

CLEITON SOARES JESUS

**ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DA GESTÃO TERRITORIAL
DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG) IGUATEMI,
MATO GROSSO DO SUL**

Dourados-MS

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Cleiton Soares Jesus

**ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DA GESTÃO TERRITORIAL
DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG) IGUATEMI,
MATO GROSSO DO SUL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação –
Doutorado em Geografia, da Faculdade de Ciências
Humanas, da Universidade Federal da Grande
Dourados como para a obtenção do título de Doutor
em Geografia.

Orientador: Profº Dr. Adelsom Soares Filho

Coorientador. Profº Dr. Rafael Brugnolli Medeiros

Dourados-MS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

J58z Jesus, Cleiton Soares

Zoneamento Ambiental como Instrumento da Gestão Territorial da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Iguatemi, Mato Grosso Do Sul [recurso eletrônico] / Cleiton Soares Jesus. -- 2025.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Adelsom Soares Filho.

Coorientador: Rafael Brugnolli Medeiros.

Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Zoneamento Ambiental. 2. Ordenamento Territorial. 3. Uso e Cobertura da Terra. 4. Degradação Ambiental. 5. UPG Iguatemi. I. Soares Filho, Adelsom . II. Medeiros, Rafael Brugnolli. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**ZONEAMENTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DA GESTÃO TERRITORIAL
DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO (UPG) IGUATEMI,
MATO GROSSO DO SUL**

Banca Examinadora

Profº Dr. Adelsom Soares Filho
Universidade Federal da Grande Dourados
(Orientador)

Profº Dr. Charlei Aparecido da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados
(Membro interno)

Profº Dr. Edvaldo Cesar Moretti
Universidade Federal da Grande Dourados
(Membro interno)

Profª Drª. Camila Riboli Rampazzo
Universidade Federal da Grande Dourados
(Membro externo)

Profº Dr. André Geraldo Berezuk
Universidade de Winnipeg
(Membro externo)

Dourados-MS
2025

*“Dedico este trabalho, primeiramente, ao meu pai,
Antonio Carlos Marques Jesus, e à minha mãe,
Valdecila Alves Soares, que sempre me motivaram
em meus estudos, bem como ao meu irmão, Vinicius
Soares Jesus.”*

AGRADECIMENTOS

Em especial, agradeço ao meu pai, Sr. Antonio Carlos Marques Jesus, e à minha mãe, Valdecila Alves Soares, que sempre estiveram presentes ao longo desses anos, apoiando-me e incentivando-me.

Ao meu orientador, professor Dr. Adelsom Soares Filho, profissional por quem tenho grande admiração e respeito, que aceitou o desafio de construir esta tese comigo. Demonstrou constante disposição e não mediu esforços em todos os momentos desta caminhada.

Ao professor Dr. André Geraldo Berezuk, que me concedeu a oportunidade de concluir o mestrado e, posteriormente, iniciou comigo esta jornada, sempre auxiliando quando necessário. É um excelente profissional, por quem tenho profunda admiração.

Ao meu coorientador e amigo, professor Dr. Rafael Brugnolli Medeiros, profissional de excelência, que também não mediu esforços para me auxiliar e orientar sempre que tive dúvidas. Não tenho palavras suficientes para expressar a imensa gratidão por todo o apoio recebido durante a elaboração desta tese.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/FCH) e a todos os professores que integram o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFGD), que contribuíram para o meu desenvolvimento intelectual. Mesmo nos períodos difíceis da pandemia, promovemos debates relevantes que enriqueceram significativamente a construção desta pesquisa.

À minha namorada, Juliana Soares de Lima, que me incentivou em momentos desafiadores e me ajudou a concluir esta etapa tão importante da minha vida.

Aos meus amigos, Lorrane Barbosa, Edmilson Santana e Talita Pádua, que sempre se dispuseram a auxiliar-me nos momentos difíceis.

Ao meu irmão, Vinicius Soares Jesus, por quem tenho grande respeito e admiração, e que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me nos períodos mais desafiadores.

À CAPES, pelo apoio financeiro fornecido para a realização desta pesquisa, especialmente no último ano de 2024, fundamental para a conclusão do doutorado.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho alcançasse os objetivos propostos.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

Esta tese tem como objetivo principal uma proposta de um zoneamento ambiental como instrumento da gestão territorial da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Iguatemi (UPG), com ênfase em uma abordagem sistêmica e integrada, voltada para a análise e interpretação dos aspectos socioambientais do território. Busca-se identificar, classificar e cartografar os componentes físicos e socioeconômicos que integram a paisagem, com o intuito de subsidiar propostas para o uso sustentável dos recursos naturais e o ordenamento territorial da área de estudo. A escolha da UPG Iguatemi justifica-se pelo crescente avanço de atividades produtivas como as monoculturas de eucalipto e soja, além da pecuária, que têm exercido significativa pressão sobre os recursos naturais locais. Esses usos intensivos da terra têm contribuído para o agravamento de processos erosivos, a fragmentação e descontinuidade das formações vegetais nativas, a degradação dos recursos hídricos e a perda progressiva da biodiversidade. A metodologia adotada fundamenta-se em autores como Mateo Rodríguez (1994), que propõe uma estrutura sistêmica para o zoneamento, e Brugnolli (2020), que destaca a importância da integração entre aspectos físicos e humanos na cartografia de paisagem e no zoneamento ambiental. Para a produção cartográfica e a análise espacial, foram utilizados recursos como o *software* ArcGIS 10.8.2 (ESRI®) para a elaboração de mapas temáticos e sínteses cartográficas, além da aplicação de tecnologias, como drones para a aquisição de imagens de alta resolução, ampliando a precisão do diagnóstico ambiental. A presença de territórios indígenas e assentamentos rurais na região da UPG Iguatemi confere complexidade adicional ao processo de zoneamento, exigindo a consideração de aspectos socioeconômicos e culturais. Entre os elementos críticos analisados estão a concentração de incêndios florestais, conflitos relacionados ao uso e cobertura da terra e a vulnerabilidade socioambiental das comunidades tradicionais e assentadas. Este estudo apontou que o uso inadequado da terra, sem planejamento e desconsiderando as características ambientais locais, contribui significativamente para sua degradação. Nesse contexto, a elaboração de um diagnóstico ambiental minucioso e tecnicamente embasado foi essencial como etapa para qualquer ação de recuperação e manejo da terra. Assim, a pesquisa busca integrar conhecimento técnico-científico com a realidade socioambiental regional, tornando o zoneamento um instrumento estratégico de análise e intervenção, com o propósito de contribuir para a mitigação dos impactos ambientais, apoiar a formulação de políticas públicas voltadas à conservação ambiental e propor diretrizes de gestão territorial que promovam a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

Palavras-chave: Zoneamento Ambiental; Ordenamento Territorial; Uso e Cobertura da Terra; Degradação Ambiental; UPG Iguatemi.

ABSTRACT

This thesis has as its main objective the proposal of an environmental zoning framework as an instrument of territorial management for the Iguatemi Planning and Management Unit (UPG), with an emphasis on a systemic and integrated approach aimed at analyzing and interpreting the socio-environmental aspects of the territory. The study seeks to identify, classify, and map the physical and socioeconomic components that make up the landscape, with the objective of supporting proposals for the sustainable use of natural resources and the territorial planning of the study area. The choice of the Iguatemi UPG is justified by the growing expansion of productive activities, such as eucalyptus and soybean monocultures, as well as extensive livestock farming, which have exerted significant pressure on local ecosystems. These intensive land uses have contributed to the intensification of erosion processes, the fragmentation and discontinuity of native vegetation, the degradation of water resources, and the progressive loss of biodiversity. The methodology is grounded in the theoretical frameworks of authors such as Mateo Rodríguez (1994), who proposes a systemic structure for environmental zoning, and Brugnolli (2020), who emphasizes the importance of integrating physical and human aspects in territorial planning. For cartographic production and spatial analysis, tools such as ArcGIS 10.8.2 (ESRI®) are employed to generate thematic maps and cartographic syntheses, alongside drone technology for acquiring high-resolution imagery, thereby enhancing the accuracy of the environmental diagnosis. The presence of Indigenous territories and rural settlements within the Iguatemi UPG adds further complexity to the zoning process, requiring the inclusion of socioeconomic, cultural, and land tenure considerations. Critical elements analyzed include the concentration of wildfires, land-use and occupation conflicts, and the socio-environmental vulnerability of traditional and settled populations. The study highlights that unplanned and environmentally disconnected land use is a major contributor to land degradation. In this context, the development of a detailed and technically robust environmental diagnosis proved essential as a preliminary step for any land recovery and management strategy. Therefore, this research seeks to integrate technical and scientific knowledge with the regional socio-environmental reality, establishing zoning as a strategic tool for analysis and intervention. It aims to contribute to the mitigation of environmental impacts, support the formulation of public policies focused on environmental conservation, and propose territorial management guidelines that promote the well-being and quality of life of local communities.

Keywords: Environmental Zoning; Territorial Planning; Land Use and Land Cover; Environmental Degradation; Iguatemi UPG.

RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo principal proponer un marco de zonificación ambiental como instrumento de gestión territorial de la Unidad de Planeamiento y Gestión del Iguatemi (UPG), con énfasis en un enfoque sistémico e integrado, orientado al análisis e interpretación de los aspectos socioambientales del territorio. Se busca identificar, clasificar y cartografiar los componentes físicos y socioeconómicos que conforman el paisaje, con el fin de sustentar propuestas para el uso sostenible de los recursos naturales y la ordenación territorial del área de estudio. La elección de la UPG Iguatemi se justifica por el avance creciente de actividades productivas como los monocultivos de eucalipto y soya, además de la ganadería extensiva, que han ejercido una presión significativa sobre los ecosistemas locales. Estos usos intensivos del suelo han contribuido al agravamiento de procesos erosivos, la fragmentación y discontinuidad de la vegetación nativa, la degradación de los recursos hídricos y la pérdida progresiva de biodiversidad. La metodología adoptada se fundamenta en los marcos teóricos de autores como Mateo Rodríguez (1994), quien propone una estructura sistémica para la zonificación ambiental, y Brugnolli (2020), quien destaca la importancia de integrar los aspectos físicos y humanos en la planificación territorial. Para la producción cartográfica y el análisis espacial, se utilizarán herramientas como el software ArcGIS 10.8.2 (ESRI®) para la elaboración de mapas temáticos y síntesis cartográficas, además de la aplicación de tecnologías como drones para la adquisición de imágenes de alta resolución, aumentando así la precisión del diagnóstico ambiental. La presencia de territorios indígenas y asentamientos rurales en la región de la UPG Iguatemi añade una complejidad adicional al proceso de zonificación, exigiendo la consideración de aspectos socioeconómicos, culturales y de tenencia de la tierra. Entre los elementos críticos analizados se encuentran la concentración de incendios forestales, los conflictos relacionados con el uso y ocupación del suelo, y la vulnerabilidad socioambiental de las poblaciones tradicionales y asentadas. El estudio evidenció que el uso inadecuado del suelo, sin planificación y sin considerar las características ambientales locales, contribuye significativamente a su degradación. En este contexto, la elaboración de un diagnóstico ambiental detallado y técnicamente fundamentado fue esencial como etapa preliminar para cualquier acción de recuperación y manejo del territorio. De esta manera, la investigación busca integrar el conocimiento técnico-científico con la realidad socioambiental regional, consolidando la zonificación como un instrumento estratégico de análisis e intervención, con el propósito de contribuir a la mitigación de los impactos ambientales, apoyar la formulación de políticas públicas orientadas a la conservación ambiental y proponer directrices de gestión territorial que promuevan la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales.

Palabras clave: Zonificación Ambiental; Ordenación Territorial; Uso y Cobertura de la tierra; Degradación Ambiental; UPG Iguatemi.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE QUADROS.....	XI
SIGLAS E ABREVIATURAS	XII
APRESENTAÇÃO	XIII
INTRODUÇÃO	1

CAPÍTULO I – GEOGRAFIA E GESTÃO TERRITORIAL: a paisagem como fundamento para o zoneamento no Mato Grosso do Sul

10

1.1. Geografia, Sociedade e Natureza nos Estudos Ambientais.....	11
1.2. Paisagem e sua Cartografia de Unidades	17
1.3. Zoneamento ambiental como instrumento de ordenamento físico-territorial.....	26
1.4. Entre a teoria e a prática: a UPG Iguatemi e os desafios dos zoneamentos ambientais no Mato Grosso do Sul	32
1.5. As Unidades de Planejamento e Gerenciamento no Estado de Mato Grosso do Sul	37
1.6. Terras Indígenas e Assentamentos Rurais: Legislação, Demarcação e Desafios Socioeconômicos.....	40
1.7. O Estudo dos Incêndios na UPG Iguatemi	46
1.8. A importância das novas tecnologias no contexto da análise da Paisagem e Zoneamentos Ambientais	49

CAPÍTULO II – ESTRUTURAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

57

2.1. Aspectos metodológicos	57
2.2. Fase de Organização.....	58
2.3. Fase de Inventário	59
2.4 Fase de análise	70
2.5. Fase de diagnóstico.....	80
2.6. Fase do Prognóstico	85

CAPÍTULO III - ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS E DE USO DA TERRA DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DO IGUATEMI-MS

87

3.1. Litologia da UPG Iguatemi	87
--------------------------------------	----

3.2. Hipsometria da UPG Iguatemi.....	92
3.3. Declividade da UPG Iguatemi	96
3.4. Pluviometria da UPG Iguatemi	99
3.5. Solos da UPG Iguatemi.....	103
3.6. Uso e cobertura da terra da UPG Iguatemi, em 1985 e 2022.....	112

CAPITULO IV - DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DA UPG IGUATEMI: UMA PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL.....118

4.1. As Paisagens da UPG Iguatemi.....	118
4.2. Capacidade de Uso e Conflitos Ambientais de Uso da Terra	131
4.3. Focos de Incêndios na UPG Iguatemi.....	136
4.4. Principais impactos ambientais	140
4.5. O Zoneamento Ambiental da UPG Iguatemi	146

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....170

REFERÊNCIAS.....174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Impactos em Decorrência da Ausência de cobertura vegetal no município de Tacuru., MS.....	3
Figura 2 - Localização da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	8
Figura 3: Esboço de uma definição teórica de geossistema.....	22
Figura 4: Camadas de Informações que contemplam e definem as unidades de paisagem	24
Figura 5: Histórico da Ocupação do Território de Mato Grosso do Sul.....	27
Figura 6: Unidades de Conservação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	31
Figura 7: Unidades de Planejamento e Gerenciamento do Mato Grosso do Sul.....	39
Figura 8: Tecnologias integradas em um SIG	54
Figura 9: Fluxograma das etapas de efetivação da metodologia dessa pesquisa.	57
Figura 10: Localização das estações pluviométricas analisadas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	61
Figura 11: Metodologia descrita no MapBiomas para classificação das imagens.	63
Figura 12: Pontos Visitados na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	66
Figura 13: Radio Controle DJI Mini 3 Pro.....	67
Figura 14: Drone DJI Mini 3 Pro.....	68
Figura 15: Aplicativo utilizado no Trabalho de Campo	69
Figura 16: Metodologia para a definição dos Objetivos de Qualidade de Paisagem [OQP] e respectivas medidas de proteção, gestão e ordenamento da paisagem, prevendo-se a sua integração nos Instrumentos de Gestão Territorial.....	72
Figura 17: Metodologia utilizada para definição das unidades de paisagem	75
Figura 18: Metodologia para definição da Zoneamento Ambiental.....	84
Figura 19: litologia da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	90
Figura 20: Depósitos Aluvionares compartimentos altimétricos da UPG.....	91
Figura 21: Hipsometria da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	93
Figura 22: Pontos de destaque dos compartimentos altimétricos da UPG	95
Figura 23: Declividade da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	98
Figura 24: Classificação Climática do Estado do Mato Grosso do Sul.....	100
Figura 25: Precipitação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	102

Figura 26: Solos da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil	104
Figura 27: Solos arenosos com muitos processos erosivos (A e B), solos profundos com cultivo de cana-de açúcar (C) e solos hidromórficos com pisciculturas (D).	111
Figura 28: Uso e Cobertura da terra da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 1985	113
Figura 29: Uso e Cobertura da terra da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 2022	114
Figura 30: Unidades de paisagens de 1º nível da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	120
Figura 31: Unidades de paisagens de 2º nível da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	125
Figura 32: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi I.....	127
Figura 33: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi II.....	128
Figura 34: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi III.....	129
Figura 35: Capacidade de Uso da Terra da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	132
Figura 36: Focos de Incêndios Florestais na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 2022.....	138
Figura 37: Densidade de Ocorrência de Incêndios Florestais na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 2022.....	139
Figura 38: Impactos Ambientais e Conflitos Legais em Áreas de Preservação Permanente da UPG Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.	141
Figura 39: Ausência de mata ciliar as margens do rio Iguatemi no município de Paranhos, MS.	142
Figura 40: Atividade silvicultura de eucalipto próximo a MS-295, no município de Tacuru-MS.	143
Figura 41: Nascente do rio Iguatemi ocupada por pastagem no município de Coronel Sapucaia.....	144
Figura 42: Solo exposto no município de Tacuru.	144
Figura 43: Processos erosivos na UPG Iguatemi.....	145
Figura 44: Zoneamento Ambiental da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil.....	148
Figura 45: APP's com pouca vegetação nativa, configurando um conflito de uso da terra.	150
Figura 46: Erosões e arenização na Zona de Preservação e Conservação.	151

Figura 47: Área com vegetação nativa de Mata Atlântica, localizada às margens de rodovia, apresentando processos erosivos do tipo sulcos, ravinas e voçorocas, com intensidade variando de moderada a severa.	153
Figura 48: Arenização na Zona de Preservação e Conservação.....	155
Figura 49: Área de produção de soja situada em zona de baixa restrição.	157
Figura 50: Área de plantio comercial de Eucalipto situada em zona de média restrição. ..	159
Figura 51: Cultivos de soja desenvolvidos em área classificada como Zona de Média Restrição ao uso das terras.	160
Figura 52: Zona de Alta Restrição próximo aos mananciais.....	162
Figura 53: Pastagens com muitas erosões nas margens dos mananciais, na zona de alta restrição.....	163

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Unidades de Conservação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi	30
Tabela 2: Síntese das ponderações definidas para identificar as unidades de paisagem da UPG Iguatemi.	74
Tabela 3: Elementos Utilizados no Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi.....	77
Tabela 4: Quantificação das unidades litológicas da UPG Iguatemi	88
Tabela 5: Quantificação de Declividade da UPG Iguatemi em km2.....	97
Tabela 6: Solos da UPG Iguatemi	103
Tabela 7: Análise Multitemporal de uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2022 na UPG Iguatemi.....	112
Tabela 8: Quantificação das Unidades de Paisagem	121
Tabela 9: Capacidade de uso da terra da UPG Iguatemi	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sistema de Classificação Adotado por Bertrand (2004)	20
Quadro 2: Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs).....	38
Quadro 3: Dados Gerais das Terras indígenas da UPG Iguatemi	43
Quadro 4: Dados Gerais dos Assentamentos da UPG Iguatemi	44
Quadro 5: PIB dos Municípios que fazem parte da UPG Iguatemi Mato Grosso do Sul, em 2020	45
Quadro 6: Estações Pluviométricas Analisadas	60
Quadro 7: Síntese do Zoneamento da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi	166

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações
APA - Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Preservação Permanente
BH – Bacia Hidrográfica
CAD - Computer-Aided Design
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
CCMA - Corredor Central da Mata Atlântica
CCA - Corredor central da Amazônia
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo
FCH/UFGD - Faculdade de Ciências Humanas / Universidade Federal da Grande Dourados
GPS - Sistema de Posicionamento Global (Global Positioning System)
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IMASUL - Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MS – Mato Grosso do Sul
NASA – National Aeronautics and Space Administration
OQP - Objetivos de Qualidade de Paisagem
PERH - Política Estadual de Recursos Hídricos
PIB – Produto Interno Bruto
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
RGB - Red, Green, Blue
SEGRH - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEMAC – Secretaria de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SIGs – Sistemas de Informações Geográficas
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission
UC - Unidade de Conservação
UCs - Unidades de Conservação
UPG - Unidade de Planejamento e Gerenciamento
UTM – Universal Transversa de Mercator
ZEE/MS - Zoneamento Ecológico-Econômico do estado de Mato Grosso do Sul

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, intitulado “Zoneamento Ambiental como Instrumento da Gestão Territorial da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Iguatemi, Mato Grosso Do Sul”, foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados. Sendo a área de concentração “Produção do Espaço Regional e Fronteira”, inserida na linha de pesquisa “Políticas Públicas, Dinâmicas Produtivas e da Natureza”. Esta tese está alinhada às linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Geografia FCH/UFGD, direcionada às Políticas Públicas, Dinâmicas Produtivas e da Natureza e está enfocado no território localizado no extremo sul de Mato Grosso do Sul, com uma área territorial de 9.595,71 km² (PERH, 2010), abrangendo os municípios de Amambai, Coronel Sapucaia, Eldorado, Iguatemi, Itaquiraí, Japorã, Mundo Novo, Paranhos, Sete Quedas e Tacuru.

O uso intensivo da terra na UPG Iguatemi, em interação com outros fatores socioambientais, como políticas públicas e características dos componentes físico-naturais locais contribui significativamente para o desequilíbrio entre as ações humanas e as questões ambientais, sendo a ausência de um diagnóstico ambiental detalhado um potencializador desse processo. Isso justifica a necessidade de um planejamento adequado para mitigar a degradação ambiental e social, o que fornece informações para a elaboração de estratégias que visem o manejo sustentável terra, com base na elaboração de um zoneamento ambiental.

A tese está estruturada em cinco capítulos, sendo eles:

Capítulo I – “Geografia e Gestão Territorial: a paisagem como fundamento para o zoneamento no Mato Grosso do Sul - apresenta a revisão bibliográfica e a fundamentação teórica, discutindo os conceitos de paisagem enquanto categoria de análise, bem como a forma pela qual os estudos vinculados à cartografia dessas paisagens se inserem no campo das Ciências Ambientais. Apoia-se em pesquisas anteriores para sistematizar as informações e subsidiar o desenvolvimento das etapas da investigação.

Capítulo II: “Estruturação Metodológica da Pesquisa” – detalha as etapas, métodos e os procedimentos metodológicos adotados na elaboração do zoneamento ambiental da UPG Iguatemi.

Capítulo III: “Aspectos Físico-naturais e de Uso da Terra da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Iguatemi-MS” – apresenta um inventário da UPG Iguatemi, um levantamento detalhado e, posteriormente, a organização de itens correspondentes às características socioambientais, como a litologia, relevo, precipitação, solos, recursos hídricos e fatores antrópicos, no papel do uso e cobertura da terra. Essas informações são fundamentais para a elaboração da cartografia de Unidades de Paisagem de nível I e II, o que possibilitou uma compreensão da formação natural e social da área de estudo.

Capítulo IV: “Diagnóstico das Paisagens: um Zoneamento Ambiental para a UPG Iguatemi” – são apresentados os resultados da pesquisa de campo, incluindo a cartografia de Unidades de Paisagem nos níveis I e II, a aplicação da técnica de interpolação por *Kernel* para a espacialização dos focos de incêndios, a capacidade de uso da terra, principais impactos ambientais e, para finalizar, uma discussão sobre as dificuldades da aplicação dos zoneamentos ambientais no Mato Grosso do Sul e como foi definido o zoneamento para a UPG Iguatemi. Finalizando o capítulo, com uma síntese das zonas, o que permite uma visão integrada para o planejamento e o gerenciamento territorial.

O trabalho finaliza com sugestões para futuros estudos e aplicações práticas das propostas elaboradas ao longo da pesquisa. Nesse trecho, as considerações finais ganham destaque com a resposta aos objetivos, avaliação da hipótese levantada e as referências bibliográficas utilizadas.

INTRODUÇÃO

Todo o Centro-Oeste brasileiro enfrenta o avanço das monoculturas, que suprimem as formações florestais e acarretam impactos negativos irreversíveis à fauna e à flora locais (Andrade Filho, 2023). O contexto sul-mato-grossense não se diferencia dessa realidade. Observa-se que o Estado prioriza modelos econômicos voltados, sobretudo, ao plantio comercial de eucalipto, ao cultivo de soja destinada à exportação (*commodities*) e à pecuária extensiva, atividades que, por distintos fatores, exercem considerável pressão sobre o ambiente. Tal pressão manifesta-se na supressão da vegetação nativa, no empobrecimento dos solos, no assoreamento dos cursos d'água, na redução da biodiversidade e na contaminação dos recursos hídricos. Essas, contudo, representam apenas algumas das múltiplas alterações provocadas pelas intervenções antrópicas no Estado.

Diante deste quadro e pautado na Política de Recursos Hídricos, o Mato Grosso do Sul encontra-se estruturado em unidades de planejamento geridas pela esfera estadual. Ao todo, existem quinze Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs), cujo objetivo central é aprimorar a gestão e a manutenção dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos. Tais unidades também visam à preservação e conservação ambiental, compatibilizando a disponibilidade e a demanda de recursos naturais, o que assegura o abastecimento humano e promove o desenvolvimento econômico do Estado.

Atualmente, encontram-se instituídos os seguintes Comitês de Bacia Hidrográfica: o CBH-Santana-Aporé, instituído pela Resolução nº 5/2000; o CBH-Paranaíba, instituído pelo Decreto s/n, de 2002, na esfera federal; o CBH-Miranda, instituído pela Resolução CERH/MS nº 002/2005; o CBH-Ivinhema, instituído pela Resolução CERH/MS nº 011/2009; e o CBH-Pardo, instituído pela Resolução CERH/MS nº 087/2023.

Além dos aspectos legislativos e geográficos que legitimam a utilização das UPGs como unidades de estudo, destacam-se também os fundamentos legais que conferem respaldo ao zoneamento ambiental enquanto instrumento de desenvolvimento equilibrado e de aproveitamento racional dos recursos disponíveis. Esses aspectos incluem a legislação que orienta o ordenamento territorial e a gestão ambiental, bem como a consideração de critérios físico-naturais e socioeconômicos

que refletem a dinâmica das paisagens. Dessa forma, o zoneamento ambiental apoia-se em princípios legais como o desenvolvimento sustentável, a prevenção e a função socioambiental da propriedade (BRASIL, 1988), garantindo sua efetividade como instrumento de planejamento e uso racional dos recursos naturais.



Neste sentido, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, institui o zoneamento ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), tendo por finalidade a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico com a sustentabilidade ecológica (Brasil, 1981).

A aplicação desse instrumento foi fortalecida pela integração entre a PNMA e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/1997. Esta define as bacias hidrográficas como unidades territoriais prioritárias para a implementação da PNRH, tornando importante a criação de CBHs para viabilizar institucionalmente as ações previstas em lei. Todavia, a efetividade dessas normativas encontra entraves, tais como interesses particulares, resistências de grupos específicos e a própria burocracia inerente ao processo legislativo brasileiro.

Na UPG Iguatemi, o quadro de fragilidade ambiental é acentuado pelas intensas pressões antrópicas que configuram sua paisagem (Jesus, 2020). A unidade sofre impactos significativos, como extensos processos erosivos, fragmentação das matas nativas e degradação ambiental. Esses problemas são agravados por práticas inadequadas de uso da terra, pela expansão da agricultura e da pecuária, bem como pela ausência de medidas eficazes de conservação ambiental.

As erosões aceleradas resultam em severas perdas hidrossedimentológicas, o que compromete a produtividade agrícola e contribui para o assoreamento dos cursos d'água (Figura 1), com consequente redução da qualidade e da disponibilidade hídrica. Além disso, as erosões em estradas não pavimentadas intensificam o aporte de sedimentos aos mananciais, especialmente em períodos chuvosos, quando tais vias funcionam como canais de escoamento (Brugnolli, Jesus e Alves, 2022). Além desses fatores, a fragmentação das matas nativas também impacta de maneira significativa a biodiversidade, ao interromper corredores ecológicos e dificultar os processos de regeneração natural. Ademais, a redução da cobertura vegetal intensifica os processos de desertificação e altera o equilíbrio climático local, com consequências que extrapolam os limites da unidade de planejamento.

Figura 1: Impactos em Decorrência da Ausência de cobertura vegetal no município de Tacuru., MS.

	
<p>Latitude: 23°40'59" Sul Longitude: 55°02'38" Oeste. Tirada em: 22/11/2022. Altitude: 391,03 m</p>	<p>Latitude: 23°41'30" Sul Longitude: 55°2'37" Oeste. Tirada em: 22/11/2022. Altitude: 401,72 m</p>

Tais impactos são agravados pelo predomínio de modelos econômicos de caráter predatório, que priorizam a produtividade imediata em detrimento da sustentabilidade ambiental.

A predominância de modelos econômicos assentados em monoculturas, como o cultivo de soja e eucalipto, associada à expansão da pecuária extensiva, evidencia um padrão de exploração de caráter predatório. Tal modelo desconsidera o potencial de estratégias mais equilibradas, como a integração entre monocultura, pecuária e remanescentes florestais, a adoção de práticas agroecológicas e a recuperação de áreas degradadas. Observa-se, nesse contexto, que a pressão por produtividade imediata tem sido priorizada em detrimento de soluções capazes de assegurar tanto a integridade ambiental quanto a viabilidade econômica em longo prazo.

É necessário reconhecer que a preservação da UPG Iguatemi não se limita a uma responsabilidade de ordem ambiental, mas configura igualmente uma questão estratégica para a manutenção do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. A sinergia entre políticas públicas consistentes, práticas produtivas sustentáveis e a participação ativa da sociedade constitui condição essencial para que essa região se consolide como exemplo de convivência harmônica entre a produção e a conservação ambiental.

A UPG Iguatemi vem sendo gradativamente transformada pela intensificação das áreas agrícolas. O Zoneamento Ecológico-Econômico do Mato Grosso do Sul (ZEE/MS), regulamentado em 2005 e revisado em 2009, está intrinsecamente vinculado ao uso e cobertura da terra, trazendo preocupações que transcendem as dimensões social e ecológica, ao priorizar aspectos econômicos. O próprio ZEE/MS indica áreas ambientalmente frágeis como propícias à exploração, entre elas a UPG Iguatemi (Silva, 2019; Jesus, 2020). Atualmente, as atividades econômicas predominantes na unidade concentram-se na produção de grãos, como soja e milho, na cana-de-açúcar e na silvicultura, destacando-se o cultivo comercial de eucalipto. Soma-se a isso a pecuária, cuja contínua expansão das pastagens posiciona o Mato Grosso do Sul entre os maiores criadores de gado do país, configurando-se em mais um vetor de degradação ambiental.

Esse cenário apresenta-se paradoxal, pois a UPG Iguatemi abriga uma extensa Área de Proteção Ambiental (APA), denominada APA Internacional Bacia do Iguatemi, legalmente instituída pelas normativas que regem o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - (Brasil, 2000). A referida APA tem como objetivo primordial a proteção dos meios bióticos, abióticos, estéticos e culturais, orientando-se pela busca da qualidade de vida da população como princípio norteador. Contudo, a conservação da biodiversidade nessa unidade vem sendo negativamente impactada pelas pressões antrópicas, muitas das quais extrapolam os limites estabelecidos pela legislação da APA. Ressalte-se que, por força da Lei nº 9.985, a ocupação humana é permitida em APAs; todavia, essa permissão está condicionada ao uso sustentável do território (Brasil, 2000). O que de fato não ocorre.

A UPG Iguatemi (Figura 1), além de suas especificidades ambientais e produtivas, caracteriza-se por estar situada em faixa de fronteira e pela presença de terras indígenas e assentamentos rurais, elementos que conferem à região uma relevância socioambiental singular. Tais territórios não apenas integram a diversidade cultural e social, mas desempenham papel crucial na conservação dos recursos naturais, reforçando a necessidade de uma análise pormenorizada no contexto do zoneamento ambiental.

A título de comparação, mesmo nas UPGs situadas mais ao norte, como Amambai e Ivinhema, observa-se o fortalecimento do setor agrícola, marcado pelo processo de modernização do campo e pela incorporação de tecnologias voltadas ao

cultivo de soja e cana-de-açúcar, além da instalação de indústrias do setor sucroalcooleiro, que expandem anualmente sua área de atuação. Embora existam diversos trabalhos que se dedicam à UPG Iguatemi (Esquerdo, Neves e Souza-Esquerdo, 2014; Esquerdo e Silva, 2014; Jesus, Berezuk e Brugnolli, 2021; Abrão et al., 2021; e Jesus; Brugnolli, 2022), verifica-se a ausência de estudos que abordem o zoneamento ambiental como instrumento de ordenamento e planejamento do processo ocupacional dessa importante região.

Nesse sentido, a elaboração de um zoneamento ambiental para a UPG Iguatemi constitui-se como proposta que busca organizar e orientar o uso sustentável do território, funcionando como instrumento de planejamento voltado à conciliação entre desenvolvimento e conservação dos recursos naturais. Essa abordagem fundamenta-se na análise de variáveis como litologia, declividade, hipsometria, hidrografia, diversidade pedológica e uso e cobertura da terra, considerando ainda as áreas de maior potencial agrícola, os focos de incêndios, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as zonas de uso urbano.

Cabe destacar que, segundo o ZEE/MS, a região vem sendo fortemente marcada por processos de desflorestamento, restando, em 2015, apenas cerca de um quinto da cobertura original de Mata Atlântica (Mato Grosso do Sul, 2015). Soma-se a isso, a fragilidade ambiental associada aos solos de elevado potencial erosivo que, combinados à elevada pluviosidade média anual (aproximadamente 1.800 mm), configuram a UPG como uma das mais vulneráveis do ponto de vista ambiental no Mato Grosso do Sul (Zavattini, 2009; Mato Grosso do Sul, 2010; Farias; Berezuk, 2018).

O próprio ZEE/MS considera que, embora as diferentes regiões do Estado apresentem solos arenosos, sujeitos a extensos processos erosivos e, portanto, fragilizados ambientalmente, tais áreas ainda se revelam propícias à expansão da atividade agrícola (Mato Grosso do Sul, 2005; 2009). Essa constatação reforça a prevalência dos interesses econômicos e exportadores sobre as dimensões ecológicas, fazendo com que a produção de grãos se consolide, a médio e longo prazo, como vetor dominante na ocupação da UPG. Diante disso, impõe-se, do ponto de vista político e comercial, a necessidade de valorização da área.

A relevância do estudo para o Mato Grosso do Sul é inequívoca, dado o papel estratégico da região no contexto da produção agrícola e da conservação ambiental.

Tal perspectiva alinha-se aos objetivos centrais da pesquisa: compreender a dinâmica das paisagens; identificar unidades homogêneas; avaliar a capacidade de uso da terra; e, por fim, propor um zoneamento adaptado às especificidades locais.

Parte-se, assim, da hipótese de que a ausência de diagnósticos e prognósticos ambientais detalhados, contemplando tanto os aspectos bióticos quanto abióticos, favorecerá a continuidade de um processo de exploração territorial insustentável, conduzindo inevitavelmente ao desequilíbrio entre atividades antrópicas e capacidade de suporte do meio. Portanto, o uso e a exploração sustentável são compreendidos como práticas de manejo que conciliam desenvolvimento e conservação, sendo o zoneamento ambiental o instrumento que orienta tais práticas conforme as potencialidades e limitações do território. Em contrapartida, a elaboração de um zoneamento ambiental específico para a UPG Iguatemi permitirá a formulação de um ordenamento físico-territorial mais adequado às suas particularidades, capaz de mitigar os desequilíbrios ambientais e favorecer condições mínimas de sustentabilidade.

A adoção de uma abordagem sistêmica e integrada da paisagem, conforme propõem autores como Mateo Rodriguez (1994), constitui base teórica sólida para compreender e intervir em territórios complexos como o da UPG Iguatemi. Ao adotar essa perspectiva, esta tese reconhece a paisagem não apenas como um somatório de elementos naturais e antrópicos, mas como um sistema dinâmico, cujas interações entre sociedade, economia e ambiente determinam sua configuração atual e suas potencialidades futuras.

O zoneamento proposto busca, assim, oferecer diretrizes claras e fundamentadas para orientar o uso e a ocupação da terra. Ao compatibilizar atividades antrópicas, como a agropecuária, com a preservação da vegetação nativa, pretende-se minimizar impactos ambientais. Tais aspectos justificam a urgência de ultrapassar a mera análise paisagística e avançar na proposição de ações voltadas à preservação e conservação.

Diante desse panorama, pesquisas como a presente, desenvolvidas no âmbito das universidades sul-mato-grossenses, integram a luta permanente pela coexistência entre as paisagens naturais, cada vez mais raras, e a produção agropecuária. Ainda que o arcabouço legal existente seja robusto, sua aplicação prática tem se mostrado frequentemente ineficaz, ao mesmo tempo em que a ciência

enfrenta um processo de desvalorização nos últimos anos. Esse contexto reforça a necessidade de superar diagnósticos descritivos e direcionar esforços à proposição de medidas concretas, que assegurem a preservação e conservação das paisagens, sobretudo frente à intensificação das pressões antrópicas.

Com isso, o objetivo geral desta pesquisa é analisar e propor um zoneamento ambiental para atuar como instrumento de gestão territorial da Unidade de Planejamento e Gerenciamento (UPG) Iguatemi, integrando informações físico-naturais e de uso e cobertura da terra, de modo a subsidiar ações de planejamento e manejo do território.

Para atingir esses objetivos, torna-se necessário realizar algumas etapas específicas: caracterizar e compreender os componentes físico-naturais da paisagem (litologia, precipitação, relevo, solos e hidrografia), evidenciando suas inter-relações e dinâmicas ambientais; analisar o uso e a cobertura da terra, identificando as transformações espaciais e temporais decorrentes das ações antrópicas; integrar e interpretar os dados físico-naturais e socioeconômicos, com o intuito de identificar, analisar e cartografar as unidades de paisagem da UPG Iguatemi; e avaliar o potencial do zoneamento ambiental como instrumento de apoio à gestão territorial, propondo diretrizes para o planejamento e o uso sustentável do território.

Nesse contexto, a análise concentra-se na Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi (UPG Iguatemi), uma importante unidade localizada ao sul do Estado do Mato Grosso do Sul, com área territorial de 9.595,71 km², abrangendo os municípios de Amambai, Coronel Sapucaia, Eldorado, Iguatemi, Itaquiraí, Japorã, Mundo Novo, Paranhos, Sete Quedas e Tacuru (Figura 2). A unidade possui um total de 5.557 segmentos de drenagem distribuídos em nove ordens do sistema hidrográfico (Jesus; Berezuk; Medeiros, 2021), é atravessada na direção oeste-leste pelo rio Iguatemi, apresentando aproximadamente 218 km de extensão e desaguando no Rio Paraná (Esquerdo; Souza-Esquerdo, 2014). Além disso, a UPG possui 8 unidades de conservação em seu território. A caracterização dessa unidade permite relacionar os objetivos metodológicos aos aspectos físicos, socioeconômicos e estratégicos do território, servindo de base para a elaboração do zoneamento ambiental.

Capítulo I



**GEOGRAFIA E GESTÃO TERRITORIAL: A
PAISAGEM COMO FUNDAMENTO PARA O
ZONEAMENTO NO MATO GROSSO DO SUL**

CAPÍTULO I – GEOGRAFIA E GESTÃO TERRITORIAL: a paisagem como fundamento para o zoneamento no Mato Grosso do Sul

Com base nas leituras realizadas para a elaboração desta tese, este capítulo propõe uma discussão teórica acerca das relações entre sociedade e natureza, ressaltando a importância de uma abordagem multidisciplinar e integrada. Tal perspectiva permite uma compreensão abrangente no campo da Geografia e dos estudos ambientais, ao considerar as interações e interdependências entre os diversos componentes do sistema socioambiental.

Os conceitos aqui apresentados são fundamentais, pois oferecem a base teórica necessária para a discussão da relação entre sociedade e natureza, com o apoio de autores como Suertegaray (2002), Ross (2007) e Guerra (2014). Esses referenciais são essenciais para as etapas subsequentes do trabalho em especial a metodologia, o diagnóstico, o estudo das unidades de paisagem e a elaboração do zoneamento ambiental da UPG Iguatemi que constituem o eixo central desta pesquisa.

O objetivo deste capítulo é apresentar o zoneamento ambiental como um instrumento fundamental de gestão territorial na UPG Iguatemi. Nesse sentido, a gestão territorial busca organizar o uso do espaço de acordo com suas características ambientais, sociais e econômicas, de modo a orientar a ocupação, reduzir conflitos e promover práticas adequadas à capacidade de suporte dos ambientes. Inserido nessa lógica, o zoneamento ambiental ganha destaque ao definir critérios e diretrizes para o uso e o manejo das diferentes áreas da unidade. Além disso, a cartografia exerce papel essencial ao permitir compreender a compartimentação do território e apoiar a formulação desse instrumento de gestão.

O zoneamento ambiental, por sua natureza integradora e interdisciplinar, configura-se como um mecanismo destinado à avaliação das potencialidades, vocações e fragilidades naturais de uma área específica. Esse processo favorece a recuperação de espaços degradados, contribui para a preservação dos recursos ambientais e orienta o desenvolvimento de atividades antrópicas em consonância com os aspectos sociais e econômicos locais.

Por fim, este capítulo abordará a inserção da UPG Iguatemi no contexto do Estado de Mato Grosso do Sul, apresentando suas principais características físicas e socioeconômicas, seu potencial estratégico e sua relevância enquanto Unidade de Planejamento e Gerenciamento.

1.1 Geografia, Sociedade e Natureza nos Estudos Ambientais

Para discutir Geografia, Sociedade e Natureza, é imprescindível compreender o contexto histórico anterior ao século XIX. Enquanto outros ramos do conhecimento científico possuíam objetos de estudo bem definidos, a ciência geográfica desenvolveu-se por meio de reflexões filosóficas multifacetadas acerca de seu objeto central: o espaço geográfico. Essa abordagem plural foi crucial para a evolução da Geografia, consolidando-a como uma ciência com bases próprias e metodologias específicas, o que possibilitou análises mais aprofundadas dos fenômenos e processos geográficos. O salto qualitativo da Geografia ocorreu quando os estudos passaram a enfocar a relação entre sociedade e natureza, compreendida como uma estrutura complexa. De um lado, encontram-se os aspectos sociais, representados pelas ações humanas; de outro, a natureza, que fornece as condições materiais para a existência, mas também é transformada por essas ações.

Nesse contexto, destacam-se três perspectivas fundamentais sobre a interação entre sociedade e natureza: o determinismo ambiental, que entende o ambiente natural como condicionante das atividades humanas; o possibilismo ou intervenção humana, que atribui ao ser humano a capacidade de moldar o meio ambiente conforme suas necessidades; e a interação equilibrada, que reconhece a interdependência entre sociedade e natureza, conferindo igual importância aos elementos humanos e naturais, e compreendendo o espaço geográfico como resultado dinâmico dessa interação (Moraes, 2002).

Ao longo do século XX, essas perspectivas deram origem a diferentes formas de conceber a Geografia, consolidando a disciplina como uma ciência autônoma, interdisciplinar e voltada à análise da realidade por meio do conceito de espaço geográfico. Essa evolução teórica ampliou sua capacidade de interpretar fenômenos complexos e de propor abordagens integradas, fundamentais para compreender as interações socioambientais no mundo contemporâneo.

