE, que, posteriormente, foram recortados com a camada de máscara delimitando a área de estudo e corrigidos utilizando a "caixa de ferramenta de processamento" do *software*.

O mapa hipsométrico não fez parte da álgebra de mapas para a delimitação da fragilidade, no entanto doi de extrema importância para o entendimento das formas do relevo, bem como sua altitude.

Para o mapa de hipsometria, aplicou-se a simbologia "banda simples falsa-cor" ao MDE corrigido, criando cinco classes distintas. As cores escolhidas variam das tonalidades mais frias, representando baixas altitudes, até cores mais quentes e escuras, indicando maiores altitudes.

Já para o mapa de declividade, foi utilizada a ferramenta "*declive*" no MDE corrigido para calcular a inclinação do terreno, seguida da ferramenta "*r.recode*" para adaptar os valores ao modelo de declividade conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979).

Essa classificação resultou em seis classes de declive, expressas em porcentagens, na qual as cores frias e quentes foram utilizadas para indicar variações na declividade da área.

O mapa de hipsometria e o de declividade desempenharam um papel fundamental na pesquisa, pois permitiram uma análise detalhada dos dados altimétricos e de inclinação do terreno, além de possibilitar uma interpretação de aspectos importantes do relevo, expressos por exemplos em mapas geomorfológicos.

Para a declividade proposta por Ross (1994), foi realizada uma reclassificação do modelo usando a ferramenta "reclassificar por tabela." As classes de declividade da EMBRAPA (1979) foram reclassificadas nas categorias Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte, associando os valores 1, 2, 3, 4 e 5, onde 1 representa o grau mais fraco e 5 o mais forte.

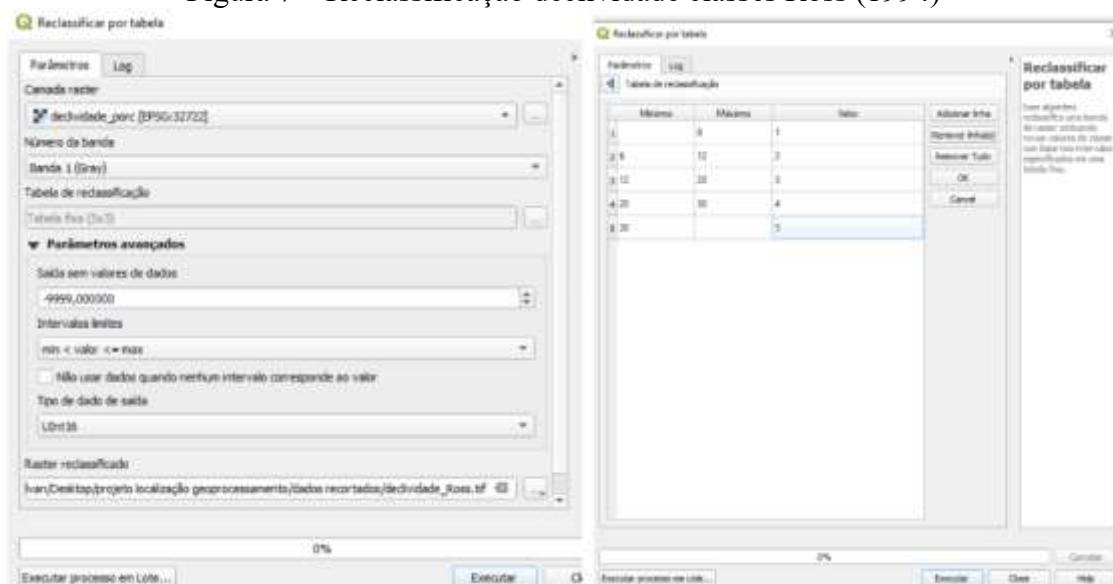
Tabela 4 – Fragilidade das classes de declividade dos tipos de solos Ross

Classes	%
Muito Fraca	até 6%
Fraca	de 6 a 12%
Média	de 12 a 20%
Forte	de 20 a 30%
Muito Forte	acima de 30%

Fonte: ROSS (1994). Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Para a reclassificação do mapa de declividade, seguindo as classes propostas por Ross (1994), utilizou-se a ferramenta “Reclassificar por Tabela” (figura 7). Nessa etapa, foram associadas as seguintes classes aos respectivos valores: Muito Fraca (1), Fraca (2), Média (3), Forte (4) e Muito Forte (5).

Figura 7 – Reclassificação declividade classes Ross (1994)



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

O mapa de declividade foi o único submetido ao processo de reclassificação, por ser derivado de um raster de modelo digital de elevação. Para os demais mapas, descritos nos subtópicos abaixo, utilizou-se a ferramenta "Novo Campo" na tabela de atributos, permitindo a inserção das classes de fragilidade e dos graus de proteção.

5.4. Mapa de solo e unidades litoestratigráficas

O mapa de solo e o mapa de unidades litoestratigráficas foram desenvolvidos no programa QGIS, com base em dados cartográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o mapa solo e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para as

unidades litoestratigráficas. Assim, foi feito o *download* das respectivas bases cartográficas. Esses mapas foram essenciais para a pesquisa, pois permitiram compreender a distribuição das classes de fragilidade com base nos tipos de solo presentes na área de estudo, conforme o modelo proposto por Ross (1994).

Para delimitar as classes de fragilidade do solo, foi necessário acessar a tabela de atributos, criar um novo campo e, de acordo com o tipo de solo identificado na área, atribuir o grau de fragilidade correspondente. Em seguida, os dados vetoriais foram convertidos para o formato *raster*, permitindo o uso de álgebra de mapas para a análise final.

Tabela 5 – Classes de fragilidade dos tipos de solos Ross

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1 muito baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro ou Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo
3 média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra roxa
4 forte	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e Cambissolos
5 muito forte	Podzolizados com cascalhos, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: ROSS (1994). Org.. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Para o mapa de solos foi criado um vetor referente ao tamanho da área de estudo, e na tabela de atributos adicionado o peso da fragilidade 1 – muito baixo (figura 8).

Figura 8 – edição das classes de solos com os valores de fragilidade



	id	legenda	ordem	fragilidad
1	87746	LVd - Latossolo ...	LATOSSOLO	1
2	87746	LVd - Latossolo ...	LATOSSOLO	1
3	87602	LVwf - Latossol...	LATOSSOLO	1
4	87602	LVwf - Latossol...	LATOSSOLO	1

Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Posteriormente a esse processo, o vetor foi convertido a *raster*, para que posteriormente pudesse ser adicionado a álgebra de mapas pela calculadora raster.

5.5. Mapeamento dos compartimentos geomorfológicos

O mapeamento dos compartimentos geomorfológicos realizado neste estudo utilizou a técnica de estereoscopia digital combinada com o método do anáglifo, além da interpretação de imagens, no qual seguiu três etapas principais.

Na primeira etapa, imagens de satélite foram configuradas e capturadas no programa Google Earth Pró. Na segunda, o anáglifo foi preparado com o *software Stereo PhotoMaker*, e, por fim, na terceira etapa, o anáglifo foi interpretado e os compartimentos geomorfológicos foram digitalizados no QGIS 3.22.8 Białowieża.

A metodologia segue as diretrizes propostas nos estudos de Oliveira (2019), Pedro Miyazaki (2017), Pedro Miyazaki e Oliveira (2020) e Venceslau (2020), destacando-se por ser de baixo custo e acessível, permitindo o uso de imagens de alta resolução e promovendo a divulgação de programas comumente subutilizados em análises geomorfológicas. Inicialmente, pares estereoscópicos da área foram obtidos no Google Earth Pró. Para isso, o *software* foi configurado para salvar pares de imagens de uma mesma área, mas com pontos de vista ligeiramente deslocados à direita e à esquerda, mantendo a altitude do ponto de visão.

Com o uso do *Stereo PhotoMaker*, os pares de imagens foram sobrepostos e ajustados, gerando um anáglifo em 3D com falsa cor em vermelho e azul. Em seguida, o *software QGIS* foi empregado para georreferenciar os anáglifos, utilizando imagens do Google Satélite como base, por meio da ferramenta *Basemaps*. Com o auxílio de óculos anáglifo 3D (com lentes azul e vermelha), foi possível observar a área de estudo em três dimensões, permitindo uma interpretação precisa do relevo a partir das chaves de interpretação e a delimitação dos compartimentos geomorfológicos da área de estudo.

Após a delimitação das áreas das vertentes e topos, foi acrescentado o nível de fragilidade de cada uma, utilizando a tabela de atributos para criar um novo campo e inserção das informações, por fim, os vetores foram convertidos em *raster* permitindo o uso de álgebra de mapas para a análise final.

Tabela 6 – Classes de fragilidade das feições geomorfológicas

Feição Geomorfológica	Nível de Fragilidade
Topos	1 - Muito Baixo
Topos Tabuliforme	4 - Alto
Vertentes Convexas	3 - Médio
Vertentes Retilíneas	4 - Alto
Vertentes Côncavas	5 - Muito Alto
Vertentes Regolíticas	5 -Muito Alto
Vertentes	
Litoestratigráficas	5 -Muito Alto

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

O mapa dos compartimentos geomorfológicos também seguiu o mesmo caminho do mapa de solos. Para a aplicação da fragilidade, foi necessário que na tabela de atributo do vetor fosse adicionado um “novo campo” com as determinadas classes de fragilidade (figura 9).

