

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DENILSON ROCHA DOS SANTOS

VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLO NO MUNICÍPIO DE
ANASTÁCIO/MS: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

AQUIDAUANA/MS

2024

DENILSON ROCHA DOS SANTOS

VULNERABILIDADE NATURAL À PERDA DE SOLO NO MUNICÍPIO DE
ANASTÁCIO/MS: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

Dissertação apresentada como exigência do curso de Mestrado em Geografia do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia, do *Campus* de Aquidauana da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação da Profa. Dra. Elisângela Martins de Carvalho.

AQUIDAUANA/MS

2024

FOLHA DE APROVAÇÃO
DENILSON ROCHA DOS SANTOS

**VULNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLO NO MUNICÍPIO DE
ANASTÁCIO/MS: SUBSÍDIO PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO**

Dissertação apresentada, como exigência do curso de
Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, sob a orientação da Prof^ª Dr^ª Elisângela
Martins de Carvalho.

Resultado: _____
Aquidauana, MS, __ de _____ de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Elisângela Martins de Carvalho
UFMS/CPAQ

Prof. Dr. Fernando de Moraes
UFT

Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani
UFMS/CPTL

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela saúde e animo.

Agradeço, em especial, a minha família. Meus pais, Sueli Rocha Flores dos Santos e Moises Cecilio dos Santos, por sempre acreditar e me dar forças nos meus piores dias. Por aplaudir minhas conquistas e me ouvir sobre a pesquisa, mesmo que eu falasse temas e assuntos que não entendiam, eles me ouviam. O fato de estarem ali, me apoiando e ajudando, me motivou a nunca desistir. Aos meus irmãos e cunhado, Lucas, Loslaine e Carlos Gabriel, pelas ajudas e companhias em momentos de angústia.

Agradeço aos meus amigos que construí no início do curso e carreguei com muito carinho, como Vitória, Jean e Ingrid. Destaco os agradecimentos a Ingrid, que esteve comigo em todos os momentos, nem sempre presencialmente, mas de alguma forma esteve ali. Por acreditar em mim e ver algo que nem eu mesmo conseguia enxergar. Obrigado por tudo.

Agradeço aqueles que conheci durante esta trajetória, principalmente a Aline, Luíz, Rafael e Néia, amigos que me ajudaram, seja em dificuldades específicas da pesquisa ou com um cafezinho e risos em uma tarde aleatória no laboratório.

Agradeço aos amigos, Giulia, Maria Luiza, Amanda, e Julia que me ajudaram em momentos específicos, me apoiaram e ouviram minhas queixas, me dando forças para atravessar essa etapa.

Agradeço aos professores do programa de mestrado, que contribuíram direta e indiretamente, no desenvolver desta pesquisa. Agradeço em especial a professora Dra Elisangela Martins de Carvalho pela paciência, carinho e dedicação. Nunca irei me esquecer do que fez por mim, seja com considerações a pesquisa ou conselhos de vida. Sou eternamente grato por cada momento.

Meu muito obrigado a todos!

RESUMO

As análises de vulnerabilidade natural à perda de solo possibilitam a identificação de áreas estáveis e vulneráveis de um recorte espacial. Tais estudos subsidiam ao Zoneamento Ecológico Econômico, contribuindo assim, com a gestão territorial que visa manter um crescimento econômico e social sem causar modificações sobre o meio. Diante disso, a presente pesquisa teve por objetivo identificar a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo do município de Anastácio/MS, subsidiando aplicações para o Zoneamento Ecológico-Econômico. Para alcançar os resultados aplicou-se a metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001) como ferramenta de subsídio ao Zoneamento Ecológico Econômico, ao qual se baseou no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), buscando analisar as relações entre a pedogênese e morfogênese para estabelecer as classes de vulnerabilidade das UTBs e, através da álgebra de mapas, estabelecer a vulnerabilidade natural das áreas mais estáveis e/ou vulneráveis aos processos erosivos. Desta forma, foram organizados os dados de Clima, Vegetação, Solos, Geologia e Geomorfologia do município de Anastácio e, por meio de ambientação em SIG no *software* QGIS 3.10, aplicaram-se as técnicas de tratamento, análise e ponderação dos valores das classes encontradas. Posteriormente, realizou-se a aquisição de informações de uso e cobertura da terra pelo projeto MapBiomas, para análises de incompatibilidades de uso. A análise de vulnerabilidade natural a perda de solo do município de Anastácio revelou que a área de estudo possui 87% da área classificada como Medianamente Estável/Vulnerável, identificadas principalmente pela presença de pastagem, onde houve a remoção da vegetação nativa para implementação da pecuária. Foi identificada também a presença da classe Moderadamente Estável, que expressa 10% da área de estudo e encontra-se nas áreas com vegetação nativa e rochas com alto grau de coesão, como Basalto da Formação Serra Geral. Ponto importante a ser elencado é a presença de vegetação próximos a áreas íngremes, consideradas barreiras naturais para o avanço de atividades antrópicas. A classe Moderadamente Vulnerável, presente em 3% da área de estudo, define-se pela presença de rochas com baixo grau de coesão, como os arenitos e materiais inconsolidados, solos rasos, onde prevalecem a morfogênese como os Gleissolos, Plintossolos e Neossolos, e áreas com declividade elevada, além da presença de pastagem. A menor classe identificada foi a Estável, compreendendo 01% da área de estudo e está localizada ao redor da classe Moderadamente Estável. A partir das análises dos dados de vulnerabilidade natural a perda de solos e os mapas de uso e ocupação da terra, notou-se a forte influência da pastagem e a necessidade de implantação de manejo adequado do solo como forma de evitar o surgimento de feições erosivas, como a implementação de curvas de níveis e terraceamento, além da necessidade de manter a vegetação nas proximidades dos rios.

Palavras-Chave: Vulnerabilidade; Gestão Territorial; Incompatibilidade de Uso.

ABSTRACT

The natural vulnerability analysis to soil erosion enables the identification of stable and vulnerable areas within a spatial framework. Such studies support the Ecological-Economic Zoning, thus contributing to territorial management to maintain economic and social growth without causing environmental modifications. Therefore, the present research aimed to Identify the Natural Vulnerability to Soil Loss in the municipality of Anastácio/MS, providing applications for Ecological-Economic Zoning. The methodology proposed by Crepani *et al.* (2001) was applied as a tool to support Ecological-Economic Zoning, based on the concept of Tricart's Ecodynamics (1977), aiming to analyze the relationships between pedogenesis and morphogenesis to establish the vulnerability classes of the UTBs and, through map algebra, establish the natural vulnerability of the most stable and vulnerable areas to erosive processes. Thus, the Climate, Vegetation, Soils, Geology, and Geomorphology data of the municipality of Anastácio were organized and, through an environment in GIS in the QGIS 3.10 software, the techniques of treatment, analysis, and weighting of the values of the found classes were applied. Subsequently, land use and cover information was acquired through the MapBiomass project to analyze use incompatibilities. The analysis of natural vulnerability to soil loss in the municipality of Anastácio revealed that the study area has 87% of the area classified as Moderately Stable/Vulnerable, identified mainly by the presence of pasture, where there was removal of native vegetation for livestock implementation. The Moderately Stable class was also identified, representing 10% of the study area. It is found in areas with native vegetation and rocks with high cohesion, such as Basalt from the Serra Geral Formation. An important point to be highlighted is the presence of vegetation near steep areas, considered natural barriers to advancing anthropic activities. The Moderately Vulnerable class, present in 3% of the study area, is defined by the presence of rocks with a low degree of cohesion, such as sandstones and unconsolidated materials, shallow soils, where morphogenesis prevails, such as Gleisols, Plinthosols, and Neosols, and areas with high slope, in addition to the presence of pasture. The smallest class identified was Stable, comprising 01% of the study area and around the Moderately Stable class. From the analysis of the data on natural vulnerability to soil loss and the land use and cover maps, the strong influence of pasture was noted, as well as the need for implementation of adequate soil management to prevent the emergence of erosive features, such as the implementation of Level Curves and Terracing, in addition to the need to maintain vegetation near rivers.

Keywords: Vulnerability; Territorial Management; Incompatibility of Use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.....	30
Figura 2: Mapa de Localização do município de Anastácio/MS	34
Figura 3: Fluxograma do Metodo Hipotético-Dedutivo	37
Figura 4: Esquema de Aquisição e Tratamento dos Dados.....	39
Figura 5: Escala de Vulnerabilidade das UTB's	40
Figura 6: Padrões de Dissecação do Relevo.....	42
Figura 7: Procedimento de Inversão do Valor do MDE.....	43
Figura 8: Processo de Vetorização/Rasterização dos Dados das Microbacias.....	44
Figura 9: Cálculo da área e perímetro na calculadora de campo	45
Figura 10: Procedimento de cálculo para gerar Amplitude Interfluvial.....	46
Figura 11: Trabalho de Campo no Município de Anastácio/MS	52
Figura 12: Mapa de Geologia e Vulnerabilidade Natural de Geologia.....	54
Figura 13: A – Basalto da Formação Serra Geral; B – Arenito da Formação Aquidauana; C – Filito do Grupo Cuiabá.....	55
Figura 14: Fatores para ponderar a vulnerabilidade para Geomorfologia	57
Figura 15: Vulnerabilidade Natural da Geomorfologia	58
Figura 16: Relevo Residual em áreas com Vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável à Vulnerável	59
Figura 17: Mapa de Solos e Vulnerabilidade Natural dos Solos	62
Figura 18: Mapa da Vegetação e de Vulnerabilidade Natural da Vegetação.....	65
Figura 19: A – Floresta Estacional Semidecidual Aluvial; B – Savana Florestada em topo aguçado; C – Savana Arborizada; D – Campo Sujo.....	67
Figura 20: Mapa de Intensidade Pluviométrica e Vulnerabilidade do Clima	69
Figura 21: Mapa de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo do Município de Anastácio/MS	71
Figura 22: Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra do Município de Anastácio/MS 1985, 2004, 2022	73
Figura 23: Corte da porção leste do município	78
Figura 24: Áreas de Pastagem.....	78
Figura 25: Áreas de atividades agrícolas.....	79
Figura 26: áreas de silvicultura no município	80
Figura 27: Área com início de feições erosivas ocasionadas pela remoção de vegetação.....	81
Figura 28: Área com início de feições erosivas ocasionadas pela remoção de vegetação na porção leste.....	82
Figura 29: Recorte dos dados de 2022 e 2023	83
Figura 30: Distribuição do Uso e Cobertura da terra e o grau de vulnerabilidade correspondente.....	84
Figura 31: Implementação de Curva de Nível em áreas Medianamente Estável/Vulnerável	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de Vulnerabilidade Para a Amplitude Altimétrica.....	44
Tabela 2: Valores de Vulnerabilidade Para a Amplitude Interfluvial	46
Tabela 3: Valores de Vulnerabilidade Para a Declividade das Encostas	47
Tabela 4: Categoria Morfodinâmica das Rochas e seus valores	48
Tabela 5: Categoria Morfodinâmica do Solos e seus Valores.....	49
Tabela 6: Valores de Vulnerabilidade para Intensidade Pluviométrica	50
Tabela 7: Valores de vulnerabilidade para a litologia	53
Tabela 8: Valores de Vulnerabilidade para Geomorfologia.....	56
Tabela 9: Classes de Vulnerabilidade para Solos.....	63
Tabela 10: Classes de Vulnerabilidade a Vegetação	64
Tabela 11: Classes de Vulnerabilidade do Clima.....	67
Tabela 12: Classes de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo.....	70
Tabela 13: Classes de Uso e Ocupação da Terra do Município de Anastácio/MS para os períodos de 1985; 2004; 2022	76

LISTA DE SIGLAS

CAD - Computes Aided Design

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa

MDE – Modelo Digital de Elevação

PNOT – Política Nacional de Ordenamento Territorial

POLONOROESTE – Programa de Desenvolvimento Integrado para o Noroeste do Brasil

SAE/PR – Secretária de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SR – Sensoriamento Remoto

SRO – Sensoriamento Remoto Orbital

TRMM - Tropical Rainfall Measuring

UTBs – Unidades Territoriais Básicas

ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Paisagem no Antropoceno: Conceitos e Discussões	15
3.2. Solos e Processos Erosivos.....	16
3.3. Planejamento e Gestão: Uma Busca pelo Ordenamento Territorial.....	20
3.3.1. Antecedentes	20
3.3.2. Gestão e Planejamento Territorial: Conceitos e Aplicações.....	22
3.4. Zoneamento Ecológico Econômico.....	25
3.5. Geotecnologias Aplicadas a Estudos da Paisagem.....	29
4. METODOLOGIA	34
4.1. Área de Estudo	34
4.1.1. Aspectos Socioeconômicos.....	35
4.1.2. Aspectos Fisiográficos Gerais	35
4.1.2.1. Solo.....	35
4.1.2.2. Vegetação	35
4.1.2.3. Clima	36
4.1.2.4. Geologia	36
4.1.2.5. Geomorfologia	36
4.2. Método de Análise.....	36
4.3. Procedimentos Técnicos	38
4.3.1. Geologia.....	40
4.3.2. Geomorfologia	41
4.3.2.1. Amplitude Altimétrica.....	43
4.3.2.2. Amplitude Interfluvial.....	45
4.3.2.3. Declividade das Encostas	46
4.3.2.4. Vulnerabilidade Geomorfológica.....	47
4.3.3. Pedologia	47
4.3.4. Vegetação.....	48
4.3.5. Clima.....	49
4.3.6. Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo.....	50

4.3.7. Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra	50
4.3.8. Trabalho de Campo.....	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
5.1. Geologia	53
5.2. Geomorfologia.....	56
5.3. Solos	60
5.4. Vegetação	64
5.5. Clima	67
5.6. Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos	70
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
7. REFERÊNCIAS	88

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade o ser humano modifica o meio, seja na busca por alimentos ou fixação dos primeiros vilarejos. Esta modificação, ao passar dos tempos, foi se tornando cada vez mais complexa e desregular, pois, acreditava-se que o meio ambiente era estático, não respondendo as alterações ocasionadas pelo ser humano. Têm-se uma mudança na percepção sobre o meio ambiente quando surgem as primeiras respostas as modificações ambientais. Essa exploração desregular trouxe diversos problemas ecossistêmicos, como exemplo o surgimento de áreas degradadas, a escassez dos recursos naturais e as mudanças climáticas.

Diante disso, surge a necessidade de elaborar um ordenamento territorial que alcance um equilíbrio entre a exploração econômica e o meio natural. Por gestão territorial compreende-se o ato de gerir, pensar e aplicar ações que visem alcançar novos patamares em diversas esferas da sociedade.

Neste contexto, as ações que buscam gerir o território, enquanto método de abordagem a alcançar o ordenamento de determinado espaço, permite atingir, se aplicado corretamente, novos patamares do desenvolvimento econômico, social, político, institucional e ambiental (PEREIRA *et al.*, 2011).

Brasil (2022) salienta que é essencial ter uma abordagem estratégica do território para aliar o crescimento econômico, reduzir as desigualdades sociais e preservar os recursos naturais. Dessa forma, as ações de gestão territorial permitem organizar o espaço, de forma a explorar áreas de potencialidades econômicas e, minimizar possíveis áreas de fragilidades ambientais, além de fornecer informações importantes a respeito do recorte ao qual se aplica para planejamentos municipais.

Diante disso, para que se tenha conhecimento das especificidades das multidimensões presentes nos territórios, torna-se fundamental o uso de instrumentos que irão fornecer as informações para aplicação do planejamento e a gestão de políticas para desenvolver as especificidades encontradas (PEREIRA *et al.*, 2011).

Para Lemos Junior e Wstane (2019) a gestão e planejamento estão intimamente ligados, sendo gestão o ato de organizar, gerir, ações e o planejamento como sendo um eixo que norteará as tomadas de decisões para aplicação da gestão. O planejamento direciona as ações e intenções, um destino a ser alcançado. Por outro lado, a gestão irá se concretizar na implementação das ações idealizadas no planejar. O planejamento e a gestão caminham juntos, sendo o planejar parte do processo de gestão.

As ações de planejamento ambiental vêm sendo muito abordadas nos dias atuais, especialmente devido aos impactos negativos da expansão econômica desordenada e o grande aumento dos desequilíbrios ambientais causados por essa expansão.

São diversas áreas que vêm discutindo essa realidade, cada uma contribuindo com suas óticas de análise. Diante dessa perspectiva e discussões, a ciência geográfica, que se preocupa em analisar as relações que ocorrem no espaço geográfico, faz apontamentos pautados nas relações sociedade-natureza e traz em seu bojo discussões de extrema importância para questões de planejamento ambiental.

Sales (2004) destaca que a ciência geográfica contribui nas análises de planejamento e gestão ao propor análises utilizando métodos como zoneamentos, diagnósticos e análises socioambientais.

Alinhado as análises e diagnósticos, têm-se o Zoneamento Ecológico-Econômico, que permite criar um modelo de ordenamento físico-territorial, tendo como principal função, ações de gestão e planejamento territorial (BACANI e LUCHIARI, 2014).

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) faz uma análise do ambiente criando zonas e cruzando os dados dos planos de informações do recorte espacial, permitindo a identificação das potencialidades e fragilidades ambientais. Sendo assim, torna-se uma ferramenta imprescindível para os planejamentos territoriais, visando o ordenamento das ações antrópicas para minimizar os danos ao meio sem impactar a esfera econômica.

Levando em consideração a necessidade da aplicabilidade do ZEE, que auxilia a identificar áreas com potencialidades e fragilidades, delimitando as incompatibilidades e usos indicados, o mapeamento de vulnerabilidade natural a perda de solo contribui, e torna-se parte integrada do ZEE, ao delimitar as vulnerabilidades naturais do recorte espacial analisado.

As cartas de vulnerabilidade natural a perda de solo, uma vez que realizam análises das características físicas e ponderam os graus de vulnerabilidade para as variáveis ambientais, se tornam ferramenta de subsídio ao zoneamento ambiental, permitindo aplicações de planejamento e gestão territorial (SILVA, 2023).

Em vista disso, Crepani *et al.* (2001) desenvolveram uma metodologia de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo com finalidade de preparar os técnicos dos estados da Amazônia Legal para realizar o Zoneamento da referida região. Os trabalhos tiveram início em 1996, pela mesma equipe, para atender as necessidades de gerir e ordenar o território a fim de identificar as áreas de potencialidades e fragilidades ambientais. Esta abordagem metodológica, logo após, foi replicada para diversos outros estados e municípios.

Ao desenvolver a metodologia, Crepani *et al.* (2001) baseiam-se no conceito de Ecodinâmica proposto por Tricart (1977), que estabeleceu as relações entre morfogênese e pedogênese. Quando a morfogênese predomina tem-se a atuação dos processos erosivos, mas, quando predomina a pedogênese, destacam-se os processos de formação do solo.

A presente pesquisa se propôs a identificar a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo no município de Anastácio/MS, subsidiando aplicações para o Zoneamento Ecológico-Econômico, seguindo a metodologia de Crepani *et al.* (2001), a fim de responder à seguinte questão: Quais as incompatibilidades de usos da terra e os usos indicados no município de Anastácio/MS?

Para auxiliar nas análises das incompatibilidades de uso fez-se uma análise em conjunto dos dados de vulnerabilidade natural a perda de solo e mapas de uso e ocupação da terra, a fim de subsidiar futuras propostas de zoneamento na busca pelas ações de gestão territorial. Sendo assim, a pesquisa parte da hipótese de que o aumento da produção agropecuária, processo atuante no município, pode comprometer os recursos naturais e, conseqüentemente, a produção econômica local.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Identificar a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo no município de Anastácio MS, subsidiando aplicações para o Zoneamento Ecológico-Econômico.

Objetivos Específicos

- Caracterizar os aspectos naturais do município;
- Identificar os aspectos econômicos e o grau de interferência na dinâmica da paisagem;
- Analisar as mudanças ambientais a partir de uma escala temporal, notando os agravamentos no quadro geral entre os anos de 1985 a 2022;
- Aplicar a álgebra de mapas na produção da cartografia de síntese.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Paisagem no Antropoceno: Conceitos e Discussões

A Geografia enquanto ciência preocupa-se com o estudo do espaço geográfico e as relações nele desenvolvidas. Devido à complexidade de análise do objeto de estudo, fez-se necessário a ramificação em categorias de análise, sendo elas o: Espaço, Território, Região, Local, Lugar e, por fim, Paisagem.

A Paisagem apresenta-se como conceito-chave na geografia, sendo esta uma das categorias de análise que os geógrafos observam o espaço. Essa categoria considera a forma como o espaço ao seu redor é sentido e compreendê-la perpassa por diversas esferas do conhecimento científico, tendo início em Humboldt (CHAVES e SOUZA, 2021).

Silveira e Vitte (2009, p. 2) alegam que “o conceito de paisagem é, em Humboldt, o produto de inúmeros legados filosóficos, científicos e artísticos [...]” sendo, desta forma, possível destacar que foi em Humboldt que o conceito de paisagem tomou novos significados e proporções dentro da Geografia.

O conceito de Paisagem surge antes mesmo da idealização deste, podendo identificá-la em obras artísticas ou culturais quando representavam alguns fatores ou fenômenos em quadros. Ao passar dos anos o mesmo foi tomando proporções maiores (MAXIMIANO, 2004). Humboldt foi o primeiro a idealizar conexões mais profundas com o conceito, quando publicou a obra nomeada “quadros da natureza” onde representava, por quadros, imagens da cordilheira dos Andes observadas em sua viagem a América Latina. Tendo o pontapé inicial, a paisagem passa a ser vista, não como algo estático, mas complexo, com análises de sua gênese e dinâmica atuante (SILVEIRA e VITTE, 2009).

O conceito de paisagem, desde o século XIX, e, segundo Schier (2003), foi sendo compreendida em diferentes locais a sua maneira, dependendo, principalmente, da influência cultural local. O conceito de paisagem nasce com o positivismo, na escola alemã, e vai ganhando novos significados à medida que novos pesquisadores se propõem a analisá-la.

O supracitado autor alega que, originalmente os geógrafos utilizavam o conceito de Paisagem sobre duas vias, a paisagem natural e a cultural, sendo a primeira responsável por abarcar os elementos físicos de um dado recorte espacial e o segundo sendo as relações e alterações antrópicas. Entretanto este modo de análise foi se modificando ao decorrer dos anos, dando ao conceito uma visão mais complexa e dinâmica, analisando tanto os fatores naturais quanto os antrópicos. Schier (2003, p. 80) afirma que

De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque, do qual se pretende fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem. Enfim, trata-se da apresentação do objeto em seu contexto geográfico e histórico, levando em conta a configuração social e os processos naturais e humanos.

Para compreender o resultado atual tal como presenciamos é necessário, em antemão, compreender os processos históricos-sociais que justifiquem sua momentânea configuração.

Maximiano (2004, p. 87), pontua que “Entre os geógrafos há um consenso de que a paisagem [...] resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos”, o autor ainda destaca para a associação do conceito, aqui exposto, com o ser humano como parte integrada da paisagem, ou seja, como agente ativo na construção da paisagem.

Vitte (2007, p. 77), quando discorre sobre o conceito de Paisagem na Ciência Geográfica, destaca que

A geração da paisagem é o resultado imediato da intencionalidade humana na superfície terrestre. Seja ontem ou hoje, por meio dos mais variados meios técnicos e científicos, a sociedade imprime sua marca no espaço que fica registrada na paisagem. Assim, a paisagem é uma representação do espaço.

De um modo geral há um consenso no que concerne às discussões do conceito de paisagem, sendo este produto das relações sociedade-natureza desenvolvida no espaço geográfico, sendo assim, a paisagem pode ser entendida como o produto das interações entre elementos de origem natural e humana, em um determinado espaço. Estes elementos da paisagem se estabelecem de forma dinâmica, ao longo do tempo e do espaço. Por consequência, obtém feições e condições que são dinâmicas, diferenciadas ou repetidas, nos permitindo observá-las, ao separar em arranjos semelhantes. Portanto, ao olhar a paisagem como um todo, notam-se uma sequência de mosaicos articulados (MAXIMIANO, 2004).

3.2. Solos e Processos Erosivos

A importância do solo na preservação da vida é imprescindível, pois está presente em diversas funções, como no ciclo hidrológico, ciclo dos nutrientes e contribui para a diversidade ecossistêmica (SILVA, 2023).

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal de terra, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Nessa cobertura incluem-se não só as culturas como, também, todos os tipos de árvores, gramíneas, raízes e herbáceas que podem ser utilizadas pelo homem (BERTOLONI, 2008)

Apesar de sua importância ao ecossistema terrestre, as ações antrópicas estão, cada vez mais, contribuindo para sua degradação. Rocha e Magri (2022, p. 153) alegam que

O solo é um recurso natural essencial para a vida na Terra, no entanto a intensificação das atividades antrópicas sobre esse recurso tem resultado

em sua degradação. Cerca de 33% dos solos agricultáveis do mundo apresentam algum tipo de degradação e o principal motivo é a erosão acelerada.

A erosão do solo é um dos fatores mais preocupantes na atualidade, pois deteriora a qualidade do solo agricultáveis, acarreta a diminuição da disponibilidade hídrica, através dos assoreamentos dos rios, além de surgir feições erosivas, como voçorocas, sulcos etc. (FIORESE, 2019).

[...] a erosão promove como consequência, o assoreamento de lagos e canais fluviais, altera o fluxo subsuperficial em alguns casos, empobrece o solo devido à perda de nutrientes, entre outros problemas. Nas áreas em que os processos erosivos são avançados, pode ocorrer a redução na produtividade agrícola, bem como a contaminação e o assoreamento dos corpos d'água devido o carregamento de resíduos de agrotóxicos e partículas do solo (FIORESE *et al.*, 2019, p. 1527).

Entender os processos erosivos permite realizar a aplicação de modelos de manejo adequado, visto que poderá prevenir ações antrópicas que acelerem os processos naturais.

Segundo Santos e Guerra (2021, p. 24) a erosão é um

[...] processo geomorfológico que vem acarretando a degradação ambiental em vários países do mundo [...] Ela ocorre, sobretudo, devido à interação de fatores controladores, sendo eles a erosividade da chuva, erodibilidade do solo, características da encosta e cobertura vegetal. Porém, as atividades humanas desenvolvidas de forma inadequada têm acelerado a ocorrência no tempo-espaço de processos erosivos ligados ao escoamento superficial e subsuperficial, resultando na degradação dos solos e de suas múltiplas funções.

Nesse contexto a erosão é um processo natural, no entanto, as ações antrópicas, através do uso e manejo inadequado, estão intensificando tais processos ao longo do tempo e espaço, principalmente relacionados ao escoamento superficial e subsuperficial.

Para Bertoni e Neto (2008) a erosão surge a partir de forças ativas, como as características da chuva, declividade do terreno e a capacidade de absorção do solo, e por agentes passivos, como a resistência do solo e a densidade de cobertura vegetal. Nesse contexto, as atividades humanas inadequadas, como a remoção de vegetação nativa para atividades humanas, por exemplo, contribuem para o desequilíbrio da dinâmica natural, intensificando os processos erosivos.