As transformações ocorridas na natureza ao longo da história exigem aprofundamento científico no campo dos estudos ambientais. Nesse contexto, a Geografia, enquanto área do conhecimento científico, desempenha papel fundamental ao promover debates, análises e reflexões sobre a temática ambiental, com foco central nas relações entre sociedade e natureza e seus desdobramentos.

Outras áreas do conhecimento, como a Biologia e as Ciências Sociais, também têm intensificado suas contribuições para os estudos ambientais, avaliando os impactos das ações antrópicas. Essas colaborações interdisciplinares enriquecem a compreensão da dinâmica ambiental, evidenciando o caráter multidisciplinar dessa problemática.

A Geografia, como ciência, oferece uma abordagem abrangente para os estudos ambientais, destacando-se pela capacidade de integrar mudanças sociais e ambientais em suas análises. Monteiro et al. (2015) discutem as influências internas e externas na Geografia Física, desde as contribuições de Charles Darwin até os estudos de William Morris Davis. Essa análise percorre a trajetória da Geografia, desde seu período pré-científico até sua consolidação como ciência sistematizada no século XVIII, com destaque para as notáveis contribuições de Alexander von Humboldt e Karl Ritter.

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), desenvolvida por Bertalanffy na década de 1950, busca compreender os fenômenos a partir da interconexão entre os elementos que compõem um sistema e suas relações com o ambiente. Vale (2012) explora a interconexão entre Geografia e Ecologia, com destaque para os estudos dos geossistemas. A autora discute a influência da Teoria Geral dos Sistemas, que exerceu impacto significativo na Geografia Física e na Ecologia, ressaltando a relevância do conceito de sistema para a compreensão do meio ambiente. Essa abordagem evidencia sua relação com a Ecologia da Paisagem e a importância do pensamento sistêmico para a compreensão das interações entre sociedade e natureza.

A Geografia, em sua essência, aborda os problemas ambientais considerando os elementos que compõem um sistema mais amplo e complexo. Figueiró (2011) destaca que essa ciência analisa as consequências desses problemas de maneira holística, sem negligenciar as escalas geográficas. Nesse contexto, Suertegaray

(2002) argumenta que o conhecimento é totalizante, ao afirmar que a formação da sociedade só pode ser compreendida por meio da socialização da natureza.

Em suas reflexões, Suertegaray et al. (2015) reforçam a necessidade de pensar a Geografia Física dentro de um contexto integrado da Geografia como um todo, especialmente diante das preocupações ambientais que ganharam relevância a partir da década de 1970. Nesse sentido, Souza (2016) afirma que o ser humano é parte da natureza, mas, ao ser socializado, torna-se qualitativamente distinto do restante dela. Essa dualidade gera peculiaridades epistemológicas e metodológicas. No entanto, ao abordar a sociedade, estabelece-se uma ruptura integrada com a natureza: a primeira natureza (original) dá lugar à segunda natureza (social), Santos (2006) em que os impactos antrópicos se tornam mais evidentes.

Suertegaray (2002) propõe uma leitura dinâmica do espaço geográfico, representada pela metáfora do "girar do disco", que ilustra a ideia de um todo uno, múltiplo e complexo. Essa visão permite analisar o espaço por meio de suas categorias analíticas: território, lugar, região e paisagem. A acumulação de conhecimentos ao longo do tempo levou ao surgimento de novas disciplinas, denominadas Ciências da Terra, que se desdobraram da Geografia.

Diante desses fundamentos, Aguiar (2010) sugere uma abordagem mais ampla e interdisciplinar para enfrentar os desafios ambientais atuais. Essa perspectiva implica reconhecer a complexidade das interações entre sociedade e natureza, demandando análises que ultrapassem as fronteiras das disciplinas acadêmicas. O autor enfatiza a importância de integrar conhecimentos de diversas áreas, como Ecologia, Sociologia, Economia e Ciência Política, a fim de alcançar compreensão mais abrangente dos problemas ambientais e de suas dinâmicas sociais correlatas.

Atualmente, a Geografia caracteriza-se por sua pluralidade e complexidade. Suertegaray (2016) observa que essa ciência navega por "mares nunca antes navegáveis", ampliando a compreensão do mundo por meio de diferentes escalas analíticas. A autora ressalta que essa capacidade de lidar com múltiplas interfaces e construtos teóricos permite que a Geografia contribua significativamente para o planejamento.

Adotar a UPG como território pressupõe um modelo estratégico de organização voltado à gestão sustentável dos recursos hídricos. Esse modelo fundamenta-se em diretrizes que integram conhecimentos técnicos, científicos e

políticos, considerando as especificidades de cada território e suas relações com o meio ambiente. A organização territorial contempla também as dimensões sociais e culturais, ganhando relevância diante das intensas pressões antrópicas, como a expansão agrícola, a pecuária extensiva e a silvicultura comercial. A abordagem integrada permite mapear as áreas mais vulneráveis e estabelecer estratégias que priorizam a conservação dos recursos naturais, ao mesmo tempo que promovem o desenvolvimento regional.

Com o avanço das discussões sobre a problemática ambiental, a Geografia Física tem direcionado seus rumos para o aprimoramento da leitura, da análise e do diagnóstico do espaço geográfico, incorporando abordagens inter e transdisciplinares que possibilitam uma compreensão mais integrada das dinâmicas ambientais. Nesse contexto, diferentes núcleos da ciência geográfica passam a atuar sob uma concepção teórico-metodológica integrada, que considera as inter-relações entre sociedade e natureza. Embora o dinamismo e a complexidade intrínseca da natureza sejam reconhecidos, incorporam-se às análises as influências das dinâmicas sociais, ampliando a compreensão do espaço geográfico.

A interação entre ambiente natural e social é destacada por Lopes (2019), que propõe uma abordagem transversal, rompendo com a visão dicotômica entre esses dois domínios. Essa perspectiva não apenas favorece a compreensão do mundo de forma integrada, mas também possibilita formular problemas científicos de maneira mais abrangente. Lopes ressalta ainda a relevância conceitual do termo “socioambiental”, promovendo um diálogo interdisciplinar que contribui para a compreensão dos processos que vinculam sociedade e natureza, entendendo-o como a expressão da interdependência entre esses dois sistemas.

No cenário da Geografia brasileira, diversos autores têm se dedicado aos estudos ambientais, como Ross (2007), Florenzano (2008) e Guerra (2014). Esses pesquisadores abordaram temas como análise de solos, remanescentes florestais e uso de imagens de satélite, contribuindo para debates amplos e multidisciplinares. Seus trabalhos consolidaram a relevância da Geografia como ciência que promove reflexões teóricas e práticas voltadas à compreensão e à gestão do ambiente.

Santos (2004), bióloga, também se destaca como referência quase unânime no campo do Planejamento Ambiental. Sua obra explora instrumentos e etapas fundamentais para o planejamento, incluindo metodologias de zoneamento, estudos

de impacto ambiental e discussões sobre as funções e importâncias dos componentes da paisagem. Além disso, Santos enfatiza o uso da escala como elemento essencial nas pesquisas ambientais, fornecendo ferramentas metodológicas robustas para a análise e o ordenamento do espaço.

As contribuições de Santos (2004) são marcos na Ciência Ambiental, pois aliam teoria e prática para orientar ações e decisões que promovem a melhoria das condições ambientais e da qualidade de vida da sociedade. Em suas reflexões, a autora incorpora conceitos da ciência geográfica, como planejamento, indicadores ambientais, escalas e desenvolvimento sustentável, destacando a necessidade de qualificar e organizar o espaço geográfico. Para Santos, o planejamento não constitui apenas um instrumento técnico, mas um processo que integra ciência e prática para ordenar o espaço e fomentar um desenvolvimento mais sustentável e equilibrado.

Como parte essencial dos estudos ambientais, destaca-se o desenvolvimento do diagnóstico ambiental, cujo objetivo é identificar os conflitos relacionados ao uso e à cobertura da terra, bem como analisar as características físicas e os instrumentos legais envolvidos (Zanatta, 2014). Para Santos (2004), o diagnóstico ambiental consiste em uma análise integrada de indicadores que permite identificar fragilidades e potencialidades, além de conflitos e acertos. Essa abordagem possibilita avaliar cenários passados e presentes, além de propor melhorias por meio de métodos espaciais e de análise multivariada.

O diagnóstico ambiental é etapa fundamental para a recuperação efetiva de áreas degradadas. Guerra e Marçal (2015) enfatizam sobre a relevância da Geomorfologia nos estudos ambientais, considerando-a ferramenta indispensável para compreender as dinâmicas do relevo e suas interações com fatores naturais e antrópicos. Assim, o diagnóstico ambiental não apenas fornece subsídios para ações de recuperação, mas também constitui base científica para o planejamento ambiental e a mitigação de impactos, promovendo uma gestão mais eficiente e sustentável do espaço geográfico.

O diagnóstico de uma área degradada é o primeiro passo se quisermos, realmente, atuar na recuperação efetiva e duradoura, e isso muitas vezes não acontece. Nesse sentido, a Geomorfologia, por se preocupar em entender as formas de relevo, como se originam e evoluem no tempo e no espaço, ou seja, quais os processos associados e quais os materiais constituintes envolvidos, pode dar

uma grande contribuição na elaboração do diagnóstico. As áreas atingidas correspondem, quase sempre, a alguma forma de relevo que possua solos e rochas que sofreram algum tipo de degradação, na maioria das vezes pelo uso inadequado do meio físico pelo homem (Guerra e Marçal, 2015, p. 72).

Guerra e Marçal (2015) ressaltam a importância de um diagnóstico preciso e detalhado em áreas degradadas, destacando que qualquer atividade antrópica, por menor que seja, ocorre em uma fração do território, com impactos diretos ou indiretos sobre o meio ambiente. Nesse contexto, a necessidade de adotar uma abordagem interdisciplinar torna-se ainda mais evidente. A Geografia, a Biologia, a Engenharia, a Sociologia e outras áreas do conhecimento devem convergir para oferecer uma visão mais completa e integrada, assegurando que o planejamento ambiental considere todos os fatores que influenciam o território e a qualidade de vida.

Dessa forma, ao integrar diferentes abordagens, o planejamento ambiental torna-se mais robusto, garantindo não apenas a minimização dos impactos negativos sobre o meio ambiente, mas também a criação de soluções viáveis do ponto de vista social e econômico. Guerra e Marçal (2015) afirmam que, ao considerar essa complexidade, o diagnóstico ambiental deixa de ser um simples levantamento de dados, transformando-se em uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento sustentável e a gestão integrada do território. Essa perspectiva multidisciplinar constitui elemento fundamental para o êxito de projetos de recuperação ambiental e para a implementação de políticas públicas que promovam a conservação dos recursos naturais sem comprometer as necessidades humanas.

O diagnóstico de uma área específica, portanto, pode ser elaborado de forma multidisciplinar, abrangendo diversas áreas do conhecimento científico, o que auxilia os órgãos públicos no planejamento, na identificação e na recuperação de áreas degradadas. Por retratar a realidade de maneira detalhada, essa etapa é crucial para a elaboração de prognósticos e para a definição de ações eficazes de preservação e recuperação ambiental.

Para a realização de um estudo aprofundado da UPG Iguatemi, enquanto unidade físico-territorial, é fundamental considerar as categorias de análise da Geografia Física e da Geografia Humana. A Geografia Física permite compreender as estruturas geomorfológicas, climatológicas, hidrográficas e pedológicas, abordando a complexidade estrutural do território em questão. Simultaneamente, a Geografia

Humana, ao analisar aspectos como demografia e economia, incluindo agricultura, urbanização e industrialização, evidencia as interações antrópicas na área e seus impactos sobre os recursos naturais.

Assim, a análise da paisagem da UPG Iguatemi configura-se como uma ferramenta integradora entre os elementos físicos e antrópicos, esclarecendo os processos dinâmicos que articulam sociedade e meio ambiente. Essa abordagem multidisciplinar oferece o embasamento necessário para a elaboração de um diagnóstico ambiental detalhado, que servirá de base para a formulação de estratégias específicas, adequadas à realidade da UPG Iguatemi, com vistas à gestão sustentável do território.

1.2 Paisagem e sua Cartografia de Unidades

Historicamente, a paisagem foi associada à pintura e à estética, sendo fortemente influenciada pela arte e pela percepção cultural. A pintura de paisagens desempenhou papel fundamental na forma de observar e apreciar a natureza, tornando-se tema de interesse geográfico ao combinar elementos naturais e humanos. Inicialmente, no campo da Geografia, a paisagem era estudada sob duas perspectivas principais: morfologicamente, com ênfase em suas formas físicas, e cronologicamente, com destaque para suas características naturais e humanas, bem como suas inter-relações (Salgueiro, 2001). Logo, a paisagem na Geografia, para Schier (2003), possui duas abordagens centrais: a tradicional e a contemporânea. A primeira concentra-se nos elementos físicos não modificados pela ação humana, como terrenos, vegetação e corpos d'água. A segunda, por sua vez, abrange as transformações resultantes das ações antrópicas, como construções urbanas e rurais, propondo uma visão mais dinâmica e complexa da paisagem, com ênfase na interação entre elementos naturais e humanos em sua configuração.

Schier (2003) também ressalta aspectos recentes na discussão sobre paisagem, considerando-a não apenas como consequência material das interações físicas, mas também como fenômeno cultural, influenciado pelas percepções e interpretações humanas. Nesse sentido, a paisagem é entendida como um espaço carregado de significados culturais e históricos, sujeito a transformações e reinterpretções contínuas.

De acordo com Salgueiro (2001), atualmente existem múltiplas abordagens para o estudo da paisagem, que envolvem dimensões ecológicas, antrópicas e fenomenológicas. Alguns geógrafos a tratam como uma entidade objetiva, associada a correntes mais tradicionais, como a de Carl Sauer, enquanto outros a consideram uma construção mental, moldada pelas experiências individuais e pela percepção humana, conforme defendido pela fenomenologia, com destaque para Yi-Fu Tuan.

O estudo da paisagem na Geografia possibilita a análise integrada do espaço e do tempo. Georges Bertrand (2004) define a paisagem como uma porção do espaço resultante de combinações dinâmicas que envolvem fatores físicos, biológicos e antrópicos, interagindo entre si e formando um conjunto geográfico inseparável. Esse é um dos princípios fundamentais para a análise das paisagens. A interação entre esses elementos possibilita compreender a dinâmica da paisagem, levando em consideração a escala como elemento essencial dessa análise, conforme enfatizado por Bertrand (2004).

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. A dialética tipo indivíduo é próprio fundamento do método de pesquisa (Bertrand, 2004, p. 141).

A paisagem, enquanto categoria geográfica, não se limita aos aspectos visíveis do meio, abrangendo também as interações entre os componentes naturais e as modificações resultantes da ação humana. Assim, o conceito de paisagem ultrapassa a simples análise visual de um ambiente geográfico. Bertrand (2004) enfatiza a complexidade e a interconexão dos diversos elementos presentes em uma área específica, destacando a importância das relações entre esses elementos na formação e na transformação da paisagem ao longo do tempo. Nesse sentido, a delimitação das unidades de paisagem desempenha papel crucial nos estudos geográficos, pois visa a uma compreensão integrada e abrangente do espaço.

A delimitação dessas unidades constitui um procedimento essencial na Geografia, por possibilitar uma visão holística da paisagem. As unidades de paisagem representam um método de análise territorial e temporal, caracterizado por elementos naturais, como relevo, precipitação, cobertura vegetal e composição dos solos. Trata-

se de um sistema dinâmico, formado por múltiplas interações, configurando complexos físico-territoriais que apresentam escalas variadas e características relativamente homogêneas. Cada unidade possui propriedades, funcionamento, estrutura e dinâmica próprios (Brugnolli, 2022).

Nesse contexto, Bertrand (2004) propõe um sistema de classificação das paisagens fundamentado em diferentes escalas, reconhecendo sua complexidade e dinâmica. A análise deve considerar tanto a escala temporal quanto a espacial, permitindo uma compreensão mais aprofundada e rica do ambiente geográfico. O sistema de Bertrand (2004) compreende seis níveis que articulam dimensões temporais e espaciais: o primeiro nível abrange a zona, o domínio e a região; o segundo contempla o geossistema, a geofácies e o geótopo, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1: Sistema de Classificação Adotado por Bertrand (2004)

UNIDADES DA PAISAGEM	Escala Temporal-Espacial (A. Cailleux J. Tricart)	Exemplo Tomado numa Mesma série de Paisagem	Unidades Elementares				
			Relevo (1)	Clima (2)	Botânica	Biogeografia	Unidade Trabalhada pelo Homem (3)
ZONA	G. I Grandeza G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III-IV	Picos da Europa	Região Estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. III-V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faia hidrófila a <i>Asperula odorata</i> em "terra fusca")	Unidade estrutural	Local		Zona equipotencial	
GEOFÁCIES	G. VI	Prado de ceifa com <i>Molino-Arrhenatheretea</i> em solo lixiviado hidromórfico formado em depósito morânico			Estádio Agrupamento		Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTIPO	G. VII	"Lapiés" de dissolução com <i>Aspidium lonchitis</i> em microsolo úmido carbonatado em bolsas		Microclima		Biótipo Biocenose	Parcela (casa em cidade)

NOTA: As correspondências entre as unidades são muito aproximadas e dadas somente a título de exemplo.

1 - conforme A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers; 2 - conforme M. Sorre; 3 - conforme R. Brunet.

Fonte: Bertrand (2004) p. 141-152, 2004.

Ao focar a paisagem em sua totalidade, destacando suas descontinuidades e considerando a escala, o método de cartografá-la representa uma abordagem inovadora, que busca uma compreensão mais abrangente e detalhada do ambiente geográfico. A cartografia de unidades de paisagem, nesse contexto, configura-se como ferramenta essencial para o mapeamento e o diagnóstico ambiental, pois permite a segmentação do território de acordo com suas características físicas, ecológicas e socioeconômicas. No artigo *Landscapes of the Formoso River Watershed, Mato Grosso do Sul – Brazil*, Brugnolli et al. (2023) apresentam a metodologia utilizada para definir as Unidades de Paisagem da área de estudo.

Para definir as unidades de paisagem da área de estudo, foram utilizados os dados coletados referentes aos componentes da geologia (rochas e depósitos superficiais) e do relevo (hipsometria, declividade, dissecação horizontal e vertical, e potencial erosivo). Em seguida, realizou-se uma análise integrada desses componentes, com o objetivo de identificar, classificar e mapear as unidades de paisagem. **(tradução nossa).**¹

Para Monteiro (2001), a paisagem deve ser compreendida de forma dinâmica, sem desconsiderar suas relações ecológicas e interações, configurando-se como um verdadeiro sistema em que as áreas interligadas vão muito além das formas e aparências assumidas pelos elementos. Assim, as unidades de paisagem não podem ser estudadas isoladamente, mas como um conjunto de sistemas que interagem entre si, compondo uma categoria superior e resultante dessas interações.

Compreender a paisagem como um sistema ambiental e suas unidades como complexos físico-territoriais constitui peça fundamental no arcabouço metodológico desse tipo de estudo (Brugnolli, 2022). Essa proposta de unidades de paisagem entrelaça-se ao conceito de zoneamento, pois ambas abordagens tratam de uma compartimentação de unidades homólogas, isto é, cada unidade resulta da interação de elementos naturais e antrópicos que apresentam estrutura, dinâmica e processos singulares, podendo ser entendidas como entidades geossistêmicas.

Egler et al. (2003) reforçam essa perspectiva ao afirmar que cada zona “homogênea”, embora valorize a diversidade territorial, promove compatibilidade sistêmica entre as áreas delimitadas. Dessa forma, as características fisiográficas e ecológicas, expressas pela litologia, pelos solos, pelo relevo e pelo clima, determinam usos específicos do território. Por outro lado, alguns usos extrapolam a capacidade de suporte ambiental, gerando conflitos, de modo que o zoneamento surge como instrumento para indicar alternativas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

A cartografia de unidades de paisagem, portanto, consiste no reconhecimento e na delimitação de áreas que compartilham características semelhantes, como formações geológicas, relevo, clima, uso e cobertura da terra. Essas unidades podem ser compreendidas como “blocos” do espaço geográfico que, analisados em conjunto, revelam a complexidade das relações entre os elementos naturais e as atividades humanas. Essa segmentação é indispensável para a formulação de diagnósticos ambientais, pois possibilita identificar áreas de risco, fragilidade ecológica, alto valor ambiental ou potencial para o desenvolvimento sustentável.

Ao adotar a paisagem sob uma perspectiva sistêmica, ingressa-se na teoria dos geossistemas, que se propõe a estudar a superfície terrestre e suas paisagens, tanto naturais quanto modificadas pela ação humana, analisando as interações entre Natureza e Sociedade. Segundo Mateo Rodríguez e Silva (2002), a concepção de uma visão abrangente das interações entre Natureza e Sociedade no campo acadêmico remonta ao século XVIII e início do século XIX, com os trabalhos de Kant, Humboldt e Ritter. Os autores ressaltam que a análise dessas interações e a noção de paisagem enquanto geossistema sempre tiveram caráter polissêmico, acompanhando a evolução semântica do conceito. A noção de paisagem, originalmente expressa pelo termo alemão *Landschaft*, foi desenvolvida por Humboldt e, posteriormente, por estudiosos como Dokuchaev, Passarge e Berg, no século XIX

¹ Texto original: In order to define the landscape units of the study area, the data collected referred to the geology components (rocks and surface deposits) and relief (hypsometry, slope, horizontal and vertical dissections, and erosive potential of energy). Then, an interactive analysis between these components was carried out to identify, classify and map the FRW landscape units (Brugnolli et al., 2023).

e início do século XX, sendo, à época, fortemente associada ao aspecto natural. O conceito expressava a ideia de interação entre todos os componentes naturais, rocha, relevo, clima, água, solo e vegetação em um espaço físico concreto.

Esse conceito integrador representou uma nova perspectiva na Geografia Física, em contraste com abordagens tradicionais que analisavam os componentes naturais de maneira isolada, sem considerar suas influências recíprocas. Essa concepção opunha-se tanto à perspectiva mecanicista quanto às visões extremas do determinismo físico e ambiental, defendidas por correntes radicais da Geopolítica Alemã lideradas por Ratzel (Mateo Rodríguez; Silva, 2002).

A partir da década de 1960, diversos pesquisadores contribuíram para o desenvolvimento da Teoria dos Geossistemas, destacando-se Victor Sochava, pioneiro ao estruturar essa teoria, que compreende a paisagem como um sistema composto por cinco atributos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação.

Para isso, apropriou-se do arcabouço teórico sobre paisagens (Landschaft) desenvolvido pela Escola Russa, reinterpretando-o sob a perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas. Nessa abordagem, o conceito de *Landschaft* (paisagem natural) passou a ser entendido como equivalente ao de geossistema. Esse avanço teórico promoveu uma integração inédita entre a análise espacial, característica da Geografia Física, e a análise funcional, típica da Ecologia Biológica.

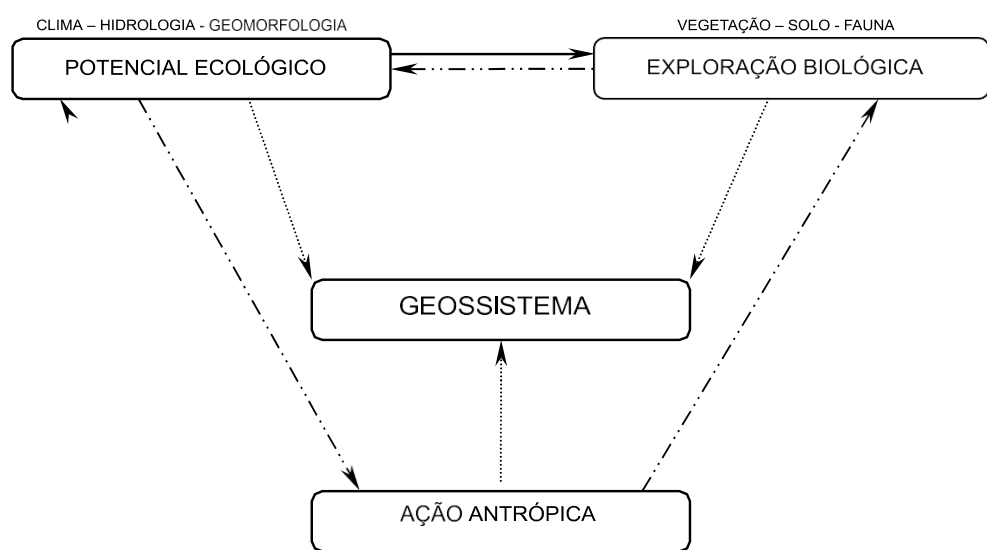
A iniciativa dos estudos dos Geossistemas, desenvolvida por geógrafos da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), consolidou-se como uma concepção científica da categoria paisagem que emergiu na URSS no final do século XIX (Eichenberg, 2018). Paralelamente ao desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas, Bertrand (1977), representante da escola francesa, buscou aprofundar essa abordagem, atribuindo maior precisão escalar e espacial ao conceito de geossistema.

Sob a ótica de Sochava (1977), o geossistema constitui um conceito central para compreender a organização do espaço geográfico como um sistema integrado, no qual componentes naturais – como relevo, clima, solos e vegetação – interagem de forma dinâmica e contínua. Para o autor, o geossistema representa uma unidade funcional do espaço, composta por elementos naturais interdependentes, formando uma estrutura coesa e harmônica. Segundo Sochava (1977, apud Passos, 2006, p. 44-45):

Os geossistemas são os sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectados por fluxos de matéria e de energia, em um só conjunto (Sochava, 1977, apud Passos, 2006, p. 44-45).

Enquanto isso, Bertrand (2004) define o geossistema como uma integração fundamental de estudo na Geografia Física, em que os elementos naturais interagem dinamicamente ao longo do tempo, moldando a formação e evolução das paisagens geográficas. Essas transformações decorrem tanto de processos naturais – como erosão e mudanças climáticas – quanto de intervenções antrópicas, como urbanização e exploração de recursos naturais, conforme exemplificado em seu esboço teórico sobre geossistema (Figura 3).

Figura 3: Esboço de uma definição teórica de geossistema.



Fonte: Bertrand (2004) p. 141-152, 2004.

Nascimento et al. (2005) destacam que os geossistemas dão origem a mosaicos paisagísticos, conectando elementos físicos, biológicos e humanos, formando unidades de estudo relevantes em escalas que consideram a intervenção humana. Essa interferência influencia a organização das unidades ambientais, ressaltando uma perspectiva espaço-temporal integrada.

Mateo Rodríguez e Silva (2002) ressaltam que, na década de 1960, cresceu a necessidade de interpretar os sistemas ambientais e compreender as interações entre Natureza e Sociedade. Nesse período, a Geografia encontrava-se fragmentada: por um lado, a Geografia Física dividia-se entre uma vertente que analisava isoladamente os componentes naturais e outra que estudava paisagens ou geossistemas sem integrar aspectos sociais; por outro lado, a Geografia Econômica e Humana tendia a negligenciar o papel da Natureza, considerando-a apenas um recurso para o desenvolvimento. Nesse cenário, a concepção de GTP (Geossistema–Território–Paisagem), proposta por Bertrand, buscava resgatar uma abordagem integradora, essencial para enfrentar questões ambientais, que demandavam análises holísticas, dialéticas e multiescalares das relações entre Sociedade e Natureza.

Atualmente, a Teoria Geral dos Geossistemas está consolidada, apoiada em contribuições de autores como Jean Tricart (1920-2003), que introduziu o conceito de unidades ecodinâmicas em associação ao de geossistema, e Monteiro (2001), que enfatizou a indissociabilidade do geossistema na Geografia como uma forma privilegiada de integrar fenômenos atmosféricos, geomorfológicos, biogeográficos e, sobretudo, as atividades humanas.

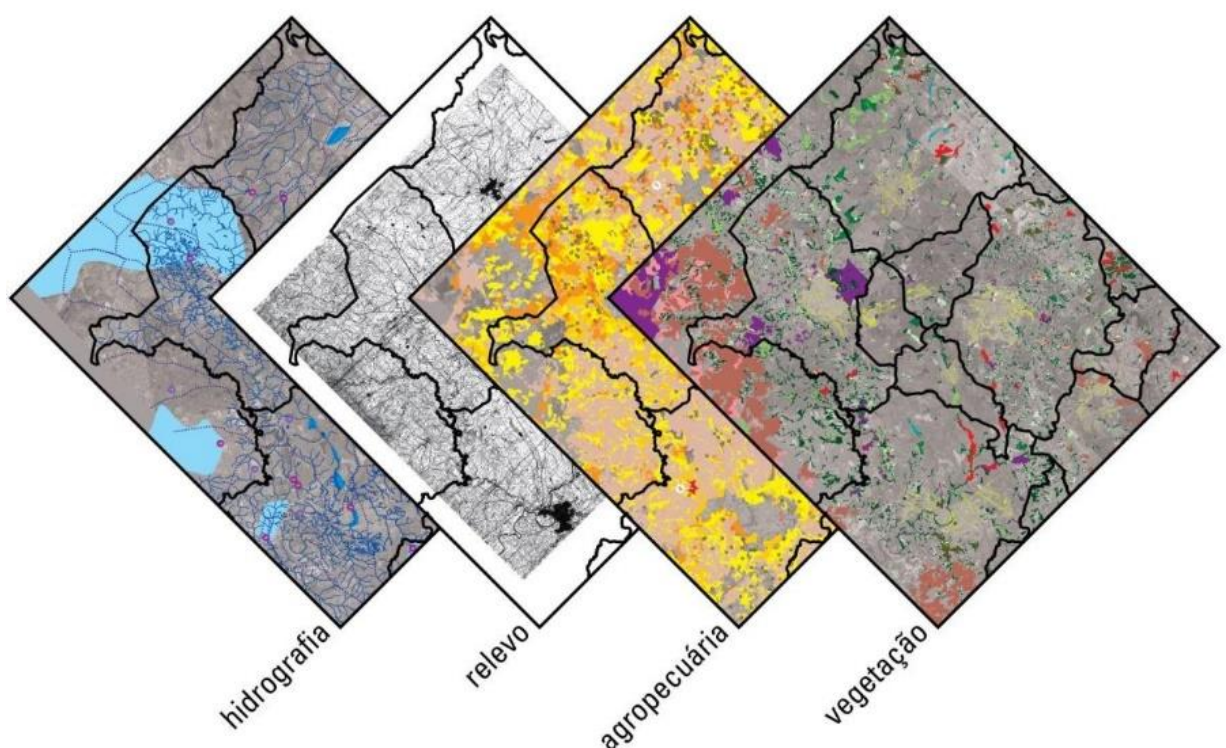
Essa teoria mantém estreita relação com a cartografia das unidades de paisagem, reconhecendo os sistemas como conjuntos interconectados e interdependentes. As unidades de paisagem são delimitadas como espaços distintos com identidade própria, definidos por atributos físicos, biológicos, culturais e históricos, conferindo singularidade a cada território (Martinelli et al., 2001).

A cartografia das unidades de paisagem é uma ferramenta estratégica para o planejamento ambiental e a formulação de políticas públicas. A partir da identificação dessas unidades, é possível elaborar ações específicas para cada área, respeitando suas particularidades ecológicas, culturais e econômicas. Assim, o mapeamento paisagístico ultrapassa o caráter meramente descritivo, transformando-se em um instrumento de gestão e ordenamento territorial sustentável.

Além disso, essa cartografia possibilita uma análise temporal detalhada, permitindo acompanhar a evolução das paisagens ao longo do tempo. O uso de imagens de satélite, mapas históricos e dados geoespaciais facilita a identificação de transformações territoriais, padrões de degradação ambiental e impactos de políticas públicas, oferecendo subsídios para medidas mais adequadas de conservação e recuperação ambiental.

Nesse contexto, Ross (1992) aponta que as unidades de paisagem podem ser diferenciadas a partir de fatores como relevo, clima, vegetação, tipos de solo, estrutura e litologia, podendo essas características aparecer combinadas. Zacharias (2006) complementa ao definir as unidades de paisagem com base em atributos mensuráveis da superfície terrestre (Figura 4), incluindo hidrografia, relevo, solo e vegetação, além de destacar a importância das ações humanas, considerando todos esses fatores fundamentais para a configuração da paisagem.

Figura 4: Camadas de Informações que contemplam e definem as unidades de paisagem



Fonte: Queiroz (2012).

Lima et al. (2020) compreendem a paisagem como um fenômeno complexo e dinâmico, resultado das interações entre diversos elementos físicos e culturais ao longo do tempo, destacando a relevância de avaliar esses aspectos para assegurar uma gestão ambiental adequada e sustentável.

Considerando o caráter sistêmico da paisagem, este pode ser considerado resultado das relações e inter-relações dos diferentes componentes físicos e culturais colocados historicamente, de maneira que tais condições propiciam a estruturação das diferentes feições de paisagens hoje existentes na Serra. A materialização das paisagens deve ser considerada assim, para além de "daquilo que a visão alcança", denotando importância em função das características de cada paisagem, as quais possuem origem na sua estruturação físico-cultural. Complementando esse ideário, é importante ainda chamar a atenção para o aspecto temporal da paisagem, uma vez que, conforme ressalta Ab'Saber (2003) , o tempo possui importância fundamental nos conjuntos paisagísticos. De fato, a paisagem é uma construção temporal, um acúmulo de processos fisiográficos e biológicos, apresentando-se, assim, uma herança a ser tomada para as gerações posteriores (Lima et al. 2020, p.226)

De acordo com Brugnolli et al. (2021), as unidades de paisagem de uma bacia hidrográfica são fundamentais para compreender a dinâmica ambiental de uma região, sendo sua delimitação e cartografia ferramentas essenciais para a análise geográfica e o planejamento ambiental.

[...] as unidades de paisagem da bacia, que nada mais são do que complexos físico-geográficos com características semelhantes (áreas relativamente homogêneas), que se caracterizam por determinadas funções geoecológicas e antrópicas próprias. A delimitação e cartografia das unidades de paisagem vem sendo cada vez mais utilizada na Geografia de modo a obter, por meio de diversas técnicas de representação, um mapa em que expresse a interação dos componentes e processos, sob a ótica geossistêmica (Brugnolli et al., 2021).

Nesse sentido, Martinelli et al. (2001) ressaltam a importância de uma abordagem integrada e holística da cartografia das unidades de paisagem, considerando diferentes escalas temporais e espaciais. Essa perspectiva permite compreender a complexidade das relações entre sociedade e ambiente, bem como os múltiplos fatores que influenciam a organização e a representação das paisagens.

Dentro do contexto da cartografia ambiental, a cartografia das unidades de paisagem se concebe como uma cartografia ambiental de síntese, uma vez que aquelas se comportam como geossistemas, portanto dotadas de morfologia (definida por estruturas verticais, caracterizadas por fisionomia, massa e energia; e horizontais, vislumbradas através de combinações espaciais de estruturas verticais, variáveis no tempo), funcionamento (visto como o conjunto de transformações devidas à intervenção de variados fatores) e comportamento (entendido como o conjunto das mudanças internas de estado, que intervêm diacronicamente) - (Martinelli et.al, 2001 p. 42).

O conceito de cartografia da paisagem é compreendido por Cavalcanti (2018) como uma atividade físico-geográfica voltada à descrição dos complexos naturais ou geossistemas formados pela interação entre relevo, solos e biota, além das influências antrópicas e dos processos naturais do planeta. Essa abordagem analítica, baseada na integração de diferentes camadas temáticas, possibilita identificar unidades de paisagem e compreender seu funcionamento, dinâmica e evolução (Rodrigues, 2022). Nessa perspectiva, diversos autores clássicos, como Bertrand (1971), Sochava (1977, 1978) e Monteiro (1982, 1995, 2000), contribuíram para o avanço conceitual da cartografia da paisagem ao proporem taxonomias e categorias analíticas fundamentadas na escala e na homogeneidade dos elementos, formas e padrões funcionais, o que favorece a delimitação cartográfica das paisagens.

Desde o início do estudo de geossistemas, autores se preocuparam em definir taxonomias e categorias analíticas da paisagem, baseadas na escala e na homogeneidade de elementos, formas e padrões funcionais, passíveis de delimitação cartográfica. Bertrand (1971) definiu um sistema taxonômico com unidades superiores – zonas, domínios, regiões naturais – e unidades inferiores – geossistemas, geofácies, geótopo – onde o termo geossistema aparece como uma categoria, e onde ambas categorias são propostas em função da escala temporo-espacial. Sochava (1977, 1978) definiu os critérios para classificação de geossistemas, seus níveis de organização, e sua divisão taxonômica, de acordo com diferentes categorias de geossistemas, definindo as unidades por ordem de grandeza espacial. Os estudos de Monteiro (1982, 1995, 2000), demonstram também as possibilidades em se fazer a representação dos geossistemas, realizada, por exemplo, por organogramas representativos de geômeros (Rodrigues, 2001) - (Augusto, 2016 p. 150).

A paisagem, portanto, é uma categoria geográfica complexa, que engloba uma rede de interações entre elementos físicos, biológicos, culturais e históricos, resultado de processos dinâmicos que ocorrem ao longo do tempo e do espaço, somados às ações humanas e forças naturais. Nesse contexto, a cartografia da paisagem se apresenta como um instrumento essencial para representar essa complexidade, traduzindo os padrões e relações que a compõem em elementos gráficos interpretáveis, contribuindo para uma compreensão mais profunda dos processos que moldam o território.

O mapeamento das unidades de paisagem e de seus componentes confere à cartografia ambiental um papel estratégico na gestão territorial e no planejamento

ambiental. Essa prática possibilita não apenas a identificação dos elementos físicos e culturais, mas também das interações e interdependências que definem cada geossistema. A presente tese adota o enfoque integrado de Sochava, que propõe a consideração conjunta de aspectos físicos, biológicos, sociais, econômicos e culturais, visando preservação dos geossistemas e ao uso sustentável dos recursos naturais. Assim, a paisagem é entendida como uma construção dinâmica e singular, resultante da interação contínua entre fatores naturais e antrópicos, sendo um objeto central de estudo geográfico para compreender o relevo, a precipitação, a vegetação e os recursos hídricos em constante transformação pela ação humana.

1.3. Zoneamento ambiental como instrumento de ordenamento físico-territorial

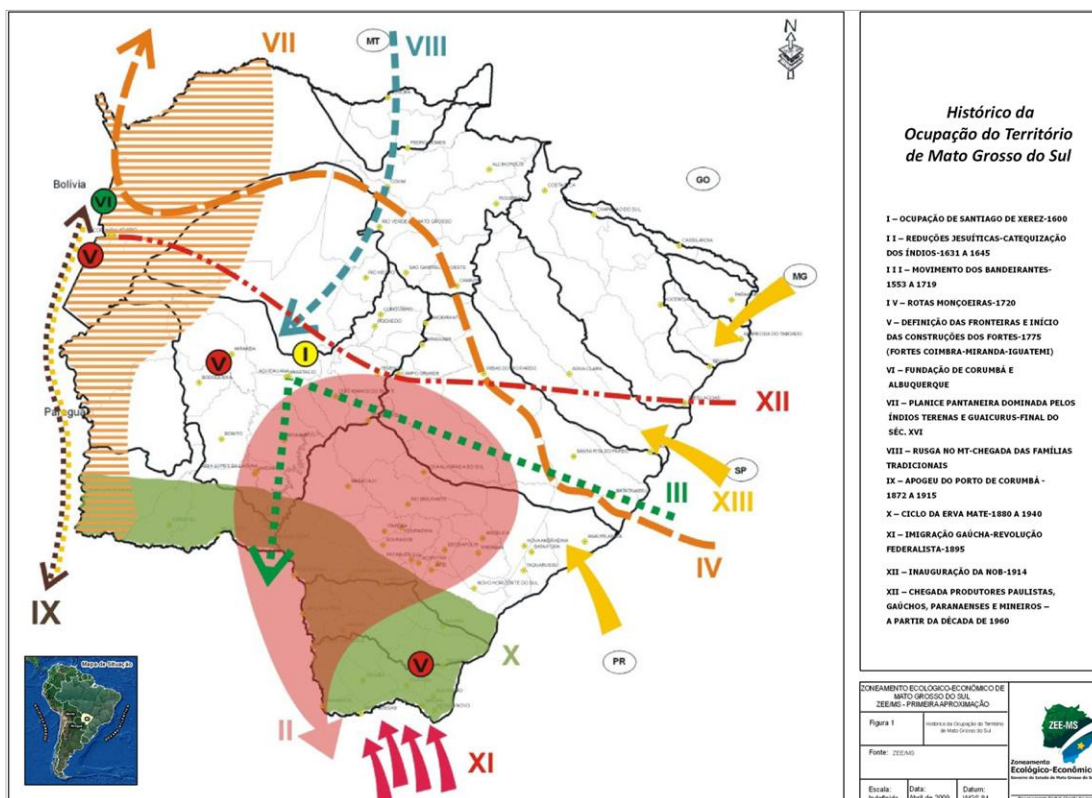
A Companhia Mate Laranjeira, fundada por Thomaz Laranjeira no período pós-Guerra do Paraguai, na década de 1870, constituiu-se como um empreendimento de grande influência, contribuindo diretamente para a reorganização econômica e territorial do sul do então Estado de Mato Grosso. Amparada por sucessivos contratos de exploração dos ervais nativos e pela apropriação de extensas áreas de terra, a empresa estruturou um modelo de domínio que se sustentava, também, no uso intensivo de mão de obra paraguaia e indígena em condições precárias, como destaca Jesus (2020).

Esse processo, consolidado entre as décadas de 1880 e 1930, incentivou e redefiniu as dinâmicas de poder de novas elites (Figura 5). Entretanto, a partir de 1937, a área em estudo foi influenciada pelas políticas federais de expansão da fronteira agrícola, especialmente a “Marcha para o Oeste”, que intensificou o desmatamento e acelerou a ocupação territorial. Nas décadas seguintes, entre os anos 1960 e 1970, os ciclos de modernização agrícola associados à Revolução Verde aprofundaram as transformações no uso do solo, ampliando desigualdades socioambientais e promovendo uma reconfiguração das paisagens do Centro-Oeste brasileiro. Jesus (2020).

A partir da década de 1980, o Mato Grosso do Sul vivenciou um processo contínuo e intensivo de uso territorial, impulsionado principalmente pelas monoculturas. Esse fenômeno resultou em alterações significativas nas características naturais dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, que passaram a

restringir-se às proximidades de recursos hídricos e às áreas mais declivosas, como as diversas serras presentes no Estado. Esse processo tem se tornado, cada vez mais, um importante objeto de estudo.

Figura 5: Histórico da Ocupação do Território de Mato Grosso do Sul.



As mudanças no uso e na cobertura da terra desempenham papel crucial no desequilíbrio das paisagens. Compreender os aspectos do meio físico que asseguram a capacidade de suporte ao uso da terra é fundamental para minimizar os impactos ambientais negativos, como erosão, assoreamento e redução da biodiversidade. Ordenar ações e estabelecer prognósticos para essas áreas constitui etapa essencial no desenvolvimento de pesquisas científicas que integram dados ambientais, sociais e econômicos, de modo a subsidiar o planejamento do uso e da cobertura da terra, tanto no meio urbano quanto no rural.