Figura 9 – Edição das Classes de fragilidade das feições geomorfológicas

topos_suave_ondulados — Total de feições: 10, Filtrado: 10, Selecionad

	id	topos_ondu	FRAGILIDAD
1	1	TOPOS_ONDULAS	1
2	7	RAMPAS_COLUV	3
3	2	CONVEXA	3
4	4	RETIILINEA	4
5	7	RAMPAS_COLUV	4
6	8	VERTENTE_RAMPASCOLU	4
7	5	TOPO_TABULI	5
8	9	VERTENTES_LITOESTA	5
9	10	VERTENTES_REGOLITICA	5
10	3	CONCAVA	5

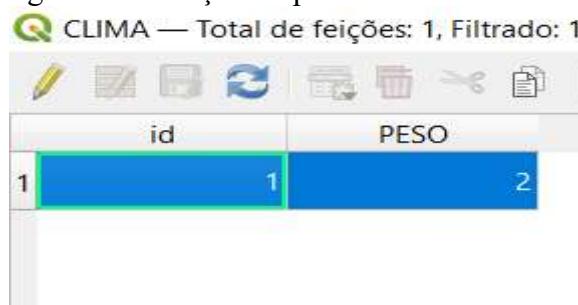
Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Após esse processo, o mapa foi convertido para o formato *raster* utilizando a ferramenta "Converter para Raster". Essa conversão permitiu sua inclusão na álgebra de mapas *raster*, realizada por meio da calculadora raster.

5.6. Reclassificação clima

Como o clima da área de estudo foi classificado com uma única classe de fragilidade, bastou criar um polígono referente ao tamanho da área de estudo, adicionado um “novo campo” na tabela de atributos e atribuído o grau de fragilidade referente a área (médio).

Figura 10 – Edição do peso referente ao clima



CLIMA — Total de feições: 1, Filtrado: 1	
	PESO
1	2

Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Com a classe de fragilidade atribuída, o vetor foi convertido em raster para junção na álgebra de *raster*.

5.7. Mapa de uso e cobertura da terra

Para a produção do mapa de uso e cobertura da terra, foi utilizado dados do projeto MapBiomas em parceria com o satélite Sentinel com resolução de 12,5 referentes ao ano de 2022.

No programa, foi realizado o recorte pela ferramenta “camada máscara” que delimita a área de estudo, e realizado a reclassificação de acordo com a tabela Códigos das classes da legenda da Coleção 9 do MapBiomas Brasil.

Posteriormente foi adicionado informações referentes as classes de proteção (tabela 5) e aplicação da equação em *raster*.

Tabela 7 – Graus de proteção por cobertura vegetal

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA VEGETAL
1	Florestas/Matas naturais, Florestas cultivadas com biodiversidade
2	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária Cerrado Denso, Capoeira Densa). Mata Homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau

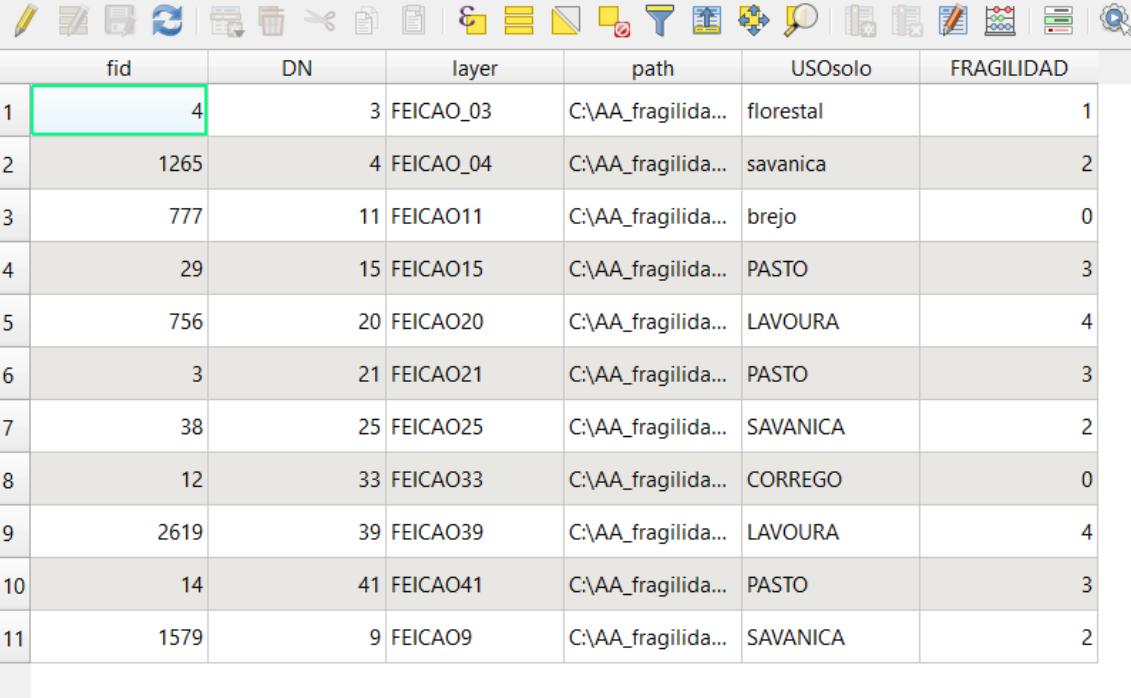
3	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
4	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
5	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: ROSS (1994). Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

O mapa de uso e cobertura também passou pelo processo de adição dos pesos de fragilidade referente a seus graus de proteção (tabela 5).

Figura 11 – Edição dos graus de proteção

USO_ocupa_shp — Total de feições: 11, Filtrado: 11, Selecionado: 0



	fid	DN	layer	path	USOsolo	FRAGILIDAD
1	4	3	FEICAO_03	C:\AA_fragilida...	florestal	1
2	1265	4	FEICAO_04	C:\AA_fragilida...	savanica	2
3	777	11	FEICAO11	C:\AA_fragilida...	brejo	0
4	29	15	FEICAO15	C:\AA_fragilida...	PASTO	3
5	756	20	FEICAO20	C:\AA_fragilida...	LAVOURA	4
6	3	21	FEICAO21	C:\AA_fragilida...	PASTO	3
7	38	25	FEICAO25	C:\AA_fragilida...	SAVANICA	2
8	12	33	FEICAO33	C:\AA_fragilida...	CORREGO	0
9	2619	39	FEICAO39	C:\AA_fragilida...	LAVOURA	4
10	14	41	FEICAO41	C:\AA_fragilida...	PASTO	3
11	1579	9	FEICAO9	C:\AA_fragilida...	SAVANICA	2

Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

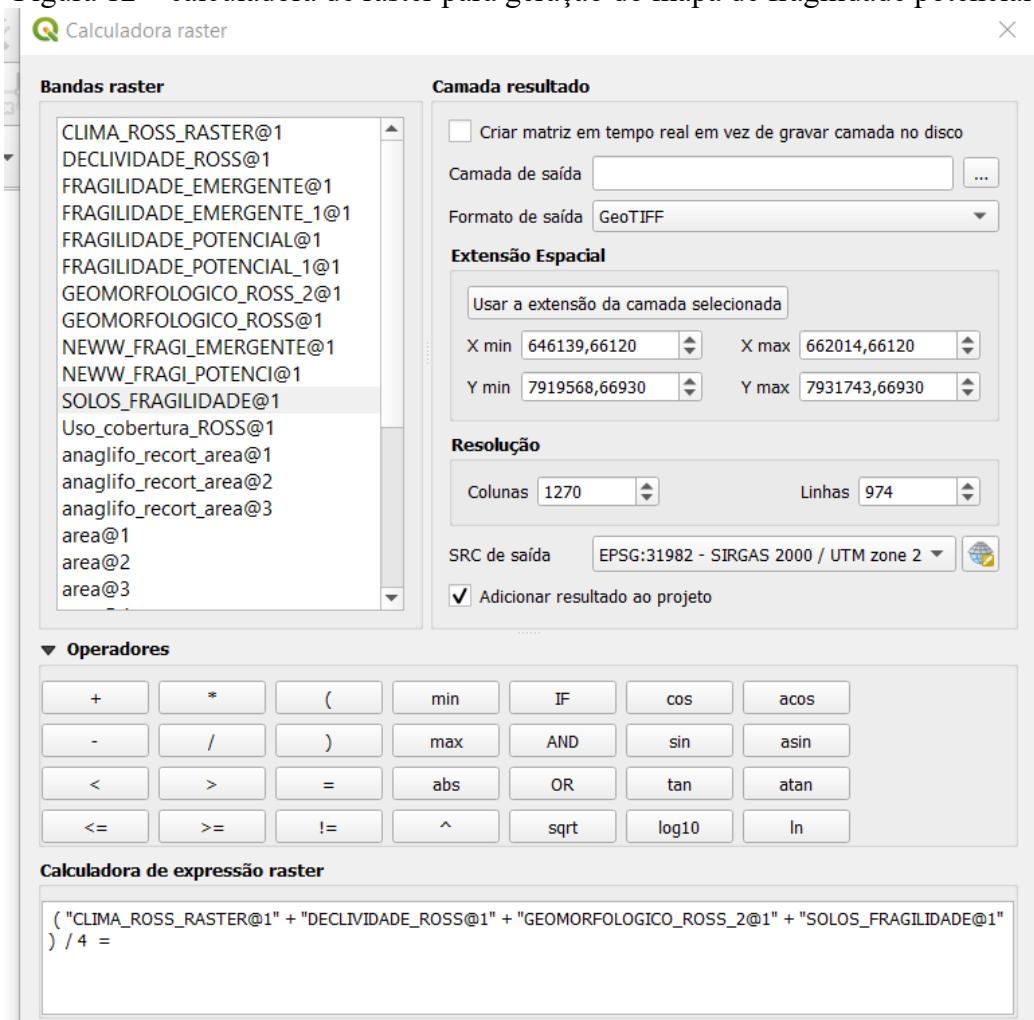
Com os campos referentes aos graus de proteção adicionados, o vetor foi convertido em raster para que pudesse se juntar a álgebra de raster.