Portanto, a erosão é compreendida como um processo complexo, influenciada por fatores naturais e antrópicas, sendo essencial considerar ambas as perspectivas para desenvolver estratégias eficazes de conservação ambiental e mitigação dos impactos causados pela erosão.

A erosão hídrica, segundo a literatura, representa a desagregação das partículas de solos ocasionados pela água da chuva. Neste contexto o relevo atua como forma de potencializar a

energia cinética e, conseqüentemente, a remoção do solo pela água (GUERRA, 2007 e SILVA, 2023).

A erosão hídrica se destaca como uma das principais formas de erosão em áreas com climas tropicais, pois os dados pluviométricos são bem mais elevados. Gomes *et al.* (2021, p. 244) apontam que

[...] a degradação do solo é um fenômeno recorrente no Brasil, por apresentar características climáticas tropicais dominantes e um solo susceptível predominante em seu território, sendo a erosão do solo um dos tipos de degradação mais recorrentes.

Diante deste cenário a desagregação das partículas de solos podem ser agravados quando há um aumento das áreas desmatadas destinadas a exploração de madeiras, atividades agrícolas ou pecuária. Pois os solos ficam expostos, permitindo que a chuva incida diretamente sobre o solo (GUERRA, 2007).

Sobre tais discussões, Toledo (2023, p. 02) alega que a utilização

[...] do modo convencional de produção agrícola e a pouca preocupação com a proteção do solo pelos efeitos das chuvas vem acelerando os processos de erosão hídrica, um dos principais tipos de erosão que afetam os solos brasileiros, pela característica climática do país.

Compreender a dinâmica dos processos erosivos permite implementar ações para mitigar as ações erosivas através de ações de planejamento e gestão (GUERRA, 2007; BERTONI e NETO, 2008).

Aliada às necessidades contemporâneas da sociedade e aos estudos que envolvem políticas de ordenamento territorial municipal, a partir do século XXI, nota-se que um dos enfoques mais explorados está relacionado a análise da dinâmica da paisagem. Tais abordagens evidenciam a interação entre a sociedade e a natureza, ocasionando na formação de paisagens que frequentemente apresentam áreas suscetíveis a vulnerabilidade e riscos socioambientais. A natureza surge, diante dessas análises, seja para compreensão de suas formas de apropriação quanto a avaliação dos impactos ambientais (ZACHARIAS e GUERRA, 2019).

Essa integração proporciona uma continuidade lógica ao desenvolvimento do tema, conectando os aspectos da paisagem, ordenamento territorial e as interações entre sociedade e natureza ao longo do tempo.

O meio ambiente sofre mudanças constantes naturalmente, ao qual não temos controle. Entretanto, as atividades humanas, cada vez mais intensas sobre o meio, vem ocasionando mudanças significativas, seja ela em relação ao tempo, acelerando os processos de fragilidade ambiental, ou espaço, aumentando as áreas degradáveis do planeta (ANDRADE e ROVANI,

2022). Ross (2006) aponta que a ação humana sobre o meio ambiente apresenta resposta em maior ou menor grau dependendo das características genéticas do meio, ou seja, o grau de vulnerabilidade do ambiente será alterado em decorrência da fragilidade natural do meio. O supracitado autor, alega que há um equilíbrio dinâmico nas mudanças ocasionadas pela própria natureza e o ser humano vem alterando este equilíbrio.

Desta forma, compreender as potencialidades e as limitações do meio ambiente são fundamentais para ocupá-las e explorá-las de forma sustentável. Mira *et al.* (2022, p. 1353) discorrem que

Compreender as limitações e potencialidades dos complexos sistemas ambientais, a partir das categorias morfodinâmicas, possibilita a identificação e o mapeamento de diversas áreas estáveis e vulneráveis à degradação ambiental, fundamentais no processo de planejamento, zoneamento e gestão dos recursos naturais [...]

Essa análise integrada da paisagem tem suas origens no conceito das unidades Ecodinâmica, proposto por Tricart (1977), que ressalta os elementos morfodinâmicos como sendo determinantes nas análises integrada da paisagem. Para o autor o conceito de ecodinâmica é integrado ao conceito de ecossistemas, ao qual fundamenta-se no instrumento lógico de sistemas. O autor apresenta a ideia de sistemas como uma entidade complexa e inter-relacionada, onde o funcionamento é gerado a partir da troca de matéria e energia entre seus componentes, resultando em uma única entidade dinâmica e interdependente, as unidades ecodinâmicas.

O grau de vulnerabilidade natural a perda de solos é estabelecido pelos fatores morfodinâmicos, de modo que áreas onde há predominância de processos de morfogênese prevalecem os processos erosivos e quando há predominância dos processos de pedogênese, mantem-se os processos formadores do solo (CREPANI *et al.*, 2001).

Crepani *et al.* (2001), quando propõem uma metodologia para gerar cartas de vulnerabilidade natural, utilizam-se do conceito de ecodinâmica e apresentam as Unidades Territoriais Básicas (UTBs) dividindo-as em unidades de paisagem natural – recorte territorial onde as dinâmicas visíveis e invisíveis se relacionam, sendo necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio – e os polígonos de intervenção antrópica – correspondendo as unidades de atuação humana que alteram as condições naturais.

Quanto as UTBs, Mira *et al.* (2022, p. 1354) destacam que o equilíbrio “do sistema representado pela unidade de paisagem natural se alteram numa escala variável, de acordo com a introdução de novas forças desenvolvidas no polígono de ação antrópica”.

Silva (2022, p. 32) aponta que “a vulnerabilidade caracteriza o grau de suscetibilidade que um componente ou conjunto de componentes do meio/paisagem, manifestam à determinada ação ou fenômeno. É, portanto, a capacidade que o ambiente possui de reagir a fatores naturais nos processos de morfogênese e pedogênese”.

O mapeamento da vulnerabilidade natural à perda do solo desempenha um papel crucial no âmbito do planejamento e gestão territorial e ambiental, consolidando como uma ferramenta relevante utilizada pelos órgãos públicos. Os procedimentos operacionais para sua elaboração envolvem estudos básicos sobre o relevo, os tipos de solo, a geologia, o clima e o uso e cobertura do solo. Essas informações são, posteriormente, analisadas de forma integrada para gerar um produto síntese que expressa os diferentes graus de vulnerabilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas (ROCKETT *et al.*, 2014).

O mapeamento da vulnerabilidade do solo, ao se integrar com as análises de paisagem, proporciona uma compreensão integral dos desafios ambientais, permitindo uma abordagem mais abrangente na busca por soluções sustentáveis e eficazes no contexto da gestão territorial.

3.3.Planejamento e Gestão: Uma Busca pelo Ordenamento Territorial

3.3.1. Antecedentes

Desde os primórdios da humanidade o ser humano transforma a natureza. Esta relação é percebida diante do contexto histórico da evolução humana, como, por exemplo, “A dominação do fogo, a sedentarização, a agricultura, a domesticação de plantas e animais, as trocas culturais e o estabelecimento de sociedades” (SANTANA e NUNES, 2021, p. 31).

As primeiras manifestações antropológicas no meio ambiente datam as noções de sobrevivência. Posteriormente esses eventos, ao estabelecê-los concretamente como uma sociedade, passa-se a instaurar os primeiros modelos de sistemas através das extrações dos recursos naturais com finalidades de inserir-se em status de poder. Essas explorações desiguais tornaram-se, progressivamente, problemáticas, visto que a natureza não é uma fonte ilimitada de recursos, como postulado a priori, e sua exploração deve ser consciente, não promovendo impactos ambientais. (SANTANA e NUNES, 2021; SALES e SALES, 2010; LEMOS; JUNIOR e WSTANE, 2019)

Quintana e Hacon (2011, p. 428), ao discutirem sobre este impacto ocasionado pela exploração dos recursos naturais, ressaltam que “pela primeira vez na história, o grau de integração em que se encontra a humanidade alcança níveis de causa e efeito nunca antes experimentados pelas culturas humanas”, assim, podemos concluir que estes níveis alcançados podem ser percebidos em fenômenos, como por exemplo, o aumento das temperaturas,

resultado da exploração desigual dos recursos naturais pautados em um crescimento econômico sem limites.

Em meados do século XVI criou-se uma concepção de que a natureza possuía uma fonte ilimitada de recursos e que, partindo desse pressuposto, poderia estabelecer um meio de produção que visava a maximização dos lucros pautado em uma exploração intensa dos recursos naturais. Durante este período as pesquisas científicas eram moldadas por esta percepção, preocupava-se com valores econômicos, utilizando-se de mecanismos práticos ao qual analisava a relação sociedade/natureza como algo estático, onde o ser humano possuía capacidade absoluta sobre a natureza, podendo dominá-la e transformá-la sem se preocupar com os impactos gerados (BERNARDES e FERREIRA, 2003).

Essa concepção, de recursos ilimitados e desenvolvimento econômico sem limites, ganha novas abordagens por volta das décadas de 1960 e 1970. Vale lembrar que as questões ambientais já haviam sido inseridas na comunidade científica anteriormente, o que permitiu os debates ambientalistas a alcançar escalas mundiais. A década de 1960 é marcada pelas iniciativas não-governamentais e em 1970 pelo surgimento das instituições ambientalistas, principalmente pela Conferência de Estocolmo, em 1972, ao qual revelou a preocupação com as questões ambientais por parte de governos e partidos (COUTINHO, 2009).

Os riscos da degradação ambiental, analisados por pesquisadores, causaram uma preocupação quanto aos impactos das ações humanas ao meio ambiente. Para Quintana e Hacon (2011, p. 428), “a crise ambiental aparece, assim, como aquela capaz de lembrar à humanidade – ou ao menos àqueles que insistem na reprodução ilimitada do capital – que existem limites físicos, orgânicos e químicos para a sua expansão.”

Bernardes e Ferreira (2003, p. 17), discutindo sobre a relação sociedade-natureza, destacam que por volta deste período “percebeu-se que os recursos naturais são esgotáveis e que o crescimento sem limites começava a se revelar insustentável”, sendo, a partir destas percepções acerca do meio ambiente, que iniciou as primeiras iniciativas de tomadas de decisões acerca de romper com a dinâmica que se estabelecia entre a sociedade-natureza e buscar novos meios de conciliar as necessidades do sistema vigente com os limites estabelecidos pela própria natureza.

Santos e Silva (2015, p. 129), sobre o surgimento das preocupações ambientalista neste período, pontuam que.

[...] por conta dos movimentos ambientalistas, os problemas relativos à poluição e escassez de recursos para a produção industrial não passaram despercebidos e foram, pouco a pouco, incorporados como “variáveis ambientais” na discussão sobre a

sociedade industrial. Frente às questões ambientais, o sistema capitalista vem incorporando conceitos e adotando práticas “politicamente corretas” para tornar possível sua reprodução.

Como pontuado anteriormente, foi em meados da década de 1950 que as preocupações ambientalistas surgiram, com novas discussões acerca da relação estabelecida entre o ser humano e a natureza. Vasconcelos, Hadad e Junior (2013, p. 120) discutiram sobre os estudos voltados a relação sociedade-natureza e pontuaram quais preocupações fizeram emergir essas reflexões. Eles alegam que “a preocupação com esse estudo se deu principalmente devido ao progressivo aumento da produção e consumo de energia e mercadorias, o qual abriu a possibilidade de esgotamento de diversos recursos naturais”.

Desta forma, é possível perceber que novas abordagens, frente as preocupações ambientais, começavam a ser discutidas e, progressivamente, incorporadas no meio científico em suas diferentes esferas. A ciência geográfica começa a realizar novos questionamentos. Santana e Nunes (2021, p. 27), discorrem que

[...] na ciência geográfica estudos que questionam o modelo de desenvolvimento ancorado no consumo irracional de bens e serviços e a consequente exploração massiva dos recursos naturais, incompatível com o tempo lento da natureza, ou tempo geológico, cujas dinâmicas têm sofrido interferências irreversíveis e impactos de longo prazo imensuráveis. Este processo é inerente ao modo de vida ocidentalizado, sendo o capitalismo o grande responsável pela crise ambiental, aprofundada com a Revolução Industrial, no século XVIII.

A ciência geográfica, desta forma, começava a questionar os meios de produção e os impactos causados pela exploração massiva dos recursos naturais, analisando os impactos futuros e a interferência na dinâmica natural.

As análises e críticas ao sistema de exploração contribuiu para que a ciência geográfica buscasse caminhos para prevenir e preservar os recursos naturais, propondo meios de se alcançar cenários propícios ao desenvolvimento econômico/social e manter um equilíbrio com a dinâmica da natureza. Sobre isso Sales (2004), enquanto discutia a crescente preocupação da ciência geográfica com a temática ambiental, ressalta que a supracitada ciência contribui com ferramentas que permitem realizar zoneamento, diagnósticos e análises socioambientais.

3.3.2. Gestão e Planejamento Territorial: Conceitos e Aplicações

Frente a essas discussões de produção desenfreada e expansão demográfica surge a necessidade de elaborar um ordenamento territorial que busque diminuir os impactos negativos do planeta, ocasionado pela produção massiva que vem modificando o ecossistema, com áreas degradadas. O aumento do consumo e produção de energia e os impactos oriundos dessa

produção permitiu que fosse abordado métodos que conciliassem a exploração dos recursos de forma consciente, sem gerar impactos nocivos ao meio.

Para tal, é necessário compreender que novas abordagens precisam ser discutidas quando se trata de gerir um território. Neves e Sauer (2016, p. 131) apontam que

[...] a questão territorial foi galgando importante espaço na análise conceitual nos estudos sobre desenvolvimento, rompendo com a ideia de que ele se restringe ao aspecto econômico, incorporando outras dimensões a serem observadas como as sociais, políticas, institucionais e ambientais.

A gestão territorial engloba a gestão, reflexão e implementação de medidas voltadas para o alcance do desenvolvimento. Neste contexto, o conceito de desenvolvimento não se refere ao crescimento desenfreado e irregular associado à busca pelo avanço econômico por meio de produções em massa. Pelo contrário, busca-se atingir novos patamares em diversas dimensões da sociedade, abrangendo aspectos políticos, econômicos, ambientais, institucionais e sociais.

Diante do exposto, é importante salientar que a gestão territorial, enquanto método de abordagem a alcançar o ordenamento de determinado espaço, permite atingir, se aplicado corretamente, novos patamares do desenvolvimento econômicos, sociais, políticos, institucionais e ambientais (PEREIRA *et al.*, 2011).

Ações de gestão territorial permite organizar o espaço, de forma a explorar áreas de potencialidades econômicas e, minimizar possíveis áreas de fragilidades ambientais, além de fornecer informações importantes a respeito do recorte ao qual se aplica para planejamentos municipais (BRASIL, 2022).

Fritzsons e Correa (2009, p. 12) alegam que

[...] ultrapassando um viés meramente administrativo e diante de progressivas articulações entre o setor público e o privado, a gestão do território corresponde à prática das relações de poder necessária para dirigir, no tempo e no espaço, a coerência das múltiplas finalidades, decisões e ações.

Para compreender as peculiaridades das múltiplas dimensões existentes nos territórios, que englobam municípios, regiões, estados ou mesmo nações, é imprescindível utilizar ferramentas que forneçam informações essenciais para orientar o planejamento e a gestão de políticas de desenvolvimento (PEREIRA *et al.*, 2011).

Diante disso, vale ressaltar que para Lemos, Junior e Wstane (2019) gestão e planejamento estão intimamente ligados, sendo gestão o ato de organizar, gerir, ações e o planejamento como sendo um eixo que norteará as tomadas de decisões para aplicação da

gestão. Neste quesito, os mesmos autores destacaram que o planejamento evoca uma perspectiva de busca, intenções e projetos – um destino a se alcançar, fazendo uso dos meios previamente concebidos. Enquanto isso, a gestão se concretiza na implementação desse percurso, no dia a dia, nas políticas e na jornada.

Desta forma, o planejamento e a gestão caminham juntos, sendo o planejar parte do processo de gestão. Dentro deste âmbito de planejamentos, os pautados em questões ambientais, tem tomado proporções cada vez maiores, visto que esse processo de expansão econômica, já citado anteriormente, impacta, negativamente, o meio natural.

Atualmente, o planejamento ambiental recebe considerável atenção. A crescente demanda de antecipar e planejar o futuro surge como resposta a substancial aumento dos desequilíbrios ambientais, provenientes da produção acumulada. São diversas áreas que vêm discutindo essa realidade, cada uma contribuindo com suas óticas de análise.

Fritzsos e Correa (2009, p. 11) discorrem que

O planejamento deve ter caráter integrador, tratar dos problemas humanos atuais e potenciais, com a visão de conjunto, e ter espírito intersetorial, incorporando critérios de racionalidade ao desenvolvimento e possuir enfoque sistêmico. Esse caráter de integração, racionalidade, visão de conjunto, caracteriza a ideologia ambiental.

Buscando meios de planejar e gerir um determinado território surge, frente as necessidades, ferramentas que auxiliam a alcançar os objetivos proposto. Desta forma órgão governamentais precisam elaborar meios que alcancem resultados satisfatórios. Filho e Abramovay (2003), acerca do planejar, discorre que as iniciativas governamentais se pautam em três modalidades: Programas, organizações locais de controle e gestão de políticas públicas e, por último, ações que geram novos recortes territoriais baseados em três iniciativas, sendo elas: os Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, o Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável de Mesorregiões Diferenciadas e o Zoneamento Econômico Ecológico.

Por maiores que sejam as diferenças entre os objetivos, os métodos e os resultados de cada uma destas iniciativas, nos três casos trata-se de planejar o processo de desenvolvimento com base em recortes territoriais que não se limitam às cinco regiões políticas em que se divide o País (FILHO E ABRAMOVAY, 2003, p. 02)

Desta forma, nota-se alguns registros de interesses em elaborar meios que conciliem a Economia e a Ecologia e que consigam gerir os territórios a fins de manter o equilíbrio entre sociedade-natureza sem prejudicar as futuras gerações. Sobre isso, Neves e Sauer (2017, p. 131) destacam que

Com este horizonte multidisciplinar, tornou-se necessária a criação de instrumentos que contemplem todos estes arcabouços na coleta de informações essenciais para o planejamento e gestão de políticas efetivas com viés no desenvolvimento, uma vez que os esforços anteriormente propostos sobre o tema esbarravam na total ignorância ou na deficiência de informações consistentes dentro da administração pública.

A partir das necessidades de pensar uma organização espacial consciente do território surge diversas ferramentas que visam gerir determinado território de forma a conciliar a proteção ao meio ambiente e a exploração dos recursos naturais.

Vasconcelos, Hadad e Junior (2013) pontuam que ordenar o espaço da produção está ligado ao ato de gerir o uso dos recursos naturais. Os autores questionam os meios para se alcançarem melhores resultados sociais e econômicos e pontuam a importância do Zoneamento Ecológico- Econômico.

Esse novo contexto de uma sociedade globalizada de produção levou à necessidade de um conhecimento e gestão do uso de recursos naturais diante de uma perspectiva que envolva a Economia e a Ecologia (Vasconcelos, Hadad e Junior, 2013, p. 120).

No Brasil a lei nº 10.683/03 instituiu o Ministério da Integração Nacional e o Ministério da Defesa para se responsabilizar pelo ordenamento territorial. Em 2004 foi elaborado a proposta da Política Nacional de Ordenamento Territorial – PNOT. Este órgão é responsável por assegurar uma melhor distribuição econômica e da população; gerir o uso dos recursos naturais de modo racional; melhorar a qualidade de vida.

3.4. Zoneamento Ecológico Econômico

Para alcançar resultados satisfatórios nas ações de planejamento e ordenamento de determinado território foi necessário desenvolver novas ferramentas que abarcasse todos os fatores desejados para análise. Diante disso, órgãos públicos brasileiros desenvolveram metodologias para análise do comportamento das dinâmicas atuantes de modo a atender as especificidades do país, dando enfoque a questões Econômicas e Ecológicas.

Na busca por novas metodologias, até alcançar resultados satisfatórios, que compreendesse as diversas esferas econômicas e sociais, foram implementadas diversas técnicas de Zoneamento, cada qual focada em desenvolver atividades específicas. Fritzsos e Correa (2009, p. 15), sobre a definição de zoneamento, pontuam que

o conceito de zoneamento é muito simples, pois significa dividir uma área em porções homogêneas e qualificá-las para cada uso e ocupação, sendo que a identificação e delimitação de zonas devem obedecer a algum critério pré-estabelecido.

Ainda destacam que tal ferramenta já era utilizada pelos agricultores neolíticos, quando escolhiam áreas propícias para desenvolverem suas atividades. Para Vasconcelos, Hadad e Junior (2013, p. 120) a aplicabilidade do zoneamento se torna uma ferramenta indispensável para o planejamento ambiental, pois “[..] permite tratar a espacialização dos atributos ambientais, bem como de suas potencialidades, vocações, fragilidades, riscos e conflitos”.

Neste cenário, no Brasil, por volta de 1980 teve início as primeiras pesquisas de zoneamento. Isso deve-se a pressão internacional sobre os debates ambientais que tiveram início nesta década e a necessidade de um ordenamento territorial para um país como o Brasil, que possui um amplo território com diferentes especificidades. A apreensão mundial acerca das questões ambientais, fez com que o Brasil ampliasse os zoneamentos para identificar áreas degradadas e que deveriam ser destinadas a preservação ambiental (LEITE, 2001).

Ao decorrer dos anos, diversos foram os motivos que fizeram emergir técnicas de zoneamentos com fins variados. Zoneamentos industriais, ambientais, zoneamento costeiro, zoneamento fundiário etc. Essas técnicas possuíam fins específicos e abarcavam questões próprias, sem abranger discussões de todas as esferas para um planejamento e ordenamento eficaz. Diante disso, Vasconcelos, Hadad e Junior (2013), ressaltam que possuir vários instrumentos de zoneamento exigia um esforço muito maior de integração por partes dos órgãos públicos e, por isso, se faz necessário unir todos os interesses em um instrumento que articule as necessidades de cada esfera.

Desta forma, foi imprescindível implementar um zoneamento que trouxesse em seu bojo discussões econômicas e ecológicas. O Zoneamento Econômico Ecológico – ZEE, surge como ferramenta para auxiliar na tentativa de melhor ordenar o território, integrando os aspectos sociais e naturais, agregando resultados melhores nos planejamentos tradicionais.

É possível afirmar que o zoneamento se reestruturou ao passar do tempo adotando, além de parâmetros da dinâmica física e biológica, os campos econômicos e sociais, gerando uma complexidade de dados ao integrar o sensoriamento remoto e o SIG em seu cerne. Desta forma notou-se o aperfeiçoamento da abordagem sistêmica a partir da otimização dos estudos ecológicos e ambientais ao reduzir o tempo de coleta de dados espaciais que dinamizaram a confecção de cartas (FRITZSONS e CORREA, 2009).

Os primeiros zoneamentos agroecológicos, no Brasil, datam a década de 1980 e tinha como finalidade qualificar agro-ecologicamente o espaço rural. Um dos fatores importantes que corroboraram a implantação do ZEE no Brasil foram as discussões acerca da Amazônia, que

teve destaque mundialmente. O governo brasileiro, em busca de continuar a ter acessos aos recursos naturais, instituiu equipes de pesquisas para aplicar técnicas de Zoneamento.

Inicialmente implantada por meio do Programa de Desenvolvimento Integrado para o Noroeste do Brasil – Polonoroeste (1981), que visava alcançar o desenvolvimento rural e ocupação da Amazônia. Posteriormente, em 1988 o Polonoroeste foi substituído pelo Planoforo - Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia, ao qual tinha por finalidade corrigir alguns erros causados pelo Polonoroeste e que, uma das propostas, era realizar o Zoneamento Socioecológico-econômico de Rondônia (SOUZA, 2008).

Araújo (2006, p. 67), define o Zoneamento Ecológico-Econômico como a

[...] forma de compartimentação de um espaço geográfico, a partir das características físicas e bióticas de seus ecossistemas e suas interações entre si e com o meio socioeconômico, em que são evidenciados e previstos os impactos sobre o sistema natural e antrópico.

Sendo assim, pode-se perceber que o ZEE tem por finalidade gerir de forma eficiente o uso e ocupação do solo, dividindo-as em áreas propícias ao desenvolvimento econômico e áreas que devem ser destinadas a preservação, além de fornecer informações aos tipos de atividades destinadas a cada zona e as especificidades físicas e biológicas das mesmas. Sobre isso, a autora supracitada ainda discorre que

o ZEE é um zoneamento que conjuga aspectos ecológicos e socioeconômicos com fins de induzir a um melhor uso do solo. Desse modo, o ZEE apresenta a possibilidade de perceberem-se os riscos e as potencialidades associados ao processo de uso do solo em regiões diferenciadas (ARAÚJO, 2006, p. 67).

Desta forma, nota-se a importância do ZEE para compreensão das disponibilidades dos recursos naturais e a efetividade na aplicação de atividades antrópicas em áreas com alto potencial econômico.

Sobre o surgimento do ZEE, Ferreira *et al.* (2018, p. 240) defende que tal instrumento

[...] rompeu com o paradigma de ferramenta autodirecionada para a classificação do território com base num determinismo natural, para incluir a vontade e a ação humanas como elementos compositores da ecologia do ambiente *latu sensu* [...] esse instrumento tem sido utilizado na tentativa de ordenação do território brasileiro buscando harmonizar os interesses econômicos, sociais e ambientais.

O ZEE torna-se, assim, uma ferramenta indispensável para práticas de gestão e planejamento territorial. Neste contexto é notável que a análise desse instrumento embasada em

questões econômicas e ecológicas, permite um desenvolvimento de recursos econômicos de políticas ambientais.

Ferreira *et al.* (2018), pontua que o ZEE

[...] constitui-se assim, um instrumento que se propõe a ampliar a relação homem-natureza, fazendo a interseção entre políticas públicas e meios de produção, de forma que a biodiversidade passa a ser compreendida como base da sustentabilidade dos ecossistemas naturais, dos serviços ambientais, dos recursos florestais e pesqueiros, da agricultura e da nova indústria da biotecnologia (FERREIRA *et al.*, 2018, p. 240)

Tratando de uma técnica abrangente, ao qual inclui as esferas sociais e ecológicas, foi necessário elaborar documentos que visassem preparar técnicos na operacionalização do ZEE, desta forma o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais –, no ano de 1994 a 1995, em parceria com SAE/PR – Secretária de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – elaborou um curso de sensoriamento remoto para capacitar técnicos dos Estados da Amazônia Legal. No ano seguinte, 1996, o INPE publicou um documento com a Metodologia adotada para elaborar mapas de vulnerabilidade natural a perda de solo. Posteriormente, em 2001, esse documento foi reformulado.

A metodologia de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo, proposta por Crepani *et al.* (2001), teve início com trabalhos desenvolvidos em 1996, pela mesma equipe, para atender as necessidades destes ordenamentos territoriais e preparar os técnicos dos estados da Amazônia Legal no que aplicaria o Zoneamento da referida região. Esta abordagem metodológica, logo após, foi replicada para diversos outros estados e municípios.

Crepani *et al.* (2001) parte do conceito de Ecodinâmica proposto por Tricart (1977), que definiu as relações entre morfogêneses/pedogêneses, e pela capacidade das imagens de satélite, que possibilita uma visão sinótica e holística da paisagem.