Nesse contexto, o zoneamento ambiental configura-se como uma ferramenta de controle da deterioração ambiental, voltada à ocupação racional do território. De acordo com Egler et al. (2003) e Santos (2004), o zoneamento ambiental é fundamental para a articulação entre diferentes agendas, funcionando como sistema

de informações para a gestão integrada do território. Não deve ser entendido apenas como instrumento de restrição, mas como mecanismo de regulação social no uso dos recursos naturais e ecológicos.

O ZEE constitui componente essencial da PNMA, fundamentada pela Constituição de 1988. Seu objetivo é preservar, aprimorar e reabilitar a qualidade dos recursos ambientais, especialmente os hídricos, indispensáveis à subsistência humana, promovendo simultaneamente o desenvolvimento socioeconômico e o equilíbrio dos geossistemas. Santos et al. (2013) definem o zoneamento ambiental como instrumento que integra a variável ambiental ao ordenamento territorial, assegurando a viabilidade das atividades antrópicas em determinada área, ao considerar aspectos sociais, econômicos e ambientais. Piroli (2016) também ressalta a importância do zoneamento ambiental na gestão do território, caracterizando-o como recurso essencial para planejar e organizar áreas com potencial de degradação ou revitalizar espaços já degradados, contribuindo para a preservação de áreas ecológicas.

Ross (2006) avança ao afirmar que o zoneamento ambiental busca integrar disciplinas técnico-científicas em um trabalho interdisciplinar qualiquantitativo, conforme já indicado por Santos (2004). Ambas as abordagens inserem-se no contexto analítico e sistêmico, considerando as potencialidades do meio físico e adequando-as aos programas de desenvolvimento, em busca de equilíbrio entre sociedade e natureza. Contudo, a partir da década de 1990, o zoneamento ecológico-econômico, inclusive no Estado de Mato Grosso do Sul, passou a adotar um viés econômico, frequentemente negligenciando as fragilidades do meio físico (Bacani, 2010; Brugnolli, 2020).

Esse enfoque reduziu a eficiência dos modelos de zoneamento e gerou conflitos com as escalas de análise necessárias para aplicações concretas. Carvalho (2014) observa que, embora o zoneamento tenha se consolidado como um dos principais instrumentos para o ordenamento físico-territorial, suas escalas de análise permanecem restritas a Estados e a outras dimensões macro, sem aplicação eficaz nas bacias hidrográficas, em virtude de questões escalares, metodológicas e políticas.

Felizmente, essa perspectiva tem sido progressivamente superada, impulsionada pela ampliação da quantidade e da qualidade das pesquisas que buscam identificar uma relação harmônica entre o uso da terra e a qualidade ambiental das bacias. Embora essa harmonia seja de difícil alcance, em razão da capacidade

humana de modificar as condições naturais das paisagens, ela continua sendo o objetivo central do zoneamento ambiental e das variáveis que dele decorrem, como o ordenamento físico-territorial e a disponibilização de dados para o planejamento ambiental (Brugnonli, 2022).

A pesquisa clássica de Becker e Egler (1997) sobre a Amazônia Legal representou um avanço significativo para os estudos de zoneamento. Embora seu enfoque tenha sido o ZEE, com aspectos teóricos e metodológicos distintos dos zoneamentos ambientais, ela contribuiu para diversas pesquisas subsequentes voltadas à compreensão da capacidade de uso da terra, a partir das características da paisagem físico-natural e do uso antrópico atual, permitindo prognósticos e propostas para a melhoria da qualidade ambiental.

Existem diferentes metodologias para a elaboração do zoneamento ambiental, e a utilização da cartografia das paisagens consolidou-se como etapa fundamental na compartimentação necessária ao processo, permitindo definir ações de conservação e preservação das paisagens. Zacharias (2010), Santos e Ranier (2013), Eichenberg (2019), Braz (2020) e Brugnonli (2020) exemplificam estudos que aplicaram a cartografia com diferentes objetivos, mas todos com foco na definição de unidades de paisagem para fins de zoneamento, seja ambiental, turístico ou ecológico-econômico.

O zoneamento ambiental pode contemplar aspectos de litologia, solos, relevo, uso da terra e clima. Nos zoneamentos Ecológico-Econômicos incluem-se também dimensões sociais e econômicas. Ressalte-se, contudo, que a coleta de maior quantidade de dados não implica necessariamente em maior detalhamento; é essencial selecionar informações que efetivamente contribuam para a análise e sejam aplicáveis às temáticas propostas. Santos (2004) enfatiza a necessidade de integração entre os elementos. A lógica sistêmica possibilita compreender essas relações e as estruturas que as conformam, com o zoneamento ambiental atuando como um dos principais instrumentos dessa integração.

Assim, o zoneamento ambiental considera as potencialidades e fragilidades naturais, constituindo o instrumento básico de organização do território. Seu objetivo é orientar as decisões de agentes públicos e privados em relação a planos, programas, projetos e atividades que envolvem o uso de recursos naturais, assegurando a manutenção da qualidade de vida em consonância com o uso racional dos serviços ambientais.

O zoneamento ambiental demanda procedimentos metodológicos que viabilizem diferentes níveis de integração. Métodos como a atribuição de pesos às variáveis, com uso de geoestatística, lógica *fuzzy*, algoritmos e redes neurais, encontram ampla aplicação na comunidade científica. Esses métodos influenciam tanto o produto final quanto o processo decisório, motivo pelo qual é imprescindível selecionar aqueles mais adequados aos objetivos e resultados esperados. Santos (2004) também assinala que, apesar dos avanços nesses procedimentos, é crucial prosseguir no aprimoramento da interpolação de dados, o que pode ser facilitado pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

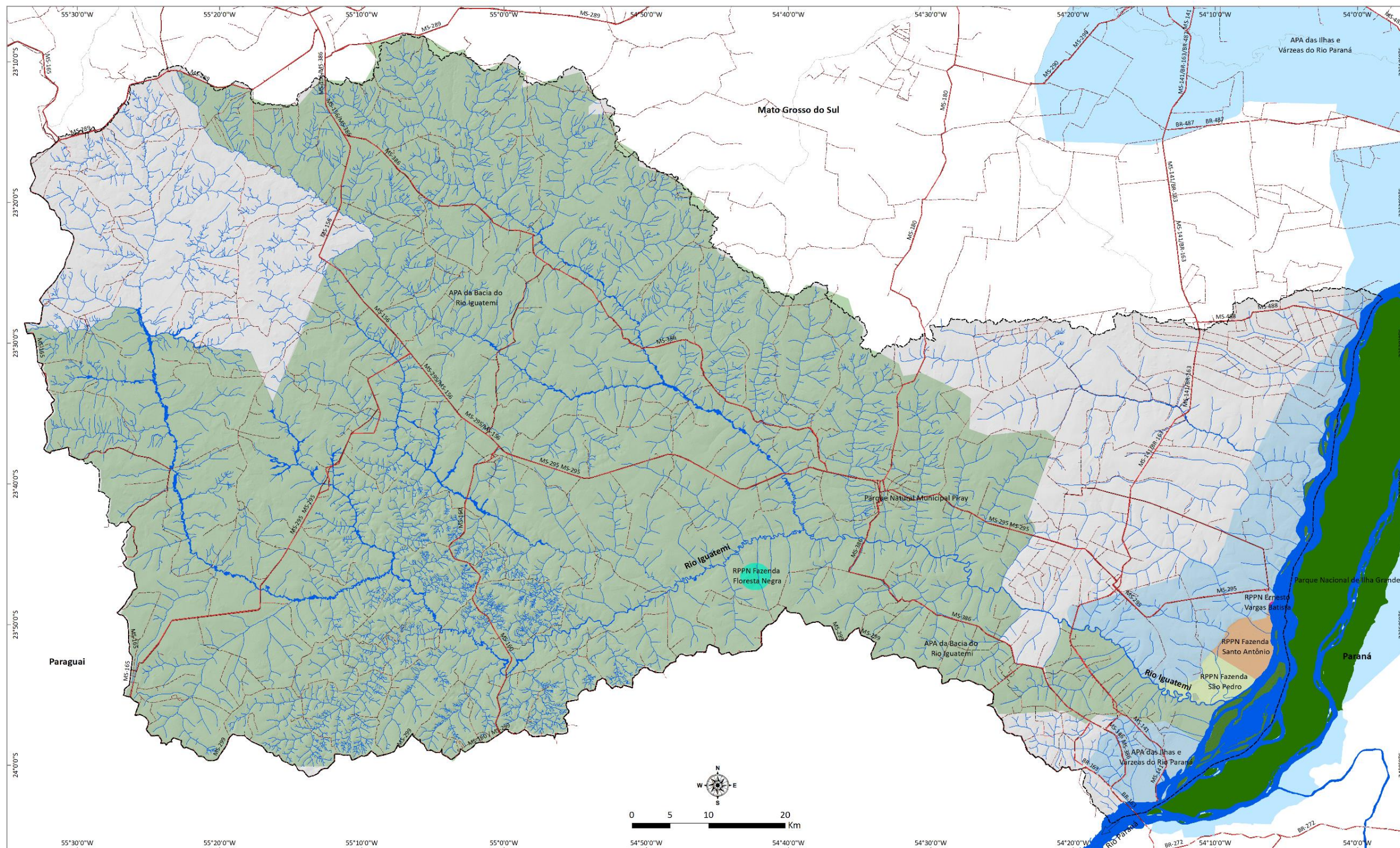
O zoneamento ambiental, portanto, constitui metodologia de planejamento que compartimenta uma área delimitada com base em critérios ambientais, como características físicas, biológicas, sociais e econômicas. A presente tese adotará a atribuição de pesos às variáveis, priorizando aspectos ambientais ou antrópicos específicos. Essa etapa será decisiva para a elaboração de um zoneamento ambiental preciso, apto a subsidiar políticas de conservação e uso sustentável dos recursos naturais da UPG Iguatemi.

O ZEE/MS e a PERH/MS identificam a UPG Iguatemi como vasta Área de Preservação Ambiental (Tabela 1 e Figura 6), denominada APA Internacional da Bacia do Rio Iguatemi (IMASUL, 2009).

Tabela 1: Unidades de Conservação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi

Unidades de Conservação	Área km ²	Área %
Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná	896,11	8,88
Parque Nacional de Ilha Grande	56,44	0,56
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda São Pedro	36,88	0,37
Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Iguatemi	7036,50	69,76
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Santo Antônio	38,78	0,38
Reserva Particular do Patrimônio Natural Ernesto Vargas Batista	0,14	0,00
Parque Natural Municipal Piray	0,03	0,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Floresta Negra	9,54	0,09
Total	8074,43	80,05

Fonte: Elaborado pelo autor.



I - Unidades de Conservação

- Parque Nacional de Ilha Grande
- Parque Natural Municipal Piray
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Ernesto Vargas Batista
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Floresta Negra
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Santo Antônio
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda São Pedro
- Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Iguatemi
- Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Municípios do Mato Grosso do Sul

Figura 6: Unidades de Conservação da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

A Zona Iguatemi, situada no sul do Estado de Mato Grosso do Sul, delimita-se ao norte pela Zona das Monções e ao sul pelo Rio Paraná. A leste, faz fronteira com o Estado do Paraná; a oeste, com o Paraguai; e ao norte, com a Zona Serra de Maracaju. A região abrange os municípios de Angélica, Deodápolis, Ivinhema, Vicentina, Glória de Dourados, Jateí, Novo Horizonte do Sul, Caarapó, Juti, Naviraí, Amambai, Tacuru, Iguatemi, Eldorado, Japorã, Mundo Novo, Sete Quedas, Paranhos, Itaquirai e Coronel Sapucaia, além de parte dos municípios de Laguna Carapã e Fátima do Sul. Sua população é de aproximadamente 330 mil habitantes, distribuídos em uma área de 30.266 km² (ZEE-MS, 2009).

No ZEE do Estado, a área da UPG Iguatemi foi inicialmente considerada favorável à preservação ambiental, em virtude da ausência de uma estratégia estruturada de uso territorial. Entretanto, com a expansão do agronegócio, esse caráter preservacionista foi gradativamente negligenciado, resultando no desmatamento de áreas antes destinadas à conservação, posteriormente convertidas em espaços para agricultura e pecuária.

A UPG Iguatemi, em razão de sua localização fronteiriça com o Paraguai, apresenta elevado potencial estratégico para o comércio transfronteiriço, turismo, indústria, logística e transporte. Contudo, a escassez de investimentos adequados tem limitado sua capacidade de atração industrial. Nesse cenário, a economia regional mantém-se fortemente baseada na agricultura e na pecuária. Assim, o ZEE/MS recomenda que as atividades econômicas desenvolvidas nessa área sejam compatíveis com as características naturais, destacando-se o extrativismo vegetal como alternativa capaz de assegurar o uso sustentável dos recursos.

1.4 Entre a teoria e a prática: a UPG Iguatemi e os desafios dos zoneamentos ambientais no Mato Grosso do Sul

A presente tese teve como propósito compreender e compartimentar o território da UPG Iguatemi por meio do estudo integrado das paisagens, com o objetivo de subsidiar a elaboração de um zoneamento ambiental. Para isso, foram considerados, de forma articulada, os fatores biofísicos e antrópicos que compõem a complexa dinâmica territorial da região. Um dos diferenciais metodológicos e analíticos consiste na incorporação da análise da recorrência e da distribuição espacial dos focos de incêndios como critério relevante para a delimitação das zonas e a caracterização das unidades de paisagem. Tal abordagem confere ao zoneamento uma dimensão aplicada, mais sensível à realidade socioambiental da região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, uma área com muitas terras indígenas e comunidades tradicionais, o que contribui com parâmetros inovadores para a gestão socioambiental

da UPG e amplia o escopo metodológico tradicionalmente empregado em estudos similares.

No Estado de Mato Grosso do Sul, há uma diversidade de pesquisas voltadas ao zoneamento ambiental, desenvolvidas sob distintas abordagens metodológicas e recortes espaciais. Entre essas contribuições, destaca-se o trabalho de Abrão (2021), que realizou um zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, nos municípios de Guia Lopes, Nioaque, Maracaju e Ponta Porã. O autor propôs a delimitação de unidades de paisagem com vistas ao planejamento do uso da terra e à conservação dos recursos naturais, valendo-se de dados sobre uso e cobertura da terra, declividade, tipos de solo, litologia e rede hidrográfica, associados à técnicas de geoprocessamento e à Equação Universal da Perda de Solos para identificar áreas com diferentes níveis de fragilidade e aptidão ambiental e ocupacional.

Apesar das similaridades no uso de bases cartográficas e geotecnologias, a presente tese distingue-se substancialmente quanto ao seu escopo e à finalidade do zoneamento. Enquanto Abrão (2021) tem como foco a conservação ambiental no contexto de uma bacia hidrográfica, ancorando-se em critérios voltados aos solos e sua capacidade de uso, este estudo adota como recorte espacial de uma UPG. Tal distinção metodológica evidencia a ênfase desta tese na gestão territorial integrada, associada à delimitação das UPGs sob a ótica legislativa, isto é, como uma unidade físico-territorial para planejamento e gerenciamento ambiental e de recursos hídricos.

Alinhado à tradição dos estudos aplicados em bacias hidrográficas, Silva, Cunha e Bacani (2018) apresentam uma proposta de zoneamento ambiental voltada à bacia do Córrego Indaiá, situada na porção sudeste do município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul. O diferencial da pesquisa reside na escala local e no enfoque sobre uma área marcada pela presença de assentamentos rurais, o que influencia diretamente a definição dos critérios utilizados e as propostas de manejo territorial. A metodologia adotada pelos autores integrou dados de fragilidade ambiental, uso e cobertura da terra, além das diretrizes do Código Florestal Brasileiro, articulando tais elementos em análises espaciais fundamentadas em geotecnologias.

Outro trabalho de relevância para a discussão do zoneamento ambiental no Estado de Mato Grosso do Sul é o artigo *Zoneamento Ecológico-Econômico como política pública para o Estado de Mato Grosso do Sul*, de Neves e Sauer (2017). Diferentemente dos estudos que aplicam metodologias de zoneamento em áreas

geográficas delimitadas, esse artigo adota uma abordagem teórico-conceitual voltada à análise do ZEE como instrumento de política pública em escala estadual. Os autores discutem a legislação pertinente, os fundamentos metodológicos do ZEE e sua aplicação como ferramenta estratégica para o planejamento e a gestão territorial em larga escala.

A metodologia adotada por Neves e Sauer (2017) baseia-se em revisão bibliográfica e documental, com ênfase na análise crítica da legislação e dos marcos conceituais que orientam o ZEE no contexto sul-mato-grossense. A articulação entre esse estudo e a presente tese ocorre em um nível conceitual e contextual, na medida em que ambos se inserem no escopo do planejamento ambiental no Estado. No entanto, as distinções são evidentes: enquanto Neves e Sauer (2017) oferecem uma base teórica e normativa sobre o ZEE como instrumento institucional, voltada exclusivamente às diretrizes formais da política pública, esta tese desenvolve uma aplicação prática e amparada do zoneamento ambiental.

O estudo intitulado *Zoneamento Ambiental das Paisagens: Estudo de Caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil*, desenvolvido por Ferreira e Piroli (2016), configura-se como uma das aproximações metodológicas mais significativas em relação à presente tese. Os autores adotam uma abordagem integradora, fundamentada na análise conjunta de componentes físico-naturais, como: litologia, geomorfologia, solos, hidrografia e cobertura vegetal, além do uso antrópico da terra, com o apoio de técnicas de geotecnologias. Essa abordagem visa à delimitação de unidades de paisagem com base em suas potencialidades e fragilidades ambientais, de modo a subsidiar o planejamento territorial.

Apesar das convergências metodológicas, especialmente no que tange à integração de múltiplas variáveis ambientais e ao uso de ferramentas geoespaciais, a principal distinção entre os estudos reside nos critérios adotados e no recorte espacial. Enquanto Ferreira e Piroli (2016) desenvolvem sua análise no contexto da bacia hidrográfica do Rio Sucuriú, com foco na aptidão das unidades de paisagem para o ordenamento ambiental, o presente estudo ancora-se na UPG e na distribuição dos focos de incêndios, tema discutido recentemente, mas ainda sem uma abordagem prática nos zoneamentos.

Brugnolli (2020), por sua vez, oferece um contraste metodológico expressivo em relação à presente pesquisa, ao representar um exemplo de zoneamento ambiental com elevada especialização temática. O estudo tem como objeto o sistema cárstico da bacia hidrográfica do Rio Formoso, localizado na região de Bonito, no sudoeste do Estado, cuja paisagem é marcada por feições geoespeleológicas complexas, como cavernas, dolinas e condutos subterrâneos. A metodologia adotada por Brugnolli (2020) concentra-se nas especificidades geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas desses ambientes frágeis, com o uso de geotecnologias e análise da qualidade das águas como elementos fundamentais no zoneamento proposto. O foco, nesse caso, volta-se à conservação e ao manejo criterioso de sistemas naturais singulares, priorizando uma abordagem verticalizada sobre um subsistema geomorfológico particular.

Diante do panorama analisado, esta tese reafirma a importância da elaboração de um zoneamento ambiental específico para a UPG Iguatemi, capaz de suprir as lacunas deixadas pelo ZEE estadual e de estabelecer fundamentos técnicos robustos para a gestão sustentável da paisagem local. O zoneamento aqui proposto se ampara nas pesquisas supracitadas, são importantes exemplos de aplicações e de discussões sobre zoneamento que tiveram grande valia para o desenvolvimento dessa aplicação na UPG Iguatemi. Nesse sentido, o zoneamento proposto transcende seu caráter local e projeta-se como um modelo metodológico com potencial de replicabilidade em outras regiões que compartilham condições ambientais, socioeconômicas e institucionais semelhantes. Ao oferecer subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas mais eficazes e territorialmente ajustadas, esta pesquisa buscou contribuir de forma concreta para o fortalecimento da gestão ambiental e para a promoção de estratégias territoriais no Estado e, em perspectiva, em outras áreas do território nacional.

A análise comparativa com outras pesquisas voltadas ao zoneamento ambiental no Estado permitiu evidenciar tanto convergências metodológicas quanto importantes distinções em termos de objetivos, escalas de análise e critérios adotados. Enquanto alguns estudos priorizaram a conservação de sistemas naturais específicos, como os ambientes cársticos e bacias hidrográficas, outros focalizam as dinâmicas de uso da terra em contextos rurais ou assentamentos. Em conjunto, todas

essas iniciativas contribuem com abordagens singulares e relevantes para o planejamento ambiental.

Entretanto, todos os zoneamentos ambientais no Estado esbarram em desafios complexos que permeiam tanto as dimensões legislativas quanto institucionais. Embora o Zoneamento Ecológico-Econômico e/ou Ambiental e outros instrumentos de ordenamento territorial estejam formalmente previstos em legislações federais e estaduais, como ferramentas fundamentais para a gestão sustentável do território, sua efetiva aplicação enfrenta entraves. Primeiramente, destaca-se a complexidade e a fragmentação do arcabouço normativo brasileiro, que envolve uma multiplicidade de leis e regulamentos em níveis federal, estadual e municipal, frequentemente com sobreposições, lacunas e até conflitos. No contexto sul-mato-grossense, isso se traduz na dificuldade de harmonizar o ZEE estadual com os planos municipais de uso da terra, o que pode gerar insegurança jurídica e comprometer a coordenação integrada dos instrumentos de gestão territorial. Além disso, alterações recentes, como as promovidas pelo Código Florestal, embora tenham buscado flexibilizar certas restrições, provocam debates e incertezas que reverberam diretamente na adesão e no cumprimento dos zoneamentos ambientais.

Outro aspecto crítico refere-se à capacidade técnica e institucional dos órgãos responsáveis pela elaboração, implementação e monitoramento dos zoneamentos ambientais. A utilização adequada de geotecnologias, a atualização constante de bases cartográficas e o cruzamento de dados ambientais e socioeconômicos exigem investimentos contínuos em infraestrutura tecnológica e capacitação de recursos humanos. No Mato Grosso do Sul, entidades como o Instituto de Meio Ambiente frequentemente enfrentam limitações orçamentárias e estruturais que dificultam a manutenção desses processos e comprometem a qualidade e a periodicidade dos diagnósticos ambientais.

Ademais, o cenário socioeconômico do Estado, marcado pela pujante expansão do agronegócio e pela crescente demanda por novas áreas destinadas à produção agrícola e pecuária, impõe pressões significativas sobre a efetivação dos zoneamentos. Os interesses econômicos, muitas vezes associados à especulação fundiária e ao uso intensivo dos recursos naturais, podem entrar em conflito direto com as diretrizes conservacionistas previstas nos instrumentos de zoneamento, gerando resistências políticas e sociais que dificultam a aplicação rigorosa das

normas. Nesse sentido, a governança territorial constitui um desafio, uma vez que a participação efetiva dos diversos atores sociais, comunidades locais, populações tradicionais e demais usuários do território, permanece limitada nos processos de zoneamento. A construção de políticas territoriais demanda processos participativos transparentes, que articulem o conhecimento técnico-científico com os saberes e demandas locais.

Mesmo quando elaborados de forma correta e consistente, os zoneamentos ambientais encontram obstáculos na ineficiência da fiscalização e na aplicação prática. A teoria, a prática e a própria legislação não “dialogam na mesma língua”, e o descumprimento das normas ambientais torna-se evidente. Embora o avanço tecnológico, especialmente no campo do geoprocessamento e do sensoriamento remoto, proporcione ferramentas ativas para o acompanhamento das dinâmicas territoriais, sua eficiência depende da capacidade institucional para operacionalizar esses recursos de forma integrada e contínua.

Portanto, embora esta tese apresente uma proposição válida e contemporânea, ao adotar os focos de incêndios, as dinâmicas físico-ambientais e antrópicas em uma unidade de planejamento, a UPG Iguatemi; sua aplicação só será efetiva com a superação dos desafios relacionados ao fortalecimento de uma política ambiental integrada e articulada, que promova o alinhamento normativo entre as diferentes esferas governamentais, incentive a participação social qualificada e incorpore inovações tecnológicas para a gestão territorial.

1.5. As Unidades de Planejamento e Gerenciamento no Estado de Mato Grosso do Sul

A criação das UPGs configurou-se como ação estratégica implementada durante o governo de André Puccinelli, em 2010. Atualmente, Mato Grosso do Sul conta com 15 UPGs (Quadro 2 e Figura 8), cada qual nomeada em referência ao seu principal rio, estando distribuídas em duas regiões hidrográficas: a Região Hidrográfica do Paraguai e a Região Hidrográfica do Paraná (Mato Grosso do Sul, 2010).

As UPGs de Mato Grosso do Sul foram instituídas pelo PERH-MS, estabelecido pela Lei nº 2.406/2002, com a participação de representantes do Plano e sob a coordenação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (SEMAC). O PERH-MS constitui documento estratégico voltado à garantia do uso sustentável e da gestão integrada dos recursos hídricos no Estado. Sua elaboração contou com a participação de diversos setores da sociedade, incluindo órgãos governamentais, organizações não governamentais e a comunidade em geral (PERH-MS, 2010).

O PERH-MS estabelece objetivos específicos e medidas direcionadas ao gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase na preservação ecológica e no desenvolvimento econômico. O plano apresenta, ainda, instrumentos de gestão, tais como outorgas para a utilização da água e taxas relativas ao consumo hídrico, entre outras disposições (PERH-MS, 2010).

A SEMAC, integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH), é responsável pela regulamentação das atividades vinculadas ao meio ambiente e aos recursos hídricos. Em conformidade com a Constituição do Estado de Mato Grosso do Sul e com a Lei Federal nº 9.433/1997, cabe a essa Secretaria prever e reduzir conflitos entre as demandas dos diferentes setores, bem como orientar e fiscalizar a implementação das políticas e diretrizes governamentais estabelecidas para essas áreas (PERH-MS, 2010).

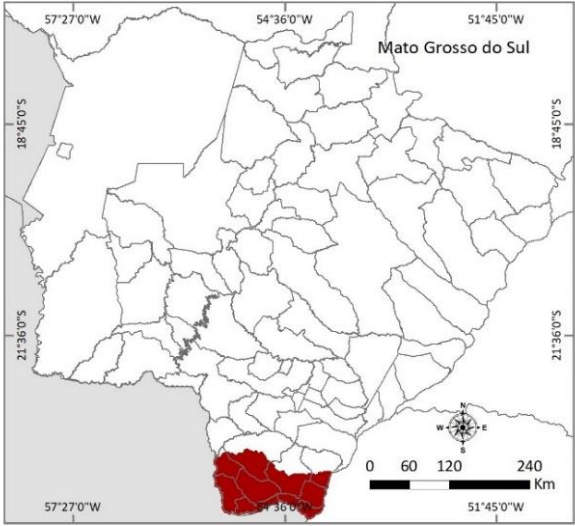
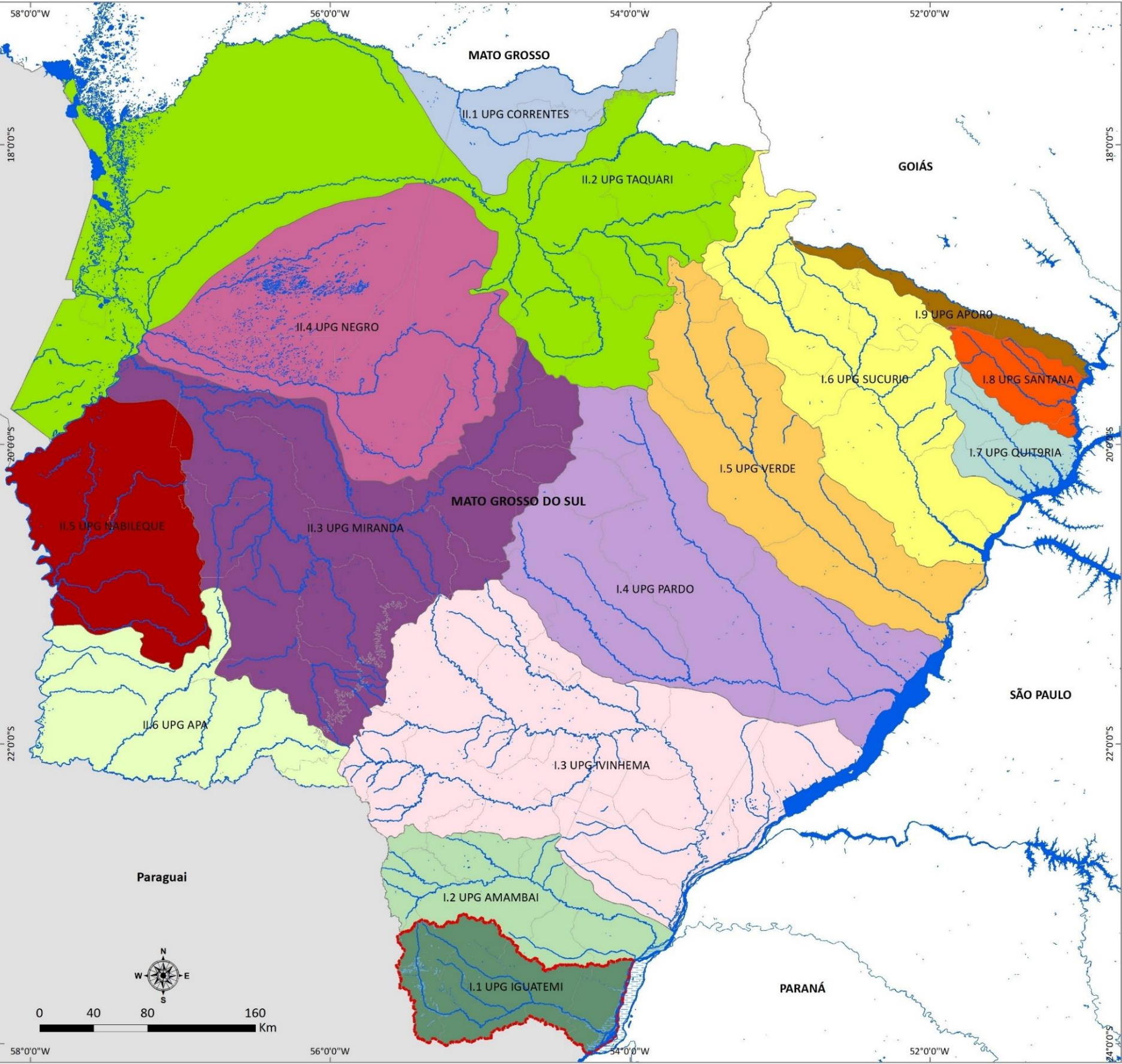
As UPGs foram concebidas com o propósito de aprimorar o gerenciamento e a preservação dos recursos hídricos no Estado de Mato Grosso do Sul, abrangendo tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas. O foco central consiste em promover avanços no abastecimento humano e no desenvolvimento econômico estadual (Mato Grosso do Sul, 2010).

Quadro 2: Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs)

I. Região Hidrográfica do Paraná	II. Região Hidrográfica do Paraguai
UPG Iguatemi	UPG Correntes
UPG Amambai	UPG Taquari
UPG Ivinhema	UPG Miranda
UPG Pardo	UPG Negro
UPG Verde	UPG Nabileque
UPG Sucuriú	UPG Apa
UPG Quitéria	
UPG Santana	
UPG Aporé	

Fonte: PERH-MS (2010).

Figura 7: Unidades de Planejamento e Gerenciamento do Mato Grosso do Sul



I - UPGs

UPG IGUADEMI	UPG APORÉ
UPG AMAMBAI	UPG CORRENTES
UPG IVINHEMA	UPG TAQUARI
UPG PARDO	UPG MIRANDA
UPG VERDE	UPG NEGRO
UPG SUCURIO	UPG NABILEQUE
UPG QUITERIA	UPG APA
UPG SANTANA	

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguaque
- Água
- Municípios

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Sistema de Coordenada Geográfica - SIRGAS 2000
Fonte: IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros

Fonte: ZEE/MS (2009).

As UPGs desempenham papel crucial no ordenamento territorial ao considerar as Regiões Hidrográficas do Paraná e do Paraguai, o que facilita a administração das demandas hídricas destinadas ao abastecimento humano e aos principais usos econômicos (Mato Grosso do Sul, 2010). A relevância da UPG Iguatemi decorre de sua importância ambiental, econômica e social. Os recursos hídricos da região são fundamentais para o desenvolvimento de diversas atividades antrópicas, como a agricultura, o abastecimento público, a indústria e a manutenção dos geossistemas.

A criação de um comitê para a UPG Iguatemi mostra-se essencial para assegurar uma gestão coordenada e integrada. A participação de governos locais, comunidades, indústrias e organizações ambientais garante a implementação de políticas e ações específicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos, promovendo o uso sustentável e a proteção dos recursos naturais da unidade, em consonância com as necessidades e perspectivas de todos os atores envolvidos.

Nesse contexto, torna-se indispensável reconhecer o papel e a presença dos povos originários, que ocupam parte do território da unidade e mantêm relação histórica e cultural com os rios e com a terra. A efetiva participação dessas comunidades não apenas fortalece a gestão integrada da UPG, mas também contribui para a preservação e valorização dos saberes tradicionais.

1.6. Terras Indígenas e Assentamentos Rurais: Legislação, Demarcação e Desafios Socioeconômicos.

No Brasil, as terras indígenas são regidas por um conjunto legislativo que assegura os direitos dos povos indígenas sobre seus territórios, promovendo sua integração social e a preservação cultural. A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) estabelece os fundamentos legais que garantem tais direitos. O artigo 231 dispõe que:

“São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.” (Brasil, 1988).

O Estatuto do Índio, instituído pela Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, complementa a Constituição Federal ao disciplinar os direitos e deveres dos povos indígenas, bem como as políticas de proteção e integração social. O Artigo 1º, parágrafo único, estabelece que:

“Aos índios e às comunidades indígenas se estende a proteção das leis do País, nos mesmos termos em que se aplicam aos demais brasileiros, resguardados os usos, costumes e tradições indígenas, bem como as condições peculiares reconhecidas nesta Lei”. (Brasil, 1973).

Nesse contexto, a legislação ambiental brasileira, representada pela Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998), exerce papel central na proteção das terras indígenas, ao fiscalizar e punir crimes ambientais, como o desmatamento ilegal e a poluição, que impactam diretamente os territórios e os recursos naturais das comunidades indígenas.

Além das normas federais, Estados e municípios podem instituir regulamentações específicas relativas à gestão das terras indígenas em seus limites territoriais. No Estado de Mato Grosso do Sul, por exemplo, a Lei nº 5.148, de 27 de dezembro de 2017, que institui o Plano Estadual de Cultura de Mato Grosso do Sul (PEC/MS), em seu Art. 3º, estabelece como objetivos a valorização da diversidade cultural, étnica e regional, com especial destaque para as comunidades indígenas.

- I - planejar, criar e implementar, para os próximos dez anos, programas e ações voltados à valorização, ao fortalecimento, à promoção e ao desenvolvimento da cultura no Estado;
- II - valorizar e difundir a diversidade cultural, étnica e regional sul-mato-grossense, em especial as vertentes indígenas, afrodescendentes e imigrantes;
- III - proteger e promover o patrimônio cultural;
- IV - valorizar e difundir as criações artísticas e os bens culturais;
- V - promover o direito à memória por meio de bibliotecas, museus e arquivos; (Mato Grosso do Sul, 2017).

Essas medidas reforçam a proteção dos territórios indígenas, demarcados ao longo do tempo, desde as primeiras delimitações em 1928 até as mais recentes, ocorridas no território da atual UPG Iguatemi. Convém destacar que as terras indígenas na UPG Iguatemi começaram a ser demarcadas em 1928, totalizando, até

o presente, doze terras. As primeiras foram Limão Verde, Sassoró e Taquaperi, no governo do presidente Washington Luís. As demarcações mais recentes ocorreram no governo de Luiz Inácio Lula da Silva: Yvy-katu, no município de Japorã, em 2005; Arroio-Korá, no município de Paranhos, em 2006; e Sombreiro, no município de Sete Quedas, em 2010.

Em relação à população das aldeias situadas na área em estudo, o total é de 18.311 indígenas, conforme censo realizado pelo Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI) e pela Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), em 2014 (Quadro 3).

Quadro 3: Dados Gerais das Terras indígenas da UPG Iguatemi

Aldeia Indígena	Área (km²)	População 2014	Etnia	Município	Declarada	Situação Legal
Arroio-Korá	70	599	Guarani Kaiowá	Paranhos	15/12/2006	Homologada (suspensa parcialmente por liminar da Justiça) (Decreto s.n. - 22/12/2009).
Cerrito	20	586	Guarani Kaiowá/Ñandeva	Eldorado	23/10/1991	Homologada. REG CRI E SPU. por Decreto s/n - 22/05/1992
Jaguapiré	20	1.093	Guarani Kaiowá	Tacuru	21/05/1992	Homologada. REG CRI E SPU. por Decreto s/n - 24/11/1992
Limão Verde	6,6	1.801	Guarani Kaiowá	Amambai	* *	Reservada/SPI. REG CRI. por Decreto 835 - 14/11/1928
Pirajuí	20	2.243	Guarani Ñandeva	Paranhos	* *	Homologada. REG CRI E SPU. por Decreto 93.067 - 07/08/1986
Potrero Guaçu	40	786	Guarani Ñandeva	Paranhos	13/02/2000	Declarada. por Portaria 298 - 17/04/2000
Sassoró	20	2.422	Guarani Kaiowá/Ñandeva	Tacuru	* *	Reservada. REG CRI. por Decreto 835 - 15/11/1928
Sete Cerros	90	612	Guarani Kaiowá/Ñandeva	Paranhos	25/11/1991	Homologada. por Decreto s/n - 04/10/1993
Sombrerito	130	209	Guarani Ñandeva	Sete Quedas	27/09/2010	Declarada. por Portaria 3.076 - 28/09/2010
Takuaraty/Yvykuarusu	30	591	Guarani Kaiowá/Ñandeva	Paranhos	19/06/1992	Homologada. por Decreto s/n - 04/10/1993
Taquaperi	20	3.339	Guarani Kaiowá	Coronel Sapucaia	* *	Reservada. REG CRI. por Decreto 835 - 15/11/1928
Yvy-katu	90	4.030	Guarani Ñandeva	Japorã	30/06/2005	Declarada. por Portaria 1.289 - 04/07/2005
Total	556,6	18.311				

Elaboração e Organização: Jesus (2020).

Com referência aos projetos de assentamento, a UPG Iguatemi possui 15 unidades agrícolas. O mais antigo é o Assentamento São José do Jatobá, localizado em Paranhos-MS, criado em 1987, durante o governo do então presidente José Sarney. Em seguida, foi instituído o Assentamento Indaiá, em 1989, no município de Itaquiraí.

Esses 15 assentamentos distribuem-se em uma área de 422,106 km², inserida na UPG Iguatemi, e abrigam 2.364 famílias assentadas. A base econômica da região fundamenta-se na pecuária de corte, na produção de leite e na agricultura de subsistência. Convém destacar que, assim como ocorre nas terras indígenas, não foram encontrados dados atualizados sobre os assentamentos situados na área em estudo (Quadro 4).

Quadro 4: Dados Gerais dos Assentamentos da UPG Iguatemi

Assentamentos	Área km²	Número De Famílias	Município	Data De Criação	Forma De Obtenção
PA Sul Bonito	64,317	422	Itaquiraí	09/10/1996	Desapropriação
PA Savana	56,857	212	Japorã	23/12/1998	Desapropriação
PA Jacob Franciozi/Princesa Do Sul	44,954	233	Japorã	28/12/2007	Compra e Venda
PA Água Viva	33,767	251	Tacuru	27/11/2006	Compra e Venda
PA Santa Renata	11,132	32	Tacuru	27/03/2000	Desapropriação
PA Vicente de Paula Silva	10,557	38	Paranhos	04/09/2001	Desapropriação
PA Colorado	13,071	68	Iguatemi	28/06/2004	Desapropriação
PA Pedro Ramalho	18,706	87	Mundo Novo	26/09/2000	Desapropriação
PA Indaiá	62,341	620	Itaquiraí	20/10/1989	Desapropriação
PA São Cristovão	9,479	22	Paranhos	30/03/1999	Desapropriação
PA Cabeceira do Rio Iguatemi	19,226	32	Paranhos	18/12/2007	Compra e Venda
Projeto de Reassentamento Beira Rio	7,061	43	Paranhos	20/12/2007	Compra e Venda
PA São José do Jatobá	26,078	57	Paranhos	23/06/1987	Desapropriação
PA Vitória da Fronteira	27,151	192	Tacuru	27/12/2006	Compra e Venda
PA Indianópolis	17,409	55	Japorã	26/09/2000	Desapropriação
Total	422,11	2.364			

Fonte: INCRA, 2018. **Organização:** Jesus (2020).

Os assentamentos e as terras indígenas sempre estiveram envolvidos em uma luta constante pela posse e uso da terra, enfrentando a escassez de investimentos por parte do Poder Público. No que concerne ao planejamento e ao gerenciamento sustentável, a insuficiência de investimentos e de infraestrutura como saneamento básico, energia elétrica, vias de acesso, transporte de qualidade e habitação adequada constitui um dos principais fatores que contribuem para a marginalização socioeconômica dessas comunidades.

Ademais, os municípios inseridos na UPG Iguatemi apresentam os menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do Estado, além de um Produto Interno Bruto (PIB) relativamente reduzido em comparação com os demais municípios de Mato Grosso do Sul, conforme indicado no Quadro 5.

Quadro 5: PIB dos Municípios que fazem parte da UPG Iguatemi Mato Grosso do Sul, em 2020

Posição em 2020 no Estado - MS	Municípios	PIB per capita 2020
36º	Itaquiraí	R\$ 43.752,50
44º	Eldorado	R\$ 35.790,48
45º	Iguatemi	R\$ 35.638,72
47º	Mundo Novo	R\$ 34.693,52
54º	Amambai	R\$ 32.016,94
59º	Sete Quedas	R\$ 29.617,70
72º	Tacuru	R\$ 22.202,56
76º	Coronel Sapucaia	R\$ 17.318,49
77º	Paranhos	R\$ 16.216,58
78º	Japorã	R\$ 14.989,80

Fonte: IBGE (2020).

Em relação ao desenvolvimento econômico, observam-se diferentes situações entre os municípios que compõem a UPG Iguatemi em 2020. O município de Itaquiraí apresenta o maior PIB per capita da região, enquanto Japorã registra o menor. Cumpre ressaltar que a posição desses municípios no ranking estadual de Mato Grosso do Sul evidencia a disparidade econômica existente em comparação com os demais municípios do Estado.

1.7. O Estudo dos Incêndios na UPG Iguatemi

O termo “queimadas” refere-se a uma prática intencional ou controlada de uso do fogo para fins específicos, principalmente no preparo da terra para a agricultura ou no controle de pragas, constituindo uma ação que deve ser executada com planejamento adequado.

Diferentemente das queimadas controladas, os incêndios florestais ocorrem quando o fogo escapa do controle, podendo ser provocados por causas naturais, como descargas elétricas atmosféricas (raios), ou por ações antrópicas, de forma intencional ou acidental (IBAMA/MMA, 2023). Esses incêndios acarretam diversos prejuízos socioambientais e podem manifestar-se em diferentes escalas (Pirajá et al., 2023).