5.8. Integração dos planos de informação

A fragilidade ambiental potencial foi obtida a partir da álgebra de *raster* entre os Planos de informação referentes ao solo, declividade, compartimentos geomorfológicos, e níveis de compartimentos pluviométricos.

Solos + Declividade + Compartimentos Geomorfológicos + Níveis Pluviométricos / 4 = Fragilidade Potencial (figura 12)

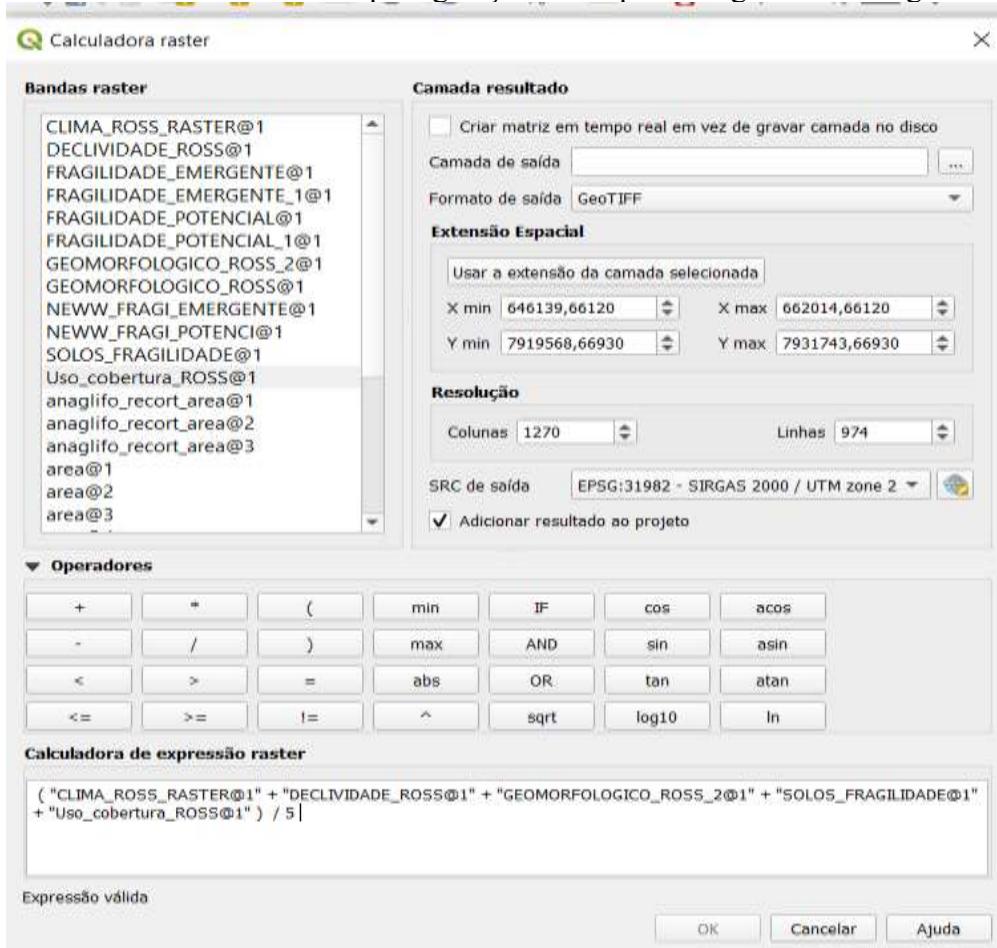
Figura 12 – calculadora de raster para geração do mapa de fragilidade potencial



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Já a fragilidade emergente foi adicionada a soma o fator uso e cobertura do solo e dividido por cinco na calculadora de *raster*, assim, integrando os agentes antrópicos ao estudo.

Figura 13 – calculadora de raster para geração do mapa de fragilidade emergente



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Assim foi gerado o mapa de fragilidade emergente, com a adição do uso e cobertura da terra.

Quando Ross (1994) desenvolveu sua proposta metodológica, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) no Brasil era ainda muito limitado. Naquele período, a correlação entre mapas temáticos era realizada de forma manual e exigia um trabalho minucioso com o uso de mesas de luz e desenhos sobre papel vegetal. Atualmente, com o avanço dos SIGs, os mapas de fragilidade ambiental são gerados por meio de análises multicriteriais, como o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Esse método envolve quatro etapas: a) seleção das variáveis ambientais que influenciam determinado processo; b) atribuição de pesos para quantificar a importância

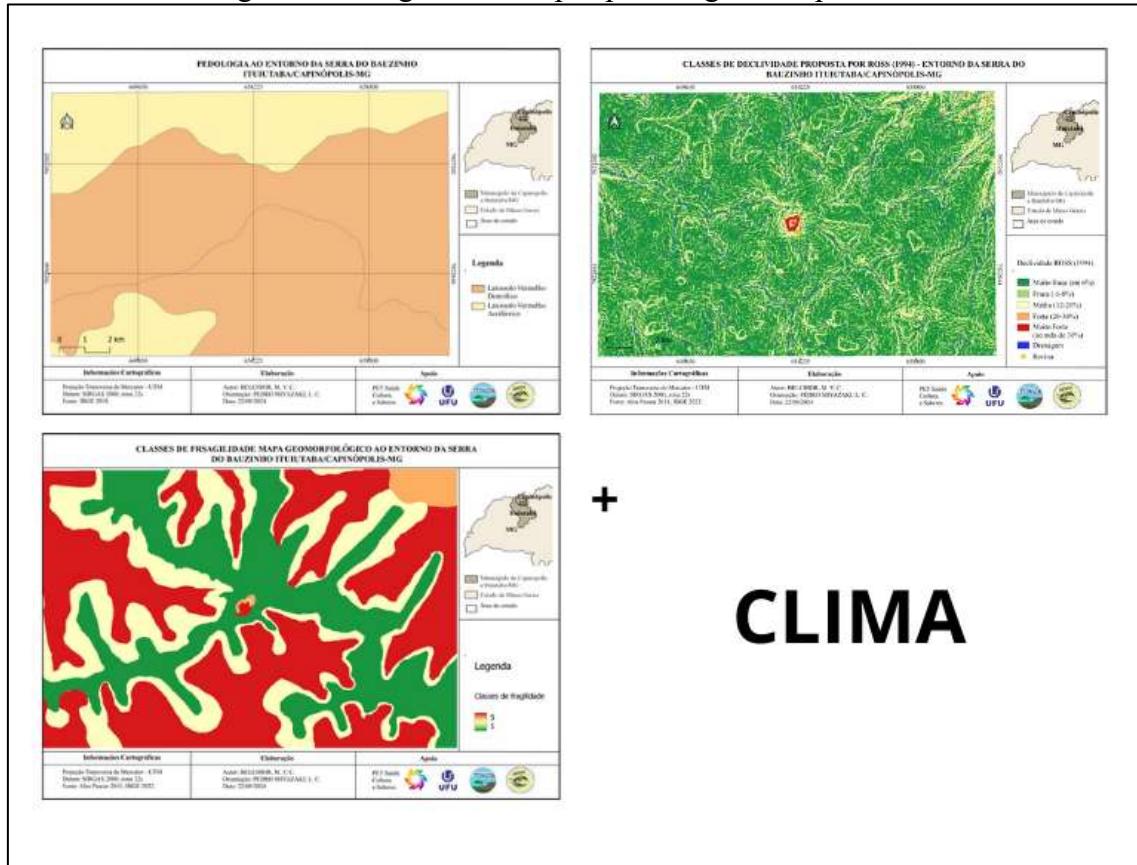
relativa de cada variável; c) normalização dos dados, transformando-os em uma escala de referência (por exemplo, valores de 1 a 5); e d) agregação dos valores para sintetizar a fragilidade ambiental.