Crepani *et al.* (2001, p. 13), quando discutem os conceitos propostos por Tricart (1977), alegam que as análises pautadas na relação morfogênese/pedogênese, permitem constatar que ao predominar “a morfogênese prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos”.

Quanto às imagens de satélites, elas servirão como “âncora” para o desenvolvimento da pesquisa, sendo ferramentas cruciais para interpretar as informações apresentadas nos mapas temáticos (CREPANI *et al.* 2001).

Desta forma, as técnicas utilizadas nesta pesquisa pautam-se na proposta de Crepani *et al.* (2001) ao qual propõe uma metodologia utilizando-se do Geoprocessamento e SIG para

gerar cartas de vulnerabilidade natural a perda de solo, subsidiando o ZEE e as ações de gestão e planejamento territorial.

3.5. Geotecnologias Aplicadas a Estudos da Paisagem

O meio ambiente possui seu próprio equilíbrio dinâmico conforme seus componentes vão se interagindo e trocando energia entre si. No entanto, cada vez mais o ser humano modifica o meio em busca de recursos naturais para se estabelecerem na sociedade. Essa intervenção, dada muitas vezes de forma invasiva, vem ocasionando uma mudança na dinâmica natural. Ambientes que, em muitos casos, levariam anos para se modificar, com a intervenção antrópica sofrem mudanças em poucos anos/décadas. Santos e Pena (2011, p. 2) afirmam que “os fenômenos ‘naturais’ foram se agravando, e tornando-se cada vez mais ‘artificiais’, ou seja, a ação humana produziu efeitos desastrosos e fenômenos irreversíveis”.

Frente a essa interferência humana, novas tecnologias vão surgindo para auxiliar a compreensão da dinâmica da natureza e como subsídio as ações de gestão e planejamento ambiental/territorial. O Geoprocessamento aborda as tecnologias que auxiliam na coleta, armazenamento e tratamento de dados digitais da superfície terrestre.

Rosa (2013, p. 51) pontua que o geoprocessamento também trata sobre “o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação”. O autor defende ainda que, de uma forma geral, abarca profissionais que desenvolvem cartografia digital, sistema de informações geográficas e processamento digital de imagens.

Para D’Alge (2001, p. 01), o Geoprocessamento representa “[...] a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico”.

Moura (2000, p. 04), destaca que o geoprocessamento

significa implantar um processo que traga um progresso, um andar avante, na grafia ou representação da terra. não é somente representar, mas é associar a esse ato um novo olhar sobre o espaço, um ganho de informação.

O Geoprocessamento, deste modo, permite obter novas compreensões sobre o espaço, ampliando discussões acerca da relação sociedade-natureza com análises diagnósticas e prognósticas acerca da dinâmica da paisagem, subsidiando, deste modo, ações que visem gerir o espaço.

Santos e Pena (2011, p. 02), quando abordam o Geoprocessamento, pontuam que

O geoprocessamento tem-se mostrado um importante instrumento para o auxílio na aquisição de dados [...] produção de análises e representação das informações obtidas na paisagem. Com o avanço das técnicas de geoprocessamento tornou-se possível à integração de dados das mais diversas origens, que podem ser processados através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), transformando a análise desses dados em informação relevante para a sociedade.

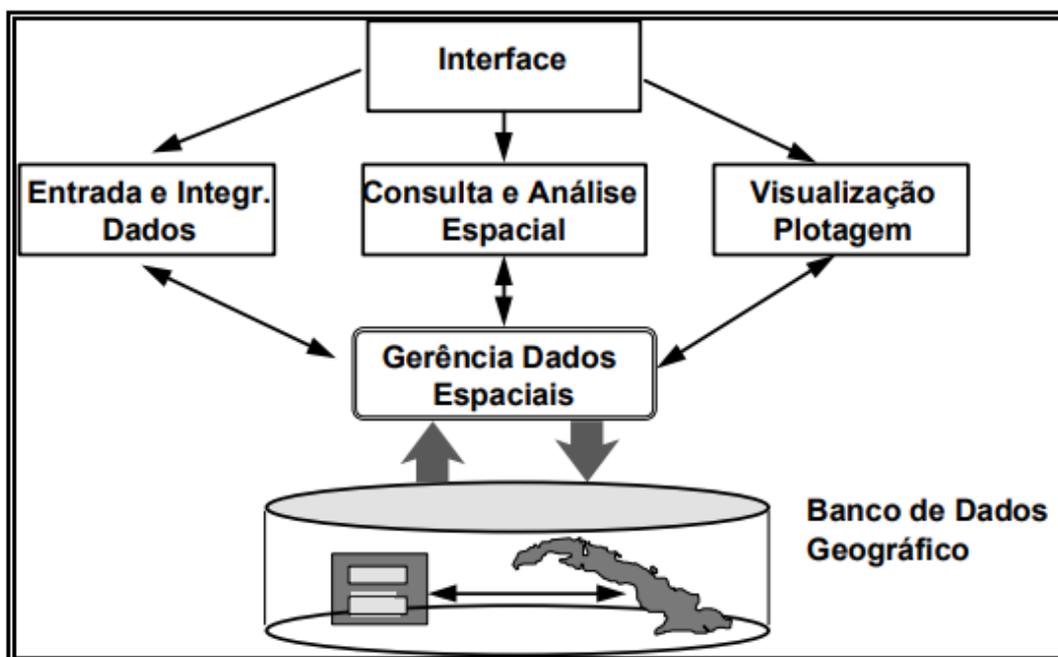
O Sistema de Informação Geográfica é base integrada do Geoprocessamento e define-se como os Sistemas que processam dados georreferenciados. Deste modo, refere-se aos processos de aquisição, armazenamento, manipulação e análise de dados. Moura (2000, p. 04) destaca que o SIG é um sistema “[...] de processamento de informação espacial”.

Câmara *et al.* (2002, p. 07), quanto a conceituação do SIG, discorre que o termo é

[...] aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão *georreferenciadas*, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica

Para o autor supracitado, o SIG é composto por cinco componentes que se relacionam hierarquicamente (Figura 1). Tais componentes são a “Interface com o usuário; Entrada e integração de dados; funções de processamento gráfico e de imagens; visualização e plotagem e; armazenamento e recuperação de dados” (CÂMARA *et al.*, 2004, p. 08).

Figura 1: - Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica



Fonte: Câmara *et al.* (2004)

Rosa (2013) destaca que as operações mais comuns de análises em SIG são:

- A **reclassificação** é realizada quando há a necessidade de melhorar a classificação visual dos dados ou quando a forma de apresentação dos dados não está adequada ao tipo de análise que se deseja realizar.
- As técnicas de **sobreposição** ocorrem quando a informação desejada está presente em dois ou mais mapas e, neste contexto, deve-se aplicar os operadores de álgebra Booleana para extrair as informações desejadas.
- O operador de **ponderação** é a confecção de um mapa a partir de média ponderada dos planos de informações de um banco de dados, como solos, vegetação, geologia etc.
- As operações de **medidas** ocorrem por meio de várias possibilidades, sendo as principais medidas em distância, perímetro, área e volume.
- As técnicas de **tabulação cruzada** são empregadas para calcular as áreas de interseções entre as classes de dois planos de informações. Geralmente, é necessário que os dados estejam em formato raster, possuam a mesma resolução espacial, número de pixel e estejam na mesma projeção.
- Os **operadores de vizinhança** desempenham a função de selecionar uma área situada a uma distância específica de uma feição de interesse. Neste processo, o analista define o critério de distância em relação a um objeto e o resultado do operador gera uma nova camada com as informações desejadas.
- A **análise de rede** aplica-se quando deseja obter o menor caminho, funções de fluxo e hidrografia.
- A **análise estatística** possui aplicação para obter uma melhor acurácia dos dados durante seu processamento, sendo suas avaliações as estatísticas descritivas, histogramas, valores extremos e correlações.
- A **consulta a banco de dados georreferenciados**, consiste em um banco de dados onde todas as informações estão referenciadas espacialmente através de coordenadas.

Zaidan (2017) apresenta que o primeiro SIG surgiu na década de 60 no Canadá e nos anos 70 surgiram os primeiros recursos mais acessíveis de hardware e sistemas comerciais, o CAD - Computes Aided Design - que serviu de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizado. Com o viés voltado ao planejamento e modelagem do meio urbano do EUA, ocorreu, na década de 80, o aperfeiçoamento das técnicas. O autor conclui, pontuando que desta forma

[...] pode-se afirmar que, ao final da década de 80, as funções dos SIGs estavam muito bem estabelecidas e, no início da década de 90, o que prevaleceu foi o aumento crescente da integração do usuário com as ferramentas de Geoprocessamento, facilitando o uso dos aplicativos (ZAIDAN, 2017, p. 197)

A importância do SIG para estudos da paisagem foi pontuada por Santos *et al.* (2012, p. 25). Para os autores o SIG é “[...] uma ferramenta fundamental, especialmente quando permitem a manipulação de modelos e dados reais e a transferência de informações implícitas para análises explícitas”, desta forma, pode-se pontuar a importância dos Sistemas de Informações Geográficas para estudos da dinâmica da paisagem e aplicação destes para ordenamento territorial.

Além do SIG, o Sensoriamento Remoto (SR), através das imagens orbitais, contribui nas análises de vulnerabilidades ambientais, pois permite obter, de forma contínua, periódica e sistemática, dados referentes à cobertura terrestre, incluindo informações sobre áreas de vegetação nativa, áreas cultivadas, pastagem e zonas urbanas (FILHO *et al.*, 2021).

O SR é definido como uma técnica de obtenção de dados por meio de sensores. Liu (2015, p. 05) define o Sensoriamento Remoto como sendo “uma técnica de aquisição e de aplicação das informações sobre um objeto sem nenhum contato físico com ele”.

Florenzano (2007) define o SR como sendo a tecnologia capaz de obter dados da superfície terrestre através da energia emitida ou refletida pela superfície. Os sensores, sejam terrestres, aéreos ou orbitais, captam os registros da energia eletromagnética dos objetos na superfície terrestre. Esta energia, proveniente de fontes naturais ou artificiais, são refletidas ou absorvidas pelos objetos da superfície. Cada objeto, por suas características biofísicas e químicas, reflete energia de maneira diferente. É através das variações da energia refletida pelo objeto que se torna possível identificá-los na superfície.

Palmeira (2004) discutindo a importância do Sensoriamento Remoto, salienta que tal ferramenta tornou-se imprescindível para o levantamento de estudo dos recursos naturais, pois permite obter dados de lugares de difícil acesso.

Seguindo a mesma linha, Rodrigues (2019), discutindo acerca do Sensoriamento Remoto, pontua que as imagens obtidas por sensores se tornam dados primários fundamentais para estudos da dinâmica da Paisagem, permitindo análise espaço-temporal e, contribuindo para uma visão integrada da dinâmica da paisagem.

A precisão da análise das imagens orbitais depende de vários fatores que destoam da interpretação básica, como a época de obtenção da imagem, a escala da imagem, o tipo de

produto, as bandas espectrais e a experiência do intérprete (DEMARCHI, SARTORI e ZIMBACK, 2011).

Existem técnicas de processamento digital que visam melhorar o aspecto das imagens facilitando a precisão das análises dos dados obtidos. Este processamento de imagens orbitais, de acordo com Rosa e Brito (1996, p. 83) está relacionado com o processo de “manipulação numérica de imagens digitais, cuja finalidade é melhorar o poder de discriminação dos alvos”. Sendo assim, compreende como o conjunto de processamentos computacionais que visa melhorar, analisar e extrair informações das imagens obtidas através de sensores orbitais.

Pereira *et al.* (2016) ressaltam que o processamento de uma imagem envolve uma série de transformações sucessivas com o objetivo de extrair de forma mais eficiente as informações contidas nela, permitindo a coleta de dados da superfície imageada limitando os possíveis erros de discriminação dos objetos contidos nela.

Novo (1992), acerca das técnicas de processamento digital de imagens, aponta que são estruturadas em três etapas, sendo: Pré-processamento; Realce e Classificação.

As técnicas de Pré-processamento são realizadas através do processamento computacional dos dados brutos, com o propósito de corrigir e restaurar as distorções ou degradações presentes nas imagens (NOVO, 1992; PALMEIRA, 2004).

Quanto as Técnicas de Realce, está relacionada com os procedimentos que objetivam aprimorar a visualização dos elementos, transformando os níveis de cinza, para facilitar a interpretação visual das imagens orbitais (PALMEIRA, 2004; MACHADO e QUINTANILHA, 2008).

A classificação de imagens busca realizar análises qualitativas com base nas informações contidas na imagem através da segmentação e agrupamento de pixels ou regiões com características espectrais semelhantes. O resultado obtido é um mapeamento temático que reflete a identificação e extração de objetos, fenômenos ou feições que compartilham padrões espectrais homogêneos e estão associados a classes específicas (NOVO, 1992; PALMEIRA, 2004; MACHADO e QUINTANILHA, 2008).

Estas técnicas de mapeamento contribuem significativamente para análises ambientais e estudos de gestão territorial, visto que fornecem informações sobre a superfície terrestre, além de técnicas de tratamento, processamento e análises do meio físico.

4.1.1. Aspectos Socioeconômicos

A formação do município de Anastácio/MS tem sua origem ligada ao município vizinho, Aquidauana, pois surgiu como bairro denominado “Margem Esquerda”, por estar localizado na margem esquerda do rio Aquidauana (JOIA, 2000).

O povoamento na margem esquerda do Rio Aquidauana se deu pelas condições de navegabilidade, ao qual favoreceu a instalação de um entreposto comercial a margem esquerda. Posteriormente, com a chegada da estrada de ferro Noroeste do Brasil, instalado na margem direita do rio Aquidauana, fez com que o centro comercial migrasse do, antes denominado, “Margem Esquerda” (NAVARRO, 2019; SANTOS; 2020).

A “Margem Esquerda” se tornou Distrito pela Lei nº 1.164, de 20 de novembro de 1958 e foi elevado à categoria de Município desmembrado da área territorial do Município de Aquidauana pela Lei nº 2.143, de 18 de março de 1964 (SANTOS, 2020).

O município de Anastácio possui sua matriz econômica pautada na produção de gado (leite e corte), o que contribuiu para que houvesse uma substituição da vegetação nativa para pastagem. Apesar da forte produção pecuária, o município passa por um aumento da agricultura.

4.1.2. Aspectos Fisiográficos Gerais

4.1.2.1.Solo

O município de Anastácio apresenta uma variedade de tipos de solos, dando destaque aos: Latossolo Vermelho e Argissolo, que são caracterizados por serem tipos de solos minerais não Hidromórfico, onde o primeiro possui maior ocorrência em regiões planas ou suaves onduladas; o Neossolo Quartzarênico com baixa fertilidade, sendo caracterizados por serem poucos desenvolvidos; e os Gleissolo, que apresentam horizonte superficial menos espesso, com predominância mais acentuada na porção Centro-Sul do município (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

4.1.2.2.Vegetação

O município possui quatro tipos de vegetação, sendo eles o Contato Chaco/Floresta Estacional, Contato Cerrado/Floresta Estacional e Região da Floresta Estacional Semidecidual, e a Região de Cerrado. Segundo o relatório Geoambiental do Mato Grosso do Sul (2016), possui proporções iguais de vegetação nativa e pastagem plantada, sendo a primeira marcada por Cerrado Arbóreo Denso, Cerrado Arbóreo Aberto, Savana Parque e Contato Savana/floresta Estacional (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

4.1.2.3.Clima

O clima do município é marcado pela dominância das massas equatoriais e tropicais e sofre influência das massas tropicais e polares. É caracterizado por períodos chuvosos durante o verão e secos durante o inverno. O índice pluviométrico médio é de 1.352,6 mm. A média térmica está entre os 25° C, sendo as mínimas, nos períodos mais frios, atingindo números menores que 5° C e as máximas, em períodos mais quentes, ultrapassarem os 40° C (SANT'ANNA NETO, 1993).

4.1.2.4.Geologia

O município de Anastácio possui seis formações geológicas com suas datações marcadas em períodos distintos. A Formação Serra Geral e a Formação Botucatu, datadas do Período Jurássico; o Grupo Cuiabá, datado do Período Pré-Cambriano; a Formação Aquidauana, datada do período Carbonífero; a Formação Pantanal, tendo sua deposição durante o período Quaternário Pleistoceno e, por fim, os Aluviões Atuais, com sua formação durante o período Quaternário Holoceno (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

4.1.2.5.Geomorfologia

O município de Anastácio está dividido em duas regiões: a Região da Depressão do alto Paraguai e a região dos Planaltos da Borda Ocidental da Bacia do Paraná (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

A primeira compreendendo a região da Depressão de Miranda e o Piemontes da Serra de Maracaju. A segunda é marcada por três unidades geomorfológicas, sendo: Segundo Patamar da Borda Ocidental, Terceiro Patamar da Borda Ocidental e Planalto de Maracaju (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

Apresentam-se também três modelados, os planos, de dissecação e de acumulação (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

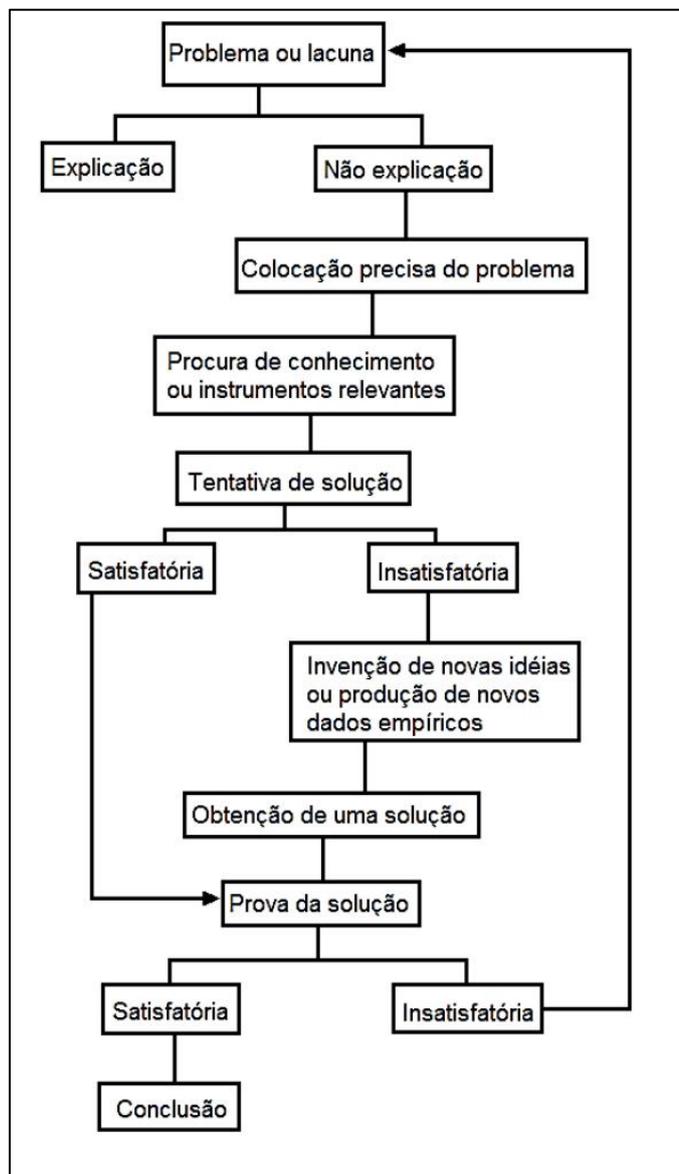
4.2.Método de Análise

A presente pesquisa utilizou como método de abordagem o hipotético-dedutivo, proposto por Karl R. Popper. O teórico, em busca de quebrar com a dualidade do dedutivismo e indutivismo, elaborou um método científico que partisse de um problema, sendo este um método de tentativas e eliminações de erros (Marconi; Lakatos, 2003). Segundo Popper, o conhecimento científico tem início a partir de um problema e se encerra com a origem de novos problemas, desta forma, seu método pauta-se na busca por novos conhecimentos através das tentativas de solucionar problemas.

O método hipotético-dedutivo parte de um problema observado pelo pesquisador. Através disso, o mesmo busca, utilizando seu conhecimento prévio a respeito do objeto analisado, uma solução, uma hipótese, provisória a este problema. Esta hipótese deverá ser submetida ao que o teórico chama de “técnicas de falseamento”, sendo esta, técnicas para averiguar se a hipótese levantada será refutada ou corroborada.

O resultado destes testes abrirá caminhos para novas pesquisas, pois irá surgir novas lacunas no conhecimento. Marconi e Lakatos (2003), ao discutirem tal método, apresentam uma esquematização, como pode analisar na figura abaixo.

Figura 3: Fluxograma do Metodo Hipotético-Dedutivo



Fonte: Marconi e Lakatos (2003, p. 96)

Sendo assim, a presente pesquisa parte da hipótese de que o aumento das produções agropecuárias, processo atuante no município, pode comprometer os recursos naturais e, conseqüentemente, a produção econômica local.

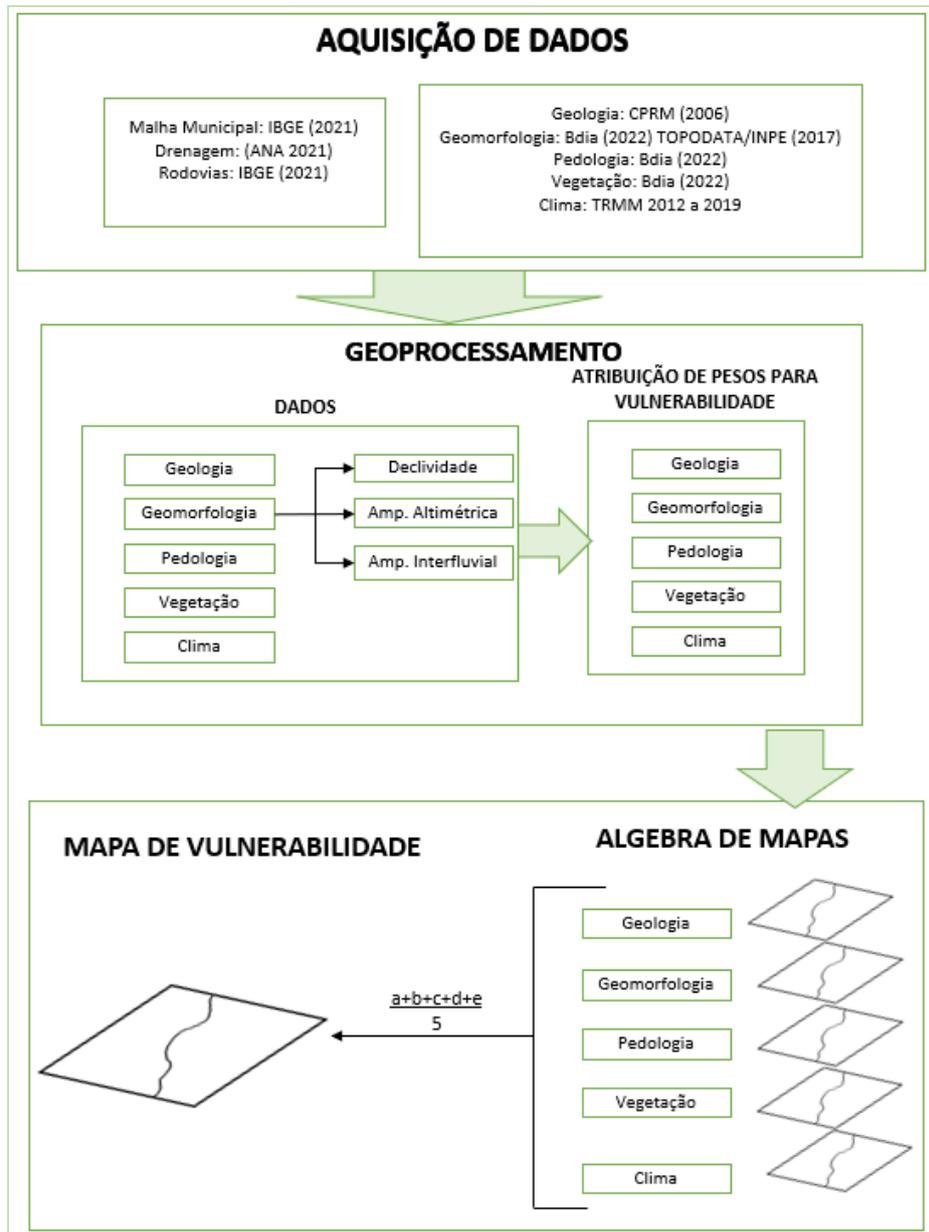
Para testar e averiguar a hipótese será utilizada a proposta metodológica de Crepani *et al.* (2001), mapeamento de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo, que visa fornecer subsídio ao ZEE. Sendo assim, com o teste de falseamento, o mapa de vulnerabilidade natural a perda de solo, poderá constatar se a hipótese levantada será refutada ou não. O resultado deste abrirá novos caminhos para pesquisas de planejamento e gestão.

4.3.Procedimentos Técnicos

As cartas de vulnerabilidade natural a perda de solo proposta por Crepani *et al.* (2001) utiliza-se do conceito de Ecodinâmica, proposto por Tricart (1977) e baseia-se nas características morfodinâmicas da superfície terrestre, ou seja, quando prevalece a pedogênese, formação dos solos, classifica-se as áreas como estáveis, e quando prevalece a morfogênese, relacionada a modelagem do relevo (perda de material), classifica-se como áreas instáveis.

Desta forma, iniciou-se os procedimentos para gerar a carta de vulnerabilidade natural a perda de solos do município de Anastácio/MS. Para tal, foi criado um Banco de Dados no software QGIS 3.10 com os dados vetoriais e matriciais necessários para a análise da área, como, o limite do município, as Drenagens e Rodovias. Posteriormente fez-se a aquisição dos dados referentes as Unidades Territoriais Básicas – UTBs – de Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Clima. As fontes e métodos abordados quanto a aquisição e importação dos dados podem ser observados na Figura 4.

Figura 4: Esquema de Aquisição e Tratamento dos Dados



Fonte: Organizado pelo Autor

Com os dados inseridos no banco de dados realizou-se técnicas de processamento e tratamento dos dados para obter as vulnerabilidades naturais para cada classe elencada, como proposto por Crepani *et al.* (2001), que se baseou no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977). O supracitado autor classifica a vulnerabilidade em 21 classes, entre Estável e Vulnerável, sendo que, as áreas onde prevalecem os processos de pedogênese recebem valores próximos de 1, e áreas com equilíbrio entre pedogênese e morfogênese, os valores são próximos a 2 e áreas onde prevalecem os processos de morfogênese são classificadas como vulneráveis e ponderadas com os valores próximos a 3. A figura 5 aponta as classes apresentadas pelo autor, entretanto,

para este trabalho foi realizada uma modificação nas cores para melhor discriminação dos elementos do mapa.