No Brasil, os estudos sobre queimadas suscitam intensos debates a respeito das consequências para o meio ambiente, particularmente no que se refere ao clima, à biodiversidade e à saúde humana. Atualmente, o Artigo 38 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), proíbe o uso das queimadas em diversas atividades. Entretanto, a legislação prevê algumas ressalvas:

Art. 38. É proibido o uso de fogo na vegetação, exceto nas seguintes situações:

I - em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia aprovação do órgão estadual ambiental competente do SISNAMA, para cada imóvel rural ou de forma regionalizada, que estabelecerá os critérios de monitoramento e controle;

II - emprego da queima controlada em Unidades de Conservação, em conformidade com o respectivo plano de manejo e mediante prévia aprovação do órgão gestor da Unidade de Conservação, visando ao manejo conservacionista da vegetação nativa, cujas características ecológicas estejam associadas evolutivamente à ocorrência do fogo;

III - atividades de pesquisa científica vinculada a projeto de pesquisa devidamente aprovado pelos órgãos competentes e realizada por instituição de pesquisa reconhecida, mediante prévia aprovação do órgão ambiental competente do SISNAMA.

§ 1º Na situação prevista no inciso I, o órgão estadual ambiental competente do SISNAMA exigirá que os estudos demandados para o licenciamento da atividade rural contenham planejamento específico sobre o emprego do fogo e o controle dos incêndios.

§ 2º Excetuam-se da proibição constante no caput as práticas de prevenção e combate aos incêndios e as de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas.

§ 3º Na apuração da responsabilidade pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares, a autoridade competente para fiscalização e autuação deverá comprovar o nexo de causalidade entre a ação do proprietário ou qualquer preposto e o dano efetivamente causado.

§ 4º É necessário o estabelecimento de nexo causal na verificação das responsabilidades por infração pelo uso irregular do fogo em terras públicas ou particulares (Brasil, 2012).

Apesar de existirem algumas exceções legais quanto ao uso do fogo no Brasil, determinadas situações transcendem as queimadas controladas e evoluem para incêndios, seja em decorrência de falhas no controle da propagação, seja por ações antrópicas deliberadas que visam à ampliação da área afetada. Esses eventos ocasionam impactos ambientais negativos, como a fragmentação da vegetação nativa e a mortalidade da fauna e da flora. Tal processo acelera o desmatamento, reduz a qualidade do ar em razão da emissão de dióxido de carbono (CO₂) e de outros gases, como metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N₂O), contribuindo significativamente para o aumento do efeito estufa (Fearnside, 2002).

No Estado de Mato Grosso do Sul, as queimadas ocorrem periodicamente durante a estação seca, entre os meses de julho e outubro (Zavattini, 2009). Estão associadas tanto às atividades antrópicas anteriormente mencionadas quanto às condições climáticas, causando severos prejuízos à fauna e à flora regionais. Conforme apresentado por Pirajá et al. (2023), dados referentes a outubro de 2021, no município de Corumbá-MS, identificaram a ocorrência de focos de incêndios no Pantanal durante a estação seca.

Os prejuízos ambientais gerados em decorrência das queimadas no bioma afetam diretamente a dinâmica da região e indiretamente a sociedade como um todo, contribuindo com efeitos que vão desde a poluição atmosférica, vulnerabilidade dos solos à erosão, poluição hídrica e a redução da biodiversidade. Os impactos negativos não afetam apenas a vegetação nativa, mas também exemplares da fauna regional (Pirajá et al, 2023, p.33).

As queimadas descontroladas também comprometem a sobrevivência das comunidades indígenas em Mato Grosso do Sul, que dependem diretamente dos

recursos naturais para sua subsistência, como a caça, a pesca e o cultivo de frutas e grãos.

Dados de monitoramento disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 2021 apontam maior incidência de focos de incêndios na UPG Iguatemi, com intensidade mais elevada no entorno das terras indígenas.

Ademais, o impacto do avanço agrícola sobre o clima regional já foi evidenciado em diversos estudos (Alves, 2023; Schneider, 2024), os quais indicam que esse processo favorece a ocorrência de secas extremas e de irregularidade no regime de chuvas, tornando as formações vegetais do Cerrado mais suscetíveis ao fogo. Essa vulnerabilidade está associada às características naturais do bioma, especialmente durante a estação seca, que ocorre entre maio e setembro, quando a vegetação se torna mais ressecada e, conseqüentemente, mais inflamável.

Segundo Rocha e Nascimento (2021), dados do projeto MapBiomas revelam que o Cerrado apresenta elevadas taxas de desmatamento, superando inclusive a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica. Esse avanço decorre da intensificação das atividades agropecuárias, notadamente da expansão da soja, das pastagens e dos plantios de eucalipto, promovendo o desmatamento do bioma em níveis alarmantes.

Tal cenário aponta que o desmatamento contribui diretamente para o aumento dos incêndios. Além disso, a redução da cobertura vegetal e a conversão de áreas naturais em superfícies agrícolas ampliam a vulnerabilidade do ambiente às queimadas, especialmente em regiões com intensa atividade agropecuária.

Estudos recentes confirmam o aumento dos focos de incêndios no Estado de Mato Grosso do Sul, sobretudo no Pantanal (Nunes et al., 2023). Os principais fatores associados a esse crescimento são a expansão das áreas de cultivo e as alterações no uso e manejo dos solos.

As descobertas indicaram que as tendências no uso e cobertura da terra mudaram ao longo dos anos. Houve uma forte correlação entre fogo e áreas agrícolas, com tendências crescentes apontando para a conversão de terras em áreas agrícolas em todos os biomas. A alta probabilidade de fogo indica que a expansão de áreas agrícolas por meio da conversão de biomas naturais impacta vários ecossistemas naturais, transformando o uso e cobertura da terra (LULC) – (Fortin e DeBlois 2007; Oliveira-Júnior et al. 2020). Essa conversão de terras

está promovendo mais incêndios a cada ano. (Nunes et.al. 2023, p.6).
(Nossa tradução)²

Na mesma perspectiva, Oliveira et al. (2020) aplicaram procedimentos metodológicos que identificaram potenciais riscos de incêndio no município de Coxim-MS, combinando variáveis processadas por meio da lógica *Fuzzy*, como declividade, orientação de vertentes, precipitação, rodovias, áreas urbanas, rede hidrográfica, uso e cobertura da terra e *hotspots*. Os resultados indicaram que o município apresentou tendência de risco médio de incêndio de 86,73% entre 1998 e 2007.

Assim, o uso do geoprocessamento no monitoramento de incêndios configura-se como ferramenta indispensável para compreender a dinâmica espacial e temporal desses eventos, bem como para otimizar ações de combate e prevenção. No contexto da UPG Iguatemi, essa tecnologia assume relevância ainda maior, pois a região, composta por terras indígenas, assentamentos rurais e áreas agrícolas, reúne condições propícias à ocorrência de incêndios, como o clima seco, a presença de vegetação altamente inflamável, a expansão agrícola e pecuária e o manejo inadequado da terra.

A expansão do agronegócio e a crescente pressão sobre o território intensificam o problema, uma vez que a conversão de áreas de vegetação nativa em pastagens e cultivos amplia significativamente a vulnerabilidade ao fogo.

1.8. A importância das novas tecnologias no contexto da análise da Paisagem e Zoneamentos Ambientais

O geoprocessamento surgiu na década de 1950, nos Estados Unidos, com o objetivo de reduzir os custos da produção cartográfica (Câmara, 2001). O termo, entretanto, é utilizado quase exclusivamente no Brasil, possivelmente em razão de rivalidades entre as correntes intelectuais europeias e americanas (Rosa, 2013).

² The findings indicated that trends in land use and land cover have changed over the years. There was a strong correlation between fire and agricultural areas, with growing trends pointing to the conversion of land to agricultural areas in all biomes. The high probability of fire indicates that the expansion of agricultural areas through the conversion of natural biomes impacts several natural ecosystems, transforming land use and land cover (LULC) – (Fortin and DeBlois 2007; Oliveira-Júnior et al. 2020). This land conversion is promoting more fires every year. (Nunes et.al. 2023, p.6).

O termo pode ser separado em geo (terra – superfície – espaço) e processamento (de informações – informática). Desta forma, pode ser definido como um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIG's), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados. Este conjunto deve permitir a manipulação, avaliação e geração de produtos (geralmente cartográficos), relacionados principalmente à localização de informações sobre a superfície da terra (Piroli, 2010, p. 5).

Baseado em programas computacionais, o geoprocessamento é considerado uma ferramenta interdisciplinar de grande utilidade para profissionais que atuam na elaboração de produtos cartográficos, sobretudo no âmbito do planejamento ambiental. Trata-se de um ramo científico que apoia diversas áreas do conhecimento, especialmente por possibilitar a identificação, análise e elaboração de mapeamentos em diferentes segmentos.

O geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica. Embora estas atividades sejam diferentes elas estão intimamente inter-relacionadas, usando na maioria das vezes as mesmas características de hardware, porém software distinto (Rosa, 2013, p. 59).

A modernização e disseminação de *hardwares* e *softwares* de geoprocessamento promoveram avanços significativos na qualidade e na quantidade das pesquisas, em especial naquelas vinculadas à Geografia Física, ao proporcionarem maior agilidade no processamento de dados.

A utilização das geotecnologias, com seus sistemas computacionais, determinou um avanço significativo na qualidade e quantidade das pesquisas, pois além de proporcionar maior rapidez nos processos, interpretam de maneira mais detalhada as imagens de satélite, modelos digitais de terreno e elevam a capacidade de utilização e manuseio dos dados espaciais (Brugnolli, 2020, p. 84).

Assim, o geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de ferramentas computacionais que possibilitam a coleta, o armazenamento e o

tratamento de dados alfanuméricos, convertendo essas informações em produtos cartográficos mais próximos da realidade. Nesse sentido, constitui um componente essencial para o desenvolvimento desta pesquisa, pois, a partir dos dados coletados e convertidos em informações geográficas, é possível obter representações fiéis do espaço. O cruzamento de informações digitais com a realidade terrestre contribui, ainda, para análises detalhadas e para a elaboração do zoneamento ambiental da UPG Iguatemi. Nesse contexto, destaca-se o papel do sensoriamento remoto como ferramenta indispensável para a obtenção e o aprimoramento dessas informações.

[...] o Geoprocessamento é de fundamental importância para a realização de pesquisas e trabalhos em diversas áreas, pois permite que haja organização e sobreposição dos dados alfanuméricos do espaço geográfico, proporcionando maior facilidade na conversão das informações geográficas computacionais, realizando produções ou representações cartográficas que se aproximam da realidade (Jesus, 2020, p.50).

As geotecnologias desempenham papel central no planejamento territorial, permitindo considerar os múltiplos aspectos e interesses envolvidos no uso do espaço geográfico. Napoleão e Matos (2011, p. 4745) reforçam essa importância, enquanto Mendes (2019, p. 37) salienta a relevância do zoneamento ambiental e urbano nos estudos que analisam a organização do espaço. Entre os exemplos destacam-se o mapeamento de áreas agrícolas com base em características de solo, clima e relevo, bem como a identificação de zonas urbanas segundo os diferentes usos previstos, residencial, comercial ou industrial.

[...] as informações de uso do solo e de cobertura vegetal é um fator essencial quando se quer propor mudanças na ordenação territorial, o que reforça a importância das geotecnologias e seu uso aplicado ao zoneamento ambiental enquanto instrumento de planejamento do território.

O uso das geotecnologias também viabiliza métodos de interpolação de dados, que permitem a obtenção de parâmetros espaciais a partir de levantamentos pontuais, com baixo custo, rapidez e eficiência no processamento (Mascarenhas et al., 2020, p. 122). De forma complementar, Barros (2011, p. 33) ressalta a importância do tratamento computacional dos dados geográficos, pois este possibilita a criação, edição, análise e pesquisa de informações espaciais.

Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica (SIG) surgiram entre as décadas de 1960 e 1970, inicialmente conhecidos como *Canadian Geographic Information System*. Desenvolvidos por iniciativas governamentais, tinham como objetivo principal o mapeamento de recursos naturais, mas enfrentavam limitações técnicas e financeiras. Na década de 1970, com o avanço da informática e o surgimento de SIG comerciais e sistemas de CAD, ocorreu uma melhoria significativa na produção de mapas, ampliando seu uso em diferentes instituições (Oliveira, 2016).

Já na década de 1980, os avanços em *softwares* e *hardwares* permitiram a evolução na manipulação de informações geográficas, integrando bases de dados gráficas e alfanuméricas e expandindo o uso dos SIG de forma mais abrangente e eficiente (Rosa, 2013).

Um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados referidos espacialmente na superfície terrestre, integrando diversas tecnologias. Portanto, o sistema de informação geográfica é uma particularidade do sistema de informação sentido amplo. Essa tecnologia automatiza tarefas até então realizadas manualmente e facilita a realização de análises complexas, através da integração de dados de diversas fontes (Rosa, 2013, p. 06).

Os SIGs, portanto, consistem em ferramentas destinadas ao armazenamento, manipulação, análise, simulação, modelagem e apresentação de dados espaciais. São compostos por programas computacionais que integram múltiplas fontes de informação (Piroli, 2010), sendo amplamente utilizados por geógrafos e profissionais de diversas áreas (Bacani, 2010).

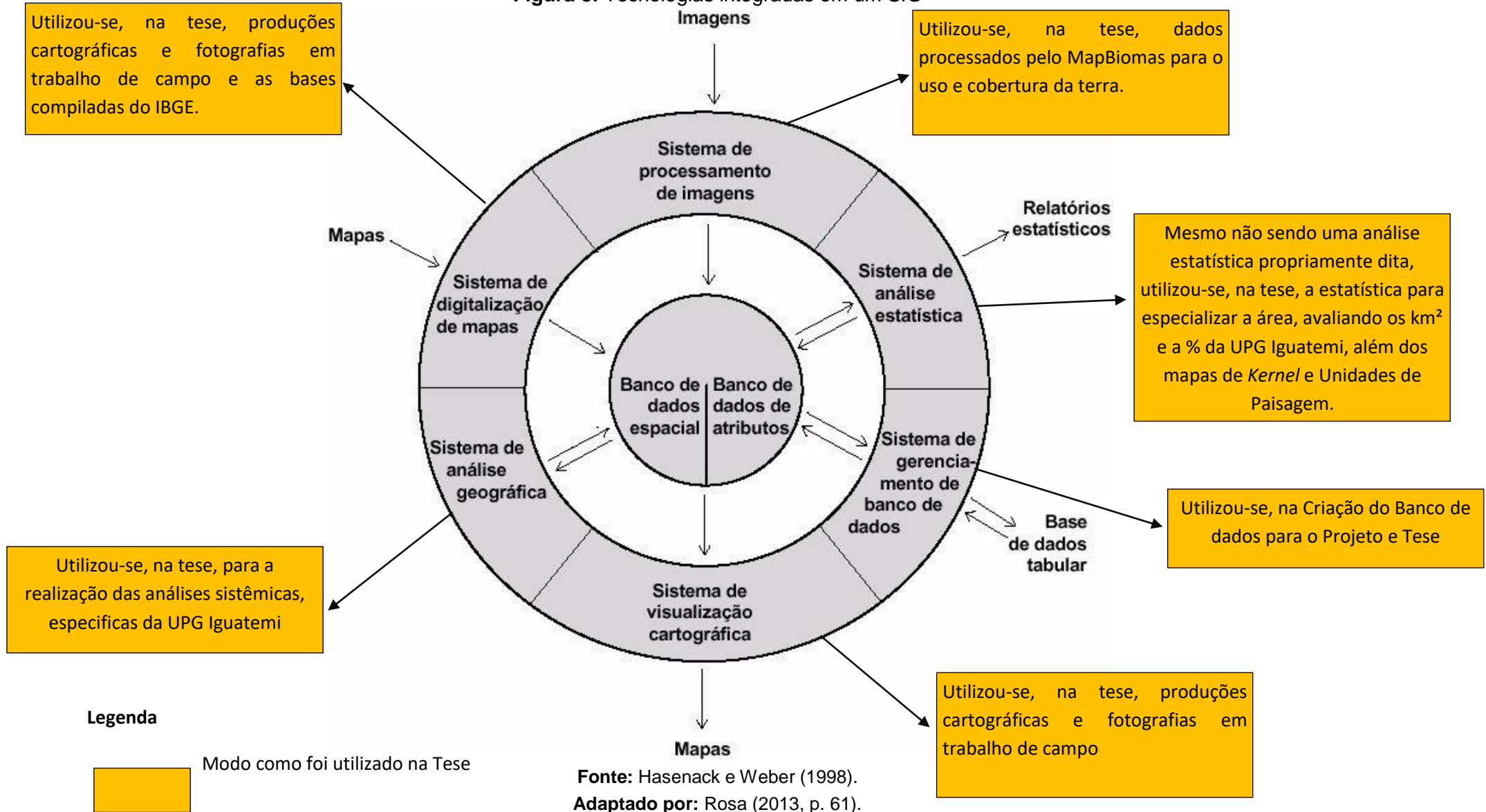
Jesus (2020) ressalta que o objetivo central de um SIG é servir como banco de dados para a elaboração de produtos cartográficos, interagindo com diferentes fontes e representando múltiplos aspectos da área em estudo. Dessa forma, os SIG permitem maior organização dos dados alfanuméricos, facilitando a elaboração de produtos cartográficos digitais precisos e auxiliando na compreensão da dinâmica territorial (Figura 8).

O desenvolvimento do SIG tem se baseado em inovações que ocorreram em disciplinas distintas: Geografia, Cartografia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto, Topografia, Geodésia, Estatística, Computação, Inteligência Artificial, e muitas outros ramos

das Ciências Sociais, Ciências Naturais e Engenharias, com a contribuição de todas as citadas disciplinas (Rosa, 2013, p. 62).

O desenvolvimento dos SIG é resultado de inovações advindas de diversas áreas do conhecimento, com impactos diretos na Geografia. Graças ao avanço tecnológico, atualmente existem dezenas de *softwares* voltados ao processamento de dados espaciais, consolidando-se como ferramentas indispensáveis à elaboração de zoneamentos ambientais.

Figura 8: Tecnologias integradas em um SIG



Entre as inovações recentes, destaca-se o uso de drones como suporte aos SIG, especialmente no monitoramento ambiental. Esses equipamentos coletam dados geográficos e capturam imagens aéreas de alta resolução em áreas remotas ou de difícil acesso. Pereira e Tosto (2012) ressaltam sua importância, enquanto Sandes (2024) destaca que alguns modelos são equipados com sensores capazes de detectar variações ambientais, como mudanças na vegetação ou na umidade do solo. Quando integrados aos SIG, esses dados fornecem subsídios valiosos para a elaboração de zoneamentos ambientais.

O sensoriamento remoto, por sua vez, surgiu na década de 1960, com o objetivo de registrar características da superfície terrestre por meio de sensores orbitais. Os satélites artificiais captam informações a partir da radiação eletromagnética, geralmente proveniente do Sol, permitindo análises detalhadas de fenômenos como desmatamentos, uso da terra e fragilidades ambientais (Rosa, 2013). Trata-se de uma das primeiras ciências integradas aos SIG, utilizando *softwares* especializados como o ESRI ArcGIS para o processamento de dados vetoriais e matriciais e o SulSoft ENVI para o tratamento de imagens de satélite, resultando em mapas de alta precisão.

O sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o Radar (Rosa, 2013, p 107).

O zoneamento ambiental exerce papel estratégico na gestão sustentável dos recursos naturais e do território, promovendo o uso racional do espaço, integrando dimensões ambientais, sociais e econômicas, ao mesmo tempo em que busca reduzir impactos como erosão e perda de biodiversidade, além de valorizar terras indígenas e a diversidade cultural. Sua aplicação na UPG Iguatemi envolve ações de conservação e desenvolvimento sustentável, fundamentadas na definição de unidades de paisagem, na gestão integrada dos recursos hídricos e em uma metodologia estruturada, apoiada em dados primários e secundários.

Capítulo II



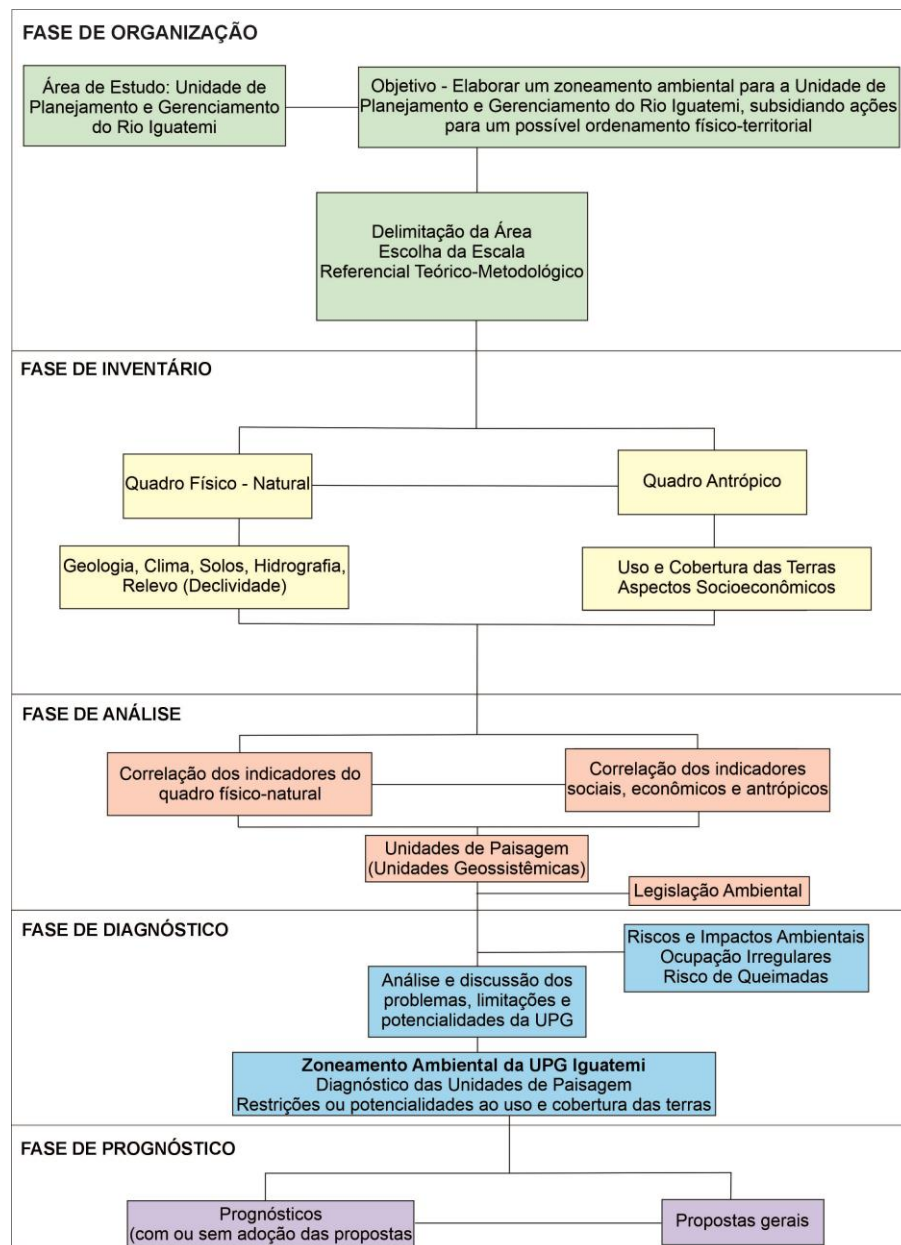
ESTRUTURAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

CAPÍTULO II – ESTRUTURAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

2.1. Aspectos metodológicos

A metodologia da pesquisa fundamenta-se, com adaptações, na proposta de Mateo Rodriguez (1994), e contempla os seguintes procedimentos: organização; inventário do quadro natural e antrópico; análise das informações obtidas no inventário; diagnóstico; e, por fim, elaboração de propostas e prognósticos para a área de estudo, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9: Fluxograma das etapas de efetivação da metodologia dessa pesquisa.



Fonte: Adaptada de Mateo Rodriguez (1994). **Org.:** Jesus (2021).

2.2 Fase de Organização

A fase de organização no planejamento ambiental consiste na estruturação das etapas e dos elementos necessários para um planejamento eficaz e sustentável. Essa etapa inclui a definição de objetivos, com participação política e articulação institucional, a criação de um banco de dados primários e secundários que reúna indicadores ambientais, sociais, econômicos e políticos, bem como a realização de diagnósticos destinados a identificar as fragilidades e potencialidades do espaço estudado (Santos, 2004).

Levantamento Bibliográfico

O levantamento bibliográfico consistiu em um estudo prévio das informações disponíveis sobre o tema da área de estudo e o histórico dos municípios envolvidos, bem como dos dados relevantes acerca das características locais. Documentos de órgãos governamentais, como a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), mostraram-se essenciais para o desenvolvimento da pesquisa, assim como obras de autores renomados, entre os quais se destacam Santos (2004), Bacani (2010) e Mateo Rodriguez (1994). Outras referências foram obtidas em trabalhos já realizados na área ou em áreas semelhantes, em formato digital ou impresso, o que possibilitou a sistematização dos dados e contribuiu para a execução das etapas propostas na pesquisa.

Escolha da Escala e Delimitação da Área de Estudo

A definição da escala cartográfica e geográfica constitui o ponto de partida para os demais procedimentos da pesquisa. Considerando que a UPG Iguatemi abrange dez municípios da região sul do Estado, optou-se pela escala regional, na qual a análise exploratória prevalece sobre o detalhamento, em razão da amplitude da área. Assim, adotou-se a escala de 1:350.000 como base para os mapeamentos

gerados. Ressalta-se, contudo, que o objetivo da pesquisa é fornecer uma escala cartográfica de caráter exploratório.

A delimitação da UPG Iguatemi foi obtida por meio do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental do Mato Grosso do Sul (SISLA/IMASUL). Para a elaboração do mapa de localização da UPG Iguatemi, diversos *shapefiles* (ESRI) foram utilizados a fim de representar distintos elementos territoriais. A base de dados do IBGE (2021) foi empregada para a definição das fronteiras e divisões administrativas. As terras indígenas foram representadas a partir do MapBiomias (2023), ferramenta essencial para a visualização das áreas protegidas e reservas indígenas. As rodovias, por sua vez, foram compiladas com base nos dados do IBGE (2021), fornecendo informações sobre as principais vias de transporte e conexões rodoviárias.

2.3 Fase de Inventário

A fase de inventário é fundamental para o planejamento, pois nela são desenvolvidos os bancos de dados primários, secundários e as observações diretas de campo (Santos, 2004). O inventário reúne todos os dados a serem utilizados no planejamento, incluindo indicadores ambientais, sociais, econômicos, políticos e outros considerados relevantes. Esses indicadores constituem a base para a etapa seguinte, o diagnóstico, no qual se realiza uma análise integrada.

Quadro Físico-Natural

A interpretação do quadro físico-natural contemplou a análise da Litologia, da Precipitação, dos Solos, da Hidrografia e do Relevo (Hipsometria e Declividade).

a) Litologia: os dados geológicos secundários foram obtidos junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006). Avanços no mapeamento foram alcançados com o apoio de Modelos Digitais de Elevação, saídas de campo e imagens de satélite (Zanotta et al., 2019). O detalhamento seguiu as abordagens propostas por Brugnolli (2020), que discute a necessidade de mapear planícies para evidenciar os depósitos aluvionares característicos da região. Esse

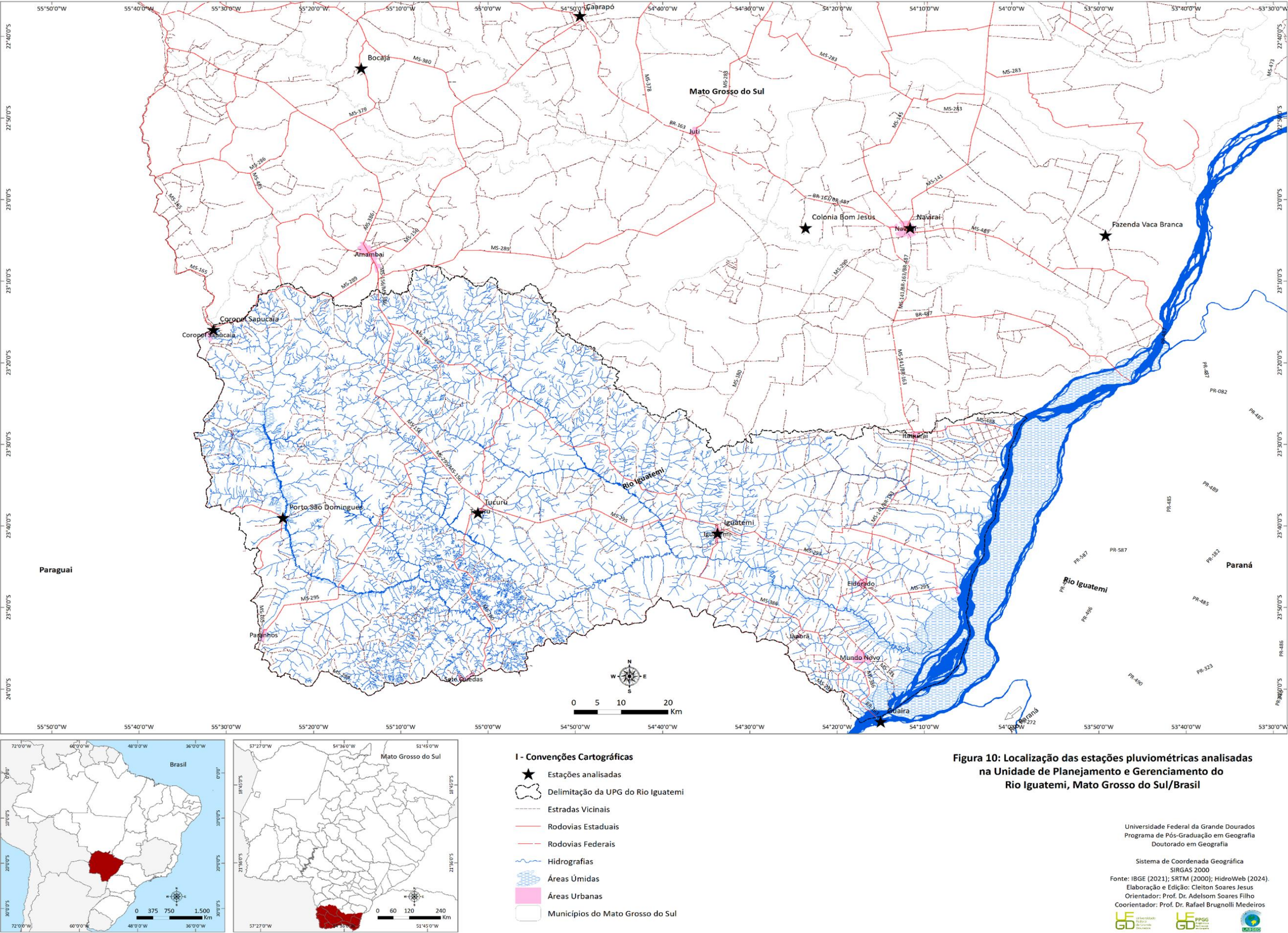
aprimoramento possibilitou identificar áreas de planícies, regiões declivosas e superfícies aplainadas que, embora se refiram ao relevo, auxiliam na identificação de aspectos geológicos específicos das planícies, distintos das demais posições de vertentes.

b) Precipitação: elaborou-se um mapa pluviométrico a partir de dados das normais climatológicas de estações meteorológicas situadas na área de estudo e em suas proximidades. Para tanto, adotou-se o período de 1991 a 2020, intervalo de trinta anos definido como referência pela Organização Meteorológica Mundial. Essa escolha justifica-se pelo fato de que o clima, ao longo de três décadas, confere às paisagens uma característica estável e representativa, constituindo a base para a definição das unidades geossistêmicas. Embora a análise do ano de 2022 (ano de referência para o uso da terra) seja relevante, ela refletiria apenas uma condição pontual de precipitação, não representando adequadamente o regime pluviométrico regional necessário à análise geoecológica. Os dados foram obtidos no banco de informações sistematizado por Alves (2023) e coletados no site da Agência Nacional de Águas (HidroWeb), que disponibiliza séries históricas consistentes para este tipo de estudo (Quadro 6 e Figura 10).

Quadro 6: Estações Pluviométricas Analisadas

Estação	Precipitação Anual	Latitude	Longitude	Responsável	Estado
Bocajá	1527,39	-22 43 54.84	-55 14 31.92	ANA	Mato Grosso do Sul
Caarapó	1406,60	-22 37 27.84	-54 49 28.92	ANA	Mato Grosso do Sul
Colônia Bom Jesus	1461,60	-23 3 28.08	-54 23 36.96	ANA	Mato Grosso do Sul
Coronel Sapucaia	1655,00	-23 15 57.96	-55 31 27.84	ANA	Mato Grosso do Sul
Fazenda Vaca Branca	1481,60	-23 4 22.08	-53 49 14.16	ANA	Mato Grosso do Sul
Guaira	1664,80	-22 37 27.84	-54 49 28.92	ANA	Paraná
Iguatemi	1653,00	-23 40 54.84	-54 33 42.12	ANA	Mato Grosso do Sul
Naviraí	1493,20	-23 3 28.08	-54 11 38.04	ANA	Mato Grosso do Sul
Porto São Domingues	1599,80	-23 39 1.08	-55 23 30.84	ANA	Mato Grosso do Sul
Tucuru	1611,30	-23 38 25.08	-55 1 9.12	ANA	Mato Grosso do Sul

Fonte: (ANA, S.d.)



c) Análise do Relevo: a análise do relevo contemplou o mapeamento da declividade, expressa em porcentagem, a partir da importação do Modelo Digital de Elevação (MDE) da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), disponível na base de dados do *Earth Explorer* (NASA, s.d.), com resolução espacial de 30 metros e dados referentes ao ano 2000. Foram realizados ajustes e correções de inconsistências, como pixels espúrios e áreas sem dados, utilizando ferramentas como *Fill Sinks*, disponível no ArcGIS. Assim, foi possível representar a altimetria da região e identificar compartimentos que subsidiam a definição das unidades de paisagem. O processamento dos dados ocorreu em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo a correlação entre classes de declividade e a capacidade de uso da terra.

d) Análise dos Solos: a análise dos solos baseou-se em dados disponibilizados pelo programa PronaSolos da EMBRAPA, posteriormente replicados e disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Mato Grosso do Sul (2009). Para um maior detalhamento das informações, adotou-se metodologia semelhante à aplicada na análise da litologia, considerando, por exemplo, solos característicos de fundos de vale em áreas de planícies, ajustando progressivamente as classificações conforme as diferentes condições geográficas ao longo da UPG. Para complementar esse processo, foram utilizadas imagens de satélite, o MDE e análises integradas dos componentes do meio físico (Zanotta et al., 2019).

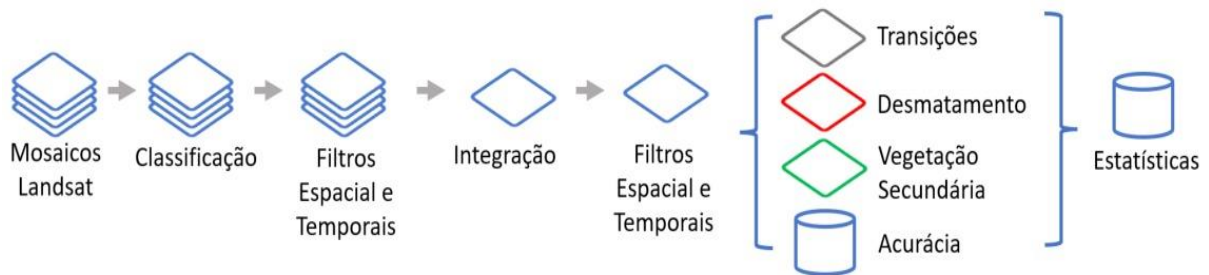
Quadro Antrópico

a) Análise do Uso e Cobertura da Terra: a análise do uso e cobertura da terra consistiu na avaliação da evolução multitemporal entre os anos de 1985 e 2022. Esse intervalo foi selecionado por atender adequadamente ao objetivo da pesquisa, que busca identificar mudanças nos padrões de uso e cobertura da terra, possibilitando compreender as principais características da ocupação socioeconômica da área em estudo. O ano de 1985 foi escolhido por representar o período posterior à Marcha para o Oeste, movimento de povoamento que se iniciou na região a partir da política governamental de Getúlio Vargas, em 1937, e que foi seguido por um processo gradual de transformação territorial decorrente da Revolução Verde, entre

as décadas de 1960 e 1970 (Jesus, 2020). As informações espacializadas, combinadas com dados de campo, constituíram subsídios essenciais para a realização do zoneamento ambiental.

Para essa análise, foram utilizados dados do *MapBiomias* Coleção 7, disponíveis gratuitamente. Os mapas de uso e cobertura da terra do *MapBiomias* são gerados a partir da classificação pixel a pixel de imagens dos satélites *Landsat 5* (para 1985) e *Landsat 8* (para 2022). O processamento é realizado por algoritmos de *machine learning* na plataforma *Google Earth Engine*, que possibilita elevado desempenho de processamento em nuvem. O resultado consiste em mosaicos anuais que cobrem todo o território brasileiro, fornecendo dados consistentes e atualizados para análises territoriais (Figura 11).

Figura 11: Metodologia descrita no MapBiomias para classificação das imagens.



Fonte: MapBiomias (s.d.).

Cada pixel dos mosaicos gerados pelo *MapBiomias* contém até 105 métricas espectrais, classificadas por meio do algoritmo *Random Forest*. Essas métricas possibilitam a identificação de diversas classes de uso e cobertura da terra, como floresta, agricultura e pastagem. Após a classificação inicial, são aplicados filtros espaciais, que eliminam pixels isolados ou inconsistentes, e filtros temporais, que corrigem alterações impossíveis ou não permitidas, garantindo maior precisão dos dados. Esses filtros também ajustam inconsistências decorrentes do excesso de nuvens ou da ausência de informações em determinadas áreas ao longo da série temporal (MapBiomias, 2023).

Em seguida, os mapas de cada classe são integrados em um único produto consolidado, no qual são aplicadas regras de prevalência para resolver conflitos entre classes distintas. Posteriormente, são gerados mapas de transição que evidenciam

as mudanças na cobertura e no uso da terra entre diferentes anos, possibilitando uma análise detalhada das dinâmicas territoriais (MapBiomass, 2023).

Os dados obtidos por meio do *MapBiomass* foram incorporados em um SIG, o que permitiu a elaboração de mapeamentos detalhados. Esses mapeamentos foram complementados com saídas de campo, que verificaram a correspondência entre a realidade observada e a classificação obtida em ambiente virtual, assegurando maior precisão e confiabilidade aos resultados.

Focos de Incêndios na UPG Iguatemi

O mapa dos focos de incêndios da UPG Iguatemi foi elaborado a partir de dados pontuais disponibilizados pelo INPE, obtidos no portal do **Banco de Dados de Queimadas/INPE (2022)**. Esses dados constituíram a base para a aplicação do algoritmo de *Kernel*, por meio da ferramenta *Kernel Density* do módulo *Spatial Analyst Tools* do **ArcGIS**. O mapa de densidade das ocorrências de incêndio gerado permite mensurar a intensidade e a concentração em torno de cada ponto registrado, organizando os resultados em classes. No caso específico dos focos de incêndio, quanto mais próxima do vermelho for a tonalidade representada no mapa, maior a concentração de ocorrências. Ressalta-se que, nesta pesquisa, não foi possível distinguir e separar as áreas de queimadas daquelas correspondentes a incêndios florestais.

Trabalho de Campo

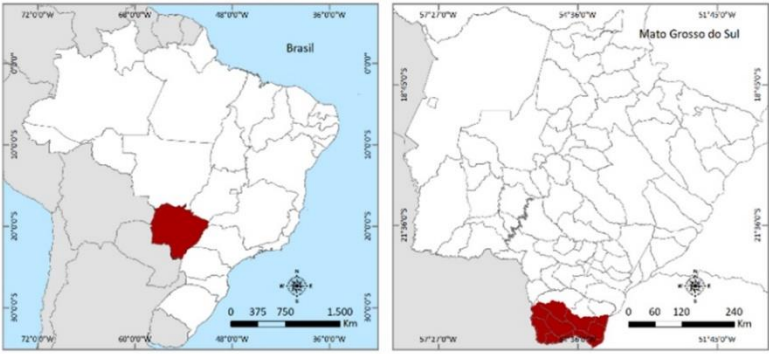
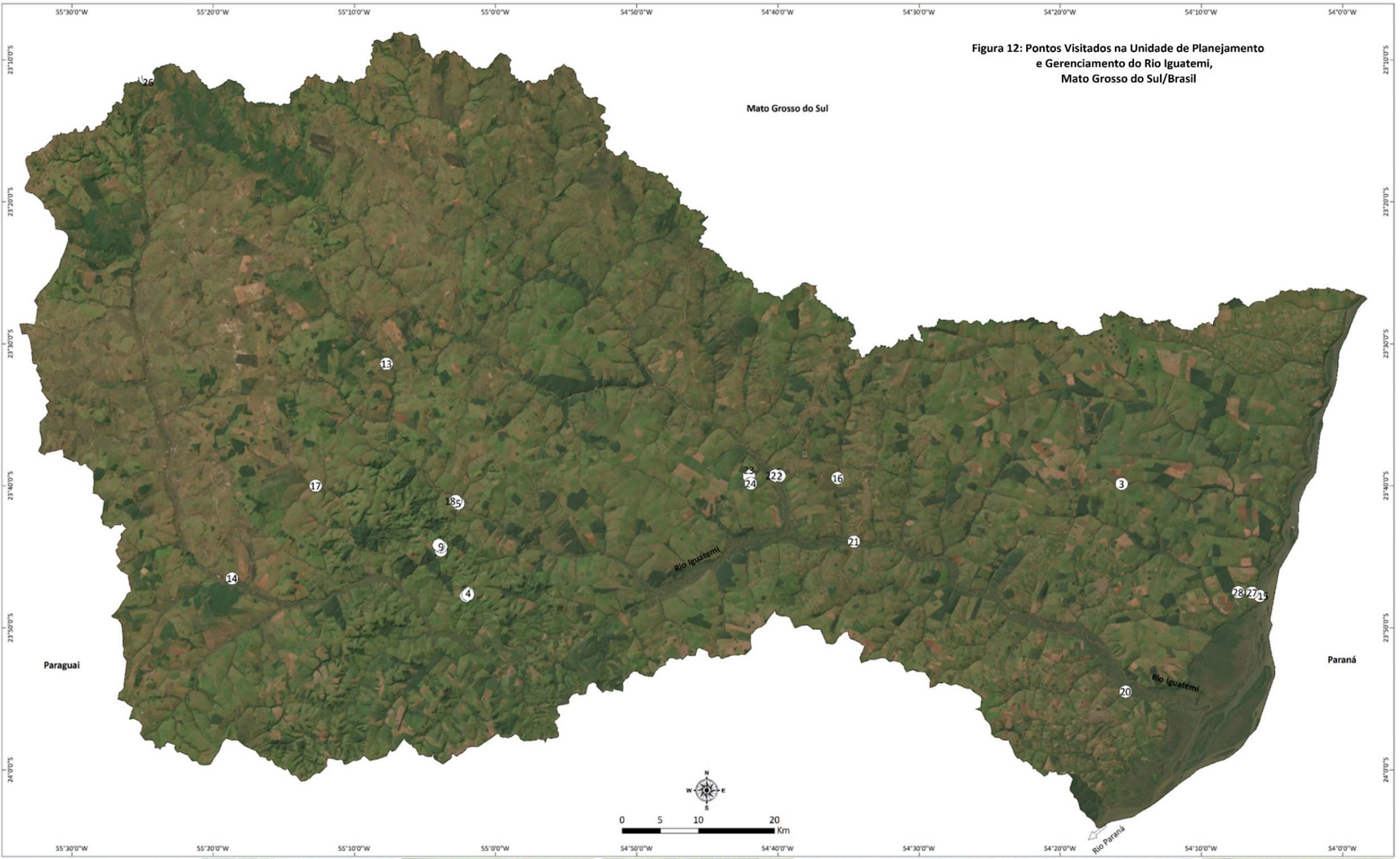
Os trabalhos de campo foram realizados entre os dias 21 e 22 de novembro de 2022, com o apoio do drone *DJI Mini 3 Pro*, empregado para a obtenção de fotografias aéreas. Os pontos de visita foram previamente selecionados (Figura 12), com o objetivo de registrar imagens representativas da área de estudo. Foram priorizados locais com ausência de vegetação nativa, indícios de processos erosivos, áreas de plantio comercial de soja e eucalipto, terras indígenas, entre outros pontos de interesse.