6 - FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL E EMERGENTE DA ÁREA DE ESTUDO

A partir desse ponto, trabalhou-se com a fragilidade ambiental potencial e emergente da área de estudo, utilizando a álgebra de mapas apresentados no item 4, que foram reclassificados conforme a proposta metodológica estabelecida por Ross (1994).

A imagem abaixo é referente aos mapas reclassificados a partir das classes propostas na metodologia adotada para este estudo.

Figura 14 – Álgebra de mapas para fragilidade potencial



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

Na tabela abaixo (tabela 6) é possível compreender as classes de fragilidade para determinados tipos de solo. A partir do mapeamento realizado (mapa 6) foi possível determinar a fragilidade, sendo ela “1 – muito baixa”.

Tabela 8 – Classes de fragilidade dos tipos de solos Ross

CLASSE DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1 muito baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro ou Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo
3 média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra roxa
4 forte	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e Cambissolos
5 muito forte	Podzolizados com cascalhos, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: ROSS (1994). Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Já a declividade com as classes propostas na metodologia foi possível identificar que o relevo destaca uma predominância de áreas com inclinação muito fraca (tabela 7), que ocupa aproximadamente 92 km² do território, seguido por terrenos de inclinação fraca, com cerca de 166 km², indicando que a maior parte da área apresenta baixa inclinação. Em contraste, as áreas de declividade média cobrem aproximadamente 15 km², sinalizando uma transição para inclinações mais acentuadas, embora ainda moderadas. As áreas com declividades mais elevadas, classificadas como fortes (entre 20% e 30%) e muito fortes (acima de 30%), são menores, ocupando apenas frações mínimas do território, em torno de 1 km² e 0,4 km², sendo referentes ao relevo residual Serra do Bauzinho.

Tabela 9 – Fragilidade das classes de declividade dos tipos de solos Ross

Classes	%	Área (Km ²)
Muito Fraca	até 6%	92,40 km ²
Fraca	de 6 a 12%	166,37 km ²
Média	de 12 a 20%	15,71 km ²
Forte	de 20 a 30%	1,13 km ²
Muito Forte	acima de 30%	0,40 km ²
Total		165,633 km ²

Fonte: ROSS (1994). Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

O mapa dos compartimentos geomorfológicos também foi reclassificado seguindo os padrões da tabela abaixo (tabela 08)

Tabela 10 – Classes de fragilidade das feições geomorfológicas km²

Feição Geomorfológica	Nível de Fragilidade	km ²
Topos	1 - Muito Baixo	47,80 km ²
Vertentes Convexas	3 - Médio	43,59 km ²
Topos Tabuliforme	4 - Alto	3,51 km ²
Vertentes Retilíneas		
Vertentes Côncavas		
Vertentes Regolíticas	5 - Muito Alto	70,11 km ²
Vertentes Litoestratigráficas		

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

As vertentes do domínio dos topos tabuliforme, regolíticas, e litólicas (tabela 08) foram reclassificadas como alto devido o grau de declividade ser maior que 30%.

A análise das classes de fragilidade das feições geomorfológicas na área de estudo revela uma distribuição variada das áreas em relação aos diferentes níveis de fragilidade. Os topos apresentam o menor nível de fragilidade, classificado como "Muito Baixo", com uma área significativa de 47,80 km², indicando estabilidade relativa. As vertentes convexas foram classificadas como de fragilidade "Média", abrangendo 43,59 km², evidenciando uma transição entre áreas mais estáveis e instáveis. Os topos tabuliformes, devido à sua configuração específica, mostram fragilidade "Alta", ocupando uma área de 3,51 km², sendo a menor área registrada na análise. Por outro lado, as vertentes côncavas apresentam o maior nível de fragilidade, classificado como "Muito Alto", com 70,11 km²,

Já o clima foi considerado a média anual para determinação do nível de fragilidade proposta por Ross (1994) tabela abaixo

Tabela 11 – Nível de fragilidade dos comportamentos pluviométricos

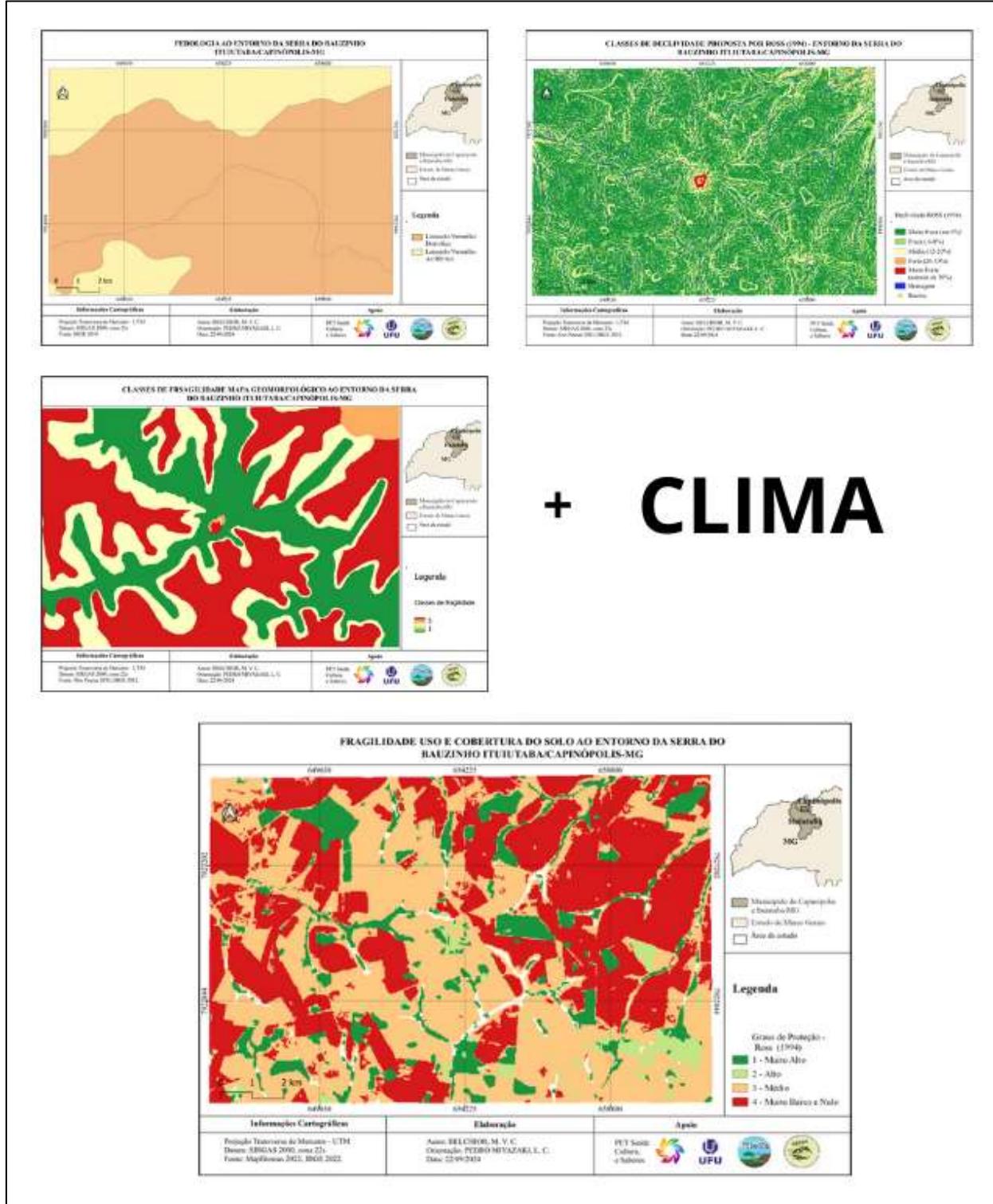
Características pluviométricas	Nível de Fragilidade
Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano.	Muito baixo
Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.	Baixo
Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.	Médio
Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas.	Alto
Situação pluviométrica com distribuição regular ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semi-árido).	Muito alto

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Os elementos climáticos do município de Ituiutaba foram analisados por Mendes e Queiroz (2011) no período de 1987 a 2009, revelando uma média pluviométrica anual de 1432 mm. Desses, 1222 mm (85%) estão concentrados entre os meses chuvosos do primeiro e último semestres do ano, enquanto os meses de abril a setembro, correspondentes ao período seco, acumulam apenas 210,8 mm (15%) do total anual. Logo atingindo a fragilidade "médio", conforme a tabela acima.

O mapeamento de uso e cobertura do solo foi utilizado na álgebra de mapas (figura 15) para adicionar o fator antrópico, ou seja, a fragilidade emergente na área de estudo.

Figura 15 – Álgebra de mapas para fragilidade emergente



Fonte: BELCHIOR, M. V. C. 2024

A partir dos graus de proteção estabelecidos por Ross (1994) representados na (tabela 10), foi possível gerar o mapa de fragilidade do uso e cobertura do solo.