Figura 5: Escala de Vulnerabilidade das UTB's

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO				
				VERM.	VERDE	AZUL	CORES	
U1	↑	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0		
U2		2,9		255	51	0		
U3		2,8		255	102	0		
U4		V		2,7	255	153		0
U5	U	2,6	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0		
U6	L	2,5		E	255	255		0
U7	N	2,4		S	204	255		0
U8	E	2,3		T	153	255		0
U9	R	2,2	A	102	255	0		
U10	A	2,1	B	51	255	0		
U11	B	2,0	I	0	255	0		
U12	I	1,9	L	0	255	51		
U13	L	1,8	I	0	255	102		
U14	I	1,7	D	0	255	153		
U15	D	1,6	A	0	255	204		
U16	A	1,5	D	0	255	255		
U17	D	1,4	E	0	204	255		
U18	E	1,3	ESTÁVEL	0	153	255		
U19	↓	1,2		0	102	255		
U20		1,1		0	51	255		
U21		1,0		0	0	255		

Fonte: Crepani (2001)

A seguir será apresentado como cada um dos dados foram tratados e analisados, levando em consideração a metodologia proposta e as técnicas de automatização através dos SIGs.

4.3.1. Geologia

Para a classe de Geologia, fez-se a aquisição dos dados georreferenciados disponibilizados pelo CPRM (2006), sendo inseridos no *software* QGIS 3.10 e realizado a reclassificação dos dados disponíveis. Posteriormente, aplicou-se os pesos de vulnerabilidade para a classe geologia, como proposto por Crepani *et al.* (2001). Para os autores a vulnerabilidade da geologia leva em consideração a história da evolução do ambiente e o nível de coesão das rochas. Quanto a coesão, aqui empregada, os autores apresentam como à intensidade da ligação entre os minerais ou as partículas que compõem a rocha.

O grau de coesão das rochas é uma informação vital para a Geologia e deve ser integrado aos conceitos da Ecodinâmica. Rochas com baixa coesão são mais propensas a sofrerem mudanças em suas formas de relevo (morfogênese), enquanto rochas altamente coesas favorecem os processos de formação de solos – pedogênese (CREPANI *et al.*, 2001; PALMEIRA, 2004).

Para aplicar a vulnerabilidade a classe geologia, utilizou-se como parâmetro a escala proposta por Crepani et al. (2001), presente na tabela 01, que apresenta a vulnerabilidade aos processos denudacionais das rochas mais comuns. Posteriormente, utilizando como parâmetro a coluna de vulnerabilidade, transformou-se o vetor em raster, através da função *rasterizar* do QGIS para a aplicação da álgebra de mapas.

Quadro 1: Escala de Vulnerabilidade à Denudação das rochas mais comuns

Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns					
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estauroлита xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3,0

Fonte: Crepani *et al.* (2001)

4.3.2. Geomorfologia

Para a classe de geomorfologia foi analisado dados morfométricos do relevo, desta forma, fez-se a aquisição do Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite SRTM, disponibilizado pelo INPE, com resolução de 30 metros.

Com a aquisição do MDE realizou-se o procedimento metodológico para obtenção do Índice de Dissecação do relevo, considerando os valores de dimensão interfluvial e amplitude altimétrica, parâmetros necessários para obtenção dos dados de vulnerabilidade para a classe de geomorfologia.

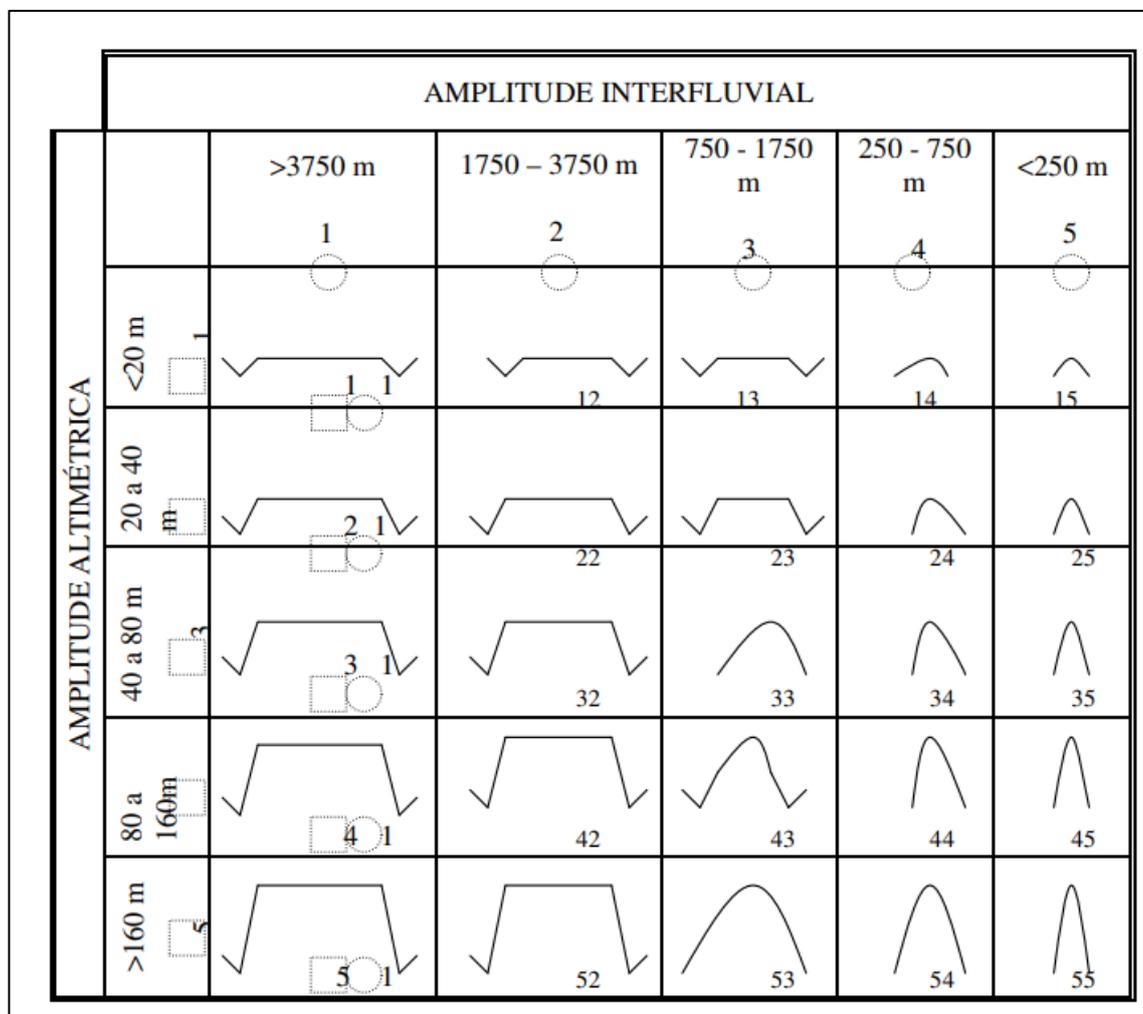
Crepani *et al.* (2001) apresentam que a dimensão interfluvial está intimamente ligada a porosidade e permeabilidade do solo e rochas, sendo assim, os autores consideram que solos impermeáveis dificultam a infiltração da água, o que contribui para uma maior quantidade de água sendo drenada em direção as partes mais baixas da superfície. Está quantidade de água

sobre a superfície resulta em um número maior de canais e, conseqüentemente, maior disponibilidade de energia potencial que irá contribuir para uma maior capacidade erosiva.

Quanto a amplitude altimétrica os supracitados autores relacionam com a profundidade de dissecação e que se torna um indicador as análises de transformação de energia potencial disponível. Quanto maior a amplitude altimétrica maior será a energia potencial.

A figura 6 apresenta os padrões de dissecação conforme proposto por Crepani *et al.* (2001). Sendo assim, permite visualizar que quanto maior a amplitude altimétrica e menor a dimensão interfluvial, maior será a disponibilidade de energia potencial para o escoamento superficial.

Figura 6: Padrões de Dissecação do Relevo



Fonte: Crepani *et al.* (2001)

Para obtenção dos valores de amplitude altimétrica e da dimensão interfluvial foi aplicada a metodologia apresentada por Guimarães *et al.* (2017) que propõem a automatização da aquisição desses valores.

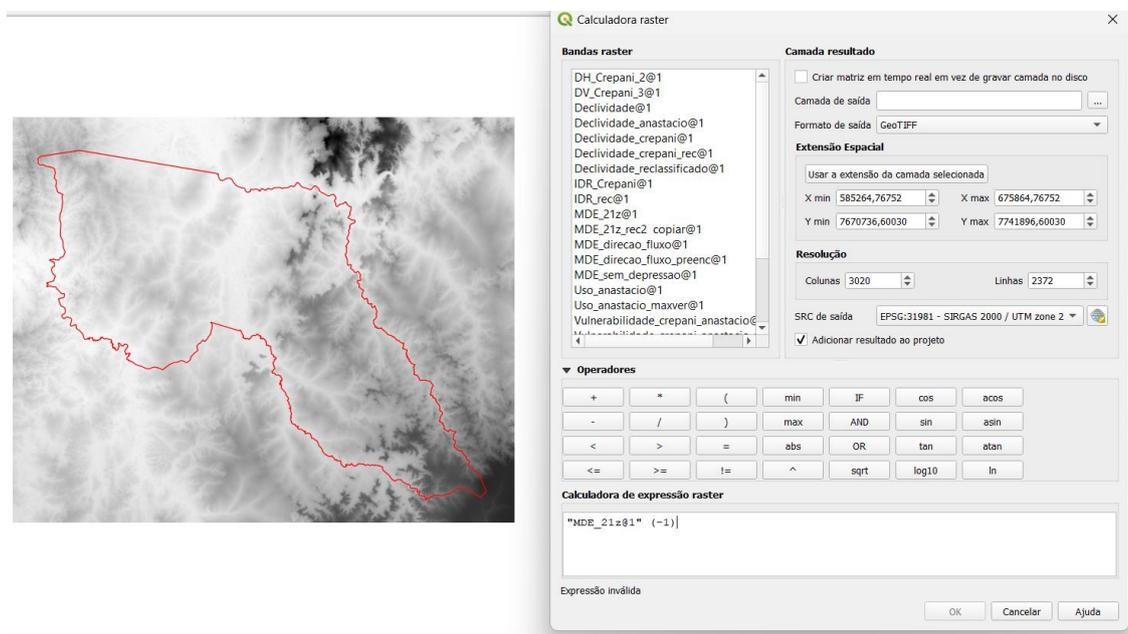
Sendo assim, após a aquisição do MDE e importação deste para o banco de dados no *software* QGIS 3.10, realizou-se a mesclagem das imagens e, em seguida, estabeleceu-se o polígono do recorte espacial, deixando um “buffer” para evitar efeitos nulos nas bordas e, conseqüentemente, possíveis erros.

Foi realizado o preenchimento dos pixels defeituosos, por meio da ferramenta *r.fill.dir*. Segundo Guimarães *et al.* (2017), as depressões espúrias (os pixels defeituosos) representam falhas no MDE e interferem as análises relacionadas a direção e acumulação do fluxo.

4.3.2.1. Amplitude Altimétrica

Para aplicar o mapeamento da amplitude altimétrica, foi realizado a inversão dos valores do MDE sem depressão, por meio da ferramenta calculadora raster e multiplicando o MDE por -1. Guimarães *et al.* (2007), ao descrever sobre a necessidade da inversão dos valores, alega que “o grau de entalhamento de cada pixel representa quantos metros o referido pixel está abaixo do pico situado na mesma região altimétrica”. Desta forma, faz-se necessário a realização do cálculo dos valores de cada pixel e para alcançá-los é necessário aplicar a inversão dos valores dos pixels. Como resultado obteve-se um novo arquivo em raster, onde os picos são transformados em depressões, conforme ilustrado na figura 7.

Figura 7: Procedimento de Inversão do Valor do MDE



Fonte: Elaborado pelo autor

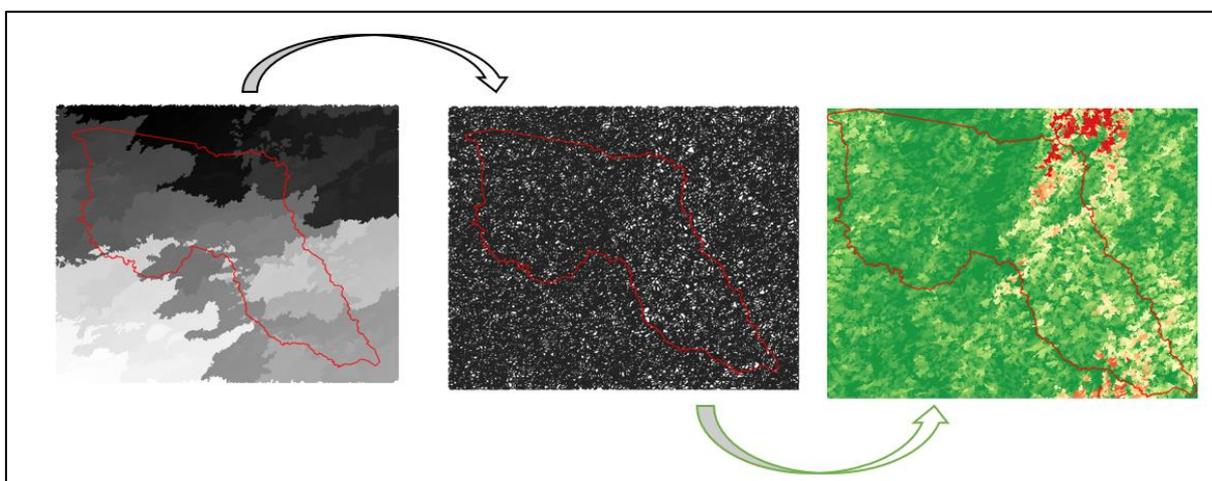
Com os valores invertidos dos pixels foi possível definir as Bacias Hidrográficas da área de estudo. Vale ressaltar que a dimensão das bacias é calculada com base na distância média

entre os divisores de água, para tal, foi utilizado a ferramenta *watershed* no *software* QGIS 3.10, definindo o limiar da área mínima das bacias com o valor de 300m.

A partir do arquivo dos limites de microbacias realizou-se a conversão para vetor. Com o arquivo vetorizado e o MDE tratado aplicou-se a função *zonal statistics*, para atribuir os dados de altimetria do MDE aos vetores. Como resultado desta operação, obteve-se os dados de amplitude altimétrica, ou, Dissecação Vertical.

Posteriormente realizou-se a conversão dos valores obtidos para dados matriciais através da função *rasterizar*, conforme a figura 8.

Figura 8: Processo de Vetorização/Rasterização dos Dados das Microbacias



Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores calculados e pesados, de acordo com a vulnerabilidade para cada classe da Amplitude Altimétrica pode ser analisada na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de Vulnerabilidade Para a Amplitude Altimétrica

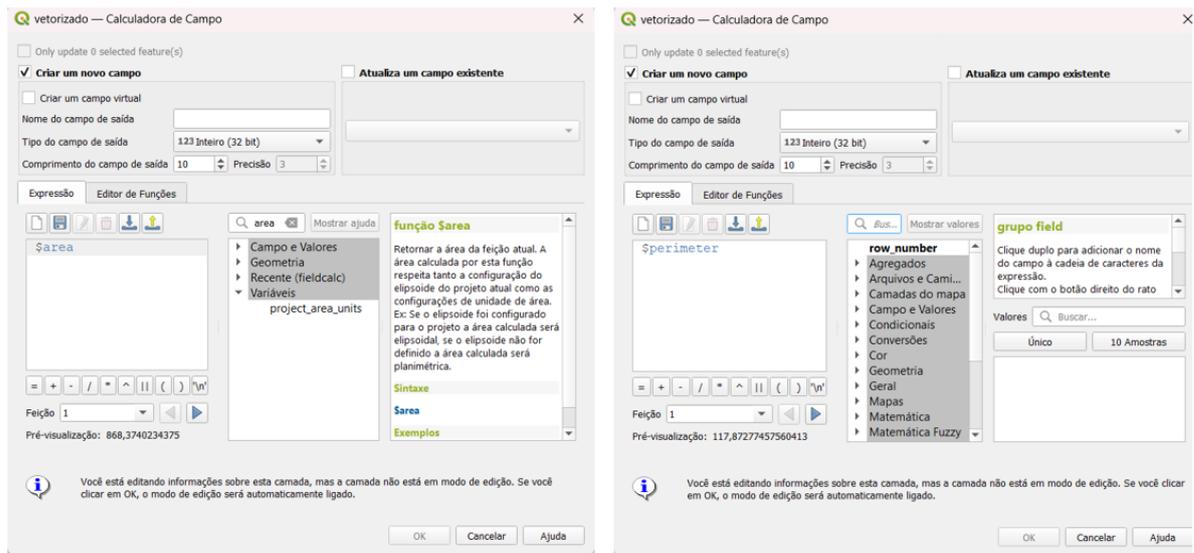
Amplitude Altimétrica (M)	Vulner/ Estabilidade	Amplitude Altimétrica (M)	Vulner/ Estabilidade	Amplitude Altimétrica (M)	Vulner/ Estabilidade
<20	1,0	77 – 84,5	1,7	141,5 – 151	2,4
20 – 29,5	1,1	84,5 – 94	1,8	151 – 160,5	2,5
28,5 – 39	1,2	94 – 103,5	1,9	160,5 – 170	2,6
39 – 48,5	1,3	103,5 – 113	2,0	170 – 179,5	2,7
48,5 – 58	1,4	113 – 122,5	2,1	179,5 – 189	2,8
58 – 67,5	1,5	122,5 – 132	2,2	189 – 200	2,9
67,5 – 77	1,6	132 – 141,5	2,3	>200	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001)

4.3.2.2. Amplitude Interfluvial

Para obter dados da Dissecação Horizontal/Amplitude Interfluvial utilizou-se os dados das tabelas de atributos do vetor gerado no procedimento anterior (geração das meias-bacias). Inicialmente obteve-se os valores de área e perímetro, gerado a partir da calculadora de campo. Com esses valores foi possível calcular o comprimento das bacias e a largura média dos interflúvios, conforme ilustrado na Figura 9.

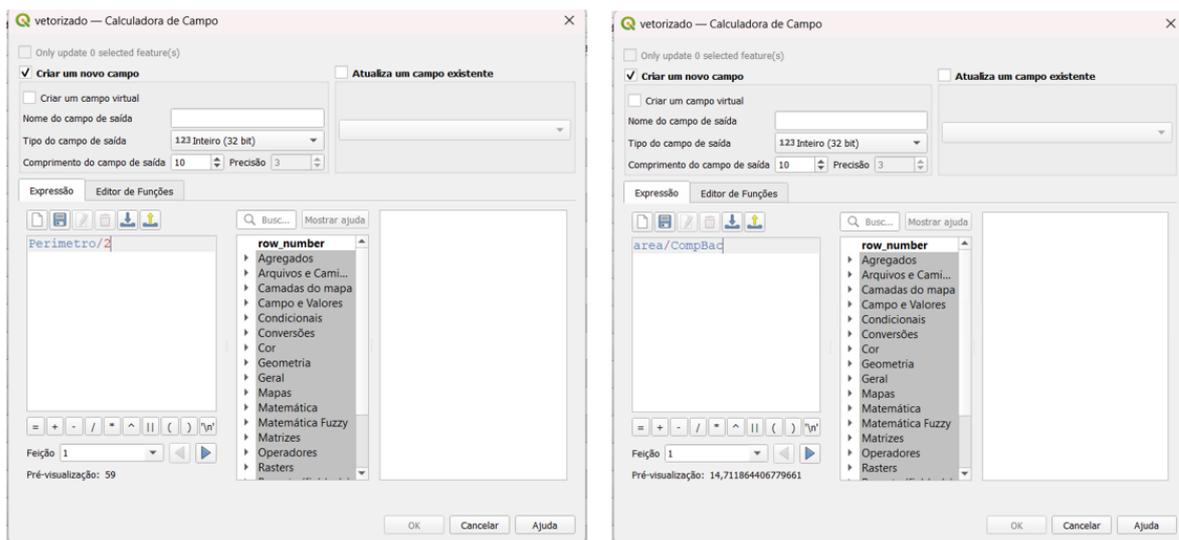
Figura 9: Cálculo da área e perímetro na calculadora de campo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para o cálculo do comprimento das bacias realizou-se a multiplicação dos valores do perímetro dividido por 2. Para obter a largura média das bacias foi aplicado a divisão da área pelo comprimento das bacias, conforme ilustração da figura 10.

Figura 10: Procedimento de cálculo para gerar Amplitude Interfluvial



Fonte: Elaborado pelo autor

Posteriormente realizou a conversão dos valores obtidos para dados matriciais através da função *rasterizar*.

Os valores calculados e pesados, de acordo com a vulnerabilidade para cada classe da Amplitude Interfluvial pode ser analisada na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de Vulnerabilidade Para a Amplitude Interfluvial

Amplitude Interfluvial (M)	Vulner/ Estabilidade	Amplitude Interfluvial (M)	Vulner/ Estabilidade	Amplitude Interfluvial (M)	Vulner/ Estabilidade
<5000	1,0	3250 – 3500	1,7	1500 – 1750	2,4
4750 – 5000	1,1	3000 – 3250	1,8	1250 – 1500	2,5
4500 – 4750	1,2	2750 – 3000	1,9	1000 – 1250	2,6
4250 – 4500	1,3	2500 – 2750	2,0	750 – 1000	2,7
4000 – 4250	1,4	2250 – 2500	2,1	500 – 750	2,8
3750 – 4000	1,5	2000 – 2250	2,2	250 – 500	2,9
3500 – 3750	1,6	1750 – 2000	2,3	>250	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001)

4.3.2.3. Declividade das Encostas

Para gerar os dados de declividade foi utilizado o MDE com resolução de 30 metros e aplicou-se a função *Declividade*. Posteriormente foi realizada a classificação, seguindo os parâmetros propostos por Crepani et al. (2001) através da função *Reclassificador por Tabela*.

Os valores calculados e pesados, de acordo com a vulnerabilidade para cada classe da Declividade das Encostas pode ser analisada na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de Vulnerabilidade Para a Declividade das Encostas

Declividade		Vulner / Estab	Declividade		Vulner / Estab	Declividade		Vulner / Estab
Graus	Porcent.		Graus	Porcent.		Graus	Porcent.	
<2	<3,5	1,0	9,9 – 11,2	17,4 – 19,8	1,7	19,1 – 20,4	34,6 – 37,2	2,4
2 – 3,3	3,5 – 5,8	1,1	11,2 – 12,5	19,8 – 22,2	1,8	20,4 – 21,7	37,2 – 39,8	2,5
3,3 – 4,6	5,8 – 8,2	1,2	12,5 – 13,8	22,2 – 24,5	1,9	21,7 – 23,0	39,8 – 42,4	2,6
4,6 – 5,9	8,2 – 10,3	1,3	13,8 – 15,2	24,5 – 27,2	2,0	23,0 – 24,4	42,4 – 45,3	2,7
5,9 – 7,3	10,3 – 12,9	1,4	15,2 – 16,5	27,2 – 29,6	2,1	24,4 – 25,7	45,3 – 48,1	2,8
7,3 – 8,6	12,9 – 15,1	1,5	16,5 – 17,8	29,6 – 32,1	2,2	25,7 – 27	48,1 – 50	2,9
8,6 – 9,9	15,1 – 17,4	1,6	17,8 – 19,1	32,1 – 34,6	2,3	>27	>50	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001)

4.3.2.4. Vulnerabilidade Geomorfológica

Após obter os dados morfométricos da área e realizada sua conversão para raster, realizou-se a álgebra de mapas para a obtenção dos valores de vulnerabilidade geomorfológica, para tal aplicou-se a seguinte equação:

$$R = \frac{G + A + D}{3}$$

Onde:

R – Vulnerabilidade para o tema Geomorfológico;

G – Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação/Amplitude Interfluvial;

A – Vulnerabilidade atribuída à Amplitude Altimétrica;

D – Vulnerabilidade atribuída à Declividade.

4.3.3. Pedologia

Para obter a vulnerabilidade natural para a classe Solos, realizou-se a aquisição dos dados vetoriais do IBGE (2022), disponibilizados pelo banco de dados Bdia, e inseridos no banco de dados do projeto. Desta forma realizou-se a classificação das informações disponíveis e aplicou-se os pesos de vulnerabilidade para cada classe de acordo com Crepani *et al.* (2001).

Crepani *et al.* (2001), acerca dos critérios analisados para a vulnerabilidade natural dos solos, pondera que se baseia no grau de maturidade do solo, que reflete diretamente aos processos de pedogênese e morfogênese do solo, desta forma, destacam que quando há a prevalência de solos jovens, é marcado pelos processos de morfogêneses e onde se encontra

solos maduros reflete a presença dos processos de pedogênese. Os valores de vulnerabilidade propostos por Crepani *et al.* (2001), seguindo o parâmetro apresentado, pode ser observado na tabela 04.

Tabela 4: Categoria Morfodinâmica das Rochas e seus valores

Categoria Morfodinâmica	Relação Pedogênese / Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a Pedogênese	1,0
Intermediário	Equilíbrio entre Pedogênese e Morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Crepani *et al.* (2001)

4.3.4. Vegetação

Quanto a classe de vegetação, considera-se a densidade da cobertura vegetal como determinante as 21 classes de vulnerabilidade. Para os autores a cobertura vegetal protege o terreno das ações erosivas, desta forma, pode-se compreender que áreas com uma maior densidade de vegetação são caracterizadas como áreas estáveis as ações erosivas enquanto em áreas com uma menor densidade de vegetação possuem maior probabilidade de ocorrerem processos erosivos. Tal percepção pode ser sintetizada na Tabela 05.

Desta forma, para obter a vulnerabilidade natural a perda de solo para a classe Vegetação, fez-se aquisição dos dados vetoriais importados do IBGE (2022), pelo banco de dados do Bdia, inseridos no Banco de Dados do projeto, reclassificados para, então, ponderar a vulnerabilidade para cada polígono referente as classes encontradas na área. Após obter os valores de vulnerabilidade, fez-se o processo de transformar o vetor para raster, pela função *rasterizar* no QGIS para a posterior análise.

Tabela 5: Categoria Morfodinâmica da vegetação e seus Valores

Categoria Morfodinâmica	Densidade de Vegetação	Valor
Estável	Alta Densidade de Cobertura	1,0
Intermediários	Densidade Intermediária de Cobertura	2,0
Instável	Baixas Densidade de Cobertura	3,0

Fonte: Organizado pelo Autor

4.3.5. Clima

Quanto ao clima, Crepani *et al.* (2001) discorrem que as características das chuvas que torna um potencial aos processos erosivos são a pluviosidade total, intensidade pluviométrica e distribuição sazonal. Destas apresentadas, destaca a intensidade pluviométrica, que tem relação direta com as outras duas características, ou seja, é a relação entre a quantidade de chuva e os períodos chuvosos. Sendo assim, a partir da intensidade pluviométrica pode-se analisar o potencial energético que será transformado em energia cinética.