O drone *DJI Mini 3 Pro* (Figura 14), na versão *Fly More Combo*, dispõe de uma bateria com autonomia de 34 minutos de voo e mais duas baterias adicionais, cada uma com autonomia de 47 minutos. Esse modelo foi escolhido em função da ampla extensão da UPG Iguatemi, que abrange uma área de 9.595,71 km², conforme o PERH-MS (2010). Segundo o fabricante, *DJI*, o alcance do equipamento pode atingir até 12 km de distância. Além disso, o drone é equipado com câmera de alta resolução (4K) e sensores anticolisão, assegurando maior segurança durante as operações de voo.

O equipamento também conta com um controle remoto com tela integrada (Figura 13), que permite a gravação da tela durante o voo e o monitoramento da telemetria. Esse recurso dispensa o uso de smartphones, tornando o processo de decolagem mais ágil nos pontos previamente delimitados com base na carta-imagem. Essa carta foi elaborada a partir dos resultados obtidos nos mapas de Unidades de Paisagem de Nível I e II.

Todos os voos realizados com o *DJI Mini 3 Pro* para a obtenção das fotografias aéreas foram planejados previamente e seguiram rigorosamente a legislação vigente na República Federativa do Brasil. O equipamento e o piloto encontram-se devidamente regularizados junto aos órgãos competentes: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

O objetivo central das fotografias aéreas obtidas com o *DJI Mini 3 Pro* foi viabilizar o acesso a áreas de difícil alcance por terra, permitindo a captura de imagens aéreas que proporcionam uma perspectiva singular, impossível de ser obtida apenas por observações realizadas no solo.



I - Convenções Cartográficas

- Pontos Visitados
- ⬭ Delimitação da UPG do Rio Iguatemi

Figura 13: Radio Controle DJI Mini 3 Pro



Fonte: O autor.

Figura 14: Drone DJI Mini 3 Pro


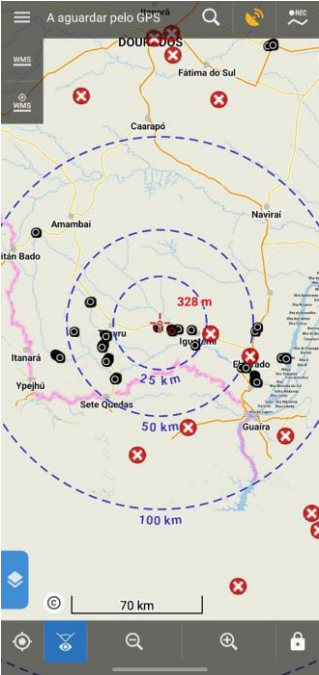



Fonte: o autor.

Aplicativo e câmeras utilizados no Trabalho de Campo

Os pontos de interesse para observação foram previamente selecionados em laboratório, por meio do *software* ArcGIS 10 (ESRI®), e representados na carta-imagem (Figura 12). Para a navegação em campo, utilizou-se o aplicativo *Locus Map 3 Classic* – versão *premium* (Figura 15), disponível na loja *Play Store*.

Figura 15: Aplicativo utilizado no Trabalho de Campo

	
<p>Aplicativo utilizado no trabalho de campo.</p>	
	
<p>Pontos extraídos do ArcGis 10 ESRI® para o aplicativo “Locus Map 3 Classic”, no formato KML, para o trabalho de campo na UPG Iguatemi.</p>	<p>Bússola digital disponível no aplicativo “Locus Map 3 Classic”, com informações de telemetria necessárias para chegar ao ponto georreferenciado na UPG Iguatemi.</p>

Fonte: o autor.

O aplicativo *Locus Map 3 Classic* constitui uma ferramenta de navegação e mapeamento que possibilitou o download e o uso de mapas em modo offline, permitindo a definição de rotas otimizadas para os pontos de interesse no trabalho de campo. Além disso, a aplicação viabilizou o registro de pontos essenciais, que puderam ser posteriormente acessados. Dessa forma, considera-se essa ferramenta fundamental para a realização de trabalhos de campo em áreas extensas, como a UPG Iguatemi.

Complementarmente, foram utilizados uma câmera fotográfica, um receptor de GPS *Garmin Montana 600* e um aparelho celular, com o propósito de auxiliar na orientação e na determinação das coordenadas geográficas dos pontos previamente selecionados.

2.4 Fase de análise

Essa etapa contempla a integração de todos os elementos empregados no planejamento, incluindo indicadores ambientais, sociais, econômicos, políticos e demais aspectos considerados relevantes. Tais indicadores servirão de base para a etapa subsequente, o diagnóstico, conforme descrito por Santos (2004).

A definição das Unidades de Paisagem

Essa definição segue metodologias estabelecidas por autores como Mateo Rodriguez (1994), Salinas Chávez e Ribeiro (2017) e Brugnolli (2020), que ressaltam a importância de um método sistemático e sequencial para a identificação das unidades de paisagem, etapa essencial para a elaboração do zoneamento ambiental. Nessa fase, são identificadas as características homogêneas do quadro físico-natural e do quadro antrópico, considerando a interação entre fatores como litologia, solos, precipitação, hidrografia, relevo e uso e cobertura da terra. A homogeneidade resultante é fundamental, pois decorre da integração dessas variáveis nas paisagens, funcionando como guia para o restante da pesquisa e orientando as análises de zoneamento e planejamento ambiental.

A definição das Unidades de Paisagem constitui um desafio, pois envolve a análise integrada de múltiplos atributos naturais e antrópicos. Essa articulação permite compreender os fatores que influenciam a dinâmica da paisagem e identificar suas principais fragilidades ambientais, aspectos essenciais para uma gestão territorial eficaz (Amorim et al., 2008). Assim, a delimitação das Unidades de Paisagem (Figura 16) revela-se um processo intrincado, justamente pela interação entre diferentes componentes naturais e humanos, mas que fornece subsídios fundamentais para o planejamento e manejo do território.

Figura 16: Metodologia para a definição dos Objetivos de Qualidade de Paisagem [OQP] e respectivas medidas de proteção, gestão e ordenamento da paisagem, prevendo-se a sua integração nos Instrumentos de Gestão Territorial.



A elaboração do Mapa de Unidades de Paisagem da UPG Iguatemi foi conduzida em três níveis principais de análise. No primeiro nível, analisaram-se os dados morfométricos (hipsometria e declividade) para identificar os tipos de relevo existentes na área, utilizando álgebra de mapas (*Weighted Overlay*). No segundo nível, as unidades de relevo foram integradas aos dados geológicos e às verificações de campo, também por meio da ferramenta *Weighted Overlay*. No terceiro nível, incorporaram-se informações sobre os solos e o uso e cobertura da terra para a definição das unidades de paisagem finais, com a utilização da ferramenta *Weighted Sum*.

Esse processo gerou valores específicos, como o 11122, que corresponde, por exemplo, a depósitos aluvionares com índices altimétricos de 1.529 a 1.660 m, declividades de 0,00 a 3,00%, organossolos e lavouras temporárias. Tais valores e pesos funcionam como instrumentos auxiliares na criação dos polígonos e, posteriormente, na identificação de suas respectivas correspondências, sempre tomando a Tabela 2 como parâmetro para a atribuição dos pesos. O resultado final foi um mapa detalhado e consistente da UPG Iguatemi.

Tabela 2: Síntese das ponderações definidas para identificar as unidades de paisagem da UPG Iguatemi.

Formações rochosas		Precipitação (mm)		Declividade (%)		Solos		Uso da Terra	
Classificação	Pesos	Classificação	Pesos	Classificação	Pesos	Classificação	Pesos	Classificação	Pesos
Depósitos Aluvionares	10000	Índice de 1529 a 1660 mm	1000	0,00 a 3,00	100	Gleissolos	10	Edificações	1
Formação Caiuá	20000			3,01 a 8,00	200	Organossolos	20	Lavouras Temporárias	2
Depósitos Aluvionares	30000			8,01 a 20,00	300	Latossolos	30	Mineração	3
				20,01 a 45,00	400	Nitossolos	40	Pastagem e Mosaico de Usos	4
				45,01 a 75,00	500	Neossolos	50	Solo Exposto	5
				> 75,01	600			Silvicultura	6
								Vegetação Nativa	7
				Vegetação em áreas úmidas	8				
				Água	9				

Fonte: o autor

Figura 17: Metodologia utilizada para definição das unidades de paisagem



Fonte: o autor.

Nota-se que as unidades de paisagem configuram áreas homólogas, com estrutura, dinâmica e funcionamento próprios, o que possibilita a proposição de medidas específicas para cada uma delas, visando a conservação, a recuperação ambiental e o equilíbrio entre os elementos físicos e sociais da paisagem.

Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi

O perfil geoecológico foi elaborado com base em Rodrigues (2022), que o define como um instrumento de validação dos mapeamentos de uso e cobertura da terra, subsidiando a modelagem espacialmente explícita para cenários futuros. Como critério metodológico, optou-se pela representatividade da paisagem, contemplando diferentes tipos de relevo, cobertura vegetal, uso da terra e formações geológicas.

A construção do perfil foi realizada com o auxílio do software *Global Mapper*, responsável pelo traçado do perfil, e do aplicativo *PhotoScape X (Microsoft)*, empregado para o design gráfico das fitas representativas dos componentes da paisagem.

Esse recurso analítico busca integrar múltiplas dimensões do espaço geográfico, considerando as interações entre os componentes naturais (solos, relevo, precipitação e litologia) e os aspectos sociais e econômicos, refletidos no uso e ocupação da terra. Tal abordagem permite compreender as características e dinâmicas da área, oferecendo uma visão holística de sua formação, funcionamento e processos de transformação.

De acordo com Levighin e Viadana (2003), o perfil geoecológico constitui um método capaz de correlacionar os elementos fisiográficos e humanos da paisagem em estudo, favorecendo a compreensão de seus processos, inter-relações, condicionantes e da distribuição espacial de seus componentes. Os perfis são construídos a partir de transectos que organizam as informações de maneira a possibilitar uma leitura horizontal e vertical da paisagem (Tabela 3).

Tabela 3: Elementos Utilizados no Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi.

Categoria	Elementos da Paisagem Utilizados
Uso da Terra	Vegetação Florestal, Silvicultura, Formação Campestre, Cana-de-Açúcar, Solo Exposto, Formação Savânica, Área Úmida, Pastagem, Área Urbanizada, Soja, Água, Outras Lavouras Temporárias
Clima	Controle por Massas Tropicais e Polares - Climas Sub-Tropicais Úmidos, Serra do Amambai (1.500 a 1.700 mm), Porção Meridional Vales do Amambai e Iguatemi (1.300 a 1.500 mm), Transição, Atuação Equilibrada das Massas Tropical Atlântica (TA/TAC) e Polar Atlântica (PA/PV)
Solos	Gleissolo Háptico Tb Distrófico, Neossolo Quartzarênico Álico, Latossolo Bruno Álico, Nitossolo Vermelho Eutrófico, Organossolo Háptico Sáprico, Latossolo Vermelho Álico, Nitossolo Vermelho Álico
Relevo	Planície Fluvial, Planície do Rio Iguatemi, Planície do Rio Paraná, Superfície aplainada a suave ondulada, Superfície ondulada a fortemente ondulada, Rebordos da Serra de Amambai
Litologia	Depósitos Aluvionares, Formação Caiuá, Formação Serra Geral
Coordenadas	Ponto inicial: 23° 16' 58.6956" S, 55° 33' 17.4573" W
	Ponto final: 23° 55' 29.1985" S, 54° 09' 18.7850" W

Elaboração: o autor.

Logo, esse processo envolve o reconhecimento de padrões e a identificação de unidades de paisagem. A análise dessas unidades busca compreender como os diferentes elementos naturais interagem entre si, bem como a forma pela qual as atividades humanas influenciam e, ao mesmo tempo, são condicionadas por esses fatores.

O perfil geoecológico, nesse contexto, configura-se como uma ferramenta essencial para o planejamento territorial, pois possibilita uma avaliação integrada das condições ambientais e socioeconômicas de uma região. Ao reunir informações de diferentes dimensões do espaço geográfico, o perfil oferece subsídios fundamentais para a tomada de decisões que conciliem o desenvolvimento com a conservação dos recursos naturais.

Legislação Utilizada e Especificações do Código Florestal

Foi realizada a interpretação e o mapeamento das APPs, UCs, APAs, Terras Indígenas, entre outras áreas legalmente instituídas que possuem papel relevante na

conservação e/ou preservação ambiental. Nesse processo, foram considerados os dispositivos do Código Florestal (BRASIL, 2012), do SNUC (BRASIL, 2000), bem como informações referentes às terras indígenas vinculadas à Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), além de outras fontes oficiais necessárias para subsidiar o levantamento e garantir sua consistência normativa.

Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012)

O Código Florestal Brasileiro estabelece critérios para a preservação das APPs, que são fundamentais para a conservação do meio ambiente. As especificações incluem:

APPs ao longo dos cursos d'água (Art. 4º, inciso I):

- a) Largura do corpo d'água inferior a 10 metros: faixa marginal de 30 metros de largura.
- b) Largura do corpo d'água entre 10 e 50 metros: faixa marginal de 50 metros de largura.
- c) Largura do corpo d'água entre 50 e 200 metros: faixa marginal de 100 metros de largura.
- d) Largura do corpo d'água entre 200 e 600 metros: faixa marginal de 200 metros de largura.
- e) Largura do corpo d'água superior a 600 metros: faixa marginal de 500 metros de largura.

Destaca-se, entre essas legislações, o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), que estabelece diretrizes específicas para a conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), com a finalidade de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo gênico da fauna e da flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Art. 4º, inciso IV APPs no entorno de nascentes e olhos d'água: raio mínimo de 50 metros.

Art. 4º, inciso VII APPs em áreas de encostas: Inclui topo de morros, montes, montanhas e serras, sendo obrigatória a preservação de áreas com declividade superior a 45 graus.

Art. 4º, inciso IX APPs em restingas: áreas de fixação de dunas ou estabilização de mangues.

Art. 4º, inciso XI APPs em veredas: faixa de 50 metros ao redor dos olhos d'água.

Especificações do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei nº 9.985/2000)

Unidades de Conservação (UCs): As Unidades de Proteção Integral têm como objetivo principal a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais, como a pesquisa científica e a educação ambiental, com restrições específicas para cada tipo de unidade. De acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Art. 8º, as categorias de Unidades de Proteção Integral incluem: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

Unidades de Uso Sustentável: Conforme a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, o Art. 14 define as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). O objetivo principal dessas unidades consiste em compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais.

Áreas de Proteção Ambiental (APAs): As Áreas de Proteção Ambiental (APAs), conforme o Artigo 15 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC, estabelecem restrições claras às atividades que possam causar degradação ambiental significativa, como o desmatamento sem critérios e a mineração descontrolada. Ressalte-se que diversas atividades dependem de licenciamento ambiental para a maior parte das operações econômicas, com o objetivo de assegurar o desenvolvimento sustentável e a preservação ambiental.

Considerações sobre Terras Indígenas

A FUNAI, em conformidade com o Art. 19 da Constituição Federal, tem como principal finalidade preservar os modos de vida e a cultura das populações indígenas, bem como promover a conservação dos recursos naturais. Compete ainda à FUNAI estabelecer que as atividades econômicas e a exploração dos recursos naturais respeitem os direitos e as tradições das comunidades indígenas. Ressalte-se que tais

atividades dependem de autorização prévia e de regulamentação pela FUNAI, assegurando a proteção dos direitos territoriais e culturais dos povos indígenas.

Análise sobre os impactos ambientais

Os métodos utilizados para a identificação dos impactos ambientais foram aplicados por meio de imagens de satélite e, posteriormente, por observações diretas em trabalho de campo. As erosões e demais ocorrências registradas em campo foram associadas à plotagem dos pontos de GPS em ambiente SIG, possibilitando o mapeamento dos impactos.

Adicionalmente, o uso de drones em trabalho de campo permitiu a captura de imagens que forneceram um detalhamento mais preciso das áreas previamente selecionadas em laboratório. Assim, foi possível realizar uma avaliação mais abrangente e fundamentada dos impactos ambientais, viabilizando a integração das informações espaciais e temporais para uma compreensão aprofundada das dinâmicas presentes na UPG Iguatemi.

2.5 Fase de diagnóstico

O diagnóstico realiza uma análise integrada dos indicadores, identifica fragilidades e potencialidades, acertos e conflitos, além de avaliar os cenários passados e presentes. Esse processo permite apontar possíveis melhorias por meio de métodos espaciais (Santos, 2004). Nessa etapa, foram desenvolvidas duas fases: a primeira, relacionada à capacidade de uso da terra; e a segunda, ao zoneamento ambiental.

Capacidade de Uso da Terra

A análise da capacidade de uso da terra na UPG Iguatemi foi conduzida com base na metodologia proposta por Bacani (2010). Esse método classifica as terras conforme suas aptidões e limitações para diferentes usos, considerando aspectos como declividade, fertilidade do solo, suscetibilidade à erosão e restrições ambientais.

Dessa forma, possibilita a recomendação de usos adequados e a implementação de práticas conservacionistas, com vistas à preservação dos recursos naturais.

Zoneamento Ambiental

O diagnóstico contempla, ainda, a elaboração do zoneamento ambiental, que consiste na identificação, delimitação e cartografia das paisagens, considerando o uso e a cobertura da terra, bem como suas respectivas restrições. A definição desse zoneamento fundamenta-se nas características geológicas, climáticas, pedológicas, de relevo, de uso da terra, nas unidades de paisagem e na legislação ambiental vigente, conforme ilustrado na Figura 18. A metodologia adotada segue as propostas de Mateo Rodriguez (1994) e Brugnolli (2020).

O Mapa de Zoneamento Ambiental da UPG Iguatemi apresenta informações inter-relacionadas sobre os aspectos físicos, ambientais e socioeconômicos da região. Evidencia a interação entre hidrografia, uso da terra, remanescentes florestais, infraestrutura e áreas de conservação (Lopes et al., 2012). O principal objetivo do zoneamento consiste em classificar cada unidade de paisagem segundo enfoques produtivos, preservacionistas, conservacionistas ou de recuperação ambiental. Trata-se de uma preposição de zoneamento voltada a uma região ainda pouco explorada do ponto de vista ambiental, com enfoque na integração da variável de incêndios no zoneamento.

O zoneamento ambiental da UPG Iguatemi foi estruturado a partir de uma visão integrada, com base em levantamento bibliográfico e cartográfico, construção de banco de dados geográficos e análise dos componentes físicos e socioeconômicos da paisagem. Essa abordagem possibilitou organizar as áreas conforme suas potencialidades e fragilidades, assegurando um planejamento ambiental mais eficaz.

A etapa inicial consistiu no levantamento bibliográfico e na obtenção de bases cartográficas. Foram utilizadas fontes oficiais como: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2022), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) e o MapBiomas. Esses dados serviram de base para

a delimitação da área de estudo, definição da escala de mapeamento e estruturação do banco de dados geográficos.

O banco de dados geográficos foi operado por meio de um SIG, que integrou dados espaciais relacionados ao relevo, hidrografia, solos, uso da terra, vegetação, infraestrutura e aspectos jurídico-ambientais. A caracterização da UPG Iguatemi fundamentou-se na avaliação desses componentes físicos e socioeconômicos, que subsidiaram a definição das unidades de zoneamento.

Os elementos analisados foram:

- Litologia – Identificação das formações geológicas predominantes e de sua influência na estabilidade e fragilidade dos solos (CPRM, 2022).
- Precipitação – Caracterização do regime climático, com ênfase na pluviosidade (INPE, 2020).
- Relevo – Análise da morfologia da paisagem, essencial para determinar restrições ao uso da terra (IBGE, 2020).
- Hipsometria – Estudo das variações altimétricas e sua relação com os processos de erosão e uso da terra.
- Declividade – Classificação das áreas de acordo com o grau de inclinação, fator determinante para o uso agrícola e a vulnerabilidade à erosão.
- Hidrografia – Mapeamento dos corpos hídricos e de suas áreas de influência foram fundamentais para a delimitação de APPs.
- As dinâmicas de uso da terra foram avaliadas por meio de séries temporais de 1985 a 2022, com base nos dados do MapBiomias.

Essa análise permitiu identificar padrões de uso e mudanças na cobertura vegetal, elementos cruciais para a construção do zoneamento ambiental.

Com base na integração entre fatores físicos, socioeconômicos e jurídicos, foram definidas as seguintes categorias de zoneamento:

a) Zona Prioritária à Preservação Permanente: Compreende áreas legalmente protegidas pela legislação ambiental: APPs – matas ciliares, nascentes e encostas íngremes, conforme o Código Florestal (Brasil, 2012); e Remanescentes Florestais – fragmentos de vegetação nativa (Cerrado e Mata Atlântica), cuja conservação é essencial para a biodiversidade e o equilíbrio ecológico (SOS Mata Atlântica, 2023).

b) Zona de Uso com Níveis de Restrição: Classifica-se conforme a limitação imposta pelas características ambientais: Baixa Restrição – áreas aptas à agropecuária, com solos profundos e férteis, situadas em terrenos planos ou suavemente ondulados; Média Restrição – áreas com limitações ao uso da terra em razão da declividade acentuada ou da baixa fertilidade dos solos; Alta Restrição – regiões com múltiplas limitações ao uso agrícola, seja por relevância ecológica ou pela presença de solos instáveis.

c) Zona Urbana: Engloba áreas urbanizadas, como cidades e distritos. Devido à escala adotada (1:350.000), elementos isolados como sedes de fazendas e silos não foram considerados (IBGE, 2020).

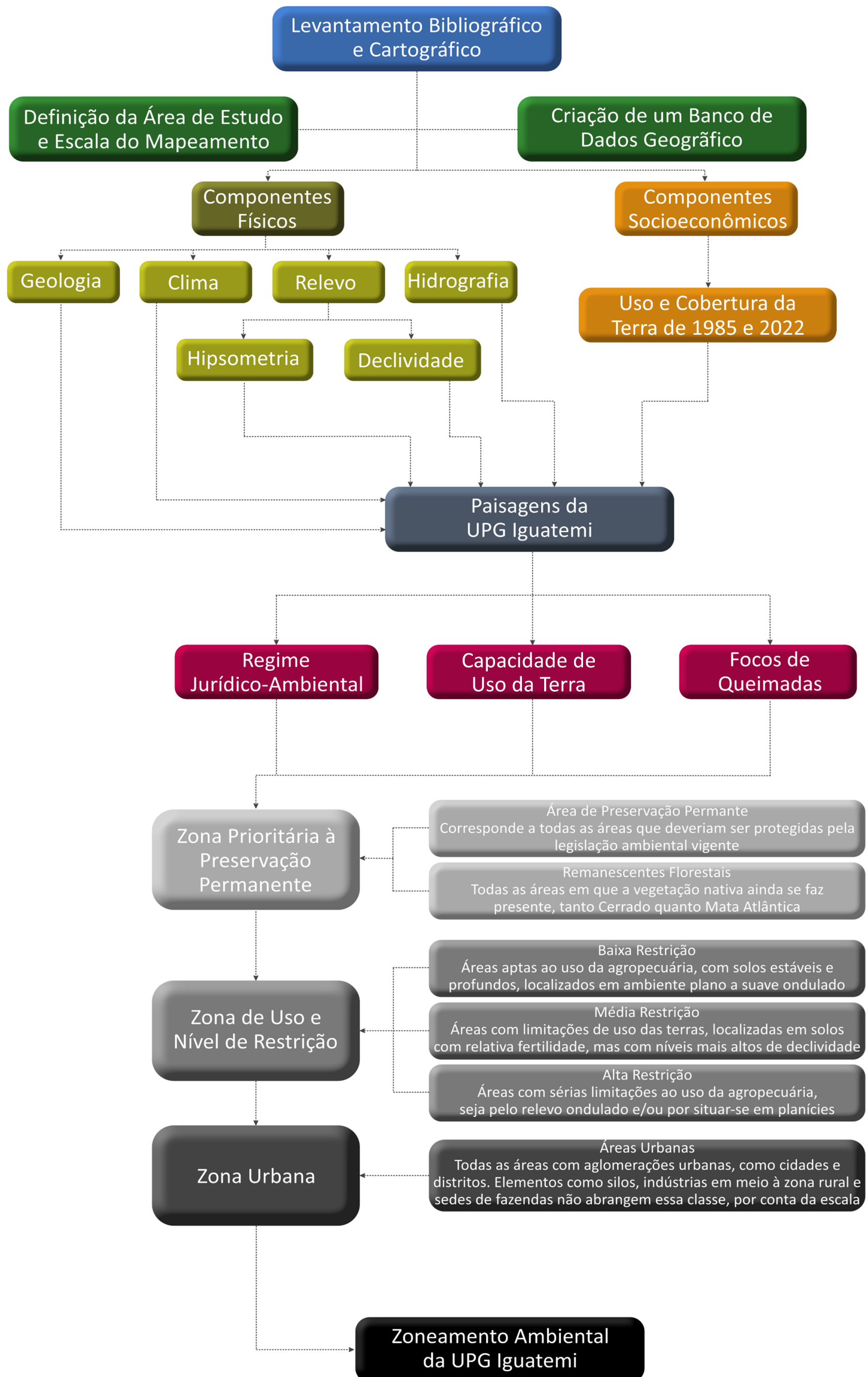
Além da classificação do uso da terra, foram examinados outros aspectos essenciais para o planejamento territorial:

- Capacidade de Uso da Terra – Avaliação do potencial agrícola e das limitações ambientais (EMBRAPA, 2018).
- Focos de Incêndios – Monitoramento de áreas suscetíveis a queimadas, com vistas a ações de prevenção e mitigação (INPE, 2020).

O zoneamento foi consolidado por meio de modelagem espacial em SIG, utilizando técnicas como:

- Interpolação de dados geoespaciais – sobreposição de camadas temáticas para identificação de padrões espaciais e conflitos de uso.
- Análise multicritério – aplicação de métodos de apoio à decisão com base em critérios ambientais e socioeconômicos.

Figura 18: Metodologia para definição da Zoneamento Ambiental.



2.6 Fase do Prognóstico

A fase de prognósticos e propostas tem como objetivo identificar os problemas ambientais e sugerir ações mitigadoras que subsidiem o ordenamento físico-territorial. De acordo com Leal (1995), essa etapa é desafiadora, mas também estimulante, pois proporciona a oportunidade de refletir sobre as ações futuras e de fundamentar as decisões a serem tomadas para a gestão do território.

Nessa fase, a análise das condições atuais do território e a identificação de suas fragilidades possibilitam a proposição de estratégias destinadas a minimizar impactos negativos e promover um uso mais equilibrado e sustentável dos recursos naturais. Tais propostas não apenas buscam solucionar os problemas ambientais identificados, mas também integrar aspectos sociais, econômicos e culturais da região, com vistas a um desenvolvimento harmonioso e sustentável.

Os prognósticos apoiam-se em diferentes cenários possíveis, considerando as tendências de mudança ambiental, as práticas de uso da terra e as necessidades da população local. Dessa forma, a fase de prognósticos e propostas contribui para o planejamento de ações voltadas à adaptação do território às mudanças climáticas, à recuperação de áreas degradadas e à conservação dos recursos naturais. A integração de dados ambientais com informações sociais e econômicas revela-se essencial para assegurar que as soluções propostas sejam viáveis e efetivas no longo prazo.



Capítulo III

**ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS E DE
USO DA TERRA DA UNIDADE DE
PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO
DO IGUATEMI-MS**

CAPITULO III - ASPECTOS FÍSICO-NATURAIS E DE USO DA TERRA DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DO IGUATEMI-MS

O capítulo III expõe as principais características físicas da UPG Iguatemi, com o objetivo de atualizar e avaliar dados referentes à litologia, relevo, precipitação, hipsometria, declividade, solos, focos de incêndios e uso da terra nos anos de 1985 e 2022, servindo como base para a posterior elaboração do zoneamento ambiental proposto para a área em questão.

3.1. Litologia da UPG Iguatemi

No que se refere aos aspectos litológicos da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Iguatemi (Tabela 4), esta localiza-se na Bacia do Paraná e abrange três formações geológicas distintas, que diferem tanto em sua composição quanto em seus períodos geológicos. Essas formações são: Formação Serra Geral (Cretácea), que cobre uma área de aproximadamente 831,1 km² e é caracterizada por rochas ígneas, predominantemente basálticas, associadas ao grande evento de derramamento de lava ocorrido durante o período Cretáceo; Formação Caiuá (Jurássico-Cretácea), que se estende por 7.842,19 km², composta por arenitos finos a médios, relacionados a ambientes fluviais e eólicos, indicativos de processos deposicionais típicos de climas áridos a semiáridos; e os Depósitos Aluvionares do Quaternário, com uma extensão de 922,42 km², correspondentes a formações mais recentes originadas pela deposição de sedimentos transportados por sistemas fluviais ao longo do período Quaternário.

A litologia local caracteriza-se pela predominância de formações sedimentares, com destaque para os arenitos da Formação Caiuá. Devido à sua composição e textura, esses arenitos apresentam elevada vulnerabilidade à erosão. Ao longo do tempo, processos erosivos intensos modelaram a paisagem, resultando em colinas fortemente dissecadas e declives acentuados na região sudoeste.

O conhecimento detalhado dessas formações é fundamental para a gestão sustentável dos recursos naturais, sobretudo diante dos desafios impostos pelas

mudanças climáticas e pelas pressões antrópicas, como a expansão agropecuária e urbana. Assim, a análise litológica deve ser integrada a outros estudos ambientais, a fim de subsidiar políticas públicas eficazes que conciliem o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental.

Tabela 4: Quantificação das unidades litológicas da UPG Iguatemi

Classes	km²	%
Depósitos Aluvionares	922,42	9,61
Formação Caiuá	7842,19	81,73
Formação Serra Geral	831,1	8,66
Total da Área	9595,71	100,00

Fonte: CPRM, (2006).

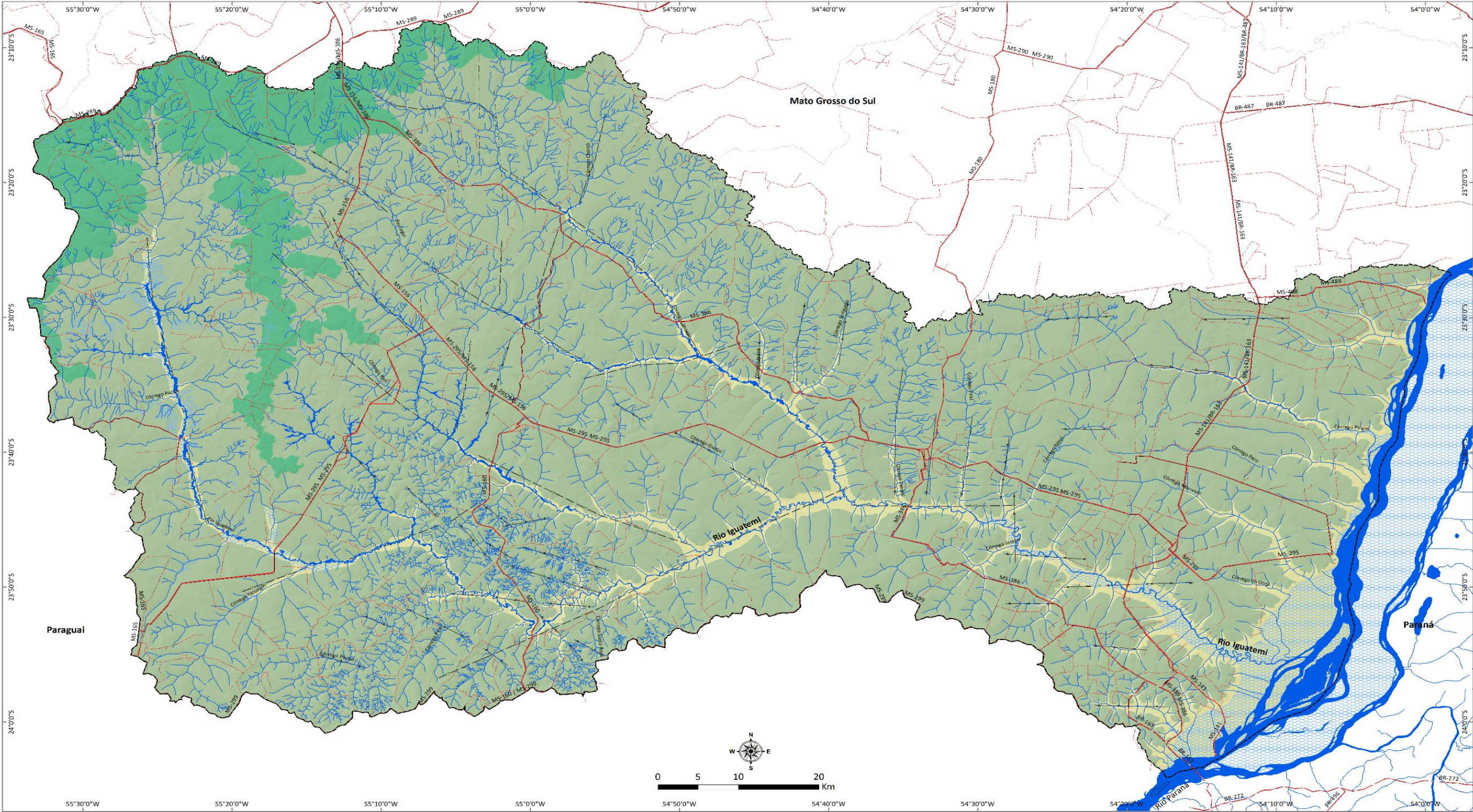
A Formação Caiuá, segundo a CPRM (2006), representa o registro final da evolução da Bacia do Paraná. É composta por arenitos arcoseanos, de coloração variável entre vermelho e roxo, com granulometria bimodal, incluindo partículas muito finas e outras mais grossas. Os grãos são angulosos a subarredondados na fração fina e arredondados na fração grossa, apresentando esfericidade variável. A estrutura sedimentar predominante é a estratificação cruzada tangencial, que pode variar de pequeno a grande porte, acompanhada secundariamente por laminações plano-paralelas. O ambiente deposicional é interpretado como fluvial na base e eólico no topo, conforme descrito por Lanhez et al. (1983, apud CPRM, 2006). Embora os arenitos da Formação Caiuá apresentem boa drenagem, o uso intensivo dessas áreas pode torná-las suscetíveis à erosão, especialmente em sistemas agrícolas mal manejados.

As formações geológicas da região, como as rochas sedimentares da Formação Caiuá, influenciam diretamente a modelagem do relevo e a distribuição do uso da terra. Nas áreas situadas entre os municípios de Amambai e Coronel Sapucaia, onde se encontram as nascentes dos rios Iguatemi e Jaguí, o relevo apresenta maior declividade em função dessas características geológicas. Além disso, tais formações condicionam a disponibilidade hídrica e os padrões de escoamento superficial, de acordo com sua composição e permeabilidade.

As rochas sedimentares da Formação Caiuá possuem características que afetam diretamente os processos de infiltração e retenção de água no solo. Enquanto áreas compostas por materiais sedimentares apresentam maior resistência à erosão, a permeabilidade reduzida pode limitar a infiltração profunda, intensificando o escoamento superficial e, conseqüentemente, a formação de canais fluviais. Em contrapartida, as áreas constituídas por rochas basálticas da Formação Serra Geral, mais comuns em altitudes intermediárias, favorecem a formação de solos férteis, devido à liberação de minerais ricos em nutrientes essenciais, como ferro, magnésio e cálcio, durante o intemperismo, favorecendo o cultivo de soja.

A Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento, constitui a mais antiga da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) Iguatemi. Seu litótipo principal é o basalto de origem vulcânica, que, ao sofrer processos de intemperismo, contribuiu de modo significativo para a formação Caiuá. O basalto apresenta coloração variando do preto ao cinza-escuro, textura fina a afanítica, estrutura maciça e raras amígdalas, geralmente preenchidas por argilominerais, quartzo ou calcita.

Já os Depósitos Aluvionares da região associam-se aos leitos dos rios, planícies de inundação e baixadas. Nesses ambientes, os solos são constantemente enriquecidos por sedimentos transportados pela pluviosidade, constituídos principalmente por silte, argila e areia. Exemplos incluem o Rio Jaguí e as planícies situadas nos municípios de Iguatemi, Tacuru e Japorã, bem como as proximidades da foz do Rio Iguatemi no Rio Paraná (Figura 19).



I - Unidades Geológicas

- Depósitos Aluvionares
- Formação Caiuá
- Formação Serra Geral

II - Elementos Estruturais

- Falha de rejeito direcional
- Falha indiscriminada
- Fratura

III - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Municípios do Mato Grosso do Sul

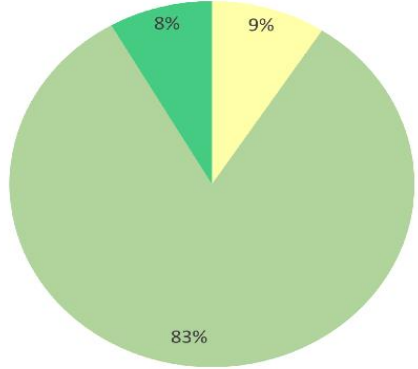


Figura 19: Litologia da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000

Fonte: CPRM (2006); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



Esses depósitos apresentam características heterogêneas e são compostos predominantemente por areia, com presença subordinada de cascalho, lentes silto-argilosas e, em algumas áreas, turfa. Nas frações mais grossas dos depósitos podem ocorrer concentrações de minerais pesados, como rutilo, ouro, zircão e, eventualmente, diamantes, o que representa potencial interesse econômico para a exploração mineral (CPRM, 2006) – (Figura 20).

Figura 20: Depósitos Aluvionares compartimentos altimétricos da UPG.



Fonte: o autor.

Os afloramentos dessa formação ocorrem com frequência na forma de estruturas colunares, que se desagregam em blocos e matacões arredondados. Essas formações exibem estrutura característica de esfoliação esferoidal, com superfícies externas de coloração amarelo-esverdeada em razão da ação de processos intempéricos (CPRM, 2006).

Essa combinação de fatores geológicos e pedológicos exerce impacto direto na ocupação territorial da região. Ademais, a estrutura peculiar dos afloramentos de basalto, com seus blocos e matacões arredondados, pode afetar a dinâmica de uso da terra, favorecendo práticas de manejo específicas que considerem tanto o potencial agrícola quanto os riscos de erosão e compactação.

3.2. Hipsometria da UPG Iguatemi

A hipsometria é o método ou técnica baseada na representação gráfica de altitudes por meio de cores e no uso de medidas de distância vertical definidas por escalas preestabelecidas, amplamente aplicada em estudos geográficos, especialmente na elaboração de mapas topográficos. Esse recurso facilita a análise de interflúvios, da morfometria de drenagens e da declividade das vertentes, fatores cruciais para avaliar as potencialidades e limitações do uso da terra, particularmente em áreas destinadas à agricultura, conservação ambiental e planejamento territorial (IBGE, 2021).

A hipsometria da UPG Iguatemi revela uma transição evidente entre as áreas mais baixas, localizadas a noroeste, e as regiões de maior altitude, situadas a sudoeste. Essa variação altimétrica, associada à predisposição litológica, intensifica o entalhamento fluvial que, ao longo do tempo, originou vales e encostas íngremes, sobretudo na região sudoeste.

Na presente pesquisa, os dados hipsométricos foram organizados em classes com equidistância de 30 metros, abrangendo altitudes entre 217 e 600 metros na UPG Iguatemi (Figura 21). O ponto mais alto, situado próximo ao município de Coronel Sapucaia, atinge 600 metros, próximo à nascente do Rio Iguatemi. Esse rio percorre cerca de 295 quilômetros até sua foz no Rio Paraná, em Eldorado (altitude de 217 metros), apresentando um desnível total de aproximadamente 383 metros. Ressalta-se que o acentuado gradiente altimétrico da área de estudo constitui fator determinante na dinâmica fluvial, intensificando os processos de erosão e deposição ao longo de seu curso.

Apesar desse gradiente, nota-se que o desnível médio do rio Iguatemi é de apenas 1,29 m/km, o que auxilia na explicação de sua característica meandrante e com grande deposição de sedimentos, isto é, a velocidade das águas é baixa e favorece a formação de bancos de areia ao longo de sua extensão. Esse gradiente altimétrico reforça a dinâmica de entalhamento fluvial no alto curso, responsável pela formação de vales encaixados, e pelo espriamento e deposição de sedimentos nas áreas mais baixas (baixo curso).