Tabela 12 – Graus de proteção por cobertura vegetal

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA VEGETAL
1	Florestas/Matas naturais, Florestas cultivadas com biodiversidade
2	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária Cerrado Denso, Capoeira Densa). Mata Homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau
3	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
4	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas) culturas de ciclo curto arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
5	Áreas desmatadas e queimadas re-centemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: ROSS (1994). Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

Segundo Sporl (2001), as áreas cobertas por mata apresentam alta proteção contra o impacto das chuvas, enquanto as de reflorestamento oferecem proteção elevada, mas ligeiramente inferior. Ambas mantêm os solos em equilíbrio, sendo classificadas como de fragilidade potencial devido à possibilidade de intervenções humanas. Em contrapartida, pastagens proporcionam proteção moderada, enquanto culturas de ciclo curto, cana-de-açúcar e café oferecem baixa proteção, resultando em fragilidade emergente, já que esses usos da terra tendem a desestabilizar o equilíbrio dinâmico dos solos.

Na área de estudo, os graus de proteção definidos por Ross (1994) revelam diferentes níveis de uso e conservação. No grau baixo de proteção, correspondente ao nível 4, as culturas de ciclo longo de baixa densidade, caracterizadas como lavouras temporárias, ocupam cerca de 73,40 km², representando aproximadamente 45,07% da área total, indicando um uso intensivo, porém de menor conservação ambiental. Já o grau de proteção médio, classificado como nível 3, é representado pelo cultivo de ciclo longo em curvas de nível, configurando áreas de pastagem que abrangem cerca de 66,43 km², o que corresponde a aproximadamente 40,80% da área total. Esses graus refletem o equilíbrio entre as áreas de produção e os níveis de proteção ambiental na região, evidenciando uma diversidade de práticas agrícolas e de conservação.

6.1. Fragilidade Ambiental Potencial

A fragilidade potencial (mapa 09) foi obtida a partir da álgebra de mapas entre os Planos de informação referentes ao solo, declividade, compartimentos geomorfológicos, e níveis de compartimentos pluviométricos.

Solos + Declividade + Compartimentos Geomorfológicos + Níveis Pluviométricos / 4 = Fragilidade Potencial.

Neste subcapítulo foi trabalhado a fragilidade ambiental potencial e emergente, inicialmente optou-se por conceituar ambas de acordo com autores citados abaixo, e posteriormente trabalha-las na área de estudo.

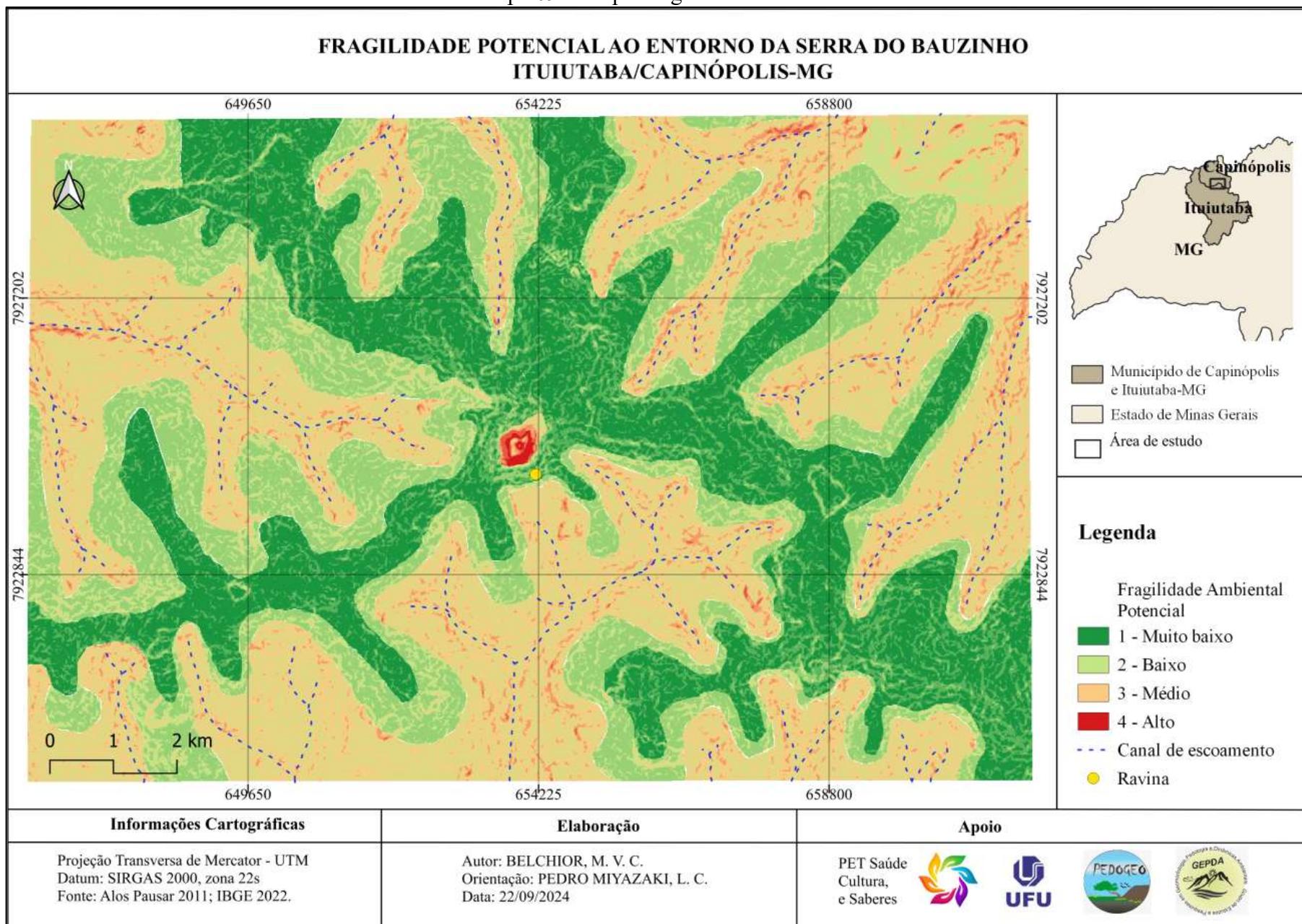
A fragilidade potencial descarta os fatores antrópicos, como uso e cobertura do solo, entre outros. Os mapas de fragilidade emergente de 1980 e de 1998 são produtos da correlação ou comparação entre os mapas de fragilidade potencial com o mapa de uso, conforme Ross (1994). As imagens resultantes indicam áreas com grau de proteção de muito alta a muito baixa.

A fragilidade emergente mostra o grau de proteção que a cobertura vegetal existente está proporcionando as determinadas áreas, que em função do potencial indicado pela fragilidade potencial deve ser maior ou menor para manter o equilíbrio, favorecendo a qualidade da água e do solo. (ROSS, 1994).

Spörl e Ross (2004) destacam a importância de determinar a fragilidade dos ambientes naturais antes de sua exploração, de modo a identificar os impactos e suas possíveis consequências, fornecendo uma base essencial para o planejamento ambiental. Esse processo contribui para a definição de ações a serem implementadas e apoia o zoneamento e a gestão do território ocupado.

Spörl (2007) discute que a fragilidade potencial é característica de áreas onde o equilíbrio ambiental permanece intacto devido à ausência de interferências humanas significativas, sendo os processos naturais como o intemperismo físico-químico os principais agentes de modificação. Por outro lado, a fragilidade emergente decorre diretamente das práticas de uso da terra, que induzem desestabilização no equilíbrio dinâmico da paisagem.

Mapa 09 – Mapa Fragilidade Potencial



Quadro 2 - Graus de fragilidade atribuídos para cada componente das variáveis consideradas.

Elementos das forma de relevo	Classes de Declividades (%)	Tipos de Solo	Precipitação	Classes de Uso e Cobertura da Terra	Nível de fragilidade
Topos	até 6%	Latossolo-vermelho		Formação Florestal	Muito Baixo
-	De 6% a 12%	-	-	Formação savanica	Baixo
Vertentes Convexas	De 12% a 20%	-	Média anual 1432 mm	Pastagem	Médio
Vertentes Retilíneas Topos tabuliforme	De 20% a 30%	-	-	Lavouras temporárias	Alto
Vertentes Côncavas Vertentes Regolíticas Vertentes Litoestratigráficas	Acima de 30%	-	-	-	Muito Alto

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

A análise do mapa de Fragilidade Potencial, em conjunto com as informações do quadro um, permitiu identificar o grau de fragilidade na área de estudo. As vertentes côncavas apresentaram um grau de fragilidade muito alta, assim como as vertentes regolíticas e litoestratigráficas, influenciadas pela declividade superior a 30%.

As vertentes retilíneas, declividade de 20% até 30%, e áreas de topos tabuliformes estão caracterizadas como uma fragilidade “alta”, declividades de 6% a 12% possuindo uma baixa fragilidade, e áreas de topo (divisores de água), declividade até 6%, e latossolo vermelho possuindo um grau muito baixo.

As áreas de topo, declividade de até 6%, latossolo Vermelho, apresentam um grau de fragilidade muito baixo. Em seguida, as declividades de 6% a 12% possuem uma fragilidade classificada como baixa. Áreas de topos tabuliformes e vertentes retilíneas, com declividades de 20% a 30%, exibem uma fragilidade alta. Por fim, as vertentes côncavas, assim como as vertentes regolíticas e litólicas com declividades acima de 30%, são caracterizadas por um grau de fragilidade muito alto, evidenciando uma maior fragilidade nessas porções do relevo.