Desta forma, para obtenção dos dados climatológicos, fez-se a aquisição dos dados a partir do satélite Tropical Rainfall Measuring Mission – TRMM – que utiliza técnicas de Sensoriamento Remoto Orbital (SRO) para estimar dados pluviométricos. A escolha pelo uso da aquisição de dados estimados de chuva para o desenvolvimento da pesquisa se deu por dois aspectos: a ausência de estações pluviométricos e; dados incompletos nas estações existentes. Os dados do satélite TRMM foram analisados por diversos pesquisadores, tais como Soares, Paz e Picilli (2016); Cruz (2022); Souza *et al.* (2023); Jardim *et al.* (2023), que ponderaram a eficácia dos dados simulados aos dados coletados nas respectivas áreas de análise.

Para a pesquisa foram coletados dados pluviométricos a partir do TRMM, compreendendo nove pontos no entorno do município. Os dados foram convertidos para planilha CSV, no Excel, e importados no banco de dados. Posteriormente realizou-se a interpolação, através da função *interpolador IDW* no *software* QGIS 3.10 e em seguida realizou-se o cálculo para obter a Intensidade Pluviométrica, onde foi dividido os valores de pluviosidade média anual pela duração de meses chuvosos. Com os dados de Intensidade Pluviométrica, analisou-se a vulnerabilidade da área aplicando os critérios elencados por Crepani *et al.* (2001).

Tabela 6: Valores de Vulnerabilidade para Intensidade Pluviométrica

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
<50	1,0	200 – 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 – 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 – 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 – 300	2,0	450 – 475	2,7
125 – 150	1,4	300 – 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 – 350	2,2	500 – 525	2,9
175 – 200	1,6	350 – 375	2,3	>525	3,0

Fonte: Adaptada de Crepani *et al.* (2001)

4.3.6. Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo

Com os dados das UTBs tratados e ponderados, realizou-se a álgebra de mapas para obter uma média aritmética, a partir dos valores individuais de cada classe. Para tal, foi aplicada a seguinte equação:

$$V = \frac{G + R + S + Vg + C}{5}$$

Onde:

V – Vulnerabilidade

G – Vulnerabilidade para o tema Geologia

R – Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S – Vulnerabilidade para o tema Solos

Vg – Vulnerabilidade para o tema Vegetação

C – Vulnerabilidade para o tema Clima

Deste modo obteve-se valores nos intervalos de 1 a 3, totalizando 21 classes, ao qual permitiu gerar o mapa de vulnerabilidade natural a perda de solo do município de Anastácio-MS.

4.3.7. Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra

Para obter o mapeamento de Uso e Cobertura da Terra fez-se a aquisição dos dados através do projeto MapBiomas disponibilizados pelo Google Earth Engine. Obteve os dados da coleção 7.1 referentes aos anos de 1974, 2004 e 2022. Os dados foram importados para o *software* QGIS 3.10 para tratamento, refinamento e análise dos dados. Posteriormente, fez-se

a reclassificação, para identificar as classes no perímetro do município. Através do trabalho de campo foi possível averiguar as classes encontradas.

4.3.8. Trabalho de Campo

No decorrer da pesquisa realizou-se dois trabalhos de campo para abranger toda a área de estudo, divididas entre a porção leste e oeste do município tendo como base a área urbana. Os pontos de coleta permitiram a validação dos dados obtidos em laboratório, principalmente nas discussões de uso e ocupação e observação dos elementos utilizados na análise de vulnerabilidade natural a perda de solo (vegetação, geomorfologia, geologia e solos).

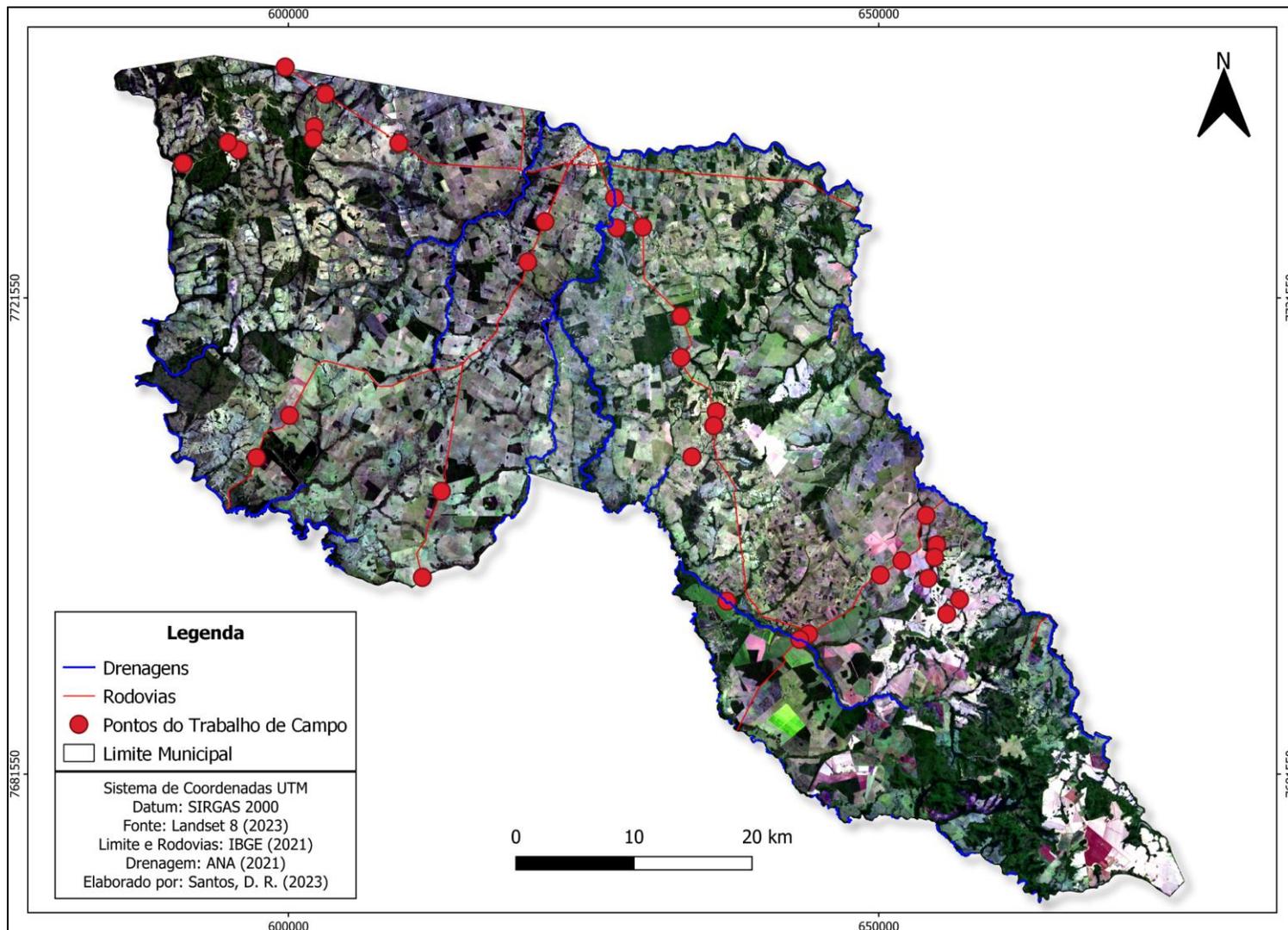
A primeira parte do trabalho de campo foi realizada no dia 28 de julho de 2023 correspondendo a porção leste do município. O acesso foi realizado a partir da rodovia estadual não pavimentada MS-170, sendo percorrida toda a rodovia estadual e partes da MS-347, além das estradas vicinais municipais (Figura 11).

A segunda parte do trabalho de campo foi realizada no dia 30 de janeiro de 2024 correspondendo a porção oeste do município. O acesso foi realizado a partir da rodovia federal pavimentada BR-262 sentido ao município de Miranda. O percurso foi realizado até o limite municipal, percorrendo 26,4km, em seguida realizou-se o acesso a uma estrada vicinal municipal percorrendo 20,05km.

No mesmo dia foi percorrida a rodovia federal pavimentada BR-419, sentido ao município de Nioaque, percorrendo 38,4km e na rodovia estadual pavimentada MS-345, por 28,8km.

O trabalho de campo auxiliou nas análises de gabinete com registros fotográficos e anotações observadas *in loco*, consolidando as discussões de uso e ocupação e vulnerabilidade na área de estudo.

Figura 11: Trabalho de Campo no Município de Anastácio/MS



Fonte: Elaborado pelo autor

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Geologia

A partir da compilação dos dados de geologia, foi identificado a presença de oito classes de geologia no município (Figura 12), sendo: Formação Serra Geral, Formação Aquidauana, Formação Botucatu, Formação Caiuá, Formação Cuiabá Xisto e Formação Cuiabá Mármore, Formação Pantanal e Depósitos Aluvionares (Tabela 7).

Os valores de vulnerabilidade adotados para a classes de Geologia baseou-se na proposta de Crepani *et al.* (2001), levando em consideração o grau de coesão das rochas.

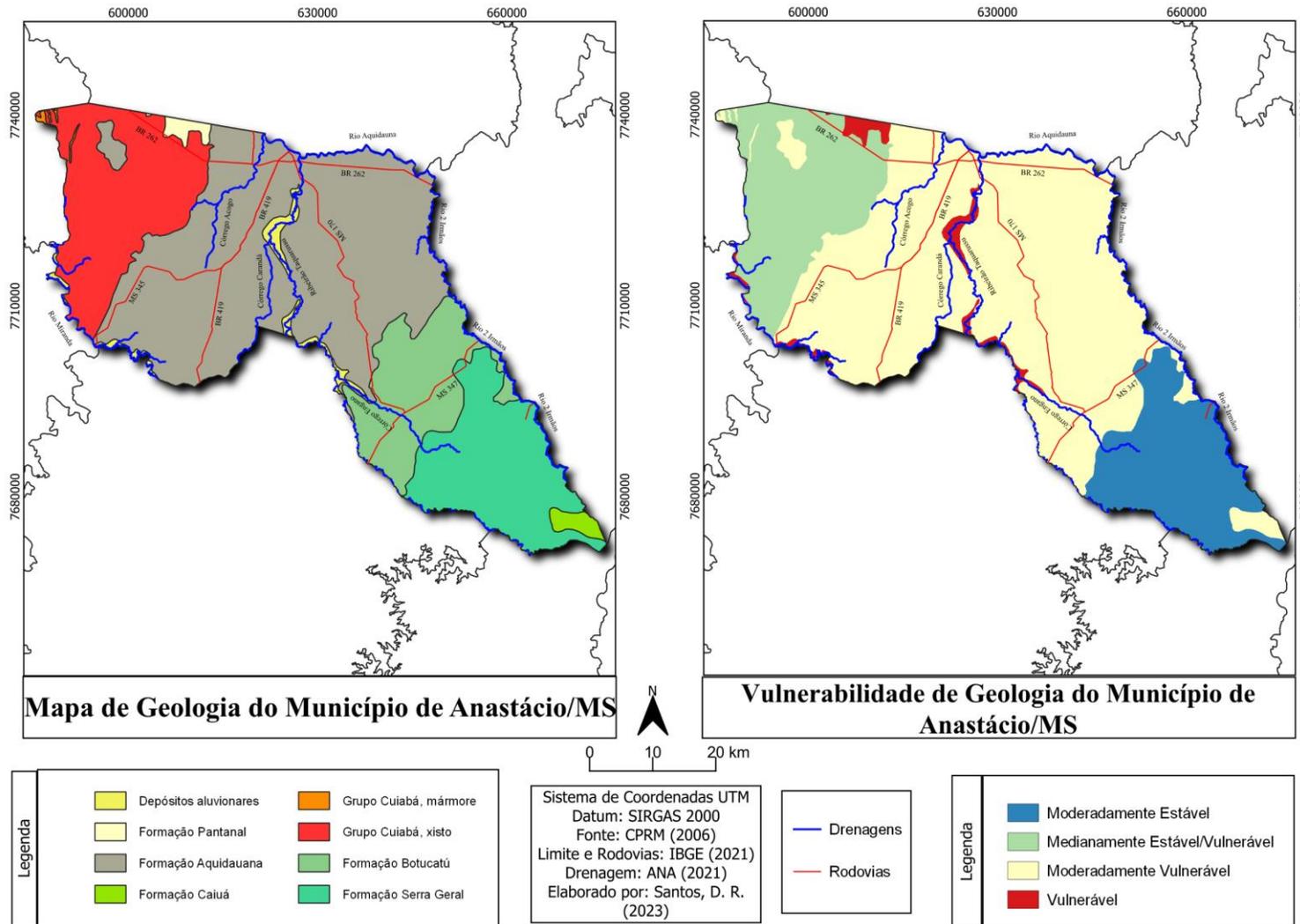
Tabela 7: Valores de vulnerabilidade para a litologia

Classes	Litologia	Km²	%	Vulnerabilidade
Aquidauana	Arenito	1460,728	50%	2,4
Botucatu	Arenito	358,381	12%	2,4
Caiuá	Arenito	24,994	1%	2,4
Cuiabá	Mármore	528,173	18%	2,3
	Xisto			2,0
Depósitos	Sedimentos	51,757	2%	3,0
Aluvionares	inconsolidados			
Pantanal	Sedimentos inconsolidados	20,373	1%	3,0
Serra Geral	Basalto	468,771	16%	1,5
Total	-	2913,177	100%	-

Fonte: Organizado pelo autor

O nível de menor grau de vulnerabilidade (1,5) foi atribuído ao basalto da Formação Serra Geral, classificado com estável no mapa de vulnerabilidade para a geologia (Figura 13A). Tal formação está localizada na porção sudeste do município e compreende 16% do total da área de estudo (Tabela 05). Essa formação tem sua origem na Era Mesozoica, mais especificamente durante o período Cretáceo, e é composta por derrames basálticos de cor escura, com uma textura fina e maciça. Exibe algumas cavidades preenchidas por minerais como argilominerais, quartzo ou calcita. Os afloramentos apresentam uma aparência colunar e, ao serem intemperizados, têm uma estrutura esferoidal com uma superfície em tons de amarelo-esverdeado (BRASIL, 1986; CPRM, 2006).

Figura 12: Mapa de Geologia e Vulnerabilidade Natural de Geologia



Fonte: Elaborado pelo Autor

As classes ponderadas com o grau de vulnerabilidade 2,4 (Medianamente Estável/Vulnerável) compreendem as composta por arenito da formação Aquidauana, Caiuá e Botucatu. São rochas formadas a partir da deposição de areias. São litologias com fáceis desagregação frente as ações de intemperismo. A Formação Aquidauana (Figura 13B) localiza-se na porção central do território, sendo a formação com maior abrangência no município, correspondendo 50% da área. Posiciona-se de modo discordante a oeste com as rochas pré-cambrianas do Grupo Cuiabá e na porção leste possui contato discordante erosivo com os sedimentos da Formação Botucatu. É composto por siltitos arenosos e arenitos finos, médios e grosseiros (BRASIL, 1986; CPRM, 2006).

Figura 13: A – Basalto da Formação Serra Geral; B – Arenito da Formação Aquidauana; C – Filito do Grupo Cuiabá



Fonte: Arquivo do autor

A Formação Botucatu localiza-se na porção leste do município, ocupando 12% da área de estudo. Assenta em discordância erosiva sobre a Formação Aquidauana a oeste e a leste apresenta contato interdigitado com o grupo Serra Geral. São constituídos de arenitos, que exibem uma textura fina a média. Possuem cores avermelhadas e apresenta estratificações cruzadas de grande porte, típicas de ambientes de deposição de dunas (BRASIL, 1986; CPRM, 2006).

A Formação Caiuá compreende a 01% do total da área e está localizado na porção sudeste do município. É composto por arenitos arcoseanos de coloração vermelha a roxa, apresentando uma distribuição bimodal de tamanhos, ou seja, contendo grãos muito finos e grãos grossos. Os grãos na fração fina são angulosos a subarredondados, enquanto os da fração grossa são arredondados, com diferentes graus de esfericidade (BRASIL 1986; CPRM, 2006).

A vulnerabilidade atribuída ao Mármore corresponde ao valor 2,3 (Moderadamente Estável), e ao xisto atribui-se o valor 2,0 (Medianamente Estável/Vulnerável). Ambas são litologias metamórficas e pertencem a Formação Cuiabá.

O grupo Cuiabá localiza-se na porção oeste do município e corresponde a 18% do total da área de estudo (Figura 13C). Segundo Brasil (1986), é constituído por rochas carbonatadas e rochas metamórficas do vale do rio Apa. Possui predominância de filitos e xistos, ocorrendo também ardósia, metagrauvacas, metaconglomerados, calcários, mármore e quartzito.

Os graus de vulnerabilidade mais alto (Vulnerável) foram atribuídas as litologias não consolidadas, composta por depósitos de areia e cascalho gerados a partir da desagregação das rochas. São litologias presentes na Formação Pantanal e os Depósitos Aluvionares. A Formação Pantanal compreende a 1% do total da área e está localizado na porção noroeste. Enquanto o Depósito Aluvionares, que corresponde 2% da área, estão presentes nas calhas dos rios.

5.2. Geomorfologia

Com a compilação dos dados morfométricos do relevo, Amplitude Altimétrica, Dimensão Interfluvial e Declividade, obteve-se o mapa de Vulnerabilidade da Geomorfologia (Figura 14 e 15).

A classe Estável está presente em 22% da área do município (Tabela 8). São áreas com relevo plano, baixa amplitude altimétrica e grandes dimensões interfluviais. Fato este que contribui para uma ação lenta dos processos erosivos.

Tabela 8: Valores de Vulnerabilidade para Geomorfologia

Grau de Vulnerabilidade	Km²	%
Estável	642,82	22,00%
Moderadamente Estável	1797,2829	61,72%
Medianamente Estável/Vulnerável	461,2257	15,84%
Moderadamente Vulnerável	12,4542	0,43%
Vulnerável	0,3942	0,01%
Total	2911,9788	100%

Fonte: Organizado pelo Autor

Figura 14: Fatores para ponderar a vulnerabilidade para Geomorfologia

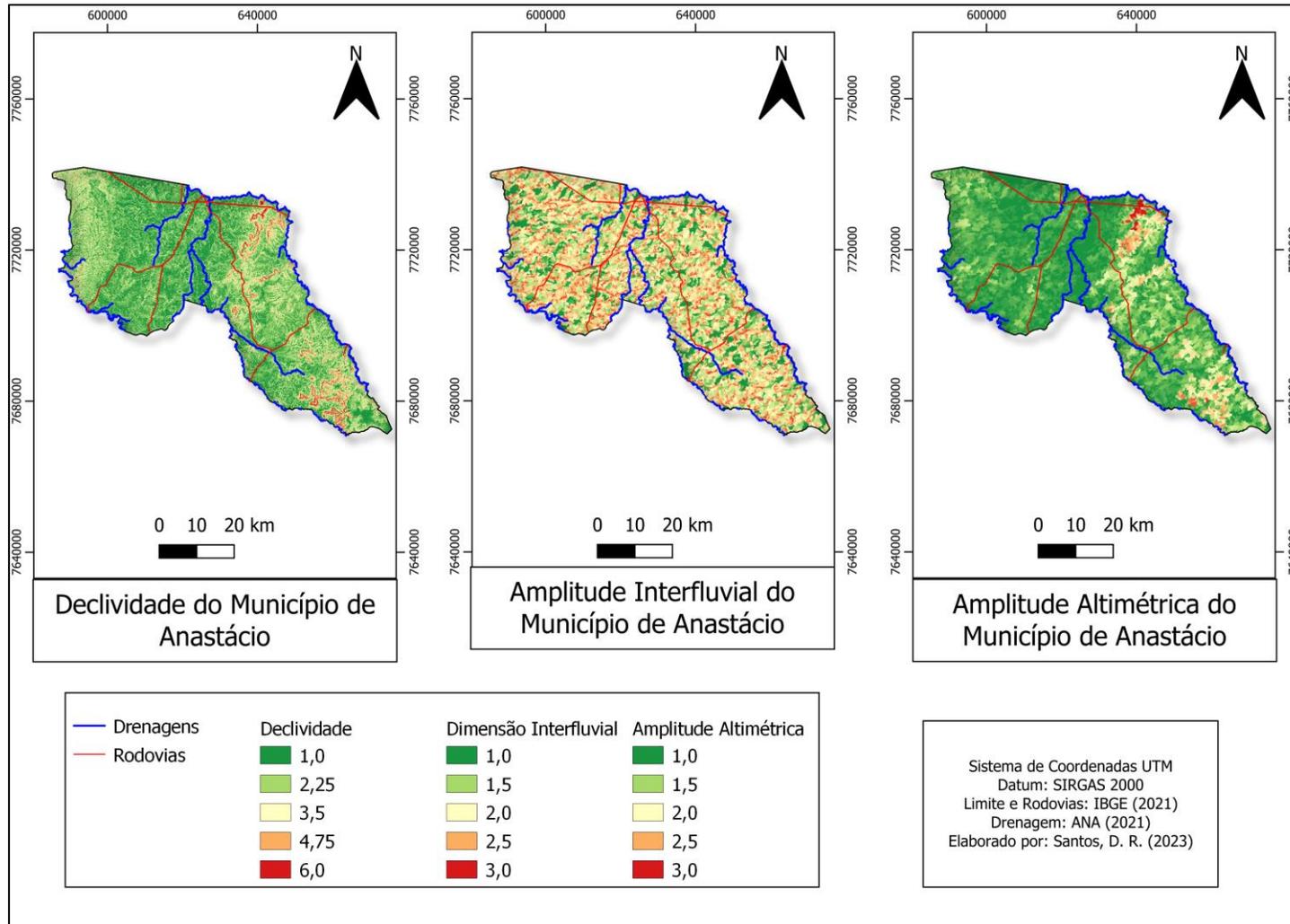
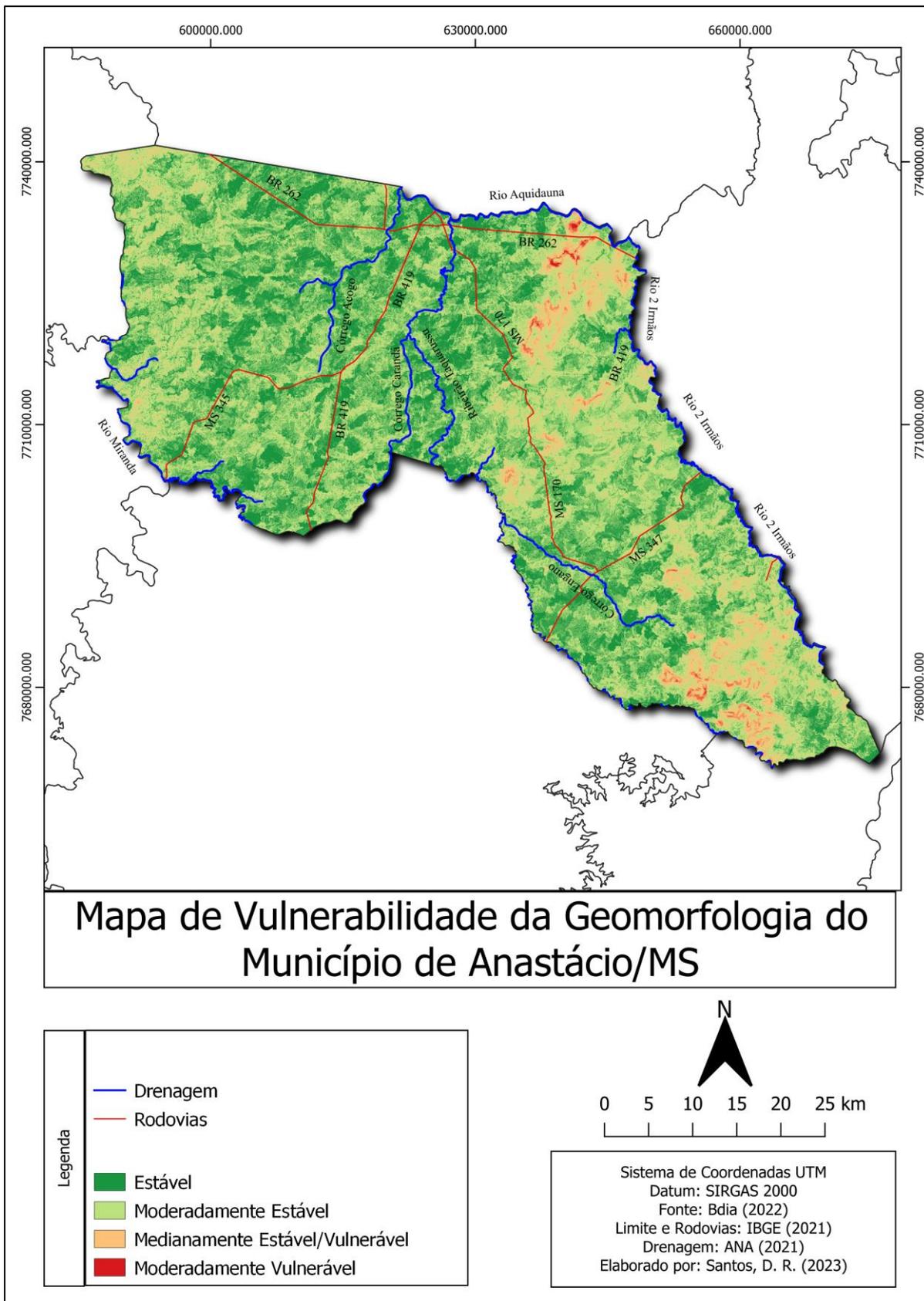


Figura 15: Vulnerabilidade Natural da Geomorfologia



Fonte: Elaborado pelo Autor

As áreas Moderadamente Estáveis ocupam a maior área do município, correspondendo a 61,372% da área. Estão presentes em áreas com declividade muito suave e suave. Assim como as áreas estáveis, possui um baixo grau de entalhamento dos canais e grandes dimensões interfluviais.

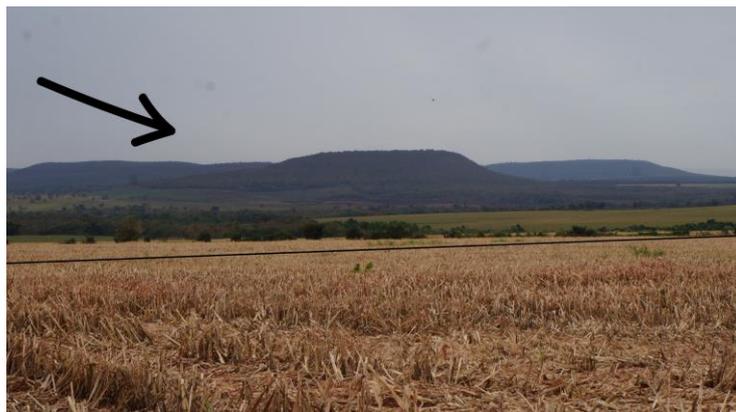
O grau de vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável localiza-se espalhado pelo município, tendo concentrações na porção centro-leste e sudeste do município. Representa 15,84% da área e corresponde as áreas com declividade suave ondulada e ondulada. São áreas onde predominam processos erosivos, com dimensões interfluviais menores que 2750 metros e o grau de entalhamento que não ultrapassam 132 metros.