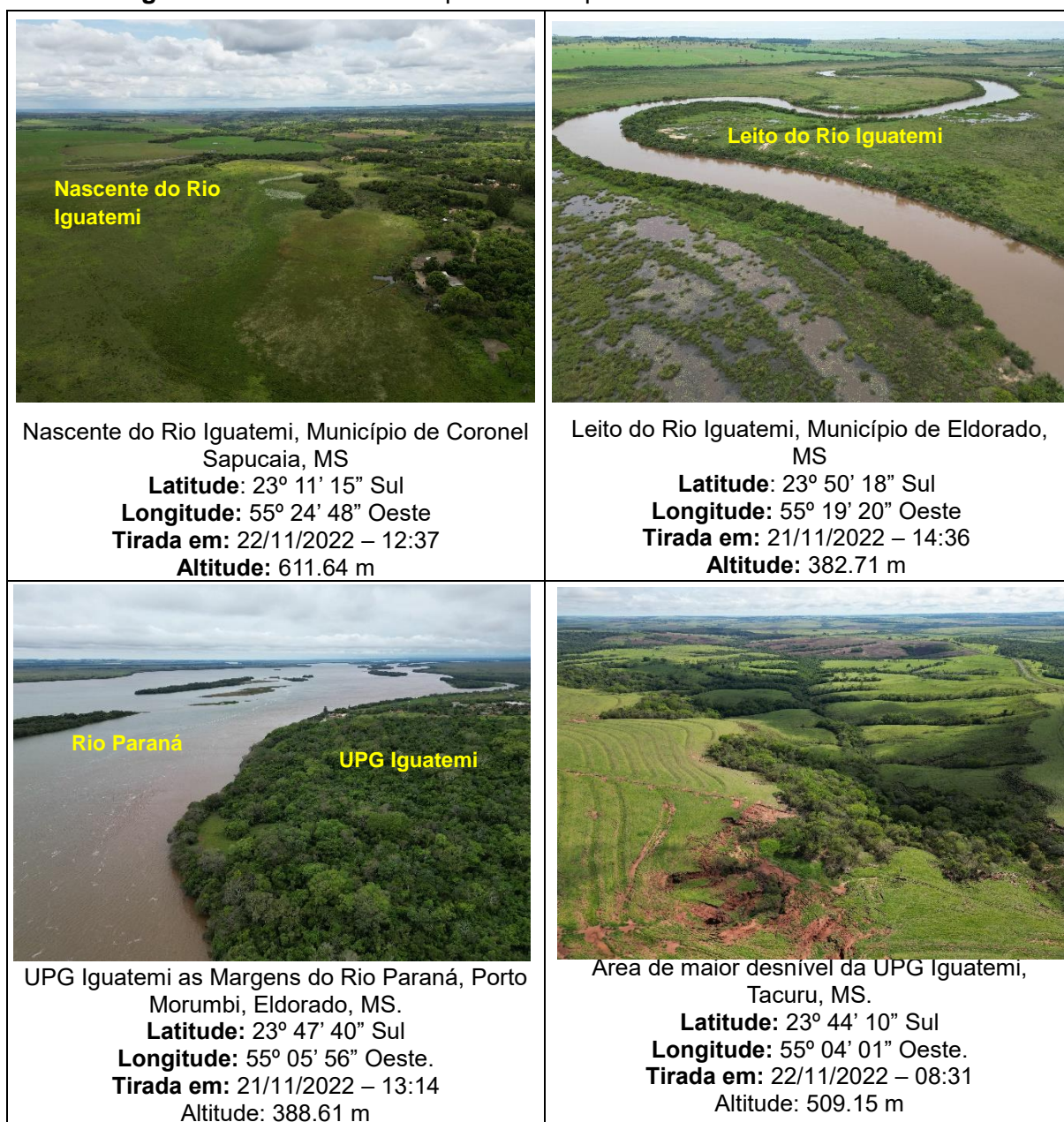
Em contrapartida, as altitudes intermediárias, entre 350 e 450 metros, correspondem à maior parte do território da UPG, configurando colinas suavemente onduladas que constituem áreas preferenciais para a expansão agrícola. A morfologia dessas regiões possibilita mecanização intensiva, mas, ao mesmo tempo, exige práticas conservacionistas de manejo, para mitigar a erosão hídrica. Essa variação topográfica resulta em vertentes sujeitas a processos erosivos mais intensos, moldando a paisagem local e influenciando a estabilidade do solo, sobretudo em áreas de uso agrícola intensivo.

Já as áreas mais baixas, situadas abaixo de 300 metros, estendem-se principalmente ao longo do Rio Paraná e em setores próximos ao baixo curso do Rio Iguatemi. A baixa declividade e a proximidade com os cursos d'água tornam esses ambientes suscetíveis a inundações sazonais e à erosão lateral fluvial. Nesse contraste, regiões como Porto Morumbi, no município de Eldorado, apresentam altitudes mais baixas, com topografia predominantemente plana, em torno de 388,61 metros. Essas áreas favorecem o uso da terra para culturas de ciclo curto e pastagens, devido à menor suscetibilidade à erosão.

A densa rede hidrográfica da região, organizada em padrão subdendrítico a dendrítico nos setores mais elevados e em canais meandantes nas áreas de planície, relaciona-se diretamente à litologia sedimentar predominante, especialmente os arenitos da Formação Caiuá, que conferem maior vulnerabilidade à erosão quando submetidos a uso agrícola intensivo.

A Figura 21 ilustra a distribuição hipsométrica da UPG Iguatemi, destacando as variações altimétricas e os perfis topográficos. Essa análise integrada do relevo possibilita compreender a interação entre elementos naturais, como os rios Iguatemi e Paraná, as rodovias principais e os compartimentos geográficos nos municípios.

Figura 22: Pontos de destaque dos compartimentos altimétricos da UPG



Fonte: o autor

Dessa forma, o estudo da hipsometria ultrapassa a simples descrição altimétrica e se configura como ferramenta estratégica para o planejamento territorial, permitindo identificar áreas aptas para atividades agrícolas e áreas que demandam maior atenção em razão da vulnerabilidade ambiental. A análise integrada da hipsometria permite compreender as interações entre relevo, drenagem, litologia e uso da terra. Nos setores elevados, o principal desafio consiste em conter a erosão e preservar as áreas de recarga hídrica; nas áreas intermediárias, o uso agrícola intensivo deve ser compatibilizado com medidas de conservação do solo e da água;

enquanto nas planícies aluviais, a produção agrícola precisa ser conciliada com o risco de inundação e com a preservação das funções ecológicas associadas às várzeas e áreas úmidas. Além disso, a presença de rodovias estaduais e federais que atravessam a UPG evidencia a influência do relevo na infraestrutura territorial.

3.3. Declividade da UPG Iguatemi

A UPG Iguatemi apresenta uma configuração geológica e geomorfológica resultante da interação entre os depósitos aluvionares, os arenitos da Formação Caiuá e os derrames basálticos da Formação Serra Geral. Essa diversidade litológica exerce influência direta sobre a dissecação fluvial, a morfologia das vertentes e a distribuição da declividade no território. Predomina a Formação Caiuá, composta por arenitos friáveis e altamente suscetíveis à erosão, favorecendo o entalhamento da rede de drenagem e a formação de colinas amplas e suavemente dissecadas. Em setores restritos, a presença dos basaltos da Serra Geral confere maior resistência ao intemperismo, originando vertentes íngremes e vales relativamente encaixados, enquanto os depósitos aluvionares se concentram ao longo dos principais canais, condicionando planícies de inundação e áreas úmidas.

A hipsometria da UPG revela uma transição gradativa entre as áreas mais baixas, situadas ao noroeste, e as regiões de maior altitude, localizadas a sudoeste, evidenciando um gradiente altimétrico que intensifica os processos de dissecação e a dinâmica fluvial. O rio Iguatemi, cuja nascente se localiza em área de planalto no norte da unidade, percorre em direção ao rio Paraná, ao sul, acumulando um desnível significativo ao longo de seu trajeto. Esse gradiente acentua os processos erosivos, sobretudo nas áreas de maior declividade, intensificando o transporte de sedimentos, o entalhamento fluvial e a modelagem das encostas, com reflexos diretos sobre a estabilidade do solo e da vegetação ripária.

Considerando o relevo predominantemente plano da UPG, foi realizada uma caracterização detalhada do relevo, a partir de quatro classes de declividade, com o objetivo de discriminar as morfologias da região. Constatou-se que aproximadamente 84% da área apresenta terrenos planos a suavemente ondulados (0 a 8%), enquanto 16% correspondem a áreas com declives moderados (8 a 20%), geralmente associados às cabeceiras de drenagem e às zonas de contato litológico. Na porção sudoeste, abrangendo os municípios de Sete Quedas e Tacuru, concentram-se as

classes de declividade mais elevadas, variando entre 20,01% e 60,00%. Esses setores apresentam os maiores índices de processos erosivos, evidenciando a correlação entre topografia acidentada e maior suscetibilidade à degradação dos solos. A ausência de declividades superiores a 60% indica que o relevo regional é dominado por superfícies de aplainamento e vales abertos, sem ocorrência significativa de escarpas ou relevos montanhosos (Tabela 5 e Figura 23).

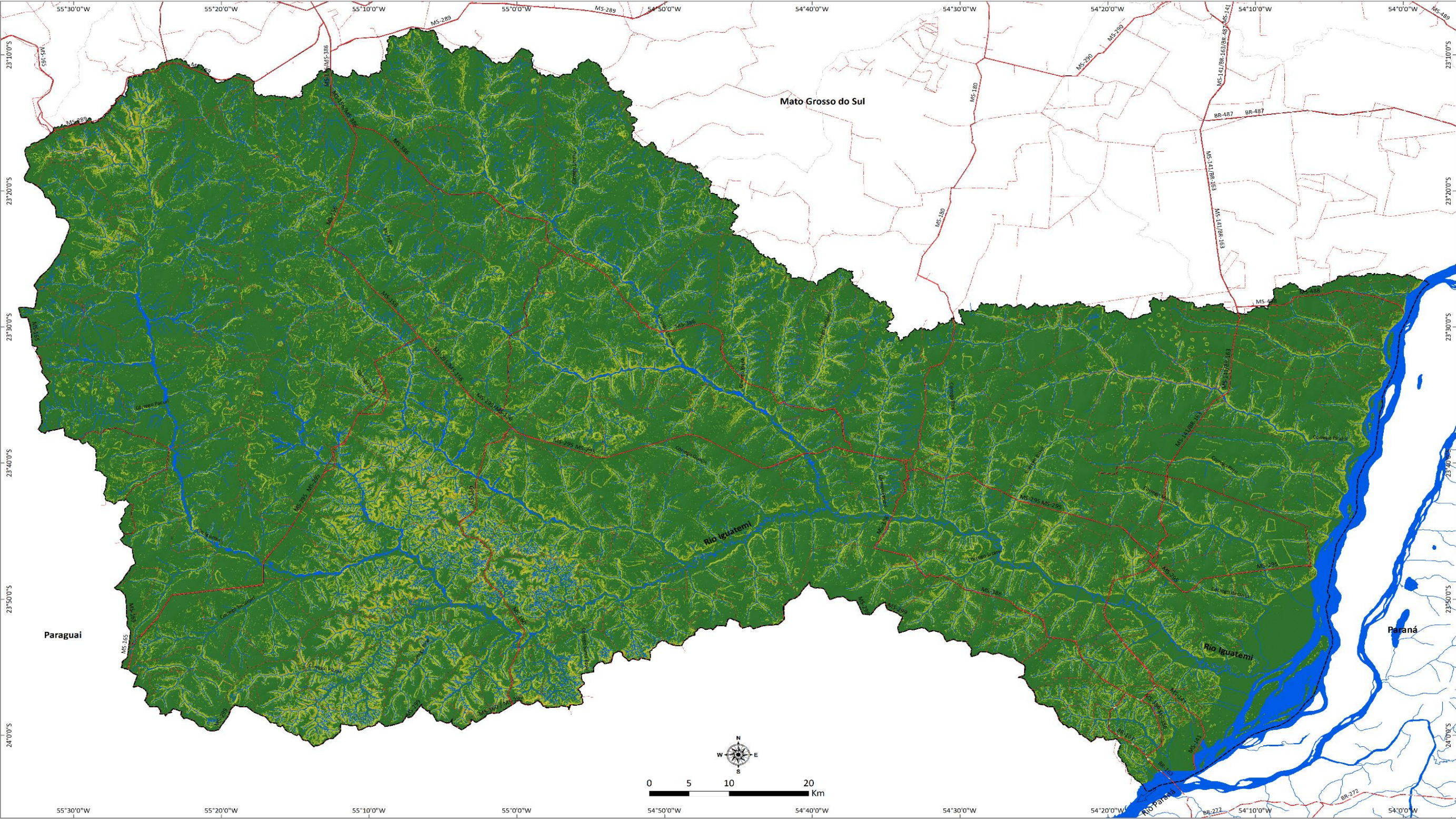
A hidrografia desempenha papel fundamental na dinâmica de erosão e entalhamento fluvial da UPG Iguatemi, sobretudo em sua porção sul. A rede de drenagem encontra-se intensamente condicionada por fraturas geológicas que direcionam e intensificam o escoamento superficial e a erosão vertical, contribuindo para a formação de pequenos aluviões encaixadas aos rios e córregos por causa das fraturas basálticas que se encontram abaixo da camada arenítica. A combinação entre substrato geológico predominantemente arenítico, relevo pouco acidentado e rede de drenagem fortemente dissecada confere à paisagem uma dupla característica: de um lado, condições favoráveis à agropecuária extensiva e à mecanização agrícola; de outro, elevada fragilidade ambiental (Jesus, 2020), devido à suscetibilidade dos solos arenosos à erosão laminar, à formação de ravinas e à perda de fertilidade.

A análise integrada dos fatores geomorfológicos, geológicos e hidrológicos demonstra que o uso e o manejo da terra na UPG Iguatemi devem considerar não apenas a aptidão agrícola, mas também as vulnerabilidades ambientais impostas pela interação entre substrato geológico e dinâmica morfológica. Desse modo, o planejamento territorial da região exige práticas de manejo sustentável, voltadas à minimização dos impactos da erosão e à conservação dos recursos naturais. Além disso, estudos contínuos sobre a evolução dos processos erosivos e a dinâmica do relevo são indispensáveis para subsidiar políticas públicas baseadas em zoneamentos ambientais e instrumentos de gestão territorial.

Tabela 5: Quantificação de Declividade da UPG Iguatemi em km²

Classes	km²	%
0,00 - 8,00	7950,9	82,86
8,01 - 20,00	1599,8	16,67
20,01 - 45,00	44,7	0,47
45,01 - 60,00	0,26	0,00
Total	9595,71	100,00

Fonte: STRM/NASA 2000.



I - Declividade

(%)



0,00 - 8,00



8,01 - 20,00



20,01 - 45,00



45,01 - 60,00

II - Convenções Cartográficas



Delimitação da UPG do Rio Iguatemi



Estradas Vicinais



Rodovias Estaduais



Rodovias Federais



Hidrografias



Áreas Úmidas



Municípios do Mato Grosso do Sul

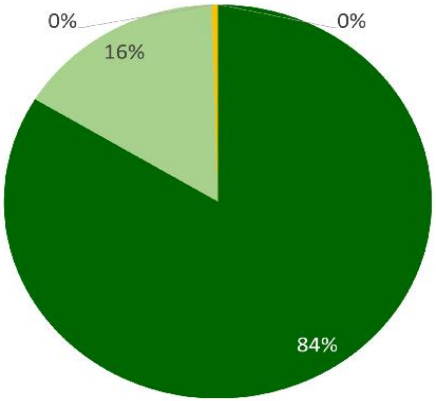


Figura 23: Declividade da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000

Fonte: IBGE (2021); SRTM (2000).

Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coordenador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



3.4. Pluviometria da UPG Iguatemi

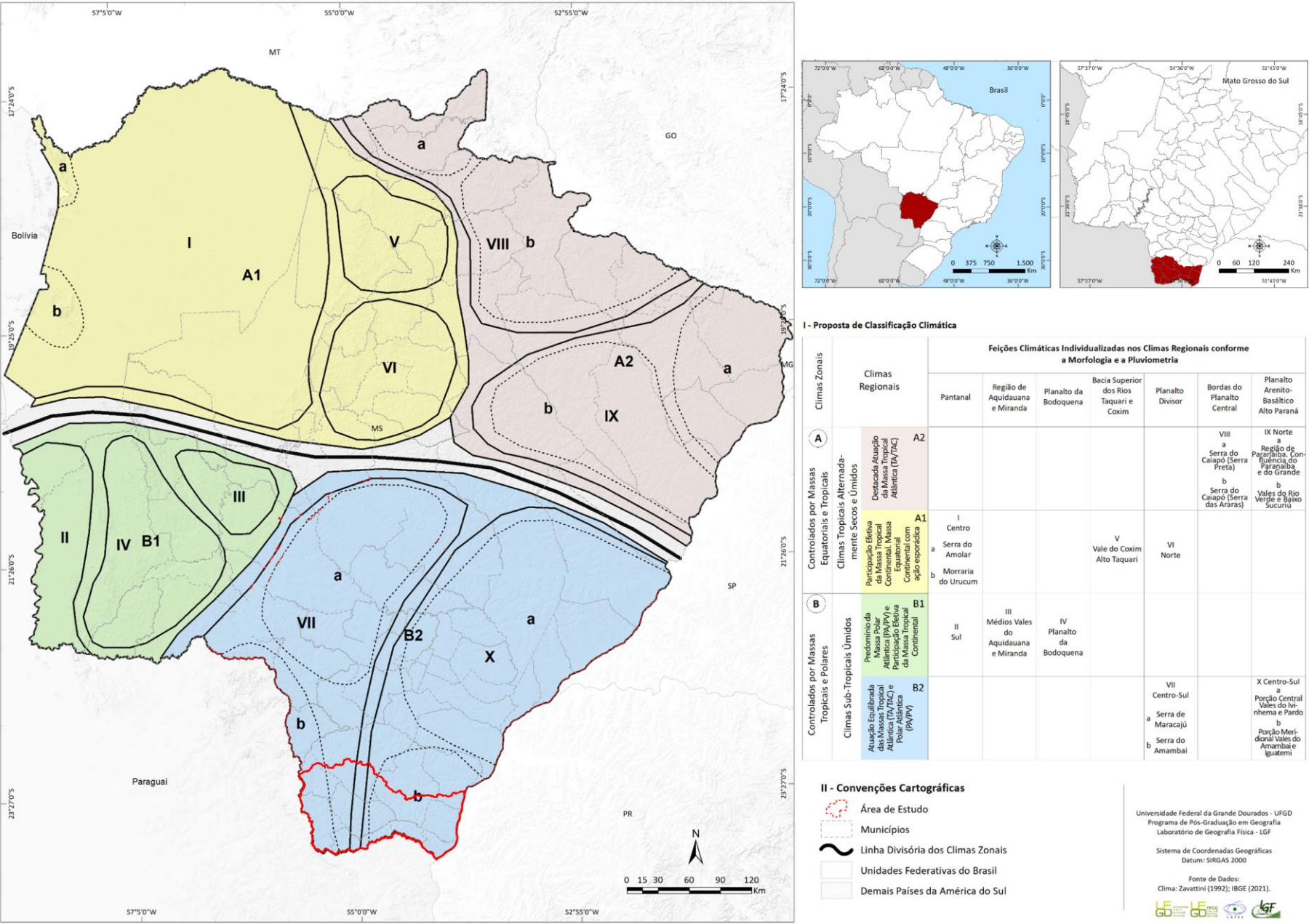
O clima predominante no Estado de Mato Grosso do Sul é tropical, marcado por variações significativas de acordo com a localização no território. De modo geral, o Estado apresenta índices pluviométricos mais elevados no verão, enquanto o inverno é seco, com temperaturas amenas e pouco frio. Segundo Zavattini (1992), o Estado pode ser dividido em climas regionais e zonas climáticas, a partir de fatores como morfologia e padrões pluviométricos. Essa classificação detalha diferentes setores, como o Planalto, as Bacias e o Pantanal, subdivididos em zonas climáticas e subzonas. A abordagem considera a influência das massas de ar que atuam em cada área, como as massas Tropical Atlântica (TA/TAC) e Polar Atlântica (PA/PV).

Essa dinâmica climática exerce influência direta sobre o uso e a conservação do solo na região. No verão, o aumento das chuvas eleva o risco de erosão hídrica em áreas desprovidas de cobertura vegetal adequada, especialmente nas regiões de maior declividade. No inverno, o período seco pode intensificar processos de compactação e dificultar a recarga hídrica nos solos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos da Formação Caiuá.

As condições climáticas também têm implicações relevantes para a vegetação e as atividades econômicas da UPG Iguatemi. O regime de chuvas favorece o crescimento de pastagens e o cultivo de culturas agrícolas, como soja e milho, enquanto o período seco exige técnicas de manejo que assegurem a manutenção da fertilidade do solo e a conservação hídrica.

A Figura 24 ilustra a distribuição das zonas climáticas no Estado, destacando a localização da UPG Iguatemi e as principais características climáticas que moldam a região. Esse mapeamento possibilita um entendimento mais abrangente das variabilidades regionais e suas implicações para a gestão dos recursos naturais.

Figura 24: Classificação Climática do Estado do Mato Grosso do Sul



Fonte: Zavattini (1992 apud Alves et.al, 2018).

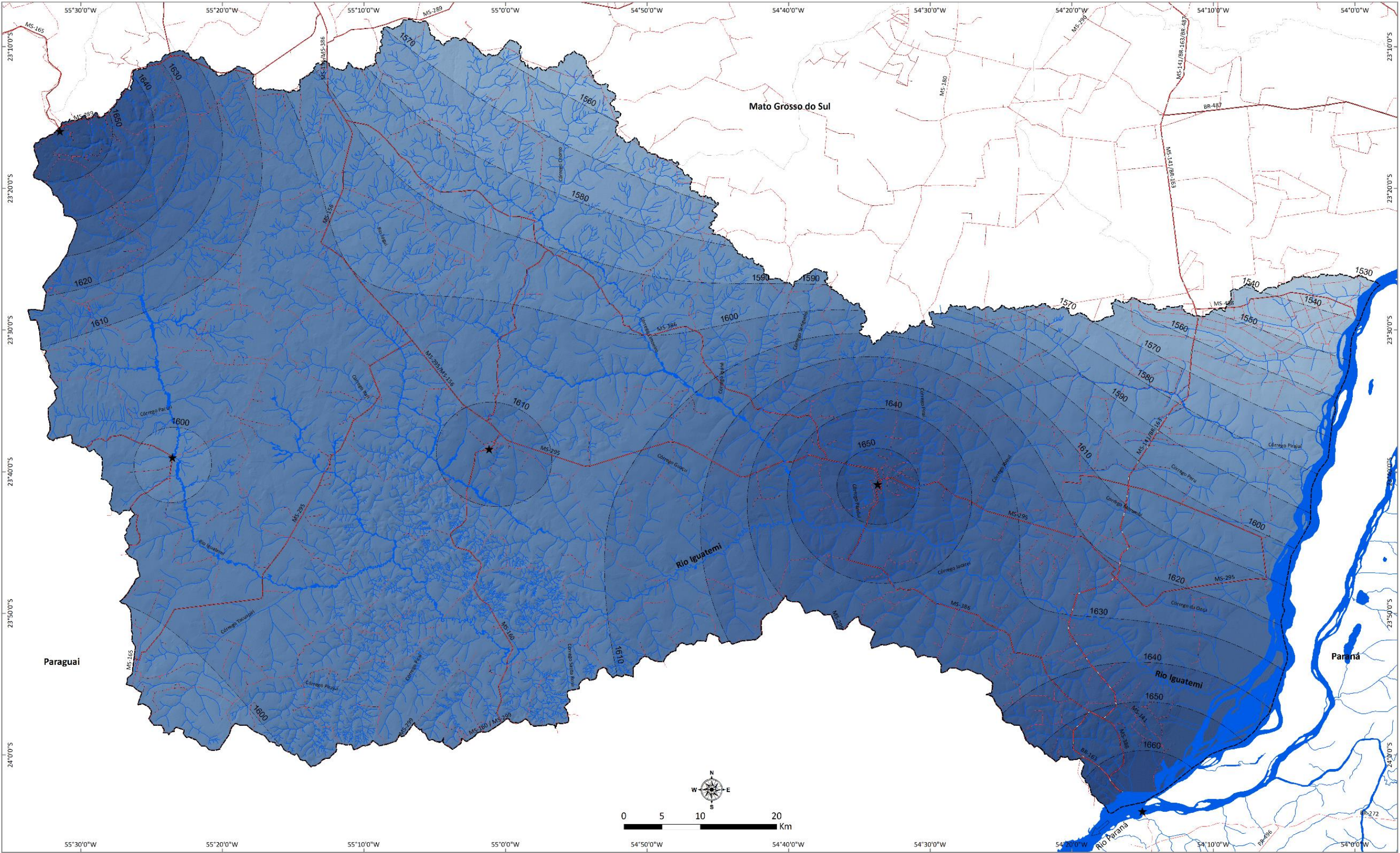
Os índices pluviométricos são fatores fundamentais para a elaboração e análise do zoneamento ambiental, a partir de uma perspectiva integrada da paisagem, concebida como um “todo sistêmico” (Zacharias, 2006).

O Mato Grosso do Sul possui variações climáticas para as diferentes regiões do estado, onde se podem encontrar climas de predomínio equatorial ao Norte, com quantidade elevada de pluviosidade no verão, ou na Região Central onde se pode encontrar verões chuvosos e invernos quentes e secos. Na Região Oeste temos um clima com temperaturas elevadas e geralmente úmido nos meses de verão, e na região sul e leste prevalecendo o clima tropical, com temperaturas que podem chegar a 5º C no começo do inverno até temperaturas elevadas no início da primavera (PERH-MS, 2010).

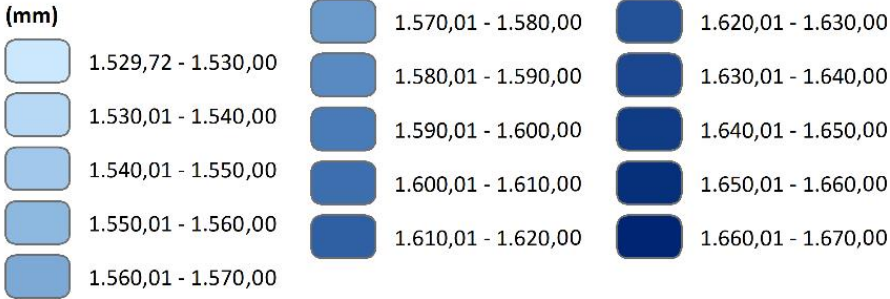
Localizada no extremo sul do Estado, a UPG Iguatemi apresenta os maiores índices pluviométricos do Estado (Zavattini, 2009; PERH-MS, 2010; Farias e Berezuk, 2018), com média anual de 1.557 mm. O mapeamento da precipitação (Figura 25) foi elaborado para evidenciar as áreas mais úmidas e mais secas ao longo do período analisado, facilitando a compreensão da distribuição das chuvas na região. Constatou-se que a média anual de precipitação varia entre 1.559,8 mm e 1.665 mm, revelando amplitude pouco significativa, mas suficiente para identificar padrões regionais.

A análise do mapa de precipitação mostra que as regiões noroeste, e sudoeste da UPG Iguatemi registram os maiores índices pluviométricos, enquanto a região nordeste apresenta os menores valores. Essa distribuição espacial reflete a interação entre fatores climáticos regionais e locais, como a topografia e as características das massas de ar atuantes. O padrão sazonal das chuvas reforça esse processo de interação. O verão, entre dezembro e março, concentra os maiores índices pluviométricos, caracterizados por chuvas intensas e frequentes. Em contrapartida, o inverno, entre junho e agosto, apresenta os menores índices de precipitação, configurando um período seco que afeta diretamente as atividades agrícolas e a disponibilidade hídrica.

A caracterização pluviométrica da UPG Iguatemi (Figura 25) possui implicações significativas para o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos. No verão, o excesso de chuvas pode intensificar processos erosivos e o transporte de sedimentos, sobretudo em áreas com baixa cobertura vegetal. No inverno, a escassez de precipitação pode limitar a recarga dos aquíferos e a disponibilidade de água para irrigação.



I - Precipitação



II - Convenções Cartográficas

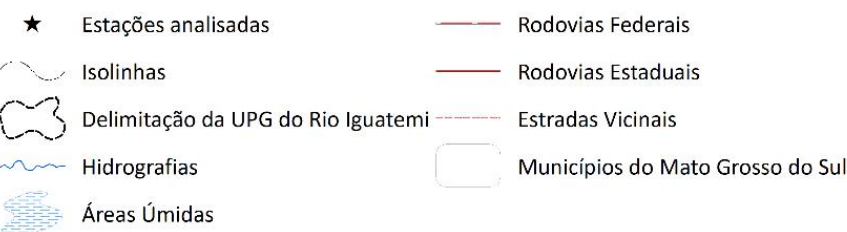


Figura 25 : Precipitação na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, segundo a normal climatológica de 1990 a 2019

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000
Fonte: HidroWeb ANA (s.d.); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



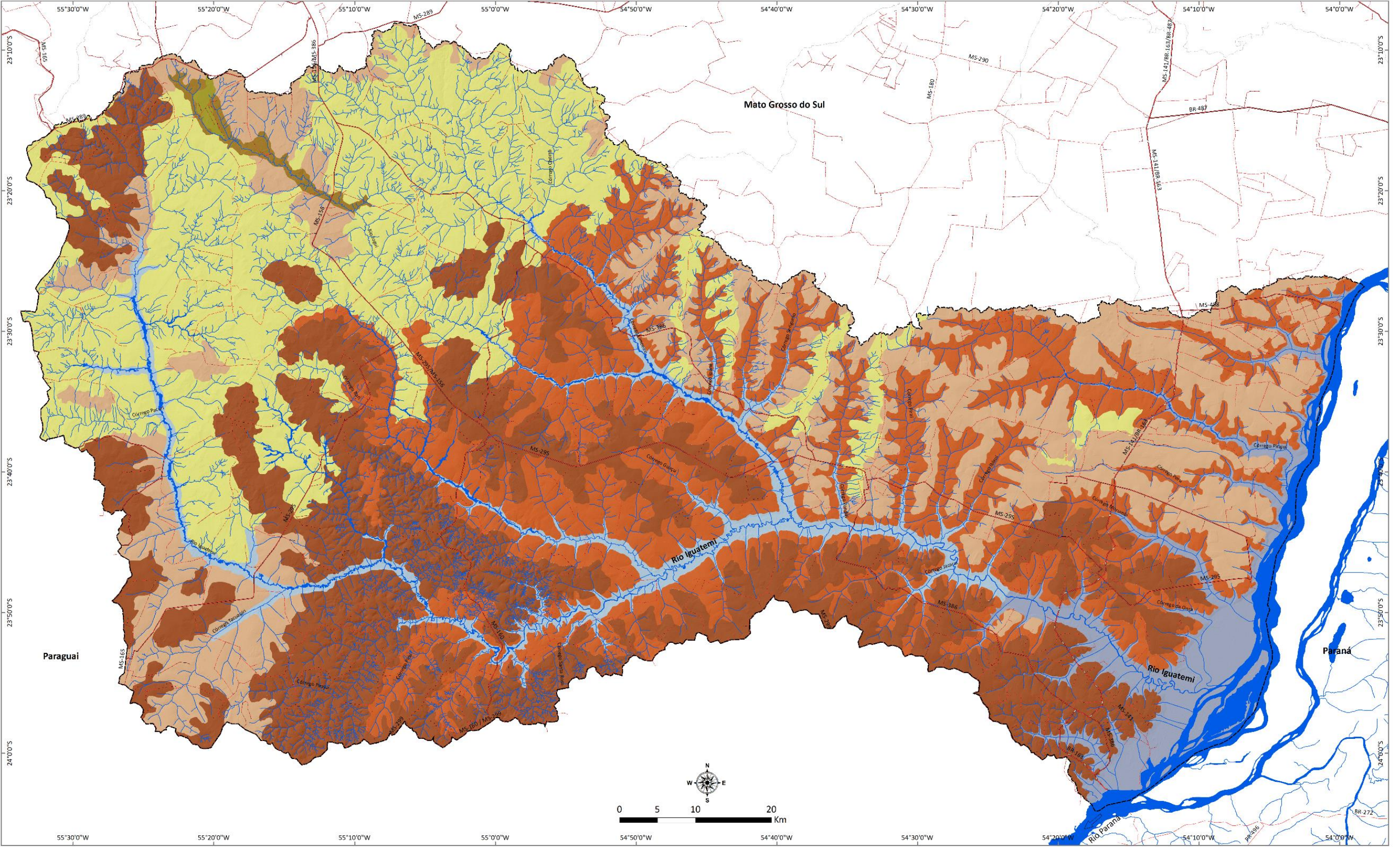
3.5. Solos da UPG Iguatemi

O mapa pedológico da UPG Iguatemi (Figura 26 e Tabela 6) evidencia a diversidade de solos presentes na região, sendo fundamental para o entendimento integrado com o mapa de uso da terra e o mapa de unidades de paisagens. O mapa revela um arranjo espacial de oito classes de solos, mapeadas segundo o SiBCS, que traduz com nitidez a herança geológica (arenitos da Formação Caiuá e basaltos da Serra Geral), a dissecação do relevo e a influência da rede hidrográfica principal (rios Iguatemi e Paraná).

Os latossolos predominam na região central e leste, sendo altamente férteis e bem drenados, o que favorece o cultivo de soja, mas exige práticas de manejo sustentável para evitar compactação e erosão. Os neossolos quartzarênicos, solos arenosos e altamente permeáveis, são comuns em áreas de relevo ondulado e apresentam baixa retenção de água e nutrientes, o que os torna mais suscetíveis à erosão em regiões de uso intensivo. Os nitossolos, associados a terrenos de maior fertilidade e boa estrutura, localizam-se em áreas de relevo elevado e bem drenadas, sendo favoráveis à agricultura, mas demandam atenção especial quanto à conservação do solo, principalmente em encostas.

Tabela 6: Solos da UPG Iguatemi








Classes	km²	%
Organossolo Háplico Sáprico	545,64	5,69
Gleissolo Háplico Tb Distrófico	456,45	4,76
Latossolo Bruno Álico	11,89	0,12
Latossolo Vermelho Álico	1858,53	19,37
Neossolo Quartzarênico Álico	2269,13	23,65
Nitossolo Vermelho Álico	2114,46	22,04
Nitossolo Vermelho Eutrófico	2290,32	23,87
Latossolo Bruno Distrófico	49,29	0,51
Total da Área	9595,71	100,00



I - Solos

- | | |
|---|--|
|  Gleissolo Háplico Tb Distrófico |  Latossolo Bruno Álico |
|  Organossolo Háplico Sáprico |  Latossolo Vermelho Álico |
|  Neossolo Quartzarênico Álico |  Nitossolo Vermelho Eutrófico |
|  Latossolo Bruno Distrófico |  Nitossolo Vermelho Álico |

II - Convenções Cartográficas

- | | |
|---|------------------------------------|
|  | Delimitação da UPG do Rio Iguatemi |
|  | Hidrografias |
|  | Áreas Úmidas |
|  | Estradas Vicinais |
|  | Rodovias Estaduais |
|  | Rodovias Federais |
|  | Municípios do Mato Grosso do Sul |

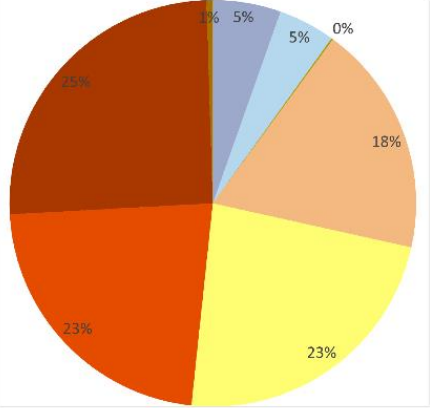


Figura 26: Solos da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Gleissolo Háplico Tb Distrófico: São solos encontrados em áreas de planícies de inundação, tendo como característica a coloração acinzentada, grande excesso de água e baixa fertilidade com drenagem deficiente com argila e de atividade baixa e saturação por bases < 50%. Esses fatores limitam o uso agrícola, favorecendo a vegetação nativa. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 456,45 km², se localiza nos leitos dos Rios Puitã, Jaguí, Iguatemi e outros de seus afluentes, textura é variável, podendo ser arenosa ou argilosa, sendo áreas com grande vegetação nativa, indícios fortes de desmatamento em alguns pontos, muitas erosões fluviais e deposição de sedimentos. De acordo com (SIBCS, 2018, p.92):

Os solos desta classe se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente ou a saturação ocorre por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície[...].

Caracterizam-se pela forte gleização em decorrência do ambiente redutor virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano ou pelo menos por um longo período.

Organossolo Háplico Sáprico: São solos encontrados em horizontes e/ou camadas dentro de 100 cm a partir da sua superfície em regiões úmidas, mais precisamente em áreas pantanosas, e possui grande quantidade de matéria orgânica sáprico e proximidade ao lençol freático, sendo inadequado para cultivos intensivos em decorrência a baixa fertilidade. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 545,64 km² sendo predominante no baixo curso do Rio Iguatemi e na foz com o Rio Paraná, sendo áreas em que a umidade, relação com cheias e vegetação nativa são destaques. De acordo com (SIBCS, 2018, p 99):

[...]solos são formados de material orgânico em locais cujo clima varia desde tropical e com hidromorfia, na região costeira e em deltas e ambientes lacustres, até frio e úmido e com vegetação alto-montana. Podem apresentar horizonte hístico formado em condições que favorecem a anaerobiose (horizonte H) ou ser de drenagem livre (horizonte O). O material de origem desses solos é composto por resíduos vegetais em vários estádios de decomposição, geralmente em mistura com materiais minerais de granulometria variável.

A UPG Iguatemi apresenta solos como Organossolos e Gleissolos, predominantes em áreas de várzea. Lima (2001). Esses solos possuem limitações naturais para a produção agrícola devido à baixa fertilidade e alta umidade. Em contrapartida, os Latossolos e Nitossolos são mais demandados para atividades agrícolas, mas exigem práticas de conservação para mitigar processos erosivos, sobretudo em áreas com declividade e solo exposto.

Neossolo Quartzarênico Álico: Possui composição arenosa, com coloração clara e baixa fertilidade natural com alta permeabilidade, sendo mais suscetíveis a erosão quando não há cobertura vegetal, sua demanda agrícola, depende da aplicação de corretivos permitindo o cultivo de soja e eucalipto. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 2.269,13 km² nas áreas central, oeste e sudoeste da UPG Iguatemi e, mesmo não apresentando nutrientes, devido aos corretivos agrícolas se tornam propícias ao uso pela soja e eucalipto. (SIBCS, 2018, p.96), ressalta que os Neossolos são:

[...]solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.

Os Neossolos Quartzarênicos, derivados dos arenitos da Formação Caiuá, apresentam textura arenosa, alta permeabilidade e baixa capacidade de retenção de água, características que os tornam altamente suscetíveis à erosão. Esses fatores aumentam o risco de degradação do solo, especialmente em áreas agrícolas que não adotam práticas de manejo sustentável, como o plantio direto ou a rotação de culturas.

Latossolo Bruno Distrófico: Possui coloração marrom ou marrom-avermelhada, com baixa fertilidade natural e com um horizonte B bem desenvolvido. É composto por acumulação de argila e alta permeabilidade, sendo mais suscetível a processos erosivos, principalmente com a ausência da camada superficial de vegetação. A ausência de cobertura vegetal aumenta a probabilidade de processos erosivos e consequentemente a sua eficiência agrícola torna-se limitada sem a

aplicação de insumos. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 49,29 km², situando-se com maior incidência há noroeste da UPG Iguatemi (Figura 26 e 27).

Latossolo Bruno Álico: São solos de características de clima tropical, estando presente em várias regiões do Brasil, com coloração avermelhada resultado do óxido de ferro é rico em ferro e minerais argilosos, com caráter retrátil e horizonte A húmico ou conteúdo de carbono orgânico superior a 10 g kg⁻¹ até 70 cm de profundidade. A baixa fertilidade e alta permeabilidade limitam o uso para cultivos agrícolas sem a aplicação de corretivos e fertilizantes. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 11,89 km², com maior incidência no noroeste da UPG Iguatemi, mas em pequenas porções entre neossolos e outros latossolos. De acordo com (SIBCS, 2018, p.93), os Latossolos são:

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e têm capacidade de troca de cátions da fração argila baixa, inferior a 17 cmolc kg⁻¹ de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente cauliniticos, com valores de Ki mais altos, em torno de 2,0, admitindo o máximo de 2,2, até solos oxídicos de Ki extremamente baixo.

Latossolo Vermelho Álico: Presente em diversas regiões do Brasil, com coloração avermelhada e horizonte bem desenvolvido, com alta fertilidade natural e baixa permeabilidade com minerais argilosos, com caráter ácrico e textura argilosa muito fina que o torna apto para a agricultura. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 1.858,53 km² com maior incidência à noroeste, oeste e área central, sendo áreas em que já há a presença de soja e eucalipto, porém em áreas de declive, é necessário o controle de processos erosivos buscando a preservação e a qualidade do solo, visando reduzir a perda de sedimentos.

Áreas extensas da Formação Serra Geral, associadas aos latossolos, são amplamente utilizadas para o cultivo de soja, uma das principais atividades econômicas locais. Sobre os latossolos, Nogueira (2021) enfatiza que sua textura, estrutura e composição mineralógica os tornam altamente adequados para atividades agrícolas, mas também demandam cuidados no manejo para evitar degradação e perda de fertilidade ao longo do tempo.

São solos encontrados em superfícies antigas, como os produtos derivados do basalto da Formação Serra Geral Centro Norte. Sua gênese acontece em regiões sob condições climáticas úmidas e drenagem livre, favorecendo a remoção de materiais solúveis, principalmente a sílica e bases trocáveis e a posterior concentração residual de minerais secundários (VAN WAMBEKE et al., 1983) tais como os óxi-hidróxidos de Fe e Al (BREEMEN; BUURMAN, 2003). Sob as condições descritas acima, os produtos do intemperismo dos basaltos podem incluir a caulinita e a gibbsita, bem como a goethita, hematita e maghemita (CURI; FRANZMEIER, 1984), gerando uma alta concentração de óxidos de alumínio e de ferro (32,3% e 28,5%, respectivamente) em terra fina (JIANG et al., 2018), gerado pela intensa lixiviação de bases solúveis (EGGLETON et al., 1987). Além disso, os minerais e óxidos derivados do intemperismo dos basaltos exercem influência sobre as propriedades físicas do solo, sendo responsáveis pelo desenvolvimento da estrutura granular dos Latossolos em que Ferreira (1988), salienta que os principais constituintes mineralógicos que afetam a estrutura são a caulinita e a gibbsita. Nogueira (2021, p.41).

Nitossolo Vermelho Eutrófico: Possui coloração avermelhada, com horizonte A bem desenvolvido e alta fertilidade natural do solo. Sua profundidade pode conter variação dependendo da região e da sua condição de formação. Na UPG Iguatemi ocupa uma área de 2.290,32 km², presente por toda a extensão territorial da área central e a leste, sua utilização agrícola é elevada, tornando-o ideal para pastagens e cultivos como soja, eucalipto.

Nitossolo Vermelho Álico: Possui coloração avermelhada, com horizonte A bem desenvolvido e alta fertilidade natural, devido a sua composição argilosa e matéria orgânica, tem grande retenção de água e ficou distribuída por toda a extensão territorial da área central e a leste da UPG Iguatemi, ocupa 2.114,46 da área, sendo um dos solos mais férteis e, por ser bem estruturado, com boa estrutura para culturas intensivas, como soja e eucalipto, favorece ao uso antrópico intensivo. Sua principal restrição fica para áreas mais declivosas que, por não ser bem drenado, o escoamento superficial é facilitado, carreando maior quantidade de sedimentos aos recursos hídricos. (SIBCS, 2018, p.97), os Nitossolos são:

[...]solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila iguais ou maiores que 350 g kg⁻¹ de TFSA) desde a superfície do solo, estrutura em blocos subangulares ou angulares ou prismática, de grau moderado ou forte, com cerosidade expressiva e/ou caráter retrátil.

Estes solos apresentam horizonte B bem expresso em termos de grau de desenvolvimento de estrutura, associado à presença de cerosidade, com gradiente textural igual ou menor que 1,5. Nos Nitossolos com caráter retrátil, admitem-se variações de estrutura, consistência, cerosidade e superfícies de compressão (critérios ainda em fase de validação).