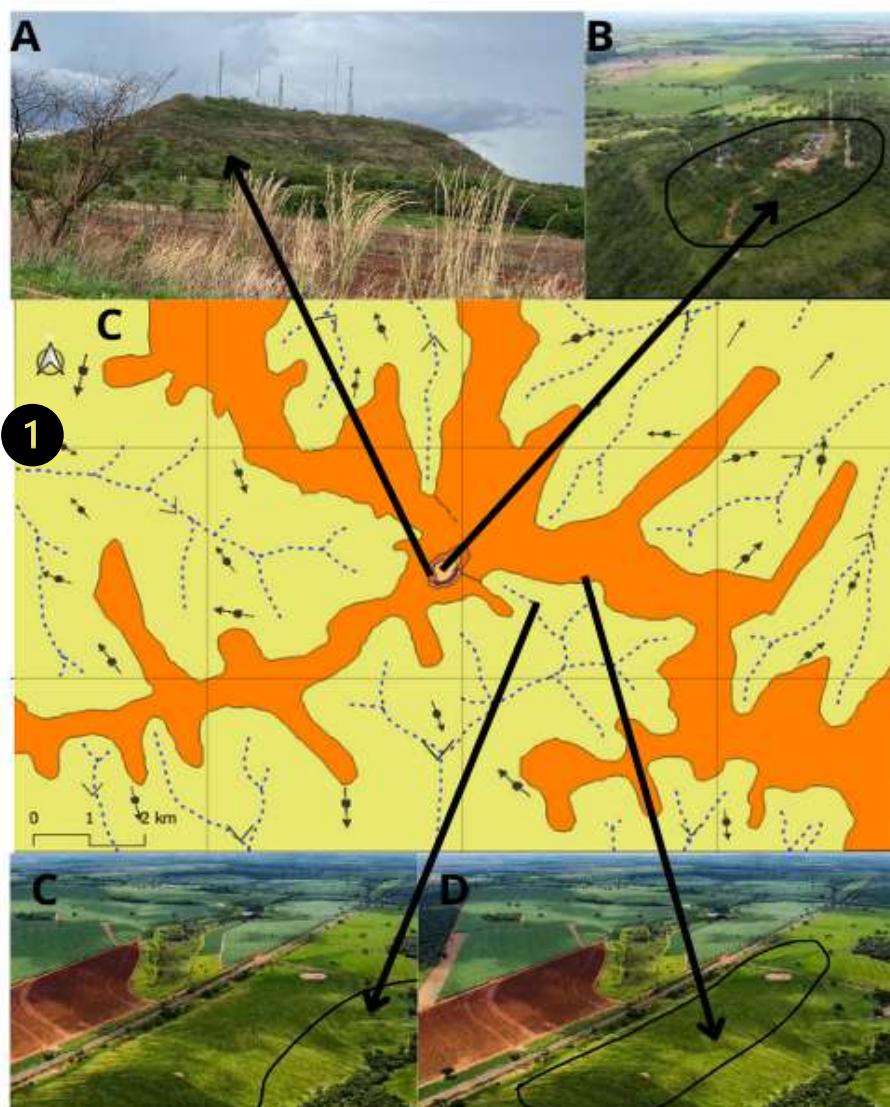
A importância de considerar as vertentes em estudos de fragilidade ambiental é evidente, tornando o mapeamento geomorfológico um recurso essencial para a elaboração de um Mapa de Fragilidade. Para estudos com maior nível de detalhe (como em escalas

de 1:25.000, 1:10.000 e 1:5.000), Ross (1994) recomenda o uso de informações sobre as formas de vertentes e classes de declividade.

Em contrapartida, para escalas médias e pequenas (1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 ou 1:500.000), utilizam-se os padrões e formas de relevo associados aos índices de dissecação, conforme indicado no Quadro 1. Esses procedimentos, definidos por Ross (1990 e 1992), fundamentam a abordagem teórica e técnica para o mapeamento geomorfológico e a análise genética, baseando-se em uma classificação taxonômica do relevo.

A imagem abaixo (figura 16) contém áreas representativas das vertentes de acordo com o mapeamento geomorfológico.

Figura 16 – Síntese da paisagem geomorfológica



A: relevo residual; B: topo do relevo residual; C vertente côncava; D Topo de colina suave ondulada; 1: compartimentos geomorfológicos.

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

A área de estudo possui topos mais estreitos, porém chapados, situados em sua parte mais elevada, são típicos dos relevos tabuliformes. Além disso, vinculados ao domínio dos topos encontram-se os divisores de águas (D) sendo denominado como “uma linha separadora de águas pluviais” (Guerra, 1993, p. 139).

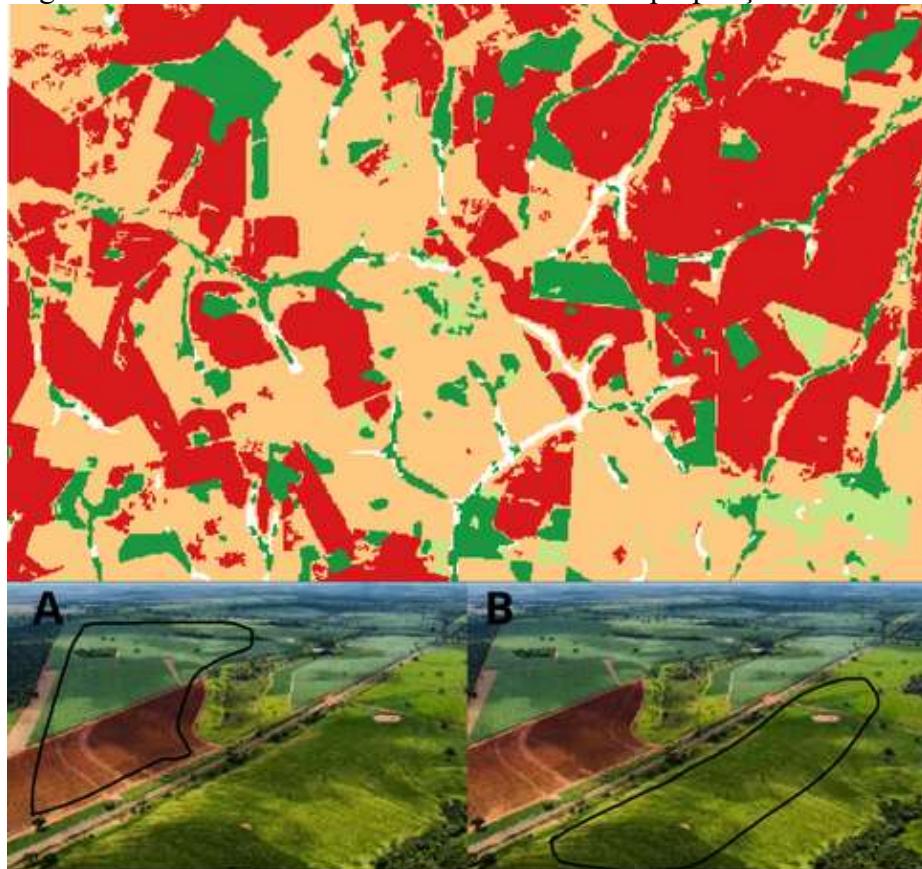
As vertentes côncavas (C) propiciam a concentração de águas superficiais que escoam pela vertente. Assim, essas vertentes possuem como característica morfológica o embaciamento. Estas morfologias podem estar associadas às cabeceiras de drenagem Pedro Miyazaki (2014).

Tal relação só foi possível porque optou-se por utilizar o mapeamento geomorfológico, assim quantificando as classes de fragilidade das vertentes.

6.2. Fragilidade Ambiental Emergente

Entender o uso e cobertura do solo é um fator fundamental na definição da fragilidade ambiental emergente. Os processos de ocupação na área são em sua maioria lavouras temporárias e áreas de pastagem para subsidiar a criação do gado (figura 17).

Figura 17 – Síntese do uso e cobertura do solo e apropriação do relevo



A; lavoura temporária; B área de pastagem

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

A partir da imagem é considerável que a maior parte da vegetação nativa se encontra próxima a uma lavoura temporária. O que pode indicar em uma exigência de permanência das APP.

Tanto as áreas de pastagem, quando as áreas destinadas aos cultivos em lavouras temporárias exercem um papel de grande influência na fragilidade ambiental emergente (tabela 11).

Tabela 13 – relação graus de fragilidade e ocupação do relevo

Frágilidade	Declividade	km ²	Uso do Solo	km ²
Muito				
Baixa	Até 6%	92,4	Formação Florestal	15,504
Baixa	6 a 12%	166,37	Formação Savânica	3,981
Média	12 a 20%	15,71	Pastagem	61,316
Alta	20 a 30%	1,13	Lavoura Temporária	81,129
Acima de				
Muito Alta	30%	0,4		

Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024.