Áreas com grau de vulnerabilidade definido como Moderadamente Vulnerável corresponde a 0,43% da área e, em grande maioria, apresenta delimitando áreas com amplitude altimétrica alta e pequenas dimensões interfluviais, definidos por vales em “U”. São áreas onde os processos denudacionais são mais acentuados, com as formas de topo convexas.

As áreas caracterizadas como classe Vulnerável estão concentradas na porção centro-leste e sudeste do município de Anastácio. Corresponde a 0,01% da área e apresentam-se na compartimentação geomorfológica do Planalto de Maracaju. Apresenta padrões de formas Denudacionais Convexas – Dc com amplitude altimétrica maiores que 170 metros e dimensão interfluvial menores que 750 metros, definidos por vales em “V”, extremamente encaixados e com alta declividade. São característicos do Planalto de Maracaju, relevos com topos convexas notados em áreas com alta densidade de drenagem, o que favorece um perfil de dissecação acentuada.

Figura 16: Relevo Residual em áreas com Vulnerabilidade Medianamente Estável/Vulnerável a Vulnerável





Fonte: Arquivo do Autor

5.3.Solos

A partir da compilação dos dados de solos, foi identificado a presença de dez classes de solos no município (Figura 17), ao qual predominam os Argissolos, Latossolo e Neossolo (Tabela 9).

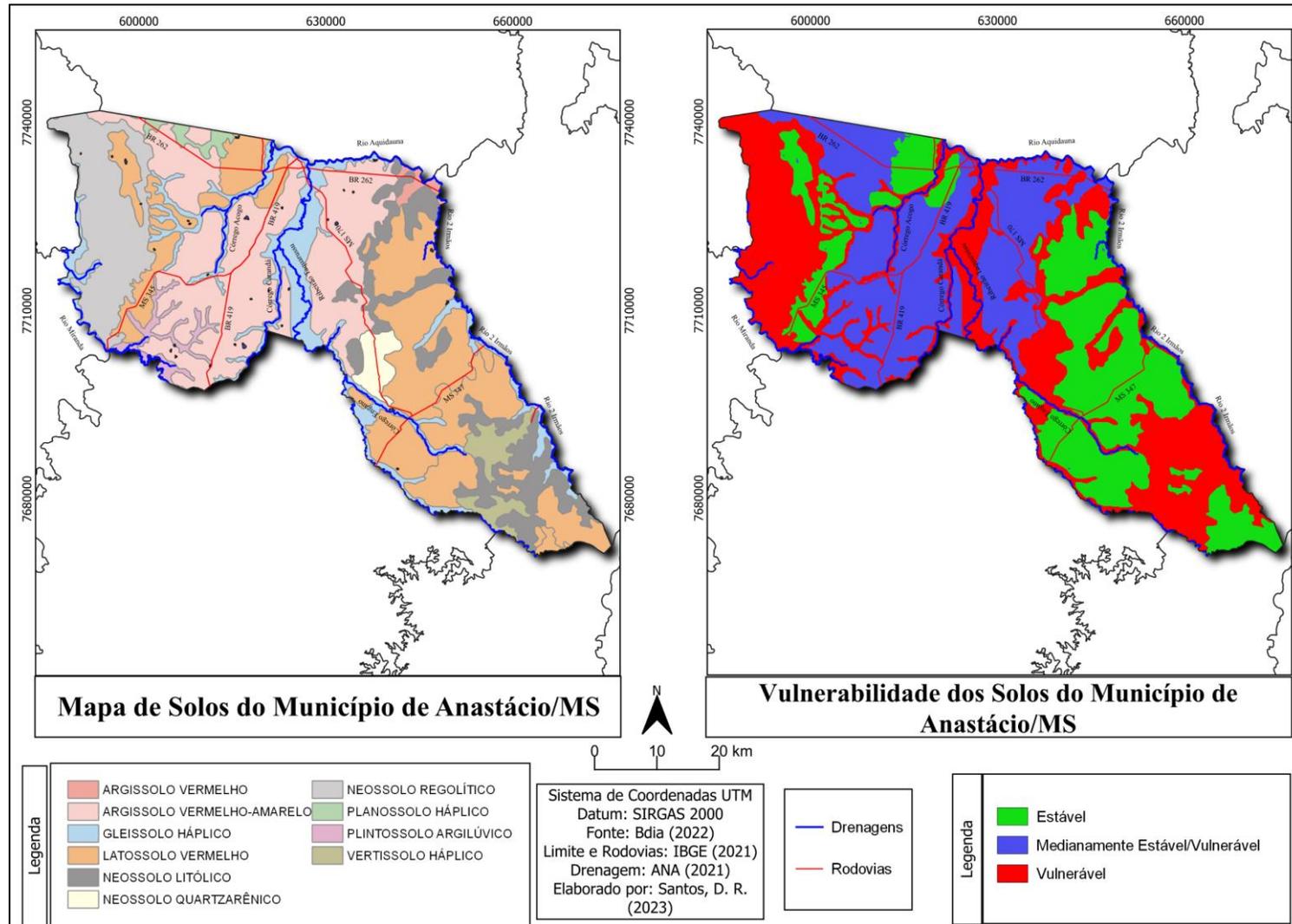
O grau de vulnerabilidade de cada classe de solos levou em consideração o grau de maturação do solo. Solos mais jovens possuem um grau de vulnerabilidade maior enquanto solos maduros, por outro lado, refletem condições estáveis de vulnerabilidade (CREPANI *et al.* 2001).

O Latossolo Vermelho ocupa a maior área do território, 857,62 km², o que corresponde a 29% da área total do município. Encontra-se, em sua grande maioria, na porção leste e sudeste do município, entretanto, é possível notar a presença na porção oeste, dispersa entre Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Regolítico. Embrapa (2018) alega que são solos profundos, sendo frequentemente superior a 1m, e que possuem alto teor de óxidos de ferro e alumínio, o que lhe atribui a coloração vermelha. Possui horizonte B latossólico, demarcados por um estágio de intemperização avançado. Esta característica, de solos maduros e com altas profundidades, lhe atribui o valor mais baixo de vulnerabilidade, sendo de 1,0 (Estável).

Os Argissolos estão divididos em duas classes, os argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo e estão distribuídos na porção centro-norte do município e corresponde a 29% da área. São solos com alto processo de acumulação de argila, possui ainda um Horizonte B Textural onde há atividade baixa de argila ou alta se houver saturação por base baixa ou com caráter alumínico. Por serem solos intermediários, possuem vulnerabilidade 2,0, caracterizados por serem Medianamente Estável/Vulnerável (Figura 17). O Argissolo Vermelho-amarelo, que possui maior ocorrência (28%), estende-se pela porção central do município enquanto o

Argissolo Vermelho, presente em 1% da área, localiza-se mais ao norte da área de estudo (EMBRAPA, 2018).

Figura 17: Mapa de Solos e Vulnerabilidade Natural dos Solos



Fonte: Elaborado pelo Autor

Outro solo caracterizado como Medianamente Estável/Vulnerável, com valor de vulnerabilidade 2,0, é o Planossolo Háplico, que está presente em 1% da área, localizado na porção noroeste e sudeste e são definidos por serem solos com Horizonte B plânico, encoberto por Horizonte A.

Tabela 9: Classes de Vulnerabilidade para Solos

Classes	Km²	%	Vulnerabilidade
Argissolo Vermelho	20,505	1%	2,0
Argissolo Vermelho-Amarelo	821,397	28%	2,0
Gleissolo Háplico	372,697	13%	3,0
Latossolo Vermelho	857,625	29%	1,0
Neossolo Litólico	299,333	10%	3,0
Neossolo Quartzarênico	52,479	2%	3,0
Neossolo Regolítico	321,075	11%	3,0
Planossolo Háplico	27,17	1%	2,0
Plintossolo Argilúvico	58,277	2%	3,0
Vertissolo Háplico	79,302	3%	3,0
Corpo D'água Continental	3,317	0%	2,0
	2913,227	100%	

Fonte: Organizado pelo autor

Os solos com vulnerabilidade 3,0 encontrados na área são os Neossolos, Gleissolos, Plintossolo e Vertissolo. São solos recentes, com pouca profundidade e onde predominam os processos de morfogênese. O Neossolo está presente em 23% da área de estudo distribuída na porção leste-sudeste e oeste, caracterizados por serem solos recentes, poucos desenvolvidos, devido à baixa intensidade dos processos pedogenéticos, e pela ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Encontram-se dividido em três classes, dependendo de sua constituição. O Neossolo Litólico, localizado na porção leste e sudeste, representa 10% da área de estudo, localizado em áreas rochosas. Possui espessura fina, com contato lítico há 50cm da superfície. O Neossolo Quartzarênico é caracterizado por possuir alta concentração de quartzo em sua composição, são solos com textura arenosa. Encontra-se concentrado na porção sul do município e corresponde a 2% da área. O Neossolo Regolítico localiza-se na porção oeste do município, compreende 11% da área. Caracterizado por possuir contato lítico em perímetro mais que 50 cm da superfície, além de possuir 4% de minerais alteráveis e/ou 5% de fragmento de rocha. (EMBRAPA, 2018)

O Gleissolo Háplico compreende a 13% da área de estudo e encontra-se espalhado em todo o território. Corresponde as áreas próximas aos cursos d'água, sendo caracterizado por possuir uma alta concentração de água, solos hidromórficos, demarcado pelo expressivo processo de gleização (EMBRAPA, 2018)

A classe Plintossolo Argilúvico está disposta na porção norte da área de estudo e compreende a 2% da área total do município. Embrapa (2018) que possui Horizonte B Plíntico e/ou textural com caráter argilúvico, que apresentam materiais argilosos acumuladas em seu Horizonte B. Demarcado por possuir intensa plintização.

O Vertissolo Háptico encontra-se na região sudeste do município e compreende 3% da área de estudo. É constituído por material mineral com horizonte vértico entre os 100 cm de profundidade da superfície. Não há uma relação textural capaz de definir um horizonte B textural. Ocorrem mudanças no volume quando com alto teor de água e o surgimento de fendas profundas nas épocas secas (EMBRAPA, 2018).

5.4. Vegetação

Segundo Crepani *et al.* (2001) a densidade de cobertura vegetal é um dos fatores que contribui na análise das proteções do solo contra os processos de morfogênese, desta forma, áreas com alta densidades de cobertura vegetal são consideradas estáveis enquanto áreas com baixa densidade de cobertura vegetal são caracterizados como vulneráveis.

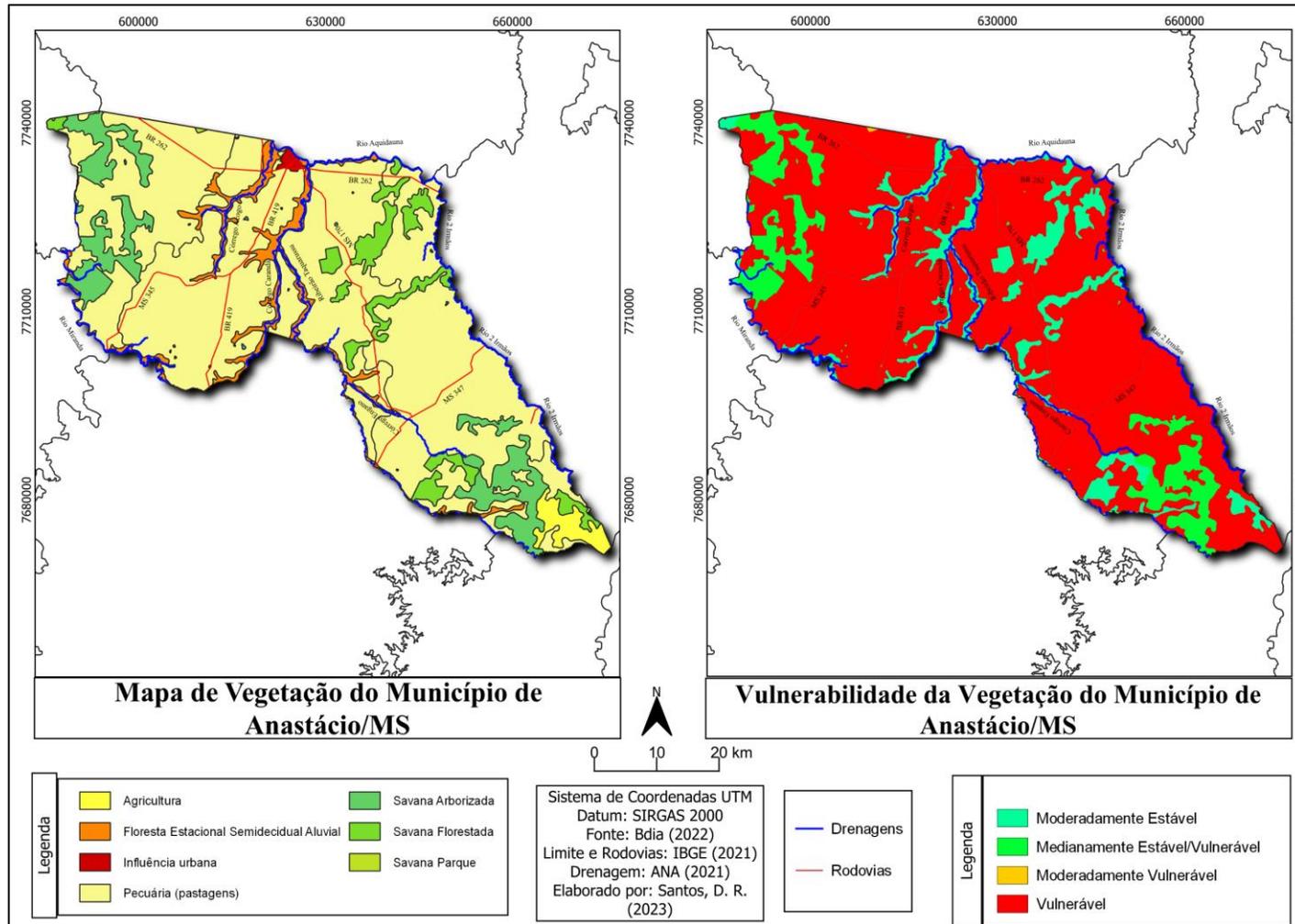
Tabela 10: Classes de Vulnerabilidade a Vegetação

Classes	km²	%	Vulnerabilidade
Agricultura	53,891	1,85%	3,0
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	175,682	6,03%	1,5
Influência urbana	8,69	0,30%	3,0
Pecuária (pastagens)	2233,082	76,66%	3,0
Savana Arborizada	273,058	9,37%	2,0
Savana Florestada	167,851	5,76%	1,5
Savana Parque	0,923	0,03%	2,5
Total	2913,177	100%	-

Fonte: Organizado pelo Autor

Com a compilação dos dados de vegetação, identificou-se no município de Anastácio/MS a presença de quatro fitofisionomias, além das áreas de influência antrópica, sendo elas: Floresta Estacional Semidecidual Aluvial e Savana Arborizada, Florestada e Parque. Quanto as atividades antrópicas, destacam a presença de áreas de pastagem, pecuária, atividades agrícolas e as Áreas Urbanas. (Figura 18 e Tabela 10).

Figura 18: Mapa da Vegetação e de Vulnerabilidade Natural da Vegetação



Fonte: Elaborado pelo Autor

A floresta Estacional Semidecidual Aluvial ocupa 6% da área de estudo e localiza-se próximas aos corpos d'água. Caracteriza-se como uma área Moderadamente Estável (1,5) e constitui-se encaves com fisionomias de Savana ou Formação Pioneira, Herbácea ou Arbustiva (IBGE, 2022).

A Savana Florestada, assim como a Floretas Estaciona Semidecidual Aluvial, recebe valor de vulnerabilidade 1,5 (Moderadamente Estável). IBGE (2022) discorre que tal formação possui densidade de cobertura vegetal alta, possui um dossel arbóreo fechado com alturas variando de 7 a 15 metros, e está presente próxima as encostas ou em topos de serra. Constitui 5,75% da área.

Dentro da cobertura vegetal Medianamente Estável/Vulnerável (2,0) encontram-se a Formação Savana Arborizada e os Corpos d'água continentais. A Savana Arborizada está distribuída nas porções sudeste e oeste do município e compõe 9,37% da área de estudo. Caracteriza-se por possuir um dossel arbóreo aberto. Quando em estado natural, sem deturpação antrópica, possui padrões adensados com portes que não ultrapassam os dois metros de altura, chamado de cerrado. Quando apresenta mais aberto, ou deturbado, possui tapetes graminóides contínuos, chamado de campo cerrado (EMBRAPA, 2012).

A formação Savana Parque atribui-se a classe Moderadamente Vulnerável (2,5). Está presente em uma pequena porção a sudeste e oeste do município e compreende 0,03% do total da área. Segundo a Embrapa (2012), define-se por possuir, quando não alterada, gramados entrepostas com plantas lenhosas agrupadas em pequenas ilhas. IBGE (2022) afirma que são chamadas de campo sujo.

A cobertura vegetal atribuídas a classe Vulnerável (3,0) foram Agricultura, Pastagem (pecuária) e Influência Urbana. Observa-se que se trata de áreas com grande influência antrópica e que passaram por processos de desmatamento/retirada da cobertura vegetal para fins de uso humano.

Figura 19: A – Floresta Estacional Semidecidual Aluvial; B – Savana Florestada em topo aguçado; C – Savana Arborizada; D – Campo Sujo



Fonte: Arquivo do autor

5.5.Clima

O clima do município é marcado pela dominância das massas equatoriais e tropicais e sofre influência das massas tropicais e polares. É caracterizado por períodos chuvosos durante o verão e secos durante o inverno (SANT'ANNA-NETO, 1993).

Com a compilação dos dados de Clima através do satélite TRMM, identificou valores de pluviosidade total, no período de 2012 a 2019, valores entre 1352 e 1415 mm (Tabela 11).

Tabela 11: Classes de Vulnerabilidade do Clima

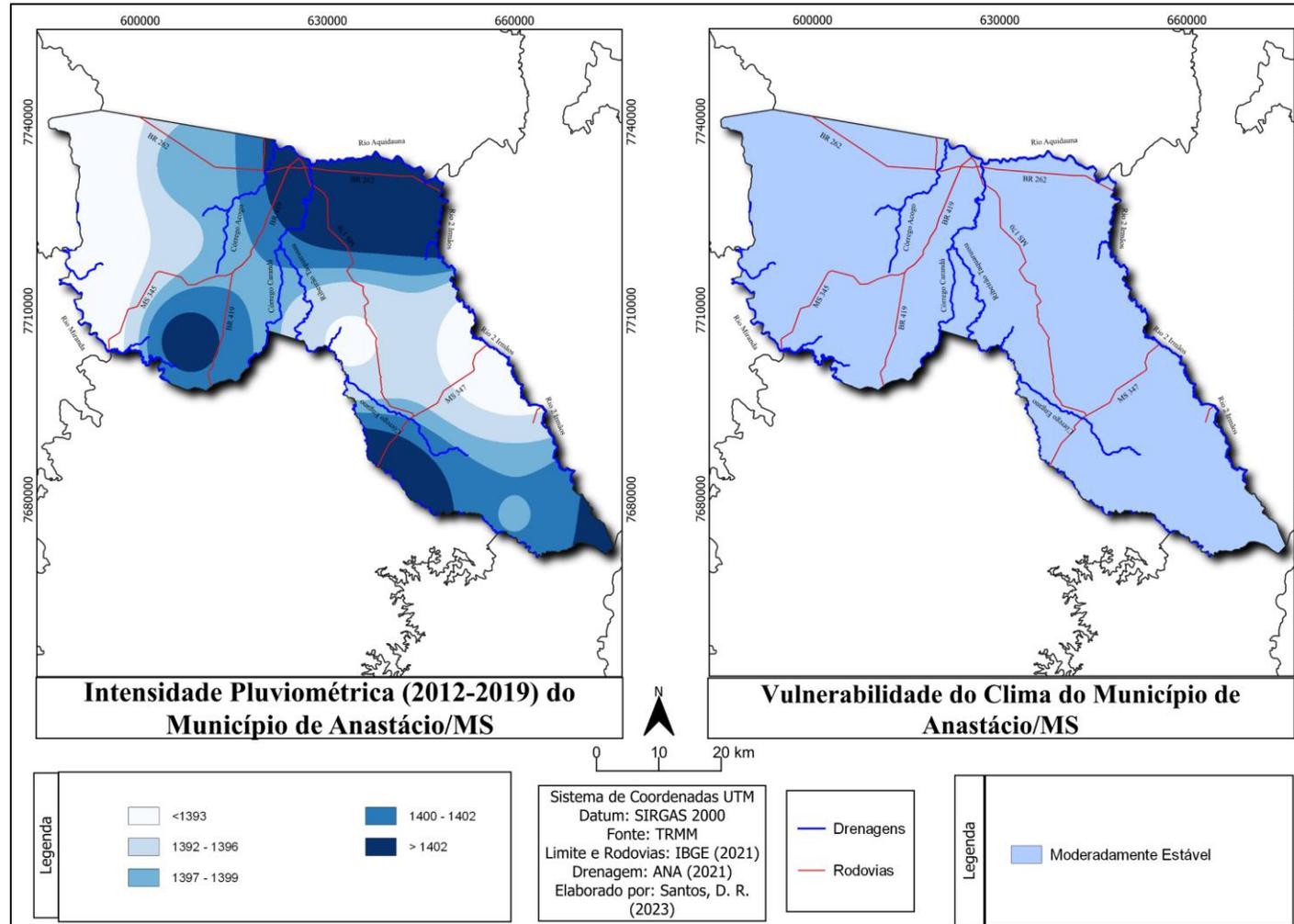
X	Y	Precipitação (Mm) (Média – 8 Anos)	Intensidade Pluviométrica (Média Mensal)	Vulnerabilidade
581387	7733095	1352	135,2	1,4
581387	7705253	1363	136,3	1,4
607577	7733095	1399	139,9	1,4
607577	7705253	1404	140,4	1,4
633767	7733095	1415	141,5	1,4
633767	7705253	1391	139,1	1,4
633767	7677410	1420	142	1,4
659957	7733095	1433	143,3	1,4
659957	7705253	1377	137,7	1,4
659957	7677410	1399	139,9	1,4
686147	7677410	1414	141,4	1,4

Fonte: Organizado pelo Autor

Com o mapa do município de Anastácio (Figura 20) nota-se que a vulnerabilidade para o índice de intensidade pluviométrica do município é considerada Moderadamente Estável (1,4). Desta forma, pode-se dizer que processos erosivos causados pela chuva são poucos intensas, levando em consideração a distribuição de chuvas ao longo do ano.

Segundo Crepani *et al.* (2001) a distribuição das chuvas é um dos fatores que contribui na análise da perda de solos, desta forma, percebe-se que áreas com menor intensidade pluviométrica, relação entre pluviosidade total e distribuição sazonal, são consideradas estáveis enquanto áreas com intensidade pluviométrica maior são caracterizados como vulneráveis.

Figura 20: Mapa de Intensidade Pluviométrica e Vulnerabilidade do Clima



Fonte: Elaborado pelo Autor

5.6. Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos

A partir da equação dos mapas de vulnerabilidade para cada classe apresentada acima, como proposto por Crepani *et al.* (2001), obteve-se os valores de vulnerabilidade natural a perda de solos do município de Anastácio/MS (Figura 21).

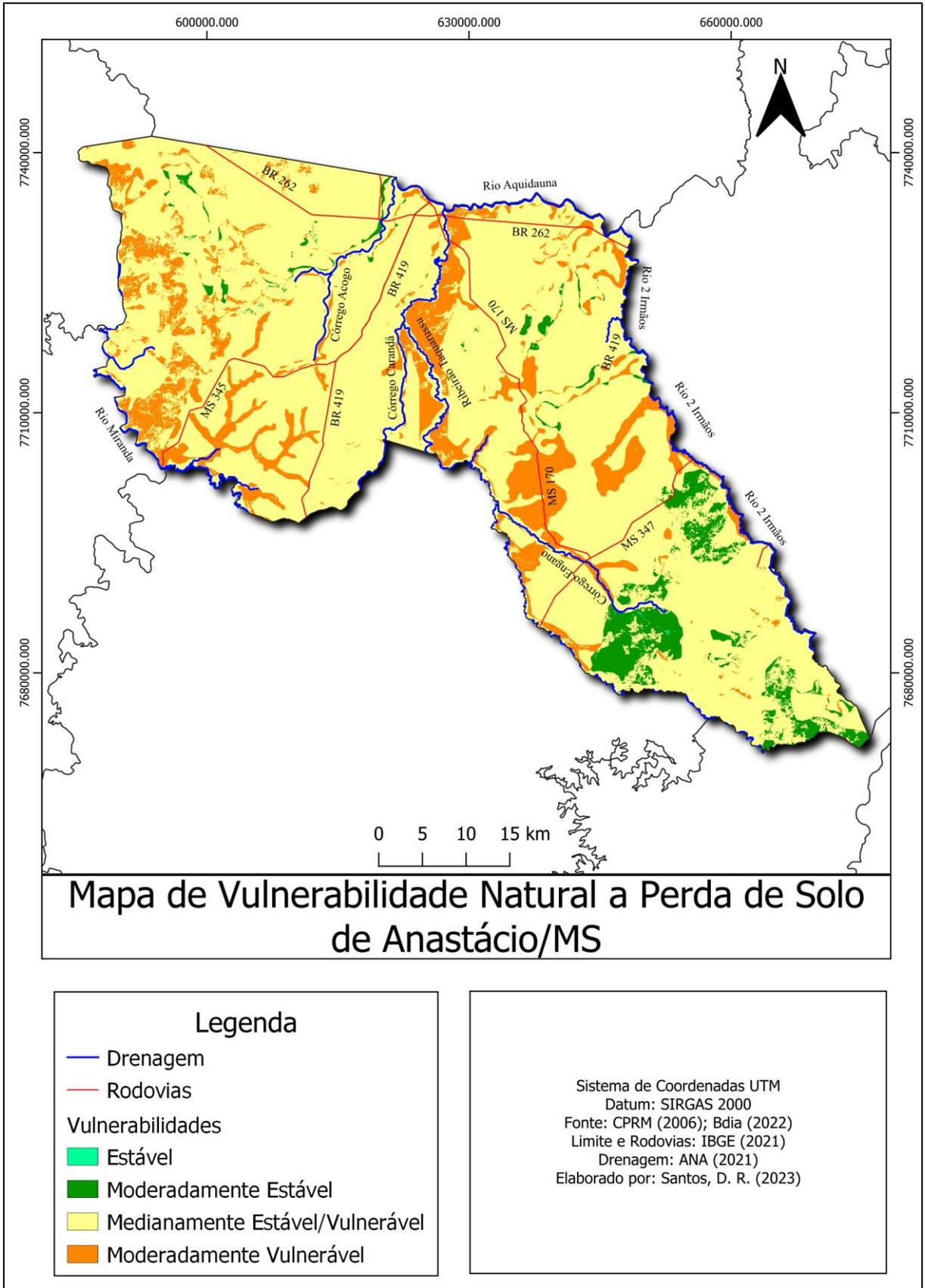
Através do mapeamento da vulnerabilidade, nota-se que o município de Anastácio apresenta valores que vão de 1,2 (Estável) a 2,5 (Moderadamente Vulnerável), sendo que 87% da área é representada pelo grau de vulnerabilidade Medianamente Estável Vulnerável, representado pelos valores de 1,8 a 2,2. O grau denominado Moderadamente Estável representa 10% da área e está expresso pelos valores de 1,4 a 1,7. As áreas com grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável, entre os valores 2,3 a 2,5, representa 3% do total da área. O grau com menor área do mapeamento representa os valores de 1,2 e 1,3 denominado como grau de vulnerabilidade Estável. Tais valores apresentam-se na tabela 12.