Em síntese, a UPG Iguatemi predomina os Latossolos (Vermelhos e Brunos, nas variantes álica e distrófica), que formam mantos espessos, muito intemperizados e bem drenados sobre superfícies suavemente onduladas. Esses solos apresentam baixa fertilidade natural e elevada acidez, mas respondem bem à calagem, gessagem e adubação, o que explica sua adoção como base da agricultura mecanizada regional (grãos e pastagens cultivadas). Os Latossolos Vermelhos álicos dominam os interflúvios do centro-sul e leste da unidade, onde as declividades são baixas a moderadas; já os Latossolos Brunos e Brunos distróficos aparecem com maior frequência no noroeste e sudoeste, coincidindo com áreas de maior aporte basáltico, conferindo melhor estrutura e leve incremento de argila, sem, contudo, eliminar a necessidade de correções químicas.

Em faixas mais dissecadas – bordas de patamares e vertentes médias a fortes – surgem os Nitossolos Vermelhos (álicos e eutróficos). São solos argilosos, com estrutura em blocos subangulares bem desenvolvida, elevada coesão e boa porosidade, o que favorece infiltração e estabilidade das encostas. A variante eutrófica indica maior saturação por bases e, portanto, melhor fertilidade relativa, tornando esses compartimentos propícios a sistemas de maior valor agregado, desde que se controlem os riscos de erosão por meio de terraceamento, plantio em nível e manutenção de cobertura permanente. A variante álica demanda correção semelhante à dos Latossolos, com atenção redobrada ao manejo em declive.

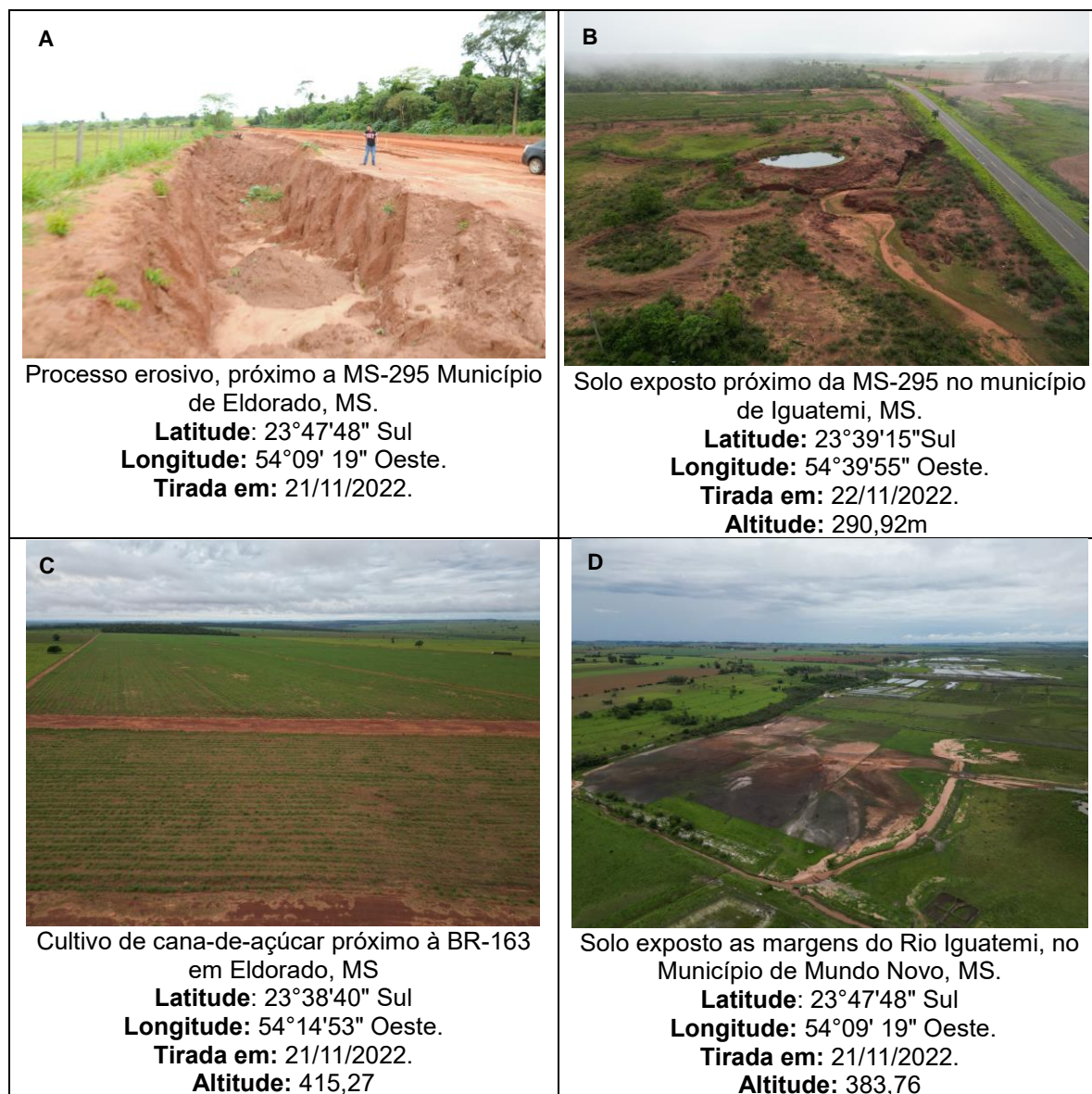
No setor setentrional e em corredores alinhados a interflúvios arenosos afloram os Neossolos Quartzarênicos álicos, diretamente relacionados aos arenitos friáveis da Formação Caiuá. São solos muito arenosos, rasos a moderadamente profundos, de baixíssima capacidade de troca catiônica e baixíssima retenção de água, extremamente suscetíveis à erosão e à lixiviação de nutrientes. Seu uso requer sistemas radiculares profundos (capins perenes, leguminosas, culturas de cobertura

com elevado aporte de biomassa), redução do tráfego mecanizado, adoção de plantio direto estrito, integração lavoura-pecuária-floresta e faixas vegetadas permanentes ao longo de linhas de maior escoamento.

Nas planícies de inundação, terraços baixos e áreas úmidas vinculadas aos principais canais, destacam-se os Gleissolos Háplicos Tb distróficos e os Organossolos Háplicos Sápricos. Os primeiros evidenciam hidromorfismo por saturação prolongada, com horizonte glei e condições redutoras; são ambientes de elevada sensibilidade ecológica, adequados à conservação de matas ciliares, à pesca e a usos compatíveis com inundações periódicas, não recomendados para agricultura mecanizada convencional. Os Organossolos, com acúmulo de matéria orgânica sapricamente decomposta, correspondem às turfeiras e brejos; cumprem papel crucial no sequestro de carbono, na regulação hídrica e na manutenção da biodiversidade, devendo permanecer protegidos contra drenagem, rebaixamento do lençol e fogo.

A distribuição das classes acompanha de perto o mosaico litológico e o padrão de declividade da UPG: Latossolos e Nitossolos ocupam os interflúvios e vertentes de baixa a média inclinação; Neossolos arenosos marcam corredores de substrato Caiuá pouco coeso; Gleissolos e Organossolos alinham-se às várzeas, paleocanais e meandros ativos do Iguatemi e do Paraná. Esse arranjo confirma a correlação entre solos, dissecação fluvial e gradiente altimétrico: onde o relevo se acentua (sudoeste e faixas de cabeceira) aumentam os Nitossolos e os riscos de erosão concentrada; onde a topografia suaviza (centro-leste), expandem-se os Latossolos e a aptidão para mecanização; junto aos rios, predominam solos hidromórficos e orgânicos, com alta restrição de uso (Figura 27).

Figura 27: Solos arenosos com muitos processos erosivos (A e B), solos profundos com cultivo de cana-de-açúcar (C) e solos hidromórficos com pisciculturas (D).



O mapa ainda exhibe pontos de atenção para a infraestrutura: estradas vicinais que cruzam vertentes arenosas ou margens hidromórficas requerem drenagem lateral, colchões de proteção e revegetação de taludes para evitar carreamento; travessias sobre áreas úmidas devem utilizar soluções de baixo impacto (bueiros múltiplos, passagens molhadas projetadas) e faixas de proteção. O equilíbrio entre produtividade e conservação depende da aderência contínua a práticas de agricultura conservacionista, da proteção integral das áreas úmidas e da manutenção de corredores ripários funcionais, de modo a reduzir o aporte de sedimentos aos cursos d'água e sustentar, no longo prazo, a qualidade do solo e da água em toda a bacia.

3.6. Uso e cobertura da terra da UPG Iguatemi, em 1985 e 2022

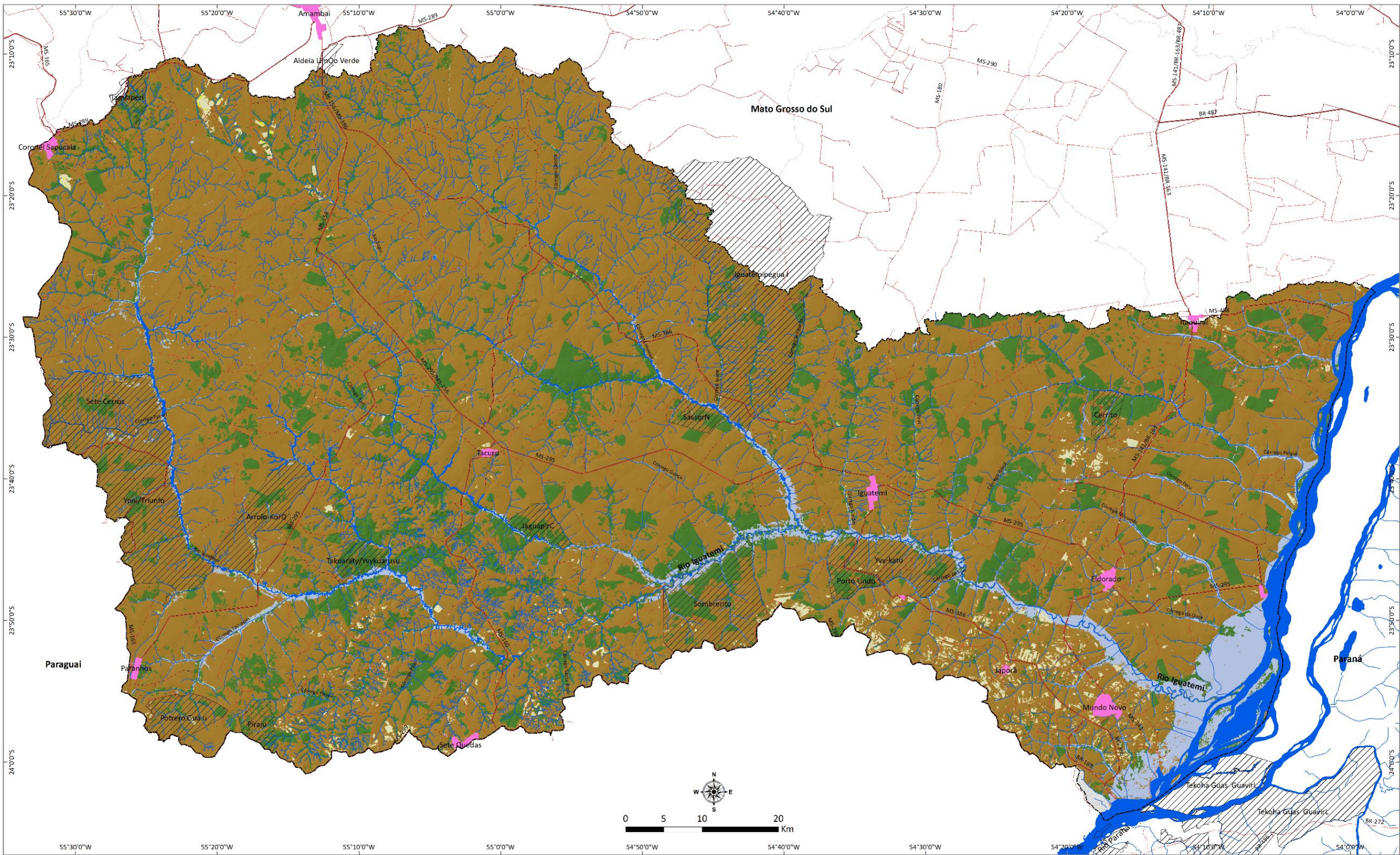
Na UPG Iguatemi, realizou-se uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra referente aos anos de 1985 e 2022 (Tabela 7 e Figuras 28 e 29). Os resultados evidenciam transformações significativas no espaço geográfico ao longo desse período. Em 1985, a paisagem era caracterizada pelo predomínio de extensas áreas de pastagem, que ocupavam 6.526,66 km². Entretanto, em 2022, observou-se uma redução expressiva dessa cobertura, cuja área diminuiu para 5.233,72 km², correspondendo a uma variação negativa de 13,48%.

Paralelamente à diminuição das pastagens, registrou-se um aumento substancial na destinação de terras para a agricultura e para o reflorestamento comercial. O cultivo de soja, que em 1985 abrangia apenas 1,57 km², expandiu-se para 1.122,08 km² em 2022, consolidando-se como uma das principais atividades econômicas regionais. De modo semelhante, a silvicultura, inexistente em 1985, passou a ocupar 12,75 km² em 2022.

Tabela 7: Análise Multitemporal de uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2022 na UPG Iguatemi.

Classes	1985		2022		Variação	
	km ²	%	km ²	%	Km ²	%
Vegetação Florestal	1333,85	13,9	1012,89	10,56	-320,96	-3,34
Vegetação Savânica	0,28	0	3,35	0,03	3,07	0,03
Silvicultura	0	0	12,75	0,13	12,75	0,13
Área Úmida	435,11	4,53	438,35	4,57	3,24	0,04
Formação Campestre	24,64	0,26	30,21	0,31	5,57	0,05
Pastagem	6526,66	68,02	5233,72	54,54	-1292,94	-13,48
Cana-de-Açúcar	0,00	0,00	53,55	0,56	53,55	0,56
Mosaico de Agricultura e Pastagem	1018,94	10,62	1324,65	13,8	305,71	3,18
Área Urbanizada	20,98	0,22	30,36	0,32	9,38	0,1
Solo Exposto	11,13	0,12	21,56	0,22	10,43	0,1
Água	126,35	1,32	126,68	1,32	0,33	0
Soja	1,57	0,02	1122,08	11,69	1120,51	11,67
Outras Lavouras Temporárias	96,2	1	185,56	1,93	89,36	0,93
Total da Área	9595,71	100	9595,71	100		

Fonte: o autor.



I - Uso e Cobertura das Terras

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------|
|  | Vegetação Florestal |  | Área Urbanizada |
|  | Vegetação Savânica |  | Solo Exposto |
|  | Área Úmida |  | Água |
|  | Formação Campestre |  | Soja |
|  | Pastagem |  | Outras Lavouras Temporárias |
|  | Mosaico de Agricultura e Pastagem | | |

II - Convenções Cartográficas

- | | |
|---|------------------------------------|
|  | Delimitação da UPG do Rio Iguatemi |
|  | Hidrografias |
|  | Áreas Úmidas |
|  | Estradas Vicinais |
|  | Rodovias Estaduais |
|  | Rodovias Federais |
|  | Municípios do Mato Grosso do Sul |
|  | Terras Indígenas |

Figura 28: Uso e Cobertura das Terras da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 1985

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000

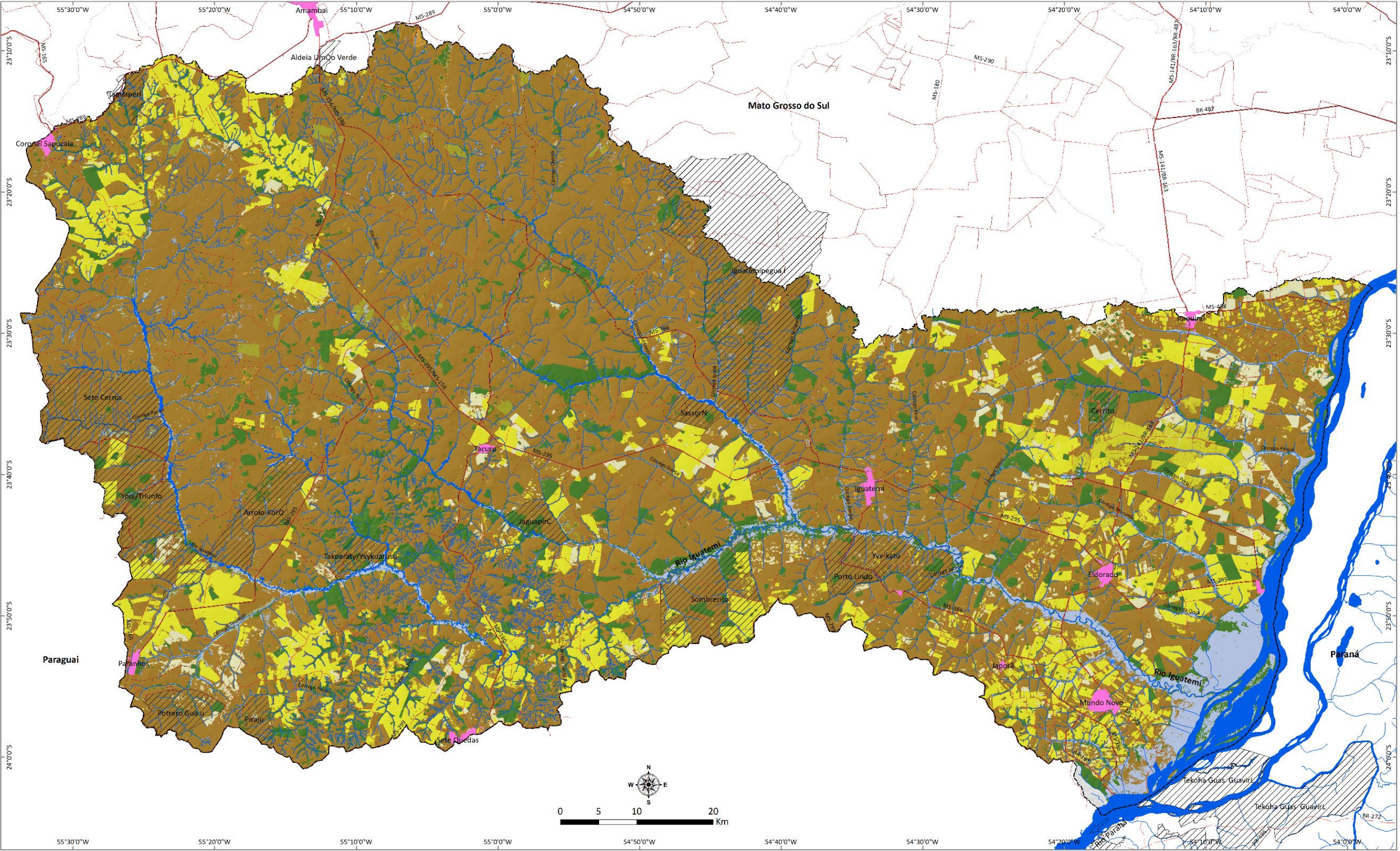
Fonte: MapBiomas (1985); IBGE (2021); SRTM (2000).

Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus

Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros





I - Uso e Cobertura das Terras

- Vegetação Florestal
- Formação Savânica
- Silvicultura
- Área Úmida
- Formação Campestre
- Pastagem
- Cana-de-Açúcar
- Mosaico de Agricultura e Pastagem
- Área Urbanizada
- Solo Exposto
- Água
- Soja
- Outras Lavouras Temporárias

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Municípios do Mato Grosso do Sul
- Terras Indígenas

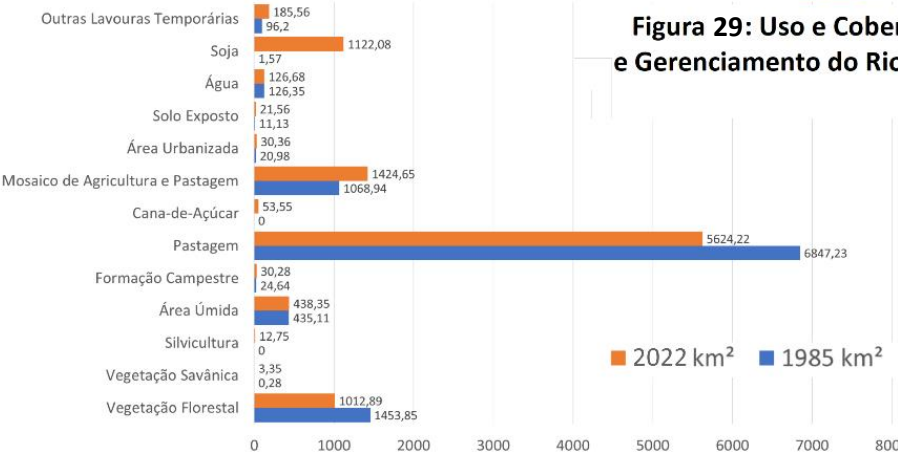


Figura 29: Uso e Cobertura das Terras da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 2022

Essa reconfiguração do uso da terra, embora represente ganhos econômicos, suscita preocupações quanto à sustentabilidade ambiental. O cultivo intensivo de soja, quando conduzido sem práticas conservacionistas adequadas, pode provocar compactação do solo e redução da biodiversidade. Do mesmo modo, a expansão do eucalipto, ainda que apresente potencial para a recuperação de áreas degradadas se comparado com a soja, é plantado comercialmente e tende a modificar os regimes hídricos e a dinâmica ecológica local. Adicionalmente, a homogeneização crescente da paisagem por monoculturas eleva a vulnerabilidade a pragas e doenças agrícolas, intensificando a dependência de insumos químicos, com impactos potenciais sobre a qualidade da água e dos solos (Melo et al., 2010; Lagos, 2017).

Entre 1985 e 2022, outras alterações também se destacaram: o mosaico de agricultura e pastagem aumentou de 1 018,94 km² para 1 324,65 km²; a área urbanizada expandiu-se de 20,98 km² para 30,36 km²; e o solo exposto praticamente dobrou, passando de 11,13 km² para 21,56 km². Em contrapartida, a vegetação florestal nativa sofreu retração significativa, reduzindo-se de 1 333,85 km² em 1985 para 1 012,89 km² em 2022. Essa fragmentação resulta em efeitos de borda que alteram as condições microclimáticas, favorecendo espécies pioneiras e invasoras e reduzindo a viabilidade a longo prazo das populações de espécies dependentes de interior florestal (Lagos, 2017).

A análise do mapa de 2022 revelou expansão das áreas de cultivo de soja no entorno das terras indígenas, intensificando a pressão sobre os remanescentes florestais. Essa proximidade configura um quadro de injustiça ambiental: a deriva de agrotóxicos contamina nascentes e reservas hídricas das comunidades, violando direitos humanos e o direito à saúde ambiental dessas populações (Fundação Heinrich Böll, 2023; Pinho et al., 2024; Câmara dos Deputados, 2024).

Soma-se a isso, há uma perda de 320,96 km² de vegetação nativa, substituída por soja, silvicultura, cana-de-açúcar e pastagens. Essas alterações, ao afetarem áreas de nascentes, favorecem o assoreamento de rios e afluentes, comprometendo o volume e a qualidade da água e intensificando a formação de bancos de areia nos cursos fluviais. Ademais, a remoção da cobertura vegetal contribui para o aumento da temperatura média local, intensificando o “efeito de ilha de calor” e alterando padrões microclimáticos, com impactos diretos sobre a agroecologia e o conforto térmico em áreas rurais.

A comparação entre 1985 e 2022 demonstra uma trajetória de substituição progressiva da vegetação nativa por usos agropecuários e urbanos. Se em 1985 predominavam áreas contínuas de floresta, em 2022 o panorama revela uma paisagem fragmentada e subordinada à expansão agrícola, especialmente da soja, da cana-de-açúcar e das pastagens. Esse processo reflete não somente pressões locais, mas também a inserção do Brasil em cadeias globais de *commodities*, o que acirra as tensões entre produção e conservação (El País, 2025).

Os produtos cartográficos de solos e uso da terra da UPG Iguatemi evidenciam uma interação complexa entre atributos físicos, padrões de ocupação e dinâmicas de transformação. A presença de nascentes em áreas submetidas à agricultura intensiva exige estratégias de zoneamento ambiental que promovam a reconciliação entre proteção ambiental e segurança hídrica.

Nas últimas décadas, as pressões antrópicas intensificaram a transformação da paisagem. O avanço das monoculturas, notadamente da soja, e a expansão de áreas urbanas e de infraestrutura resultaram em significativa redução da vegetação nativa e em fragmentação florestal. Diante desse cenário, torna-se evidente que a UPG Iguatemi não pode ser compreendida apenas pela somatória de seus elementos naturais ou pela descrição das formas de uso da terra, mas como um sistema complexo, no qual processos biofísicos e socioeconômicos se entrelaçam e se retroalimentam. A leitura integrada desse conjunto constitui a base necessária para o diagnóstico das paisagens, capaz de traduzir a complexidade territorial em unidades de análise que subsidiem o zoneamento ambiental da UPG Iguatemi.

Capítulo IV



**DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DA
UPG IGUATEMI: UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO AMBIENTAL**

CAPITULO IV - DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL DA UPG IGUATEMI: UMA PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL

O Capítulo IV desta tese tem como objetivo apresentar um diagnóstico detalhado das paisagens da UPG Iguatemi, com vistas à elaboração de um zoneamento ambiental que integre a preservação dos recursos naturais. Esse trabalho fundamenta-se nas características e particularidades previamente discutidas nos capítulos anteriores, o que possibilita uma abordagem ampla e contextualizada.

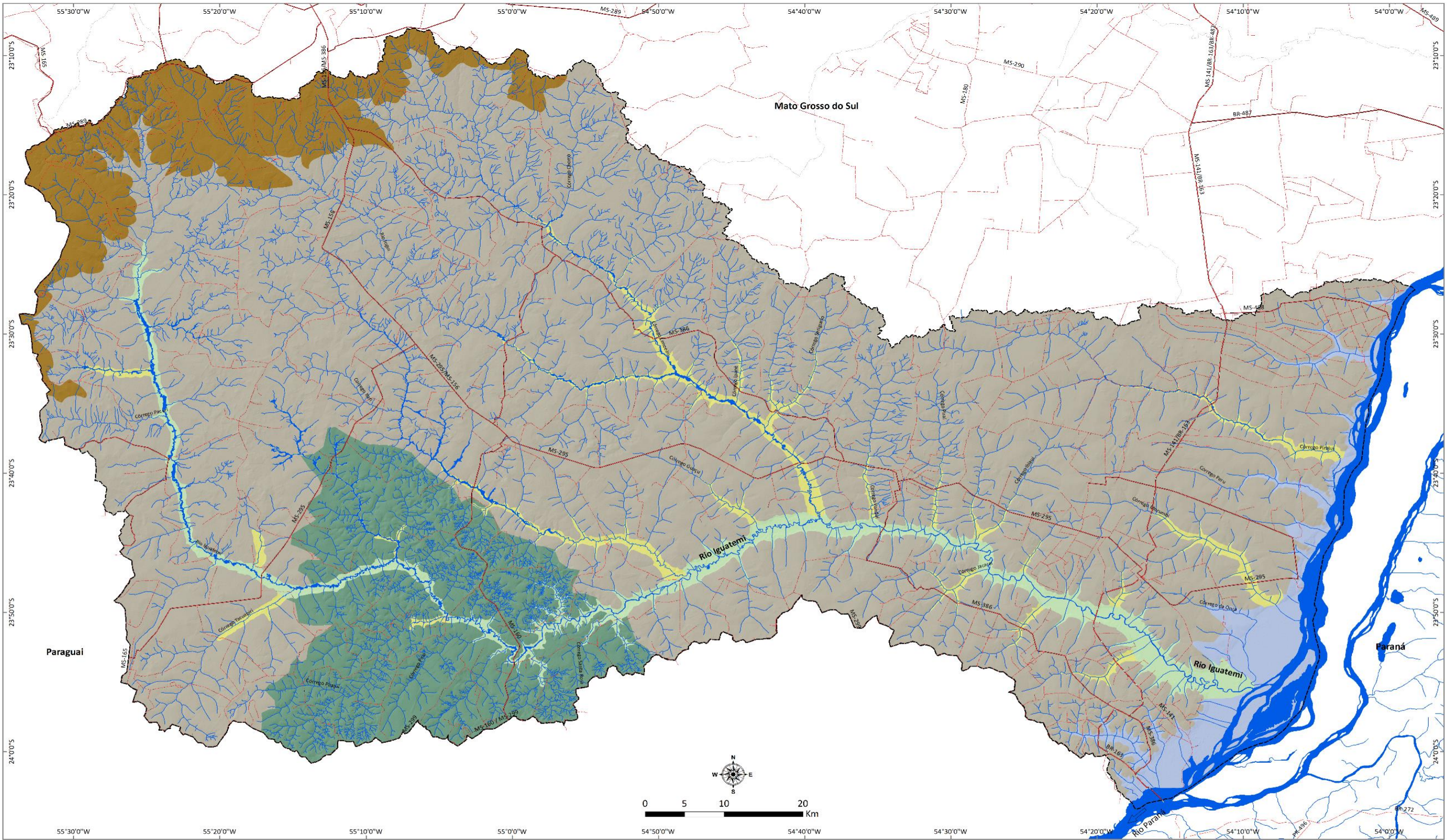
As análises realizadas baseiam-se nos dados dos componentes físicos e antrópicos apresentados no Capítulo IV, como tipos de solos, cobertura vegetal e uso da terra. A análise das Unidades de Paisagem permite reconhecer padrões e processos que regem a interação entre os elementos naturais e as atividades humanas, revelando áreas que demandam ações específicas de conservação ou recuperação. Simultaneamente, orienta o planejamento territorial para o uso racional da terra.

Esse diagnóstico constitui um passo crucial para a definição de políticas públicas e ações estratégicas na UPG Iguatemi, contribuindo para a formulação de um zoneamento ambiental que considere a heterogeneidade do território. Avançando nessa perspectiva, o capítulo reforça a importância do planejamento no uso da terra, incluindo a adoção de medidas de mitigação voltadas à minimização dos impactos negativos em áreas vulneráveis, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e nascentes. Essa abordagem fortalece a resiliência ecológica e amplia a capacidade adaptativa da UPG Iguatemi diante das mudanças ambientais e das demandas socioeconômicas contemporâneas.

4.1 As Paisagens da UPG Iguatemi

Por meio dos procedimentos descritos, foi elaborado o produto cartográfico das Unidades de Paisagem de Nível I (Figura 30), com foco na morfometria do relevo. Essa abordagem considerou a interação de três variáveis principais: formações litológicas, declividade e hipsometria. As informações foram analisadas de forma integrada e validadas em campo, o que assegurou maior precisão e representatividade dos dados.

A integração dessas variáveis revelou-se fundamental para a delimitação das Unidades de Paisagem de Nível II, que possibilitam uma compreensão mais detalhada das principais características geomorfológicas da UPG Iguatemi (Figura 31). As Unidades de Nível II permitem identificar padrões específicos de relevo, como áreas de planícies, colinas suavemente onduladas e regiões com declives acentuados, além de associá-los a fatores como suscetibilidade à erosão, potencial de uso agrícola e conservação ambiental. Nesse contexto, as Unidades de Paisagem de Nível II configuram-se como ferramenta estratégica para subsidiar políticas públicas e ações de planejamento voltadas à promoção do uso racional do território da UPG Iguatemi (Figura 31 e Tabela 8).



I - Unidades de Paisagem de 1º Nível

- Planície Fluvial
- Planície do Rio Iguatemi
- Planície do Rio Paraná
- Superfície aplainada a suave ondulada
- Superfície ondulada a fortemente ondulada
- Rebordos da Serra de Amambai

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Municípios do Mato Grosso do Sul

- Superfície ondulada a fortemente ondulada
- Superfície aplainada a suave ondulada
- Rebordos da Serra de Amambai
- Planície Fluvial
- Planície do Rio Paraná
- Planície do Rio Iguatemi

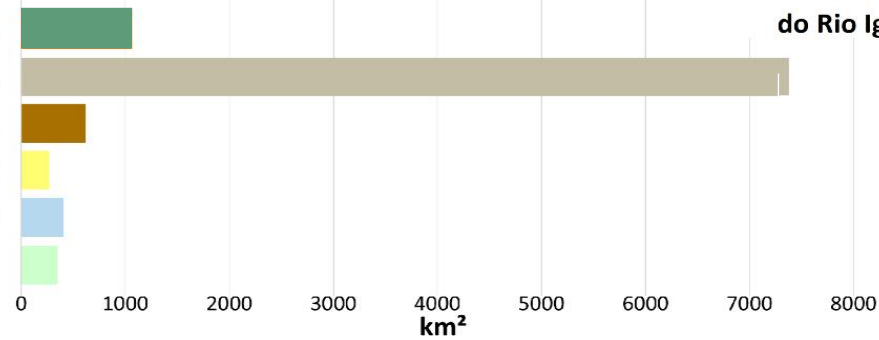


Figura 30 : Unidades de Paisagem de 1º Nível da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000
Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



Tabela 8: Quantificação das Unidades de Paisagem

Classes	km²	%
Planície do Rio Iguatemi	349,3	3,64
Planície do Rio Paraná	407,83	4,25
Planície Fluvial	270,53	2,82
Rebordos da Serra de Amambai	610,05	6,36
Superfície aplainada a suave ondulada	6947,6	72,40
Superfície ondulada a fortemente ondulada	1010,4	10,53
Total	9595,71	100,00

Fonte: o autor

A análise, classificação e compartimentação das Unidades de Paisagem de Nível I têm como objetivo principal avaliar os seus usos atuais e delinear ações que promovam um uso mais racional e sustentável do território. Além disso, busca-se melhorar a qualidade ambiental, especialmente no que se refere aos recursos hídricos. Essa análise também permite a inclusão de fatores como vulnerabilidade ambiental e ocorrência de incêndios florestais, os quais serão representados de forma mais detalhada nas Unidades de Nível II. Na UPG Iguatemi, foram inicialmente identificadas seis Unidades de Paisagem de Nível I, descritas a seguir:

Planície Fluvial: A Planície Fluvial da UPG Iguatemi ocupa uma área de 270,53 km², formada pelo acúmulo de sedimentos transportados pelos rios ao longo do tempo. Essa unidade abrange principalmente as planícies dos rios Jaguí e Puitã, bem como dos córregos Pirajuí e Morumbi, incluindo outros grandes afluentes que apresentam planícies extensas mapeáveis na escala adotada. Associada ao fundo de vale fluvial, a planície caracteriza-se por uma topografia suave, o que a torna ambiental e economicamente significativa.

Planície do Rio Iguatemi: Essa unidade ocupa 349,3 km², acompanhando quase toda a extensão do Rio Iguatemi. Sua topografia é predominantemente plana a suave. Localizada na parte inferior da vertente, a planície atua como área de deposição de sedimentos, conforme Silva (2019). Diferencia-se de outras planícies por apresentar características específicas, como áreas úmidas, uma extensa planície aluvial, curso fluvial meândrico e significativa acumulação de sedimentos.

Planície do Rio Paraná: A Planície do Rio Paraná abrange 407,83 km² na porção da UPG Iguatemi, sendo parte de uma extensa área que se estende ao sul do

Brasil, ao Paraguai e ao norte da Argentina. Apresenta uma topografia plana a suave, resultante da deposição contínua de sedimentos pelo rio. Caracteriza-se como uma planície anastomosada, com formação de ilhas fluviais e dinâmica hídrica singular, que contribui para a especificidade dessa unidade dentro da UPG Iguatemi.

Superfície Aplainada a Suave Ondulada: Com 6.947,6 km², esta é a maior Unidade de Paisagem da UPG Iguatemi. Caracteriza-se por topografia com poucas variações altimétricas, apresentando áreas predominantemente planas, intercaladas com pequenas ondulações ou elevações suaves. Essa unidade distribui-se amplamente por toda a UPG, destacando-se pelo potencial agrícola e pela necessidade de manejo sustentável, a fim de evitar degradações decorrentes do uso intensivo do solo.

Superfície Ondulada a Fortemente Ondulada: Localizada na porção sudoeste da UPG Iguatemi, essa unidade ocupa 1.010,4 km², sendo a segunda maior da área. Apresenta topografia com variações altimétricas mais acentuadas, marcada por elevações, depressões e ondulações evidentes. Essa configuração geomorfológica associa-se a maior risco de processos erosivos, o que exige práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias.

Rebordos da Serra de Amambai: Com área de 610,05 km², os Rebordos da Serra de Amambai localizam-se na fronteira entre Mato Grosso do Sul e o Paraguai, abrangendo também a face noroeste da UPG Iguatemi. Essa unidade representa a transição para a serra, com características de planalto e início das formações serranas, conforme descrito por Molina (2012).

A identificação dessas unidades de paisagem fornece subsídios para o planejamento territorial e para a implementação de práticas de manejo adaptadas às características de cada unidade. A Planície Fluvial e as superfícies onduladas, por exemplo, demandam atenção especial em virtude da susceptibilidade à erosão e dos impactos do uso agrícola intensivo.

Caracterização das Paisagens da UPG Iguatemi

As Unidades de Paisagem de 2º nível representam subdivisões das Unidades de Paisagem de 1º nível, cuja definição baseia-se em critérios abrangentes, como tipos de solo, clima, vegetação, uso da terra e aspectos das Unidades de Paisagem de 1º nível. Essas unidades são fundamentais para a identificação dos geossistemas,

possibilitando a avaliação e mitigação de impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas. Além disso, constituem ferramentas indispensáveis para a realização de diagnósticos ambientais e, posteriormente, para a elaboração do zoneamento ambiental da UPG Iguatemi.

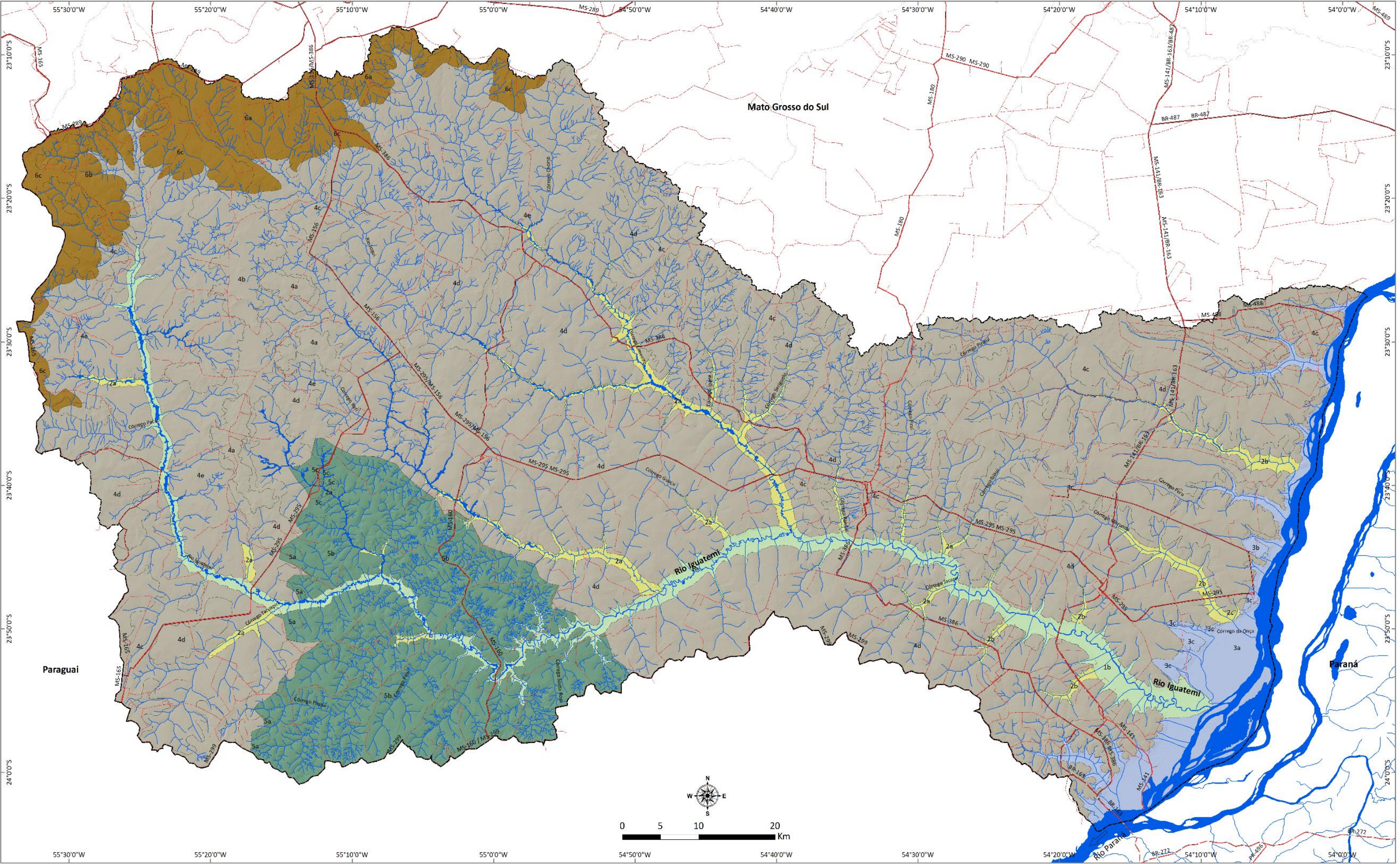
A identificação das Unidades de Paisagem de 2º nível é estratégica por diversos motivos. Primeiramente, possibilita planejamento e gerenciamento eficazes do uso da terra e dos recursos naturais, ao destacar áreas de maior vulnerabilidade ou sujeitas a impactos ambientais oriundos de atividades humanas, como incêndios. Em segundo lugar, oferece base sólida para compreender como as paisagens se formam e evoluem ao longo do tempo, favorecendo a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. A análise detalhada das paisagens da UPG Iguatemi, apoiada na integração de mapas temáticos de Unidades de Paisagem, Litologia, Hipsometria, Declividade, Solos, Precipitação e Uso da Terra, evidencia as complexas interações entre condições naturais e atividades humanas. Essa abordagem integrada reforça os resultados de estudos prévios que destacam a importância do planejamento ambiental baseado na análise de paisagens (Ross, 1994; Santos, 2004).

As áreas destinadas à agricultura, como as plantações de soja, localizadas predominantemente na região central e sudoeste da UPG Iguatemi, coincidem com superfícies aplanadas de relevo moderado e altitudes médias. Nessas áreas, os Nitossolos Vermelhos, derivados do arenito Caiuá, apresentam alta fertilidade e boa estrutura, o que os torna adequados para o cultivo agrícola (EMBRAPA, 2018). Em contrapartida, os depósitos aluviais, identificados nas áreas de menor altitude e declividade, caracterizam-se por solos hidromórficos, como Gleissolos Háplicos e Organossolos. Essas formações apresentam elevada umidade e são suscetíveis a inundações, o que limita o uso agrícola. Tais características requerem atenção especial para evitar processos de degradação e assegurar a manutenção das funções ambientais dessas áreas (EMBRAPA, 2018).

Os índices pluviométricos mais elevados, concentrados no noroeste e na área central da UPG Iguatemi, reforçam a necessidade de práticas conservacionistas, especialmente em áreas com declividades superiores a 20%. Essas condições favorecem o desencadeamento de processos erosivos, como demonstrado por estudos geomorfológicos e de planejamento ambiental (Ross, 1994; Santos, 2004). O mapa de Unidades de Paisagem evidencia ainda zonas de transição, como áreas

agrícolas adjacentes a depósitos aluviais, onde os conflitos ambientais tendem a ser mais intensos. Tais áreas demandam planejamento estratégico que considere tanto as potencialidades quanto as limitações impostas pelas características naturais.