É possível observar a correspondência entre os diferentes elementos da paisagem da Serra do Bauzinho em relação aos seus graus de fragilidade. Áreas com declividade muito baixa (até 6%) possuem o mesmo nível de fragilidade que a formação florestal, ambos classificados como de fragilidade muito baixa. Da mesma forma, declividades baixas (6 a 12%) estão paralelas à formação savânica, ambas apresentando fragilidade baixa.

Já as declividades médias (12 a 20%) compartilham o mesmo grau de fragilidade que as áreas de pastagem classificada como fragilidade média. As declividades altas (20 a 30%) correspondem ao mesmo nível de fragilidade que as áreas de lavouras temporárias, ambas categorizadas como de fragilidade alta. Por fim, as declividades muito altas (acima de 30%) possuem o mesmo nível de fragilidade que as áreas mais sensíveis identificadas na análise, classificadas como de fragilidade muito alta.

As informações referentes ao uso e cobertura do solo entram em destaque para geração da fragilidade emergente (figura 14), representando a ação antrópica no ambiente.

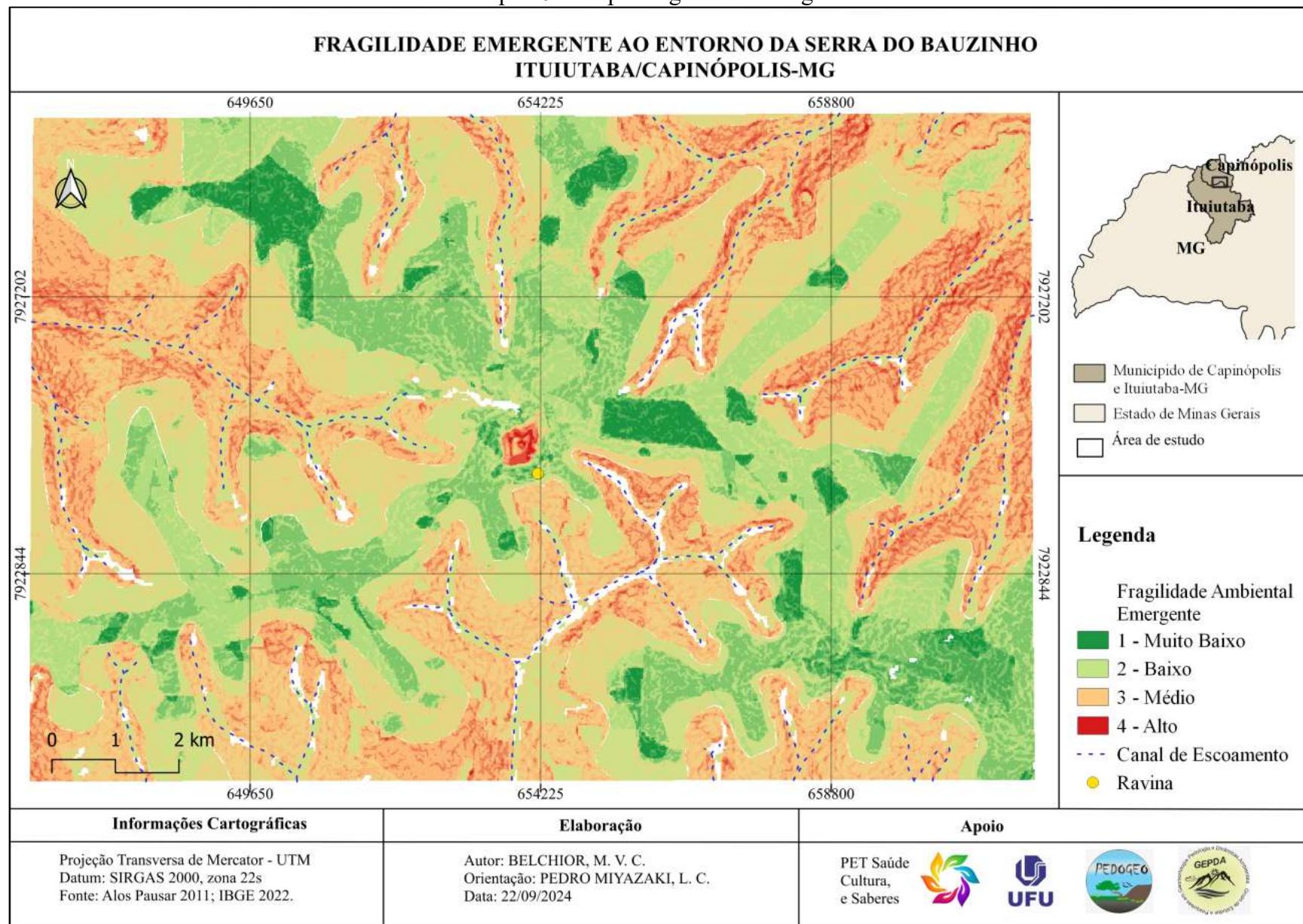
Sendo assim: Solos + Declividade + Compartimentos Geomorfológicos + Níveis Pluviométricos + Uso e Cobertura do Solo / 5 = Fragilidade Emergente (mapa 09)

Ross (1994), em seu trabalho, definiu diferentes graus de instabilidade para as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente, que variam desde

Muito Fraca até Muito Forte. Da mesma forma, ele aplicou esse conceito às Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que, apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam uma Instabilidade Potencial qualitativamente previsível, relacionada às suas características naturais e sujeita a possíveis intervenções humanas.

Segundo o autor, a identificação dos ambientes naturais e de suas fragilidades potenciais e emergentes facilita a definição de diretrizes mais adequadas para o uso do espaço. Essa avaliação permite analisar os ambientes com base em seus diferentes níveis de fragilidade. Em áreas com graus de fragilidade mais baixos, podem ser permitidas certas formas de intervenção antrópica, enquanto nas áreas com fragilidade mais elevada, será necessário adotar ações tecnicamente ajustadas às condições específicas do local.

Mapa 10 – Mapa Fragilidade emergente



Fonte: Alos Pausar 2011; MapBiomass/Sentinel 2022; IBGE 2022. Org. BELCHIOR, M. V. C. 2024

A partir da representação da fragilidade emergente, foi possível identificar que as áreas com maior fragilidade ambiental incluem os topos tabuliformes, vertentes regolíticas, vertentes litólicas e vertentes côncavas, associadas às lavouras temporárias. As áreas com fragilidade média estão principalmente associadas às áreas de pastagem, vertentes convexas, e declividades entre 12% e 20%. Já as formações savânicas, que correspondem a formações arbustivas naturais em conjunto com declividades de 6% a 12%, apresentam uma baixa fragilidade ambiental. Por fim, as áreas de formação florestal, combinadas com Latossolos Vermelhos, declividades de até 6% e topos de colinas suavemente ondulados, demonstram um nível de fragilidade muito baixo.

É importante destacar que o mapeamento geomorfológico desempenhou um papel fundamental no direcionamento e na integração dos dados, pois foi através da análise das classes de fragilidade das vertentes que se conseguiu alcançar um maior nível de detalhamento na pesquisa.

7-CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fragilidade ambiental, conforme a abordagem de Ross (1994), destaca-se como uma ferramenta essencial para identificar áreas suscetíveis a processos degradativos, considerando as interações entre fatores naturais e antrópicos. No contexto deste trabalho, a aplicação desse conceito permitiu compreender os graus de instabilidade ambiental na Serra do Bauzinho, fundamentados em análises integradas de geomorfologia e uso da terra.

O mapeamento geomorfológico, representando a fragilidade potencial, foi decisivo para classificar as vertentes côncavas, convexas e retilíneas com base em suas características físicas, como declividade e forma. Essa análise evidenciou a maior fragilidade nas vertentes côncavas, seguidas pelas retilíneas e convexas, demonstrando como os atributos geomorfológicos influenciam a estabilidade do terreno, independentemente da intervenção humana.

Já a fragilidade emergente, influenciada exclusivamente pelo uso e cobertura da terra, revelou que áreas de pastagem e lavouras temporárias aumentaram os graus de fragilidade ambiental quando combinadas com os aspectos geomorfológicos. A integração dessas classes reforçou a relevância do mapeamento geomorfológico no entendimento das dinâmicas ambientais e na identificação de áreas prioritárias para mitigação de impactos.