Tabela 12: Classes de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo

Grau De Vulnerabilidade	Vulnerabilidade	Km2	%	%
Estável	1,2	0,3546	0%	1%
	1,3	20,7153	1%	
Moderadamente Estável	1,4	12,5253	0%	10%
	1,5	16,8111	1%	
	1,6	95,1231	3%	
	1,7	165,3894	6%	
Medianamente Estável/Vulnerável	1,8	534,6855	18%	87%
	1,9	402,5142	14%	
	2,0	894,303	31%	
	2,1	337,5747	12%	
	2,2	349,1361	12%	
Moderadamente Vulnerável	2,3	78,5772	3%	3%
	2,4	5,4585	0%	
	2,5	0,009	0%	
Total	-	2913,177	100%	100%

Fonte: Organizado pelo Autor

Figura 21: Mapa de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo do Município de Anastácio/MS



Fonte: Elaborado pelo Autor

O grau de vulnerabilidade Estável, correspondente a menor área do município, relaciona-se com maior estabilidade frente aos processos morfodinâmicos. O mesmo se aplica a classe Moderadamente Estável. A primeira encontra dispersa entre a classe Moderadamente Estável e ambas possuem esta característica pela presença de vegetação densa (Savana Florestada) e um relevo suave a suave ondulado. Encontra-se também solos profundos (latossolos) e a presença de litologias mais resistentes, como na porção sudeste, onde predomina o basalto da Formação Serra Geral e na porção oeste, em que estão presentes o mármore da Formação Cuiabá.

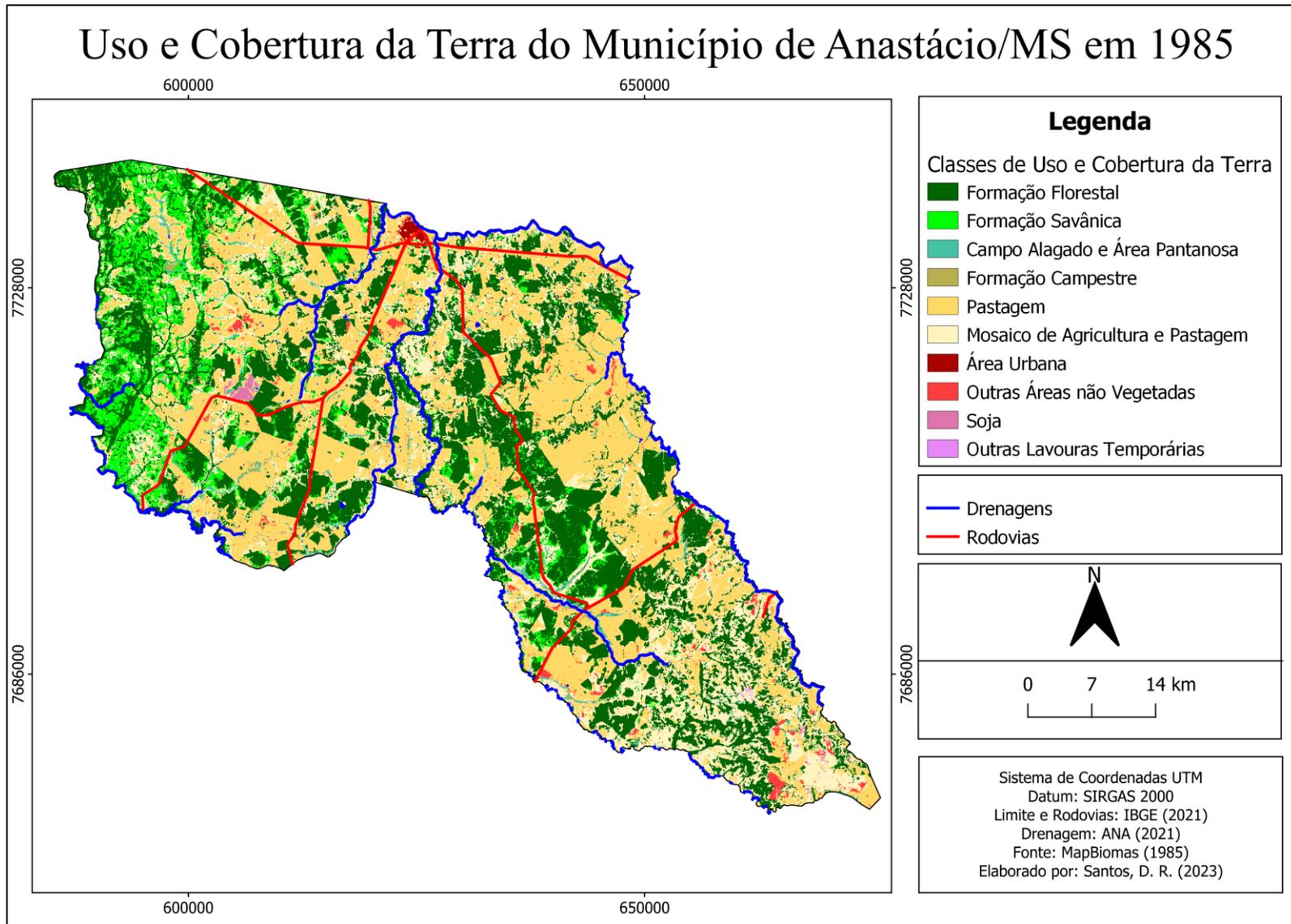
A classe Medianamente Estável/Vulnerável expressa a maior área do município (87%). Compreende áreas com ausência de vegetação densa, grande maioria ligado a atividade antrópica como agricultura e pecuária (pastagem).

As áreas com o grau de vulnerabilidade Moderadamente Vulnerável correspondem áreas com amplitude altimétrica e declividade elevada, onde o relevo se define como ondulado ou forte ondulado, além disso, expressa áreas com solos recentes, rasos em que predominam os processos morfodinâmicos, como Gleissolos, Plintossolos e Neossolos. A litologia dessas áreas, principalmente na porção central, corresponde aos materiais inconsolidados dos depósitos aluvionares e arenitos da formação Aquidauana e Botucatu. Ainda deve-se considerar a pecuária, onde se ponderou vulnerabilidade 3,0 (vulnerável), como condicionante dentre os fatores elencados.

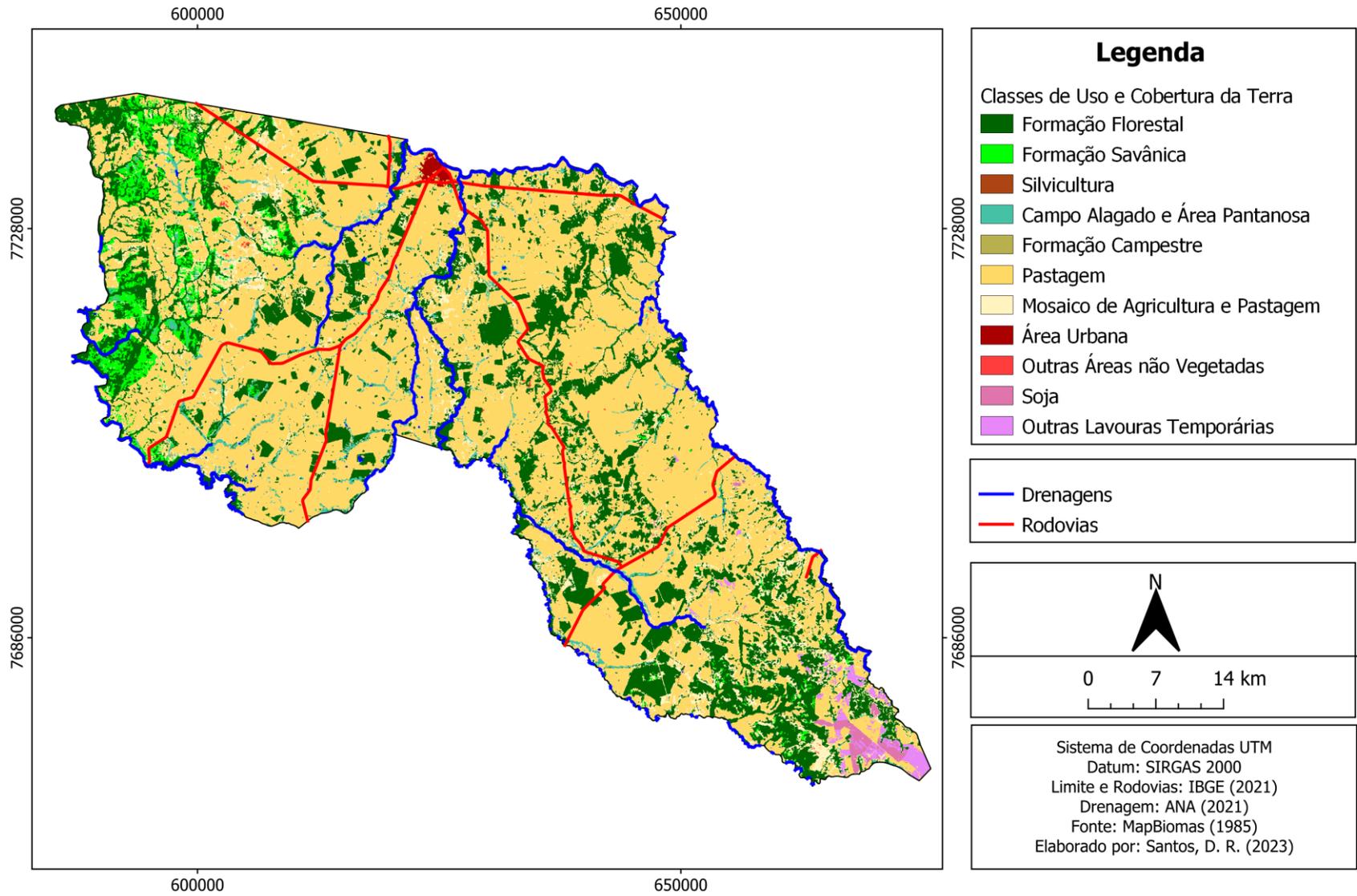
A partir das informações do mapa de vulnerabilidade, pode ser conduzido análises e discussões de incompatibilidade de uso, combinando-as com novos dados. Deste modo, os mapas de uso e cobertura da Terra do município, proporcionará discussões cruciais para compreender a dinâmica da paisagem na área de estudo (Figuras 22).

Tais mapas não apenas demonstram a espacialização do uso e cobertura, mas permitem análise mais complexas quando esses dados são correlacionados com a vulnerabilidade natural, contribuindo assim, para ações de planejamento e gestão sustentável do território.

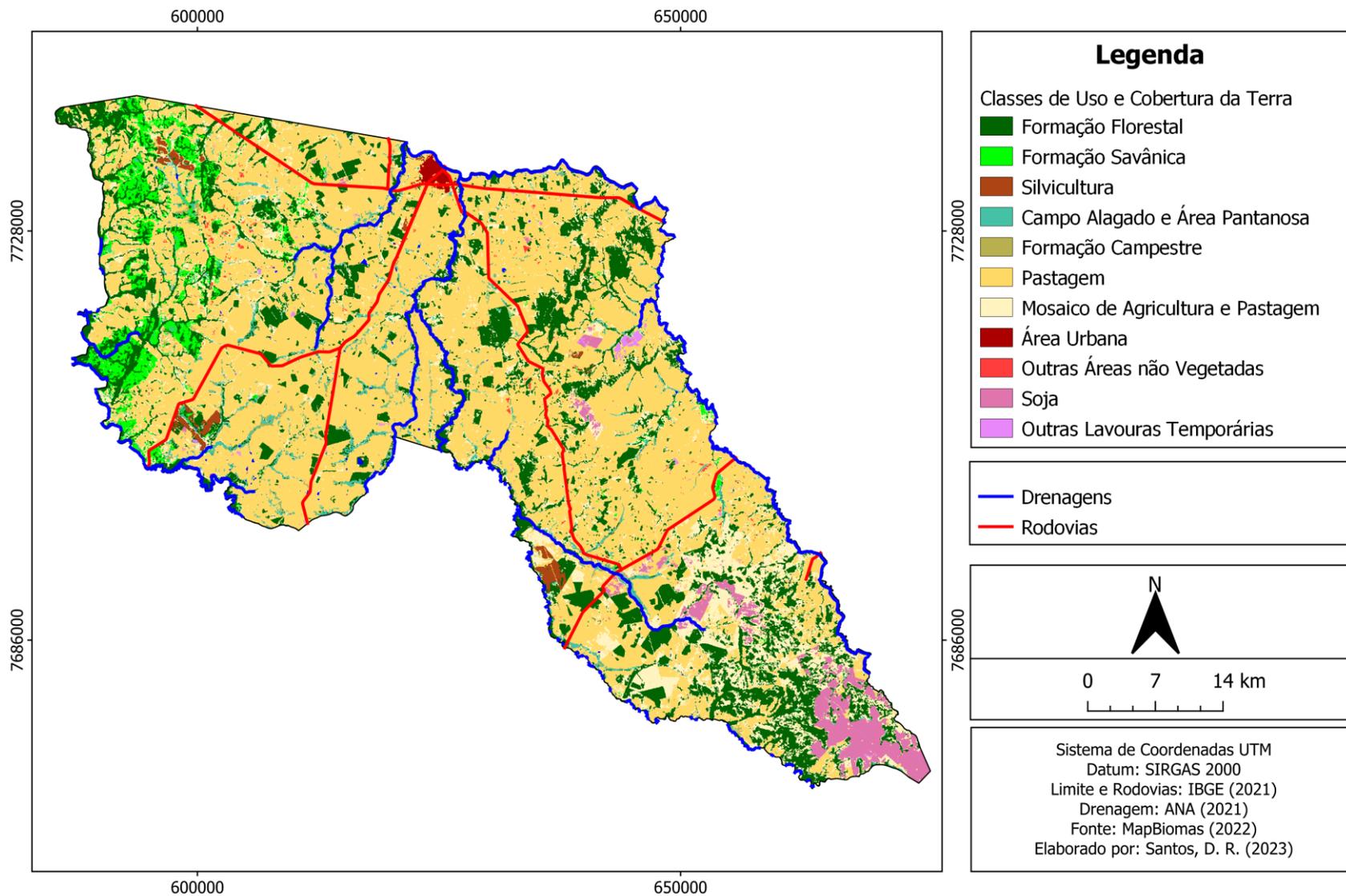
Figura 22: Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra do Município de Anastácio/MS 1985, 2004, 2022



Uso e Cobertura da Terra do Município de Anastácio/MS em 2004



Uso e Cobertura da Terra do Município de Anastácio/MS em 2022



Com o mapeamento de uso e cobertura da terra do município de Anastácio pode-se notar que durante os anos de 1985 a 2022 houve uma redução das áreas de vegetação natural (Formação Florestal, Savânica, Campo Alagado e Formação campestre) em sobreposição ao aumento das áreas destinadas a pastagem, responsável pela principal atividade econômica do município, como observado na tabela 13 e gráfico 01.

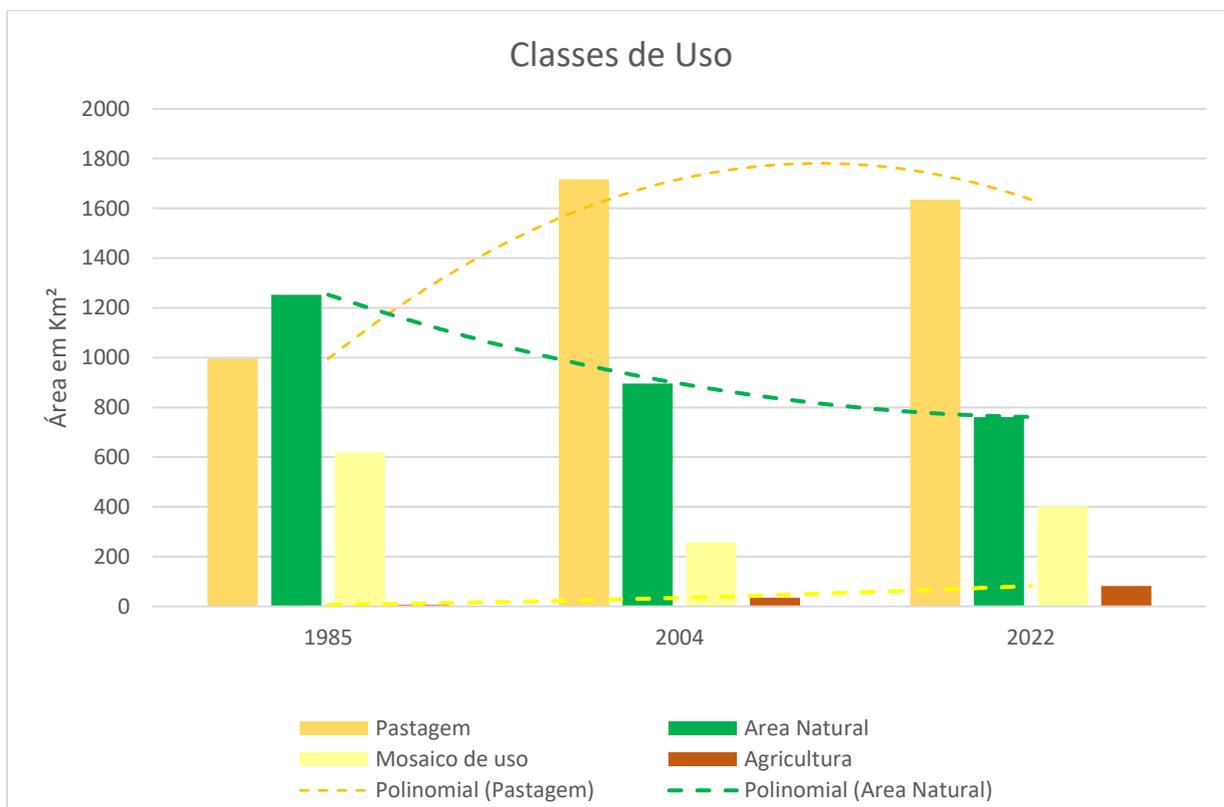
Tabela 13: Classes de Uso e Ocupação da Terra do Município de Anastácio/MS para os períodos de 1985; 2004; 2022

Classes de Uso	1985		2004		2022	
	km2	%	km2	%	Km2	%
Formação Florestal	947,22	32,51%	729,26	25,03%	580,33	19,92%
Formação Savânica	239,25	8,21%	94,51	3,24%	92,79	3,18%
Campo Alagado e Área Pantanosa	47,40	1,63%	68,14	2,34%	68,09	2,34%
Formação Campestre	18,92	0,65%	4,07	0,14%	20,05	0,69%
Silvicultura			0,03	0,00%	18,08	0,62%
Pastagem	995,23	34,16%	1717,15	58,93%	1635,55	56,13%
Mosaico de uso	618,16	21,21%	257,13	8,82%	402,23	13,80%
Área Urbana	4,80	0,16%	6,04	0,21%	7,33	0,25%
Outras Áreas não vegetadas	36,43	1,25%	3,38	0,12%	7,29	0,25%
Soja	5,66	0,19%	12,94	0,44%	75,85	2,60%
Outras Lavouras Temporárias	0,76	0,03%	21,34	0,73%	6,11	0,21%
Total			2913,82		100,00%	

Fonte: Organizado pelo Autor

Durante o ano de 1985 as áreas de Vegetação Natural (Formação Florestal; Formação Savânica; Campo Alagado e; Formação Campestre) apresentavam-se predominantemente espalhada sobre toda a área de estudo, somando 43% da área total do município.

Gráfico 1: Mudança no uso do solo no município de Anastácio/MS

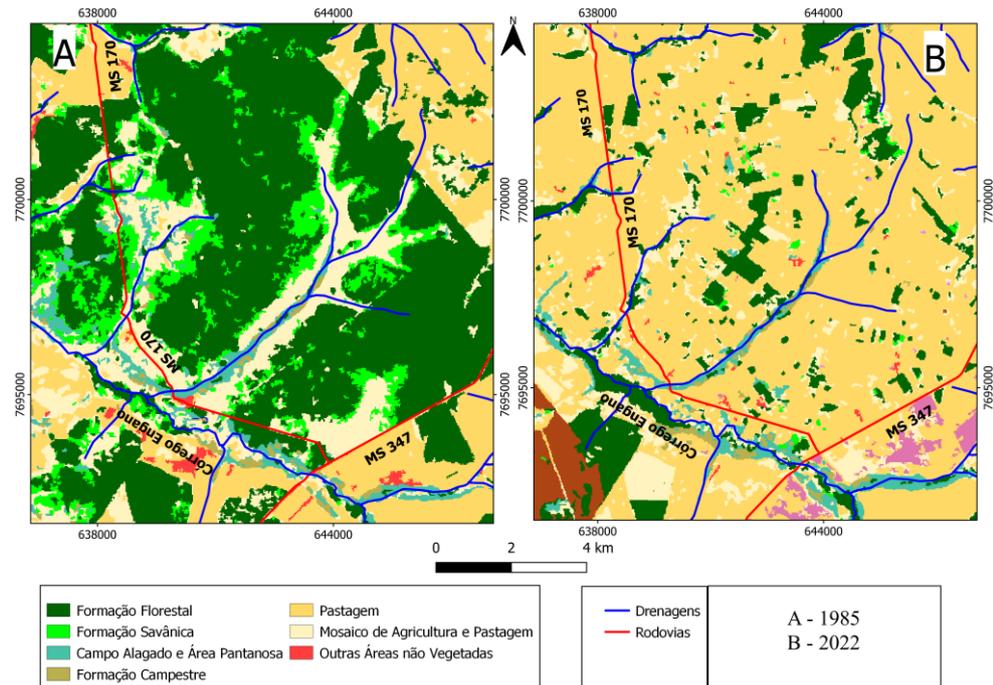


Fonte: Organizado pelo autor

Ao longo dos anos nota-se que as áreas naturais sofrem uma diminuição, à medida que as áreas de pastagem avançam, consolidando a pecuária como matriz econômica do município (Figura 23). As áreas de Vegetação Natural ficam restritas as áreas com declividade mais acentuada e próxima as margens dos rios.

Quando correlacionado os dados, nota-se que a retirada de vegetação, principalmente em áreas onde há a susceptibilidade aos processos erosivos, se torna um agravante para os processos morfodinâmicos, desta forma, compreende-se que as mudanças ocorridas podem contribuir para o aumento das áreas vulneráveis no município.

Figura 23: Corte da porção leste do município



Fonte: Acervo do autor

As áreas de Pastagem, durante o período analisado, sofrem um aumento significativo, nos primeiros dezenove anos, entretanto, durante o período de 2004 a 2022 apresenta uma leve diminuição nas áreas, que foram, gradativamente, sendo destinadas para a atividade de agricultura. Apesar desta tendência, constitui a maior classe de uso em 2022, com 56,13% da área (Figura 24).

Figura 24: Áreas de Pastagem



Fonte: Arquivo do autor

As áreas classificadas como Mosaico de Usos apresentam uma tendência de diminuição dos anos de 1985 para 2004, no entanto, voltam a crescer no ano de 2022. O Mosaico de usos são áreas onde não foi possível discriminar o tipo de uso agropecuário.

As Áreas Urbanas apresentam crescimento ao longo dos anos, onde, inicialmente, corresponde a 4,80km² em 1985 e, para o ano de 2022 corresponde a 7,33%, crescimento de 0,09%.

As áreas definidas como Outras Áreas não vegetadas representam, no ano de 2022, 0,25% da área de estudo. São, em sua maioria, áreas com solo exposto ligadas, principalmente, a cultura de plantio. As classes de agricultura (Soja e outras lavouras temporárias) apresentam crescimento para os períodos analisados (Figura 25). Para o ano de 2022 as áreas definidas com classe agricultura representam 2,60% da área de estudo, tendo um aumento de 2,38%.

Figura 25: Áreas de atividades agrícolas



Fonte: Arquivo do autor

As áreas destinadas a atividade de Silvicultura surgem a partir dos dados coletados no ano de 2004, e se consolidando, correspondendo a 0,62% da área, no ano de 2022 (Figura 26).

Figura 26: Áreas de silvicultura no município



Fonte: Arquivo do autor

Os dados de uso e cobertura da terra, quando analisada em conjunto com dados como o mapa de vulnerabilidade, auxiliam na compreensão de áreas com vulnerabilidades estáveis e instáveis e a propensão da perda de solo. A substituição da área de vegetação nativa para pastagem, principalmente em áreas com terrenos íngremes e sem a utilização de técnicas conservacionistas, como curvas de níveis, contribui para a erosão do solo, visto que a vegetação contribui para a diminuição da energia cinética da água facilitando a infiltração da água no solo e servindo como barreira natural para o escoamento superficial das águas. Principalmente em áreas com solos rasos e terrenos íngremes. Fato este que pode ser identificado na figura 27, que mostra uma área, na porção oeste do município que possuem Neossolo Litólico, que teve sua vegetação removida para implantação de pastagem.

Figura 27: Área com início de feições erosivas ocasionadas pela remoção de vegetação



Fonte: Arquivo do autor

Quando averiguado *in loco* na porção leste do município (Figura 28), as mesmas atividades foram identificadas, notando a ocorrência do início de formação de feições erosivas em áreas onde há declividades suave ondulada e solos rasos.