A análise integrada das Unidades de Paisagem permite relacionar o uso da terra com suas potencialidades e restrições. No contexto da UPG Iguatemi, essa abordagem fornece subsídios para a implementação de estratégias que harmonizem o uso produtivo do território com a conservação ambiental. Entre as ações prioritárias sugeridas estão: promover o plantio direto e a rotação de culturas em áreas agrícolas, a fim de minimizar o impacto sobre os solos mais vulneráveis; estabelecer zonas de preservação e recuperação ambiental em áreas de depósitos aluviais, garantindo a funcionalidade dos geossistemas; adotar estratégias de contenção da erosão, como o uso de terraços agrícolas e o reflorestamento em áreas de risco; e implementar zoneamento que priorize o equilíbrio entre desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental, com destaque para as APPs e corredores ecológicos.



Siglas	Descrição
1a	Planície do Rio Iguatemi recobertos de depósitos inconsolidados (aluvionares) de cascalho, areia e silte, com gleissolos e predomínio de área úmida com vegetação florestal nativa. Com extensas degradações ambientais em suas margens, sobretudo com o avanço de pastagens.
1b	Planície do Rio Iguatemi recobertos de depósitos inconsolidados (aluvionares) de cascalho, areia e silte, com organossolos e predomínio de área úmida com vegetação florestal nativa.
2a	Planícies Fluviais recobertos de depósitos inconsolidados (aluvionares) de cascalho, areia e silte, com gleissolos e predomínio de área úmida com vegetação florestal nativa. Com extensas degradações ambientais em suas margens, sobretudo com o avanço de pastagens.
2b	Planícies Fluviais recobertos de depósitos inconsolidados (aluvionares) de cascalho, areia e silte, com organossolos e predomínio de área úmida com vegetação florestal nativa. Com extensas degradações ambientais em suas margens, sobretudo com o avanço de pastagens e culturas.
2c	Planícies Fluviais recobertos de arenitos da formação Caiuá sob áreas de nitossolos e predomínio de culturas.
3a	Planície do Rio Paraná com depósitos aluvionares e organossolos e predomínio de área úmida com vegetação florestal nativa. Com extensas degradações ambientais em suas margens, sobretudo com o avanço de pastagens e culturas.
3b	Planície do Rio Paraná com arenitos da formação Serra Geral, latossolos e predomínio de pastagens e culturas.
3c	Planície do Rio Paraná com arenitos da formação Serra Geral, nitossolos e predomínio de pastagens e cultura.

Siglas	Descrição
4a	Superfície aplainada a suave ondulada com arenitos da formação Serra Geral recobertos por nitossolos e predomínio de culturas com poucas manchas de vegetação florestal nativa.
4b	Superfície aplainada a suave ondulada com arenitos da formação Serra Geral recobertos por neossolos e predomínio de pastagens.
4c	Superfície aplainada a suave ondulada com arenitos da formação Caiuá recobertos por latossolos e predomínio de pastagens com poucas culturas e pequenas manchas de vegetação florestal nativa.
4d	Superfície aplainada a suave ondulada com arenitos da formação Caiuá recobertos por nitossolos e predomínio de culturas com poucas pastagens e pequenas manchas de vegetação florestal nativa.
4e	Superfície aplainada a suave ondulada com arenitos da formação Caiuá recobertos por neossolos e predomínio de pastagens com poucas vegetações florestais nativas.
5a	Superfície ondulada a fortemente ondulada com arenitos da formação Caiuá, com latossolos e predomínio de pastagens com poucas culturas e pequenas manchas de vegetação florestal nativa.
5b	Superfície ondulada a fortemente ondulada com arenitos da formação Caiuá, com nitossolos e predomínio de pastagens e culturas com extensas vegetações florestais nos vales encaixados e superfícies fortemente onduladas.
5c	Superfície ondulada a fortemente ondulada com arenitos da formação Caiuá, com neossolos e predomínio de pastagens.

Siglas	Descrição
6a	Rebordos da Serra de Amambai com arenitos da formação Serra Geral com latossolos e predomínio de culturas e pastagens com pequenas manchas de vegetação florestal nativa.
6b	Rebordos da Serra de Amambai com arenitos da formação Serra Geral com nitossolos e predomínio de culturas e pastagens com pequenas manchas de vegetação florestal nativa.
6c	Rebordos da Serra de Amambai com arenitos da formação Serra Geral com neossolos e predomínio de culturas e pastagens com pequenas manchas de vegetação florestal nativa.

Figura 31: Unidades de Paisagem da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil



I - Unidades de Paisagem de 1º Nível

- Planície Fluvial
- Planície do Rio Iguatemi
- Planície do Rio Paraná
- Superfície aplainada a suave ondulada
- Superfície ondulada a fortemente ondulada
- Rebordos da Serra de Amambai

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Delimitação das Unidades de Paisagem
- Municípios do Mato Grosso do Sul

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia
Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000
Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnoli Medeiros

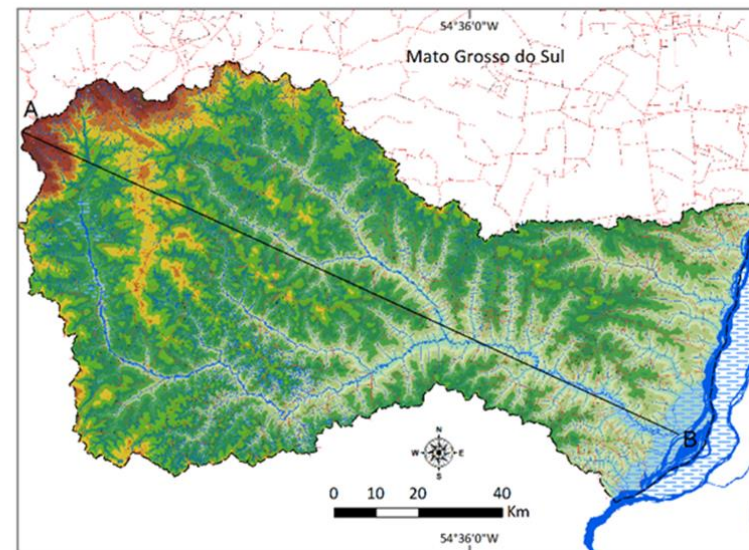
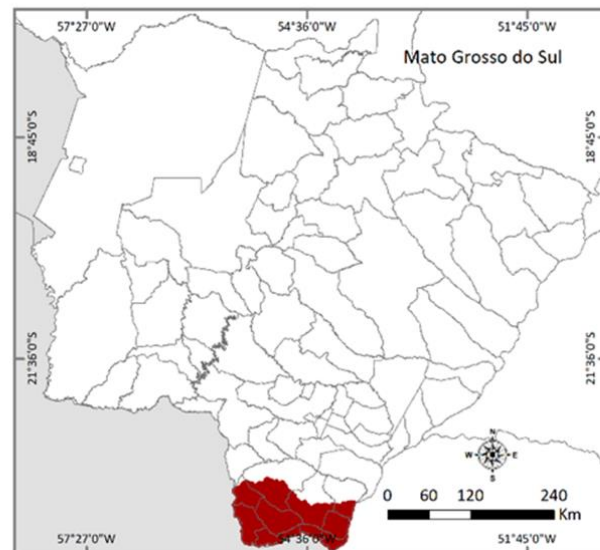
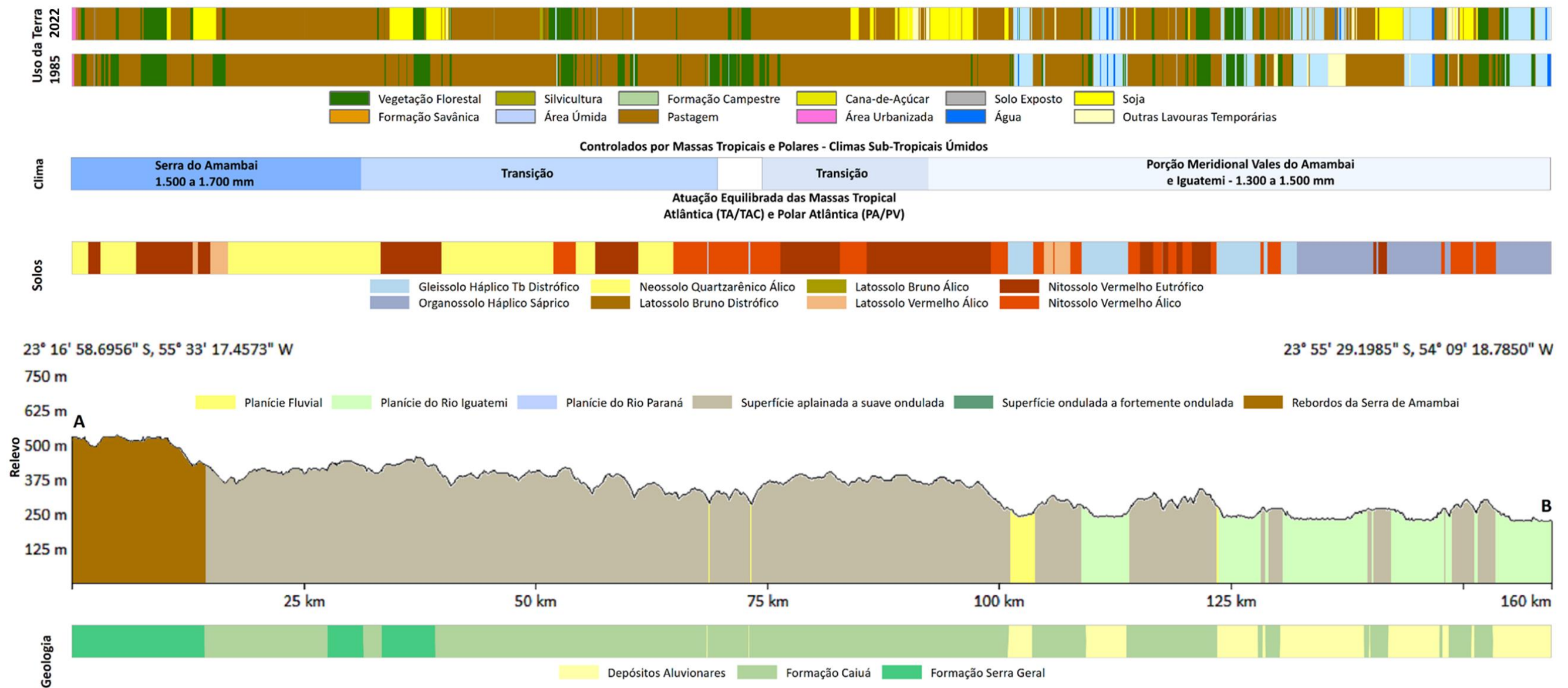


Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi

Os perfis geoecológicos da UPG Iguatemi têm como objetivo principal analisar a unidade de maneira sistêmica e integrada, avaliando as interações e as dependências mútuas entre os componentes da paisagem. Os transectos analisados abrangem três perfis com extensão total de 160 km.

O primeiro perfil (Figura 32) inicia-se no município de Amambai (noroeste), passa por Coronel Sapucaia (oeste), Tacuru (área central), Iguatemi (sul) e termina na planície fluvial em Eldorado (sudeste). As altitudes ao longo desse percurso variam entre 217 e 510 metros. O segundo perfil (Figura 33) estende-se do sudoeste ao nordeste, iniciando em Paranhos, passando por Tacuru (na área central) e finalizando em Itaquiraí (nordeste). Nesse trajeto, as altitudes variam de 270 a 450 metros. O terceiro perfil (Figura 34) inicia-se no município de Mundo Novo (sudeste), atravessa Eldorado (leste-sudeste) e termina em Itaquiraí (nordeste), com altitudes que variam entre 303 e 360 metros ao longo do percurso.

Figura 32: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi I



Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000

Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).

Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus

Orientador: Prof. Dr. Adelsom Soares Filho

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



Figura 33: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi II

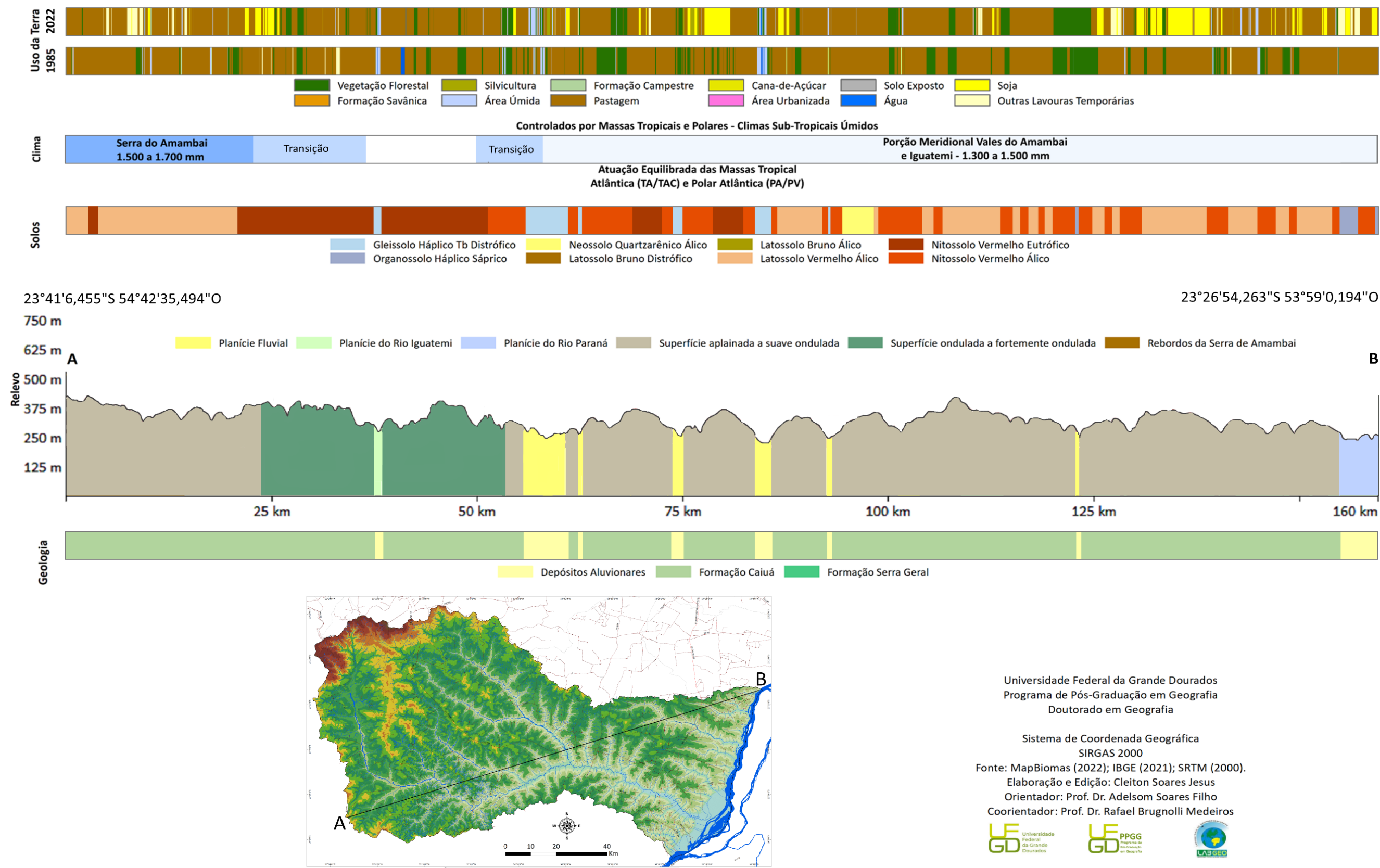
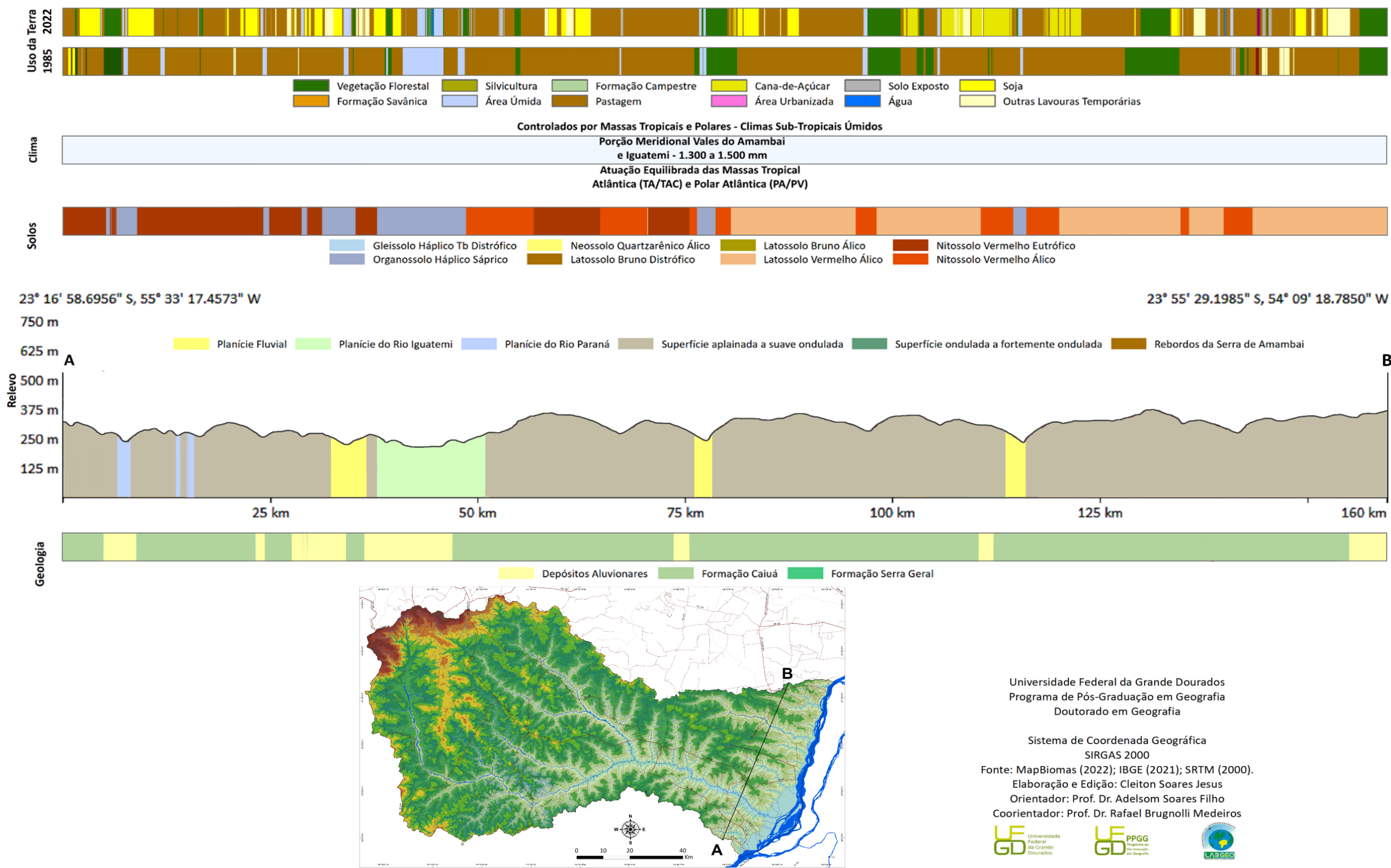


Figura 34: Perfil Geoecológico da UPG Iguatemi III



A região apresenta zonas climatológicas distintas, com regime pluviométrico que varia entre 1.500 e 1.700 mm na Serra de Amambai. Nas zonas de transição e na porção meridional dos vales dos rios Amambai e Iguatemi, os índices pluviométricos oscilam entre 1.300 e 1.500 mm (Zavatini, 2009). As áreas ocidentais são predominantemente ocupadas por pastagens, enquanto nos vales dos rios Amambai e Iguatemi observa-se uso da terra mais diversificado, incluindo pastagens, cultivos de soja e áreas úmidas. Entre 1985 e 2022, as principais transformações nos usos do solo referem-se à substituição de pastagens por cana-de-açúcar e soja, processo verificado principalmente sobre Nitossolos.

No que se refere à pedologia, a UPG Iguatemi apresenta diversos tipos de solos com características específicas. Gleissolos Háplicos Tb Distróficos e Organossolos Háplicos Sápricos predominam nas áreas úmidas e no baixo curso do Rio Iguatemi. Neossolos Quartzarênicos Álicos ocorrem sobretudo nos municípios de Amambai e Tacuru. Latossolos Bruno Distrófico e Vermelho Álico apresentam maior incidência no noroeste e no oeste, respectivamente, enquanto Nitossolos Vermelhos Eutrófico e Álico predominam na área central e na porção leste, correspondente ao perfil representado na Figura 34.

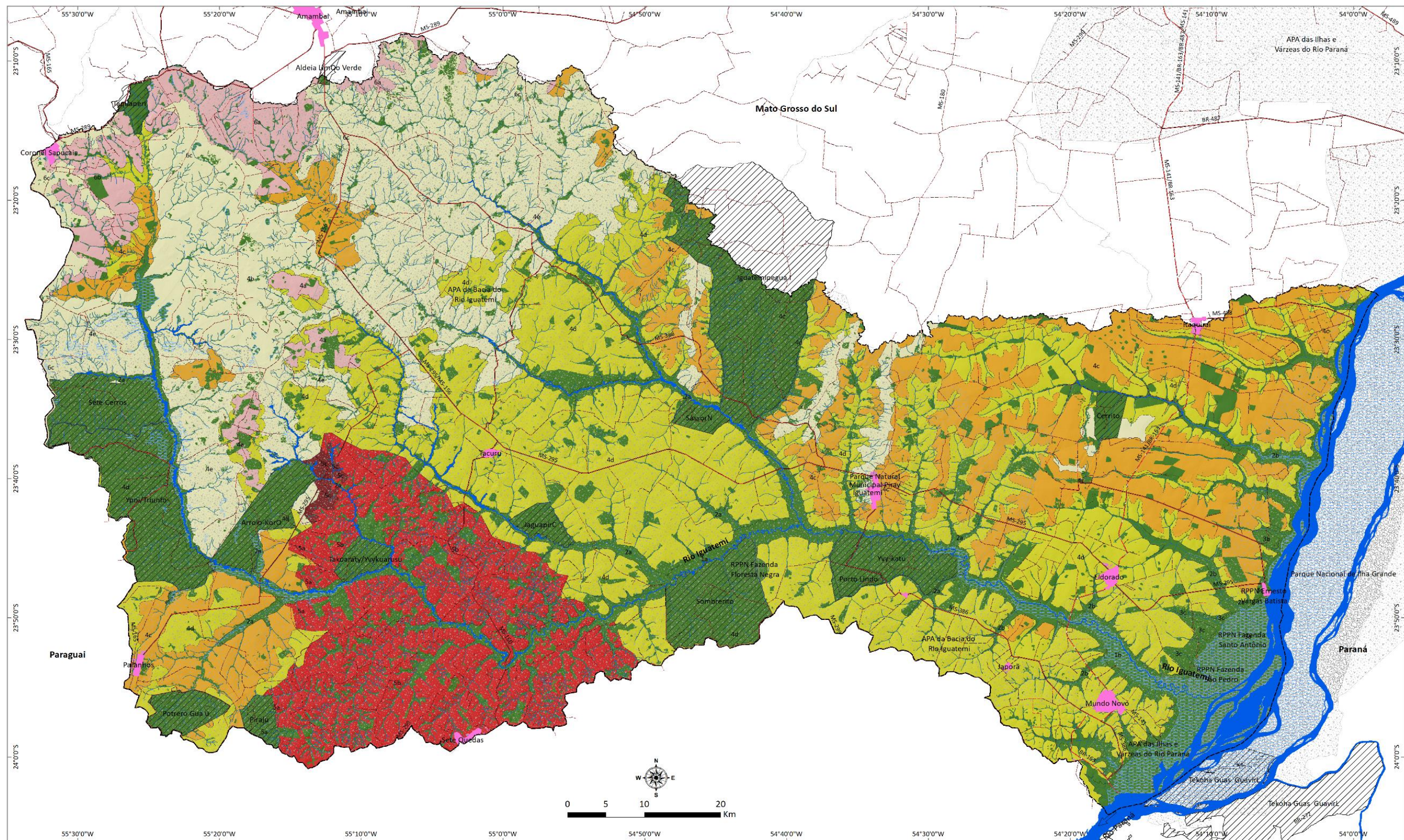
A distribuição dos solos nos perfis geoecológicos (Figura 33) evidencia a interação entre relevo, dinâmica hídrica e processos pedogenéticos. Nas baixadas adjacentes aos cursos d'água dos rios Iguatemi e Jaguí, predominam Gleissolos Háplicos Tb Distróficos e Organossolos Háplicos Sápricos, cuja ocorrência associa-se à saturação hídrica frequente e às condições redutoras que originam horizontes gleizados de coloração acinzentada ou azulada. Esses solos apresentam baixa fertilidade natural em razão da intensa lixiviação de nutrientes, enquanto os Organossolos distinguem-se pelo acúmulo expressivo de matéria orgânica de decomposição lenta, formando horizontes espessos e escuros. Tais características tornam as áreas de baixada ambientalmente frágeis, sujeitas à compactação, ao assoreamento e a alterações no regime hídrico, além de corresponderem a ambientes úmidos de elevada relevância ecológica para a manutenção da biodiversidade e para a regulação hidrológica regional. Esse padrão repete-se, em certa medida, no perfil geoecológico da UPG Iguatemi I, reforçando a correlação entre compartimentação do relevo, rede de drenagem e distribuição dos solos na unidade de planejamento.

A variação altimétrica do perfil (Figura 32) é significativa. As áreas mais baixas, com altitudes em torno de 125 metros, concentram-se nas planícies fluviais dos rios Iguatemi, Jaguí e Paraná, caracterizadas por superfícies planas e elevada deposição aluvial. Nas áreas interiores, o relevo suavemente ondulado apresenta altitudes médias de 250 metros, com predominância de superfícies aplanadas. Nas regiões mais elevadas, acima de 625 metros, destacam-se os rebordos da Serra de Amambai, caracterizados por forte ondulação e pelo substrato basáltico da Formação Serra Geral.

Do ponto de vista geológico, a região é composta por três unidades principais: a Formação Serra Geral, localizada no noroeste da UPG Iguatemi; a Formação Caiuá, que abrange grande parte da área de estudo; e os depósitos aluvionares, concentrados nas proximidades dos rios Iguatemi, Jaguí e seus afluentes. Os perfis geoecológicos das Figuras 33 e 34 inserem-se nas formações predominantes do perfil da Figura 32, englobando a Formação Caiuá, localizada em Paranhos, e os depósitos aluvionares dos rios Iguatemi e Jaguí, áreas de acumulação de sedimentos depositados nas planícies de inundação e nos leitos fluviais. A análise do perfil topográfico e do relevo validou a nova classificação das UPs. As planícies foram identificadas como fundos de vales extensos, frequentemente associados a áreas úmidas significativas nos baixos cursos fluviais. Essa abordagem integrada reforça a importância do estudo detalhado das condições naturais da UPG Iguatemi.

4.2 Capacidade de Uso e Conflitos Ambientais de Uso da Terra

A avaliação da capacidade de uso da terra permite identificar as potencialidades e limitações dos solos para diferentes finalidades, sendo essencial para apontar os conflitos existentes e indicar soluções sustentáveis. Vários autores contribuíram para o desenvolvimento e aprimoramento dessas metodologias, entre eles Bacani (2010), Pereira e Tosto (2012) e Lepsch et al. (2015). Cada classe apresenta características específicas que determinam aptidões e restrições para usos sustentáveis (Figura 35 e Tabela 9).



I - Capacidade de Uso das Terras

- Unidade recomendada para manutenção da vegetação nativa e reflorestamento e inadequada para quaisquer usos, sejam eles intensivos ou extensivos. Exceção feita apenas às comunidades tradicionais, em que as roças para agricultura familiar apresentam-se como boas práticas de subsistência.
- Unidade recomendada para todos os usos, como pastagem extensiva e agricultura
- Unidade recomendada para vários usos, com limitações para cultivos, necessitando de práticas agrícolas extensivas e verificando a fragilidade dos solos
- Unidade recomendada para vários usos, com limitações para os cultivos, necessitando de práticas agrícolas de conservação e modernização da agricultura
- Unidade recomendada apenas às pastagens, desde que práticas conservacionistas sejam realizadas.
- Unidade com sérias restrições diante do relevo ondulado. É recomendado o uso para pastagens desde que sejam feitas práticas rigorosas de conservação, como o terraceamento
- Unidade com sérias restrições diante do relevo ondulado. É recomendado que seja feita a manutenção da vegetação e, para as áreas já desmatadas, que as pastagens tenham práticas rigorosas de conservação, como o terraceamento

II - Convenções Cartográficas

- Delimitação da UPG do Rio Iguatemi
- Áreas Urbanas
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Municípios do Mato Grosso do Sul
- Delimitação das Unidades de Paisagem

- Terras Indígenas
- Parque Nacional
- Parque Natural
- Reserva Particular do Patrimônio Natural
- Área de Proteção Ambiental








Figura 35: Capacidade de Uso da Terra da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000
Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



Tabela 9: Capacidade de uso da terra da UPG Iguatemi

Classe	Descrição	Localização	Cor	Aptidão de Uso	Usos Recomendados	Limitações e Restrições	Imagem da Classe
I	Unidade recomendada para conservação permanente da vegetação nativa e reflorestamento, devido às severas limitações impostas pelo relevo e solos.	Leste, norte e sul da UPG	Verde	Preservação ambiental	Conservação e reflorestamento	Relevo acidentado, solos susceptíveis à erosão	
II	Unidade apta para todos os usos, incluindo agricultura intensiva e pastagem, com poucas limitações.	Noroeste da UPG, próximo a Amambaí	Rosa	Alta	Agricultura intensiva e pastagem	Poucas limitações, manejo adequado necessário	
III	Unidade com limitações moderadas para cultivos, requerendo práticas conservacionistas para evitar erosão.	Noroeste da UPG	Amarelo Claro	Moderada	Agricultura extensiva com práticas conservacionistas	Fragilidade do solo, erosão	
IV	Unidade com restrições significativas para cultivos, necessitando de modernas técnicas de conservação do solo.	Região central e sudeste da UPG	Amarelo Escuro	Moderada	Agricultura de conservação e modernização	Erosão, necessidade de técnicas de conservação	
V	Unidade recomendada apenas para pastagens, com necessidade de práticas conservacionistas rigorosas.	Norte e nordeste da UPG	Laranja	Baixa	Pastagens com conservação	Relevo irregular, risco de degradação	
VI	Unidade com sérias restrições devido ao relevo ondulado, apta apenas para pastagens com práticas de conservação como terraceamento.	Sudoeste da UPG	Vermelho	Muito Baixa	Pastagem com terraceamento	Relevo ondulado, alto risco de erosão	
VII	Unidade com restrições severas ao uso, recomendada para a manutenção da vegetação e uso restrito em pastagens com conservação rigorosa.	Leste da UPG	Marrom	Muito Baixa	Manutenção da vegetação, pastagem restrita	Severas restrições, necessidade de conservação rigorosa	

Fonte: o autor. Adaptado de Bacani (2010).

A **Classe I** – Unidade recomendada para conservação permanente da vegetação nativa e reflorestamento localiza-se principalmente nas regiões leste, norte e sul da UPG Iguatemi. É caracterizada por severas limitações impostas pelo relevo acidentado e pela susceptibilidade dos solos à erosão. A litologia predominante corresponde à Formação Caiuá, com ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, relevo altamente acidentado e declividades superiores a 20%. Atualmente, essas áreas apresentam vegetação nativa e algumas porções degradadas por atividades antrópicas. Conforme Bacani (2010), são indicadas exclusivamente para a manutenção da vegetação nativa e atividades de reflorestamento, visando à proteção e conservação dos recursos hídricos. O uso inadequado dessas terras pode intensificar os processos erosivos e comprometer a sustentabilidade ambiental da região (EMBRAPA, 2018).

A **Classe II** – Unidade apta para todos os usos, incluindo agricultura intensiva e pastagem, situa-se predominantemente na região noroeste da UPG, nas proximidades do município de Amambai. Apresenta alta aptidão para uso agropecuário. A litologia é dominada pela Formação Serra Geral, com solos Latossolos Vermelhos e relevo suave ondulado, com declividades entre 8% e 20%. O uso atual envolve agricultura intensiva, com cultivo de grãos, e pecuária extensiva. Essas terras possuem boa fertilidade e baixo risco de degradação quando manejadas adequadamente (Bacani, 2010; Lepsch, 2015). Recomenda-se o desenvolvimento de atividades agrícolas intensivas e extensivas, bem como a implantação de pastagens, desde que sejam adotadas técnicas sustentáveis que previnam impactos ambientais negativos a longo prazo.

A **Classe III** – Unidade com limitações moderadas para cultivos, encontra-se na região noroeste da UPG e requer práticas conservacionistas para minimizar os impactos decorrentes da fragilidade dos solos. A litologia é representada pela Formação Caiuá, com ocorrência de Latossolos Vermelho-Amarelos, relevo suave ondulado e declividades entre 8% e 20%. O uso atual inclui agricultura de ciclo curto e pecuária moderada. Segundo Bacani (2010) e Back (2021), a aplicação de sistemas de cultivo adequados, como rotação de culturas e terraceamento, é fundamental para assegurar a produtividade sustentável. Apesar das limitações, essas terras podem ser utilizadas para agricultura extensiva, desde que manejadas de forma apropriada.

A **Classe IV** – Unidade com restrições significativas para cultivos, distribui-se pela região central e sudeste da UPG. Requer o uso de técnicas modernas de conservação do solo para viabilizar atividades agrícolas (Bacani, 2010). A erosão e a baixa capacidade de retenção de umidade dos solos impõem dificuldades para o cultivo. A litologia predominante é da Formação Serra Geral, com ocorrência de Nitossolos Vermelhos, relevo ondulado e declividades entre 12% e 20%. O uso atual concentra-se em pastagens de baixa capacidade de suporte e agricultura esparsa. Assim, recomenda-se a modernização das práticas agrícolas, associada a medidas conservacionistas, a fim de garantir a sustentabilidade da produção.

A **Classe V** – Unidade recomendada apenas para pastagens com práticas conservacionistas, predomina nas regiões norte e nordeste da UPG. Essas terras apresentam relevo irregular e risco de degradação quando utilizadas inadequadamente (Bacani, 2010). A litologia corresponde à Formação Caiuá, com ocorrência de Gleissolos Háplicos, relevo moderadamente ondulado e declividades entre 8% e 45%. O uso atual caracteriza-se por pastagens degradadas e fragmentos de vegetação nativa. Recomenda-se o uso exclusivo para pastagens, condicionado à adoção de práticas rigorosas de conservação do solo, como terraceamento e controle da compactação.

A **Classe VI** – Unidade com sérias restrições devido ao relevo ondulado, localiza-se na região sudoeste da UPG. É caracterizada por solos altamente susceptíveis à erosão, o que limita significativamente suas possibilidades de uso (BACANI, 2010). A litologia predominante corresponde à Formação Caiuá, com ocorrência de Latossolos Bruno Distróficos, relevo fortemente ondulado e declividades superiores a 25%. Atualmente, essas áreas são ocupadas por pastagens com elevado risco de erosão. O uso deve restringir-se à implantação de pastagens, acompanhada de técnicas de conservação, como terraceamento, para evitar erosão e compactação.

A **Classe VII** – Unidade com restrições severas ao uso, localiza-se na região leste da UPG. Apresenta condições extremas que inviabilizam usos agropecuários convencionais. A litologia predominante corresponde à Formação Caiuá, com ocorrência de Organossolos Háplicos, relevo fortemente ondulado e declividades superiores a 30%. O uso atual envolve vegetação nativa e pequenas áreas de pastagens de baixa produtividade.

4.3 Focos de Incêndios na UPG Iguatemi

Sendo fonte de alteração e destruição da fauna e flora, Morelli et al. (2009) considera que a ocorrência de fogo compromete os recursos naturais nesses locais. Entretanto, a identificação de focos de incêndios tem grande importância, pois permite mapear as áreas de ocorrência, compreender vulnerabilidades ambientais e fornecer subsídios para o planejamento e a gestão de ações voltadas à minimização de seus impactos no meio ambiente.

Os mapas de focos de incêndios e de kernel são amplamente utilizados no monitoramento da extensão e da intensidade desses eventos, oferecendo subsídios para a gestão ambiental (Oliveira et al., 2017), uma vez que, em um mesmo incêndio, podem ser registrados diversos focos. Além da aplicação no monitoramento, esses mapas configuram-se como ferramentas fundamentais para a identificação e avaliação dos impactos ambientais. Eles fornecem informações valiosas sobre as consequências dos incêndios para a biodiversidade, os recursos hídricos, a qualidade do ar e a saúde humana (Almeida et al., 2016). Dessa forma, tornam-se essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção, combate e controle.

A análise apresentada na Figura 36 e 37 indica que as áreas com maior incidência de focos de incêndios localizam-se nas proximidades de terras indígenas. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de tais áreas ainda apresentarem relativa preservação ambiental, com maior concentração de vegetação nativa, como cerrado e mata atlântica (Mato Grosso do Sul, 2010).

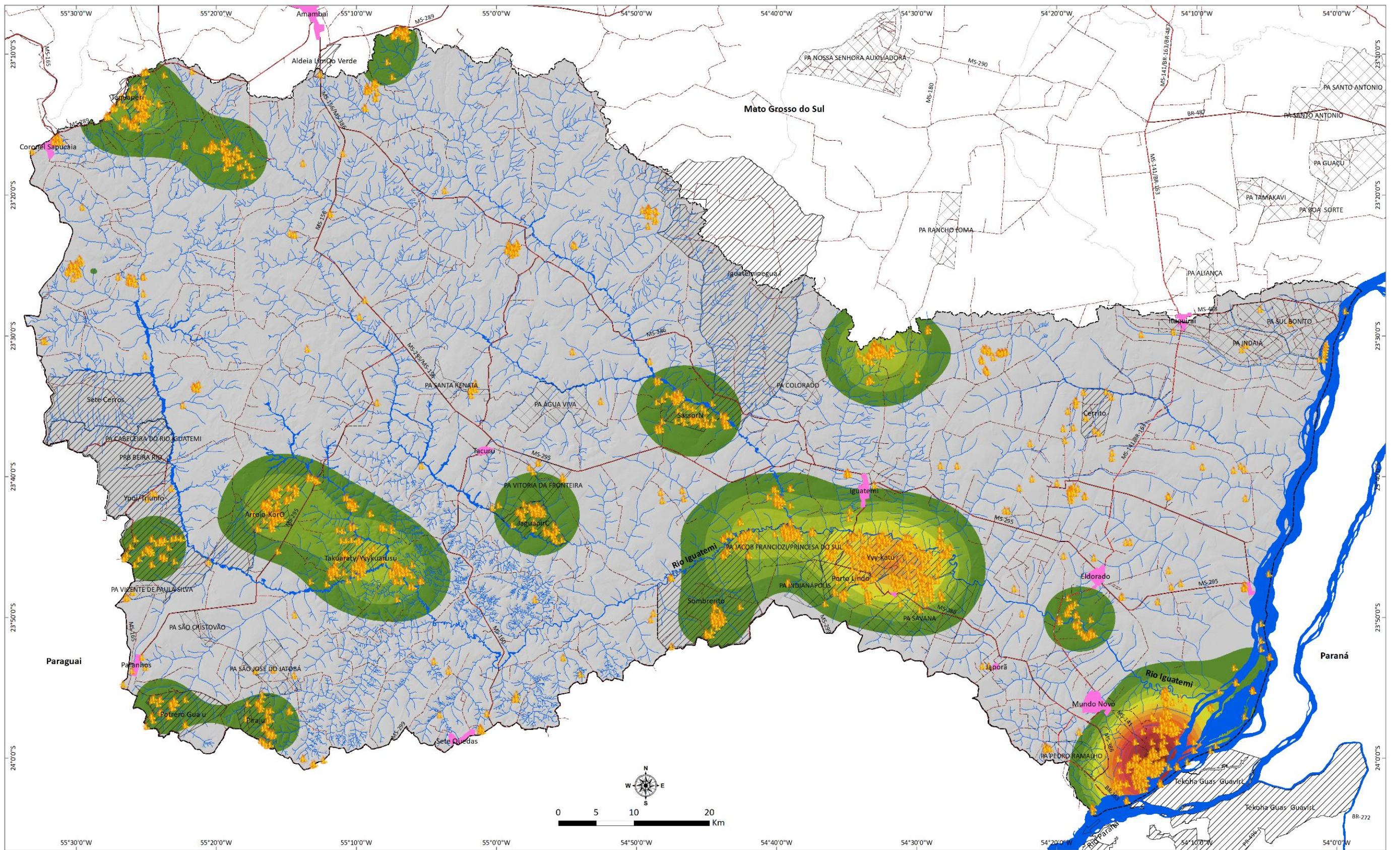
A relação entre os incêndios e a presença de vegetação nativa reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à gestão ambiental integrada, especialmente nas regiões mais suscetíveis. Além disso, é imprescindível promover a conscientização da população sobre práticas sustentáveis e manejo responsável do fogo, sobretudo em áreas próximas a reservas naturais e terras indígenas (Falleiro et al., 2016). A combinação entre monitoramento contínuo, políticas eficazes e ações preventivas pode contribuir significativamente para a mitigação dos danos causados pelos incêndios e para a promoção da conservação ambiental.

No avanço da discussão, destaca-se que os focos de incêndios também podem ser influenciados por fatores climáticos, como longos períodos de estiagem e ventos fortes, que favorecem a propagação das chamas (Silva et al., 2021). Assim, o

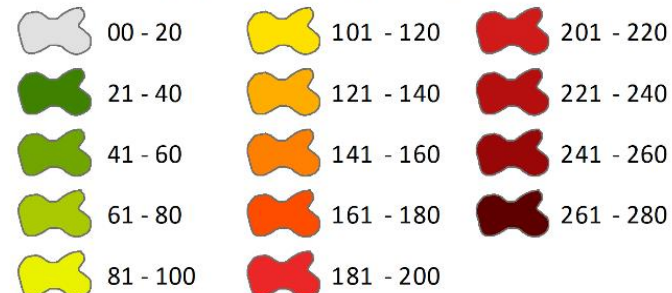
mapeamento deve ser associado a dados climáticos, de modo a permitir uma análise mais abrangente e eficaz.

As terras indígenas na UPG Iguatemi apresentam os maiores índices de focos de incêndio, o que representa risco significativo ao equilíbrio ambiental da região. Entretanto, é fundamental considerar que essas áreas são essenciais para a manutenção e conservação dos recursos hídricos, além de contribuírem para a preservação da biodiversidade (Lima et al., 2014). Possuem, ainda, elevado potencial para a criação de corredores ecológicos, que conectam fragmentos de vegetação nativa e, consequentemente, fortalecem os geossistemas locais (Seoane, Diaz e Santos, 2010). Nesse contexto, observa-se maior incidência de focos de incêndio em determinadas aldeias, com destaque para Yvy-Katu e Porto Lindo, no município de Iguatemi; Arroio-Korá e Takuaraty/