Por fim, A utilização do mapeamento geomorfológico em escalas menores mostrou-se uma estratégia assertiva neste trabalho, proporcionando níveis de detalhamento adequados para a análise da fragilidade ambiental. Essa abordagem influenciou de maneira positiva os resultados, reforçando a eficácia da metodologia aplicada e destacando sua relevância para estudos em áreas similares, especialmente em relevo residual e contextos de planejamento ambiental.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AB'SABER, A. N. Bases conceptuais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MULLER-PLANTENBERG, G.; AB'SABER, A. N. (orgs.). **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.** São Paulo: Edusp, 1994.
- AB'SABER, A. N. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 111, n. 4, p. 41-55, 1983.
- ALVES, T. D. **Análise dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do córrego São José, município de Ituiutaba/MG.** 2023. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38780>. Acesso em: 20 set. 2024.
- ARRAES, L. C.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia do Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849-857, 2010.
- ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. **Informe Agropecuário. EPAMIG**, v. 19, n. 191, p. 71-78, 1998. Belo Horizonte/MG.
- BELCHIOR, M. V. C. Estudo sobre erosão linear no Morro do Bauzinho - Ituiutaba/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFAS E GEÓGRAFOS, 8., 2024, São Paulo. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Geógrafas e Geógrafos.** São Paulo: Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), 2024. Disponível em: https://www.cbg2024.agb.org.br/resources/anais/9/cbg2024/1727719586_ARQUIVO_819daf2291798e0c28bf04abb51229da.pdf. Acesso em: 19 dez. 2024.
- BELCHIOR, M. V. C.; PEREIRA, K. G. O. Migração pendular estudantil na região de Ituiutaba-MG. In: **I ENCONTRO TÉCNICO-CIENTÍFICO INTEGRADO DOS GRUPOS PET**, 1., 2024, Ituiutaba. **Anais [...].** Ituiutaba: Universidade Federal de Uberlândia, 2024. p. 45-58. Disponível em: <https://zenodo.org/record/10246556>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- BACCARO, C. A. D. **Estudo dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado.** Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1990.
- BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.** 2003. 183 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo**

preliminar fora do Estado de São Paulo. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1984.

BISTRICHI, C. A. et al. **Mapa geológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: SICCT/PróMinério/DCET - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1981. Escala 1:500.000, v. 1 e 2, 126 p.

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

CASSETI, V. **Geomorfologia.** 2005.

CHAVES, L. D. **Produção do espaço urbano e mercado imobiliário: a oferta de terrenos não edificados e imóveis residenciais urbanos em Ituiutaba (MG).** 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016. CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 415-441.

CORSI, A. C. **Compartimentação morfoestrutural da Região do Triângulo Mineiro (MG): aplicado à exploração de recurso hídrico subterrâneo.** 2003. 254 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2003. COSTA, R. A. Análise biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba-MG. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 33, v. 1, p. 68-83, jan./jul. 2011.

COSTA, R. A.; MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (orgs.). **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais.** Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-378.

COSTA, R. A.; MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (orgs.). **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais.** Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-378.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza – Contribuição ao estudo da geomorfologia urbana.** 1991. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1991.

DUTRA, T. D.; PEREIRA, K. G. O. Relevos residuais no município de Ituiutaba-MG: aspectos geomorfológicos. In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 12., 2018, Crato. Anais... Crato: [s.n.], 2018. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/1/1-399-2201.html>. Acesso em: 20 set. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos.** Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (Embrapa-SNLCS. Micelânea, 1).
 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência de Informação Embrapa: Bioma Cerrado. **Latossolos.** 2019. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html. Acesso em: 20 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Município de Ituiutaba.** Censo 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ituiutaba/panorama>. Acesso em: 20 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ituiutaba (MG).** In: **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros.** v. 25. Rio de Janeiro: IBGE, 1959. p. 304-309.
 IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas **Programa Orientações** Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, São Paulo, 1997.

GHEZZI, A. O. **Avaliação e mapeamento da fragilidade ambiental da Bacia do Rio do Xaxim, Baía de Antonina-PR, com o auxílio de geoprocessamento.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GOMES, L. A. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1982. 526 p.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico.** 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

JOLY, F. A cartografia. Tradução de Tânia Palegrini. Campinas: Papirus, 1990.
 LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LIMA, P. Q. **Viabilidades de restauração das fitofisionomias em paisagens fragmentadas na bacia do Rio São Bento, sudeste goiano.** 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Catalão, 2014.

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W. (Org.). **Decifrando a terra.** São Paulo: Oficina de Texto, 2001. p. 116-166.

MARICATO, E. **Metrópole na periferia do capitalismo.** São Paulo: HUCITEC, 1996.

MARTINELLI, M. Os mapas da Geografia. In: **XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, 2005, Macaé. Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia,** v. 1, 2005.

MARTINS, F. P.; COSTA, R. A. A compartimentação do relevo como subsídio aos estudos ambientais no município de Ituiutaba-MG. **Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia,** v. 26, n. 2, p. 317-331, 2014.

MENDES, P. C.; QUEIROZ, A. T. de. Caracterização climática do Município de Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (orgs.). **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 333-354.

MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MOURA, G. G.; DAMASCENO, I. A. Ituiutaba (MG): reflexos das condições sociais e da habitação na (re)estruturação urbana da cidade. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (orgs.). **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 379-407.

NASCIMENTO, P. A. G. do; MELO, N. A. de. Ituiutaba (MG): os agentes econômicos e a (re)estruturação da cidade na rede urbana regional. **Horizonte Científico**, v. 4, n. 1, p. 1-35, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4431>. Acesso em: 20 set. 2024.

NUNES, J. O. R.; FREIRE, R.; PEREZ, I. U. Mapeamento geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente-SP. 2006. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/10/440.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

OLIVEIRA, A. A. G. de. **A utilização de anaglifos aplicado ao mapeamento geomorfológico: o caso do relevo residual "Serra do Corpo Seco"**. 2019. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

OLIVEIRA, B. S. de. **Ituiutaba (MG) na rede urbana tijucana: (re)configurações sócio-espaciais no período de 1950 a 2003**. 2003. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

OLIVEIRA, H. C. M. de. **Urbanização e cidades: análises da microrregião de Ituiutaba (MG)**. 2013. 431 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

PARANAIBA, L. C.; MIYAZAKI, L. C. P. Aplicação do método do anáglifo e a fotointerpretação na elaboração do mapeamento geomorfológico do município de Ituiutaba-MG para fins de planejamento ambiental. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA - SINAGEO**, 14., 2023, Corumbá. *Anais...* Corumbá: SINAGEO, 2023. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/10/155-145.html>. Acesso em: 20 set. 2024.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; ALVES, T. D.; PARANAIBA, L. C. Projeto Educasolos: o macropedolito como forma didática de se trabalhar a educação ambiental e o ensino de solos. **Geofronter**, Campo Grande, v. 9, Dossiê Meio Ambiente e Educação Ambiental, p. 1-25, 2018. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/7617>. Acesso em: 20 set. 2024.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; BENTO, L. C. O. O relevo residual “Serra do Corpo Seco” e o seu potencial como patrimônio geomorfológico do município de Ituiutaba/MG. In: **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO)**, 12., 2018, Crato. **Anais...** Crato: SINAGEO, 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/5/5-285-467.html>. Acesso em: 20 set. 2024.

PORTUGUEZ, A. P.; WOLF, M. I. Serra do Corpo-Seco, Ituiutaba-MG: o lugar, a assombração e o mito popular a partir da geografia das representações. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1421-1475, jan. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6020/5359>. Acesso em: Acesso em: 20 set. 2024.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13. São Paulo: IGEOG-USP, 1971, p. 1-27.

DELPOUX, M. Ecossistema e Paisagem. In: Métodos em questão. São Paulo: IGEOG-USP, 1974.

GOMES, L. A. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1982. 526 p.

MORAES, A. C. R. **Ideologias Geográficas: Espaço, cultura e política no Brasil**. São Paulo: Editora Hucitec, 1988.

MORAES, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 1996.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba (MG). **Espaço em Revista**, v. 19, p. 1-20, 2017.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; OLIVEIRA, A. A. G. de. 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**, v. 2, n. 2, p. 43-65, 2021. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/article/view/2978/3235>. Acesso em: 13 abr. 2023.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.

ROCHA, M. R. et al. Mapeamento geomorfológico do Triângulo Mineiro. In: **8º Encuentro de Geógrafos de América Latina**, Santiago: Universidad de Chile, 2001.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, n. 9, p. 65-75, 1995.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo: FFLCH/USP, n. 8, p. 63-74, 1994.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G. Análise da fragilidade e vulnerabilidade natural dos terrenos aos processos erosivos como base para o ordenamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na região do alto Rio das Velhas-MG. **Revista de Geomorfologia**, ano 9, n. 01, 2008.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

SANTOS, L. dos; BACCARO, C. A. D. Caracterização geomorfológica da Bacia do Rio Tijuco. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 5, n. 11, p. 21, 2004.

SOUZA, M. J. N. de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: SOUZA, M. J. N. de et al. (orgs.). **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 13-98.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004. Disponível em: [file:///C:/Users/USER/Downloads/123868-Texto%20do%20artigo-233421-1-10-20161208%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/123868-Texto%20do%20artigo-233421-1-10-20161208%20(2).pdf). Acesso em: 20 set. 2024.

SUERTEGARAY, A. **Terra: feições ilustradas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

JOLY, F. **A cartografia**. Tradução de Tânia Palegrini. Campinas: Papirus, 1990.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, São Paulo, 1992.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. São Paulo, 1 v. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária-PR.** 105 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.

TORN, C. E.; WEFORD, M. R. The equilibrium concept in geomorphology. **Annals of the Association of American Geographers**, Association of American Geographers, v. 84, issue 4, p. 666-696, 1994.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Supren, Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.

VENCESLAU, F. R. **Caracterização dos meios morfodinâmicos na bacia hidrográfica do córrego São José - Ituiutaba/MG.** 2020. 220 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Instituto de Ciências Humanas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/31551>. Acesso em: 15 dez. 2022.