Figura 28: Área com início de feições erosivas ocasionadas pela remoção de vegetação na porção leste



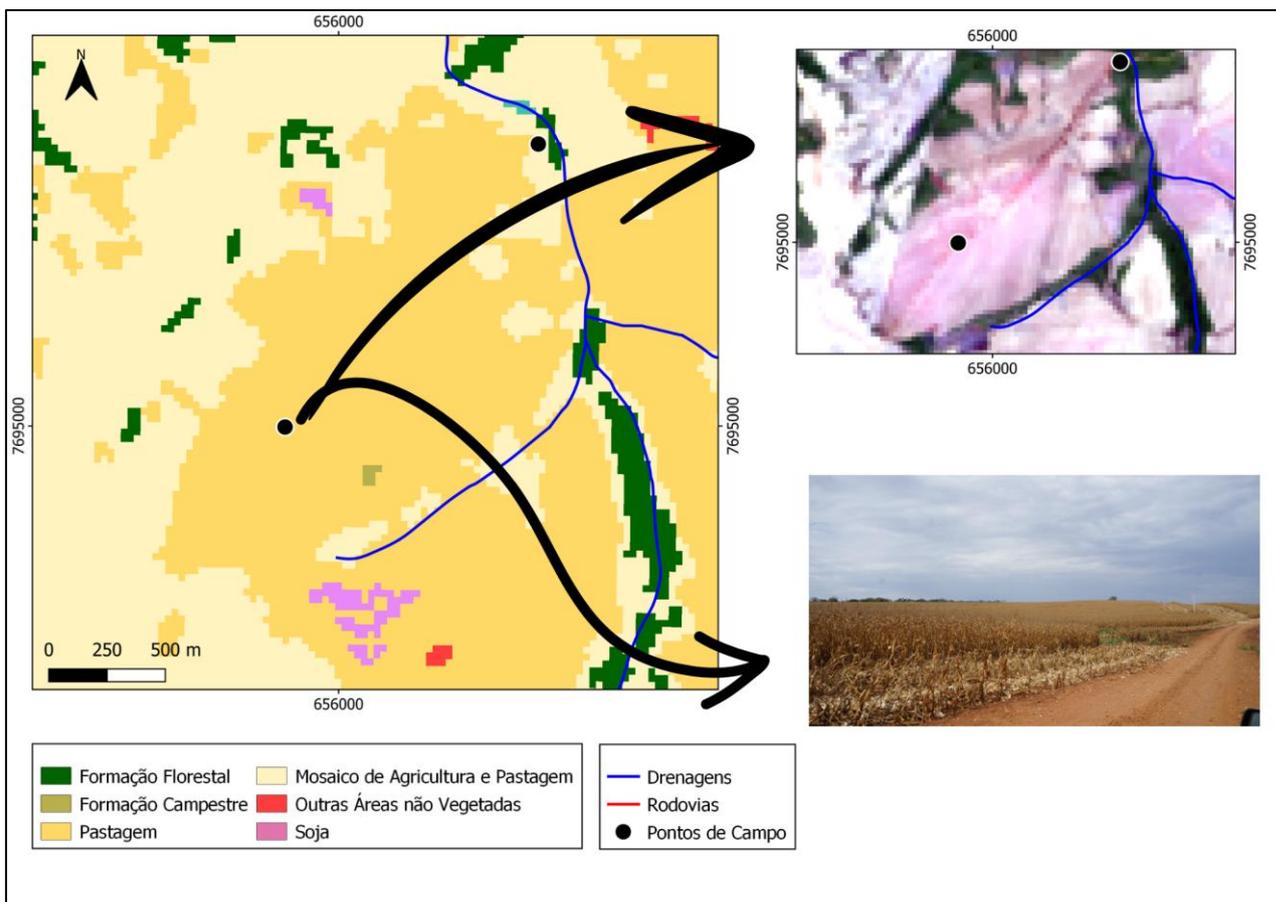
Fonte: Arquivo do autor

Outro cenário que pode ser constatado são as práticas agrícolas, onde há a remoção da vegetação e, em muitos casos, o solo fica exposto no período intermediário entre a plantação de uma cultura e outra. Tais atividades, se desenvolvidas em áreas vulneráveis, com alta propensão a perda de solos, e sem técnicas de manejo adequada podem permitir o surgimento de feições erosivas.

Apesar do município de Anastácio/MS possuir sua economia baseada na pecuária, as atividades agrícolas começam a aumentar. Tais informações podem ser identificadas nas informações obtidas através do mapeamento de uso e cobertura da terra quando há uma tendência de crescimento nos dados relacionados a essa atividade, e *in loco*, nas atividades de campo realizadas no município.

Algo a ser considerado, principalmente entre o período do último dado coletado (2022) e o dia da realização da primeira atividade de campo (28 de julho de 2023), sendo observado que já existe uma mudança no cenário, pois onde áreas foram classificadas como pastagem, atualmente, já estão sendo destinadas as práticas agrícolas, como se pode observar na figura 29.

Figura 29: Recorte dos dados de 2022 e 2023

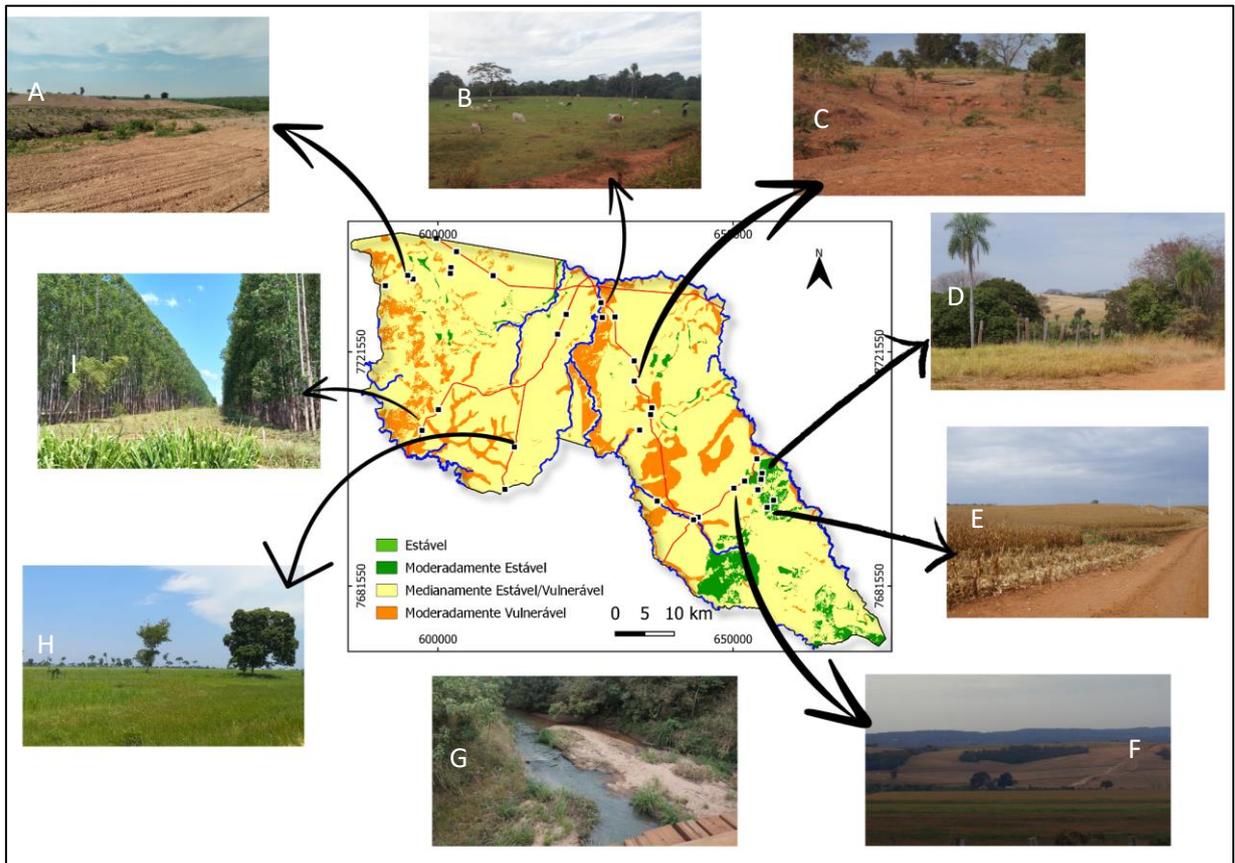


Fonte: Acervo do autor

A observação dos dados de vulnerabilidade natural a perda de solo e o uso e ocupação do município de Anastácio do ano de 2022 permite identificar áreas em que há a necessidade de preservação e áreas que necessitam de um manejo adequado do solo. Através desta análise, nota-se que as áreas Moderadamente e Medianamente Vulnerável, que apresentam solos rasos, pouca densidade de vegetação e relevos ondulados, localizam-se, em sua maioria, em áreas de pastagem. Em alguns casos encontram-se próximos a leitos de rios (principalmente pela presença do Gleissolo Háptico).

A figura 30 apresenta a espacialização do uso e cobertura, observadas *in loco*, e o grau de vulnerabilidade ponderado para cada área. Nota-se, através do quadro comparativo, que atividades agropecuárias, desenvolvidas em áreas vulneráveis, podem implicar em maior perda de solo e, conseqüentemente, no surgimento de feições erosivas. É importante, principalmente em áreas Medianamente Vulneráveis, a utilização de técnicas de manejo, tal como a implantação de curvas de nível.

Figura 30: Distribuição do Uso e Cobertura da terra e o grau de vulnerabilidade correspondente



Fonte: Acervo do autor

A figura 30 A, C e F, por exemplo, apresenta uma área não vegetada, com relevo suave ondulado e solo raso. Os fatores apresentados, correlacionados, implicam no avanço dos processos a perda de solos.

Sendo assim, pode-se afirmar que nas áreas classificadas como moderadamente estável devem ser priorizadas ações de preservação, mantendo a dinâmica natural da área, visto que possuem alta propensão a perda de solo, principalmente com a remoção da vegetação para implementação de práticas agrícolas e pecuárias, visto que aumentam consideravelmente a propensão de sofrerem com processos erosivos.

É importante destacar que as áreas Medianamente Estável/Vulnerável, compõe mais 87% da área, devem ser priorizadas o uso de manejo adequado do solo, principalmente no que auxilia a diminuir a energia potencial erosiva do terreno. Como exemplo, pode ser observado na figura 31 a implementação de curvas de níveis em áreas Medianamente Estáveis/Vulneráveis destinadas ao plantio de pastagem.

Figura 31: Implementação de Curva de Nível em áreas Medianamente Estável/Vulnerável



Fonte: Arquivo do Autor

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada da Paisagem permitiu compreender as dinâmicas atuantes em um recorte espacial, além de fornecer base para instrumentos de planejamento e gestão territorial. Desta forma, a metodologia de vulnerabilidade natural a perda de solo, além de fornecer informações importantes sobre o meio físico da superfície terrestre permite análises importantes para aplicação de zoneamentos, uma vez que técnicas de zoneamento dividem o território em zonas com características comuns.

Além disso, é parte integrada do ZEE, de forma a fornecer informações básicas para particularizar áreas susceptíveis aos processos erosivos que, frente ao avanço de atividades antrópicas, precisam ser conservadas.

A abordagem integrada que combina dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de vegetação e clima oferece uma compreensão ampla dos riscos naturais no município e fornece base as ações de gestão e planejamento territorial. As análises da metodologia de vulnerabilidade natural a perda de solo, desta forma, mostrou-se eficaz ao identificar áreas de maior ou menor vulnerabilidade ambiental do município de Anastácio/MS.

Diante disso, observa-se que a classe Medianamente Estável/Vulnerável possui maior área do município de Anastácio (87%). Tal característica está relacionada a ausência de vegetação densa, predominantemente ligada as atividades de pecuária, sendo esta a base econômica predominante do município. Destaca-se que são áreas que necessitam de manejo adequado do solo devido à propensão à perda de solos.

As áreas classificadas como Estável e Moderadamente Estável expressam 11% do município e representam áreas com maior estabilidade frente aos processos morfodinâmicos. Estão associadas à presença de vegetação densa (Savana Florestada), relevo suave a suave ondulado, solos profundos (latossolos) e a presença de litologias mais resistentes, como basalto e mármore.

Quanto às análises de uso e ocupação, notou-se uma redução das áreas de vegetação natural e aumento das áreas de pastagem ao longo dos anos analisados, o que consolida a criação de gado como principal atividade econômica do município. Apesar disso, observa-se um crescimento das áreas destinadas à agricultura, especialmente após 2004, o que é averiguado durante os trabalhos de campo.

A análise integrada do mapeamento de uso e cobertura do solo com o mapa de vulnerabilidade natural a perda de solos permitiu obter informações importantes para compreensão da dinâmica ambiental no município de Anastácio/MS. A transição de áreas de

vegetação natural para atividades agropecuárias, principalmente onde há presença de solos rasos e declividades acentuadas, revela a necessidade de práticas de manejo adequado e a conservação do solo. Principalmente quando observado em campo o surgimento de feições erosivas nestas áreas.

As áreas moderadamente estáveis requerem ações de preservação para manter a dinâmica natural, enquanto nas áreas medianamente estáveis/vulneráveis a utilização de estratégias de manejo adequado do solo para mitigar e prevenir os processos erosivos.

Como resultado, conclui-se que as áreas destinadas a atividades agropecuárias, quando correlacionadas aos critérios e dados de vulnerabilidade, aponta para um aumento das áreas fragilizadas do município, visto que há uma remoção da vegetação natural para a atribuição de determinada atividade. Esta remoção, muitas vezes, não leva em consideração outros aspectos físicos o que pode aumentar os processos morfogênicos e contribuir com o surgimento de feições erosivas.

Diante disso, conclui-se que os dados analisados fornecem subsídios para as ações de planejamento e gestão sustentável do território, promovendo uma abordagem equilibrada entre atividades econômicas e preservação ambiental. Saliento ainda que fornece bases metodológicas para pesquisas futuras.

Recomenda-se que a partir dos dados fornecidos seja realizado a continuidade do monitoramento e pesquisas de potencialidades sociais e econômicas, aprimorando e ampliando as discussões de forma a obter um Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Marcus Vinicius Maidama; ROVANI, Franciele Francisca Marmentini. Análise da vulnerabilidade natural à perda de solo do município de Ivorá - RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e37, 2022. DOI: 10.5902/2236499469100. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/69100>. Acesso em: 27 jan. 2024.
- AUGUSTO, Rafael Cardão. A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. **Revista Tamoios**, v. 12, n. 1, p. 144 – 153, 2016.
- ARAÚJO, Flávia Camargo. **Reforma agrária e gestão ambiental: encontros e desencontros**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- BACANI, Vitor Matheus.; LUCHIARI, Ailton. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da bacia do alto rio Coxim-MS. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 1, p. 184-197, 2014. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2014.81098. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/81098>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- BRASIL. Casa Verde Serviços Ambientais. **Gestão Territorial**. Disponível em: <https://projetosambientais.wordpress.com/gestao-territorial/>. Acesso em: 07 jul. 2022.
- BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SF-21-Campo Grande**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1986. 412p
- BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes de Miranda. Sociedade e natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**, p. 14-42, 2003.
- BERTONI, José; NETO, Francisco Lombardi. **Conservação do solo**. 08. ed. São Paulo: Ícone, 2008, 355p.
- CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; FUCKS, Suzana Druck; CARVALHO, Marília Sá. Análise espacial e geoprocessamento. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, p. 21-54, 2004.
- CHAVES, Ana Maria Severo; SOUZA, Rosemeri Melo. Paisagem e Interfaces Geocológicas Para o Planejamento Ambiental. In: SOUZA, Rosemeri Melo e; CHAVES, Ana Maria Severo; NASCIMENTO, Sheylla Patrícia Gomes do (org.). **Geoecologia e Paisagem: enfoques teórico-metodológicos e abordagens aplicadas**. Aracaju: Criação, 2021. Cap. 1. p. 29-52.
- COUTINHO, Ronaldo. Crise ambiental” e desenvolvimento insustentável: a mitologia da sustentabilidade e a utopia da humanização do capitalismo “selvagem”. **Revista Praia Vermelha**, v. 19, n. 2, p. 21-36, 2009.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2006. **Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande. Disponível: <http://geosgb.cprm.gov.br/> Acesso: 10. Agost. 2022

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; AZEVEDO, Luis Guimarães de; FILHO, Pedro Hernandez; FLORENZANO, Teresa Galloti; DUARTE, Valdete. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento Ecológico- Econômico**. São José dos Campos. INPE, 1996, 18 p.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Galloti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico- Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 103 p.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de; PALMEIRA, Alessandro Ferraz; SILVA, Enio Fraga da. Zoneamento Ecológico-Econômico. In: FLORENZANO, Teresa Gallotti (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap. 10. p. 285-318.

CRUZ, Joanderson dos Santos. **Avaliação Da Correlação Entre Dados De Precipitação In Situ (Estações Pluviométricas Convencionais/Ana) E Orbitais (Missão Trmm), Em Monte Carmelo-Mg**. 2022. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2022.

D'ALGE, Júlio César Lima. Cartografia para geoprocessamento. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, p. 32, 2001.

DEMARCHI, Julio Cesar; SARTORI, Anderson Antonio da Conceição; ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Métodos de classificação de imagens orbitais para o mapeamento do uso do solo: estudo de caso na Sub-Bacia do Córrego das Três Barras. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 15, p. 2644-2651, 2011.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2018. 353p.

FERREIRA, Vera Jane Ruffato; BESER, Leandro; BERRÊDO-VIANA, Daniel; FRANÇA, Cynara; NASCIMENTO, José; Freitas, Marcos. Zoneamento ecológico econômico como ferramenta para a gestão territorial integrada e sustentável no Município do Rio de Janeiro. *EURE*, Santiago, v. 44, n. 131, p. 239-260, Jan, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612018000100239>. Acesso em: 20 jul. 2022.

FILHO, Luiz Carlos Beduschi; ABRAMOVAY, Ricardo. Desafios para a gestão territorial do desenvolvimento sustentável no Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. 2003.

FILHO, Fernando. Jorge Corrêa Magalhães; CARVALHO, Wesley Santos; PEREIRA, Maria Antônio Souza; RAMOS, Juliane. Geotecnologias aplicadas na defesa do meio ambiente em municípios da Rota de Integração Latino-Americana: a atuação do ministério público do estado de Mato Grosso do Sul via centro integrado de proteção e pesquisa ambiental, Brasil. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, v. 22, n. 1, p. 5-18, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/tDYD3ChDvzfFppVPpz8yMrC/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 dez. 2023.

FIGLIANO, Caio Henrique Ungarato; CARVALHO, Jander A Brita; BATISTA, Antônio Marcos Silva; BATISTA, Jefferson Gonçalves; TORRES, Herbert. Levantamento da Perda de Solo Atual por Erosão Hídrica do Município de Cachoeiro De Itapemirim (ES). **Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640**, v. 16, n. 3, p. 1525-1546, out. 2021. ISSN 2594-9640.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/inter/a/tDYD3ChDvzfFppVPpz8yMrC/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. Oficina de textos, 2007.

FRITZSONS, Elenice; CORREA, Ana Paula Araujo. O Zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão territorial. **Colombo: Embrapa Floresta**, 2009.

GUIMARÃES, Felipe Silva; CORDEIRO, Cláudia Mendes; BUENO, Guilherme Taitson; CARVALHO, Vilma Lúcia Macagnan; NERO, Marcelo Antônio. Uma Proposta Para Automatização do Índice de Dissecação do Relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 155 -167, 2017.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O início do processo erosivo. In. Guerra, Antonio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosângela Garrido Machado (Org.) **Erosão e conservação dos solos: conceito e aplicações**. 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007

GOMES, Denis José Cardoso; SILVA, Letícia Pereira; FERREIRA, Nedilson Sanches; LOBATO, Richard Reno da Costa; SERRÃO, Edivaldo Afonso de Oliveira; LIMA, Aline Maria Meiguins. Impactos Climáticos na Erosão Hídrica do Solo para a Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 242–265, 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14503>. Acesso em: 22 jan. 2024.

IBGE. **Malha Municipal**. 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 01 jul. 2022

JARDIM, Carlos Cesar Silva; CASAROLI, Derblai; JÚNIOR, José Alves; EVANGELISTA, Adão Wagner Pêgo; BATTISTI, Rafael. Estatística para redução de escala nas estimativas de chuva pelo satélite TRMM para o estado de Goiás e Distrito Federal, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, p. e75552, 2023.

JOIA, Paulo Roberto. Bairros das Cidades de Anastácio e Aquidauana: Uma Proposta de Divisão do Espaço Urbano. **Revista Pantaneira**. Aquidauana, v.2. n.1, Jan./Jun.,2000.

Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/issue/viewIssue/156/104>. Acesso em: 15 jul. 2023.

LEITE, Cristina Maria Costa. Zoneamento ecológico-econômico: impasses e perspectivas de um instrumento de gestão ambiental. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** – Instituto de Ciências Humanas. Universidade de Brasília. Brasília, p. 140 2001.

LEMOS, Rodrigo Silva; JUNIOR, Antônio Pereira Magalhães; WSTANE, Carla. Planejamento e gestão territorial: reflexões a partir da modernidade, da ciência e da

participação social. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 58, p. 726-745, 31 jul. 2019.

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Oficina de Textos, 2015.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico - SEMADE. **Geoambientes Da Faixa De Fronteira Do Ms**. Campo Grande: Semade, 2016. 501 p.

MACHADO, Cláudia Soares; QUINTANILHA, José Alberto. Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Geoposicionamento: uma aplicação urbana. **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 312 p.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações Sobre O Conceito De Paisagem. **Ra'Ega: O Espaço Geográfico Em Análise**, Curitiba, v. 8, p. 83-91, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3391>. Acesso em: 26 jul. 2022.

MIRA, Ítalo Rafael Costa; CARVALHO, Débora Silva; SOUZA, Denise Silva Leão; SILVA, Márcio Luiz. Vulnerabilidade Ambiental da Sub-Bacia do Alto-Médio Rios Mogi Guaçu e Pardo-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 03, p. 1352-1370, 2022.

MOURA, Ana Clara Mourão. Contribuições metodológicas do geoprocessamento à geografia. **Apostila do Curso de Geoprocessamento**, IGC, UFMG, 2000.

NAVARRO, Felipe Silgueiros Sanches. **Diagnóstico Da Fragilidade Ambiental Como Subsídio Para O Planejamento Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Córrego Pulador Em Anastácio-MS**. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2019.

NEVES, Thiago de Andrade; SAUER, Leandro. Zoneamento Ecológico-Econômico como política pública para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 18, p. 131-140, 2017.

NOVO, Evlyn. M. L. Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308 p.

PALMEIRA, Alessandro Ferraz. Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas à gestão do território do município de Paragominas (Estado do Pará). **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, 2004.

PEREIRA, José Roberto; FERREIRA, Patrícia Aparecida; BOAS, Ana Alice Vilas; OLIVEIRA, Elias Rodrigues de; CARDOSO, Raquel Finamor. Gestão social dos territórios da cidadania: o zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão do território noroeste de minas gerais. **Cad. Ebape.Br**, Rio de Janeiro, Set. 2011, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 724-747, set. 2011.

PEREIRA, Luciana Escalante; LASTORIA, Giancarlo; PARANHOS FILHO, Antonio Conceição; MARCATO JÚNIOR, José. Aplicação de Técnicas de Processamento Digital de Imagens em Diferentes Sensores Orbitais. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 39, n. 3, 2016.

QUINTANA, Ana Carolina; HACON, Vanessa. O desenvolvimento do capitalismo e a crise ambiental. **O social em questão**, n. 25/26, p. 427-444, 2011.

ROCHA, Letícia Bueno de Oliveira; MAGRI, Rômulo Amaral Faustino. Predição da perda de solo por erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina, Passos-MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 87, p. 153-174, jun./2022.

ROCKETT, Gabriela Camboim. MARTINS, Eduardo Marques; TODT, Viviane; THUM, Adriane Brill; BARBOZA, Eduardo Guimarães. Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: vulnerabilidade natural à perda de solo no Morro do Osso, Porto Alegre/RS. **Geografia**, v. 39, n. 3, p. 465-481, 2014.

RODRIGUES, Vinícius Silva. **A avaliação da erosão hídrica usando a Modelagem de Mínimos Quadrados Parciais**: um estudo em uma área legalmente protegida com conflitos ambientais de uso da terra. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2019.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Universidade Federal de Uberlândia, 1996.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia – Laboratório de Geoprocessamento, 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental* São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.

SALES, Ricélia Maria Marinho; SALES, Luís Gustavo de Lima. Do contexto da crise ambiental à transformação do território: as etapas da relação sociedade/natureza ao longo do tempo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 5, 2010.

SALES, Vanda de Claudino. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: Abordagem Crítica. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 8, n. 2, p. 125-141, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2004.73959. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/73959>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O caráter transicional do clima e a diversidade da paisagem natural na região de Aquidauana-MS. In: II SEMANA DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS: DESENVOLVIMENTO E GEOGRAFIA, 2. 1993, Aquidauana, **Anais...** Campo Grande: UFMS, 1993. v. 1, p. 117-128.

SANTANA, Alessandro Donaire; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. Relação sociedade-natureza e degradação ambiental no modo de produção capitalista: um esforço de síntese. **Geoambiente**, n. 39, 2021.

SANTOS, Luciano Bispo; SILVA, Elmo Rodrigues. Desenvolvimento sustentável e capitalismo: uma coexistência contraditória. **Recôncavo: Revista de História da UNIABEU**, v. 5, n. 9, p. 129-149, 2015.

SANTOS, Joyse Tatiane Souza; PENA, Heriberto Wagner Amanajás. Geoprocessamento aplicado a ecologia de paisagem: uma análise da dinâmica espacial da Ilha do Papagaio-PA, Amazônia-Brasil. **Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social**, n. 11, 2011.

SANTOS, Daiane Santana. **Subsídios para o entendimento da questão socioeconômica em projetos de assentamentos rurais no município de Anastácio-MS: realidade versus perspectivas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana.

SANTOS, Rafael Carvalho; GUERRA, Antonio Jose Teixeira. Avaliação da erosão dos solos na bacia hidrográfica do rio Pequeno, Paraty-RJ. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoducacionais**, v. 12, n. 1, p. 23-43, 2021.

SCHIER, Raul Alfredo. **As Concepções Da Paisagem No Código Florestal**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federa do Paraná, Curitiba, 2003.

SILVA, Kassia Raylene Souza. **Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso: Subsídio ao Zoneamento Ambiental**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana.

SILVERIA, Roberison Wittgenstein Dias; VITTE, Antonio Carlos. A paisagem em Humboldt: da instrumentalização do olhar à percepção do cosmos. In: XII- EGAL - Encontro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideo. **Anais do XII- EGAL - Encontro de Geógrafos de América Latina**. Montevideo, 2009. p. 1-15.

SOARES, Alexleide Santana Diniz; PAZ, Adriano Rolim da; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia. Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba. **RBRH**, v. 21, p. 288-299, 2016.

SOUSA, Josiane do Socorro Aguiar. **O Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico para a Amazônia Legal e a sustentabilidade: aspirações e realidades**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, 2008.

SOUZA, Bárbara Silva; MELO, Matheus Henrique Bezerra; ARAÚJO, Fabiano da Silva; ARAÚJO, Lorranny Dias. Avaliação Das Estimativas De Precipitação Pelo Satélite TRMM. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 5, p. 453101-453101, 2023.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica: Recursos naturais e meio ambiente**. IBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 91p, 1977.

TOLEDO, Juliana Aparecida Catarino. Relações entre manejo do solo e erosão hídrica : uma revisão bibliográfica. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 8, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/13255>. Acesso em: 22 jan. 2024.

VASCONCELOS, Vitor Vieira; HADAD, Renato Moreira; JUNIOR, Paulo Pereira Martins. Zoneamento Ecológico-Econômico: objetivos e estratégias de política ambiental. **Gaia Scientia**, v. 7, n. 1, p. 119-132, 2013.

VITTE, Antônio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Mercator: Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 6, n. 11, p. 71-78, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2736/273620627008.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

ZACHARIAS, Andréa. Aparecida; GUERRA, Franciele Caroline. Cartografia de paisagens em áreas com vulnerabilidades aos riscos ambientais: reflexões e estudo de caso. In: DIAS, L. S.; CHÁVEZ, E. S. (ed.). **Cartografia Biogeográfica e da Paisagem**; 1. Ed. V. 2, p. 1-25, Tupã/SP: ANAP, 2019.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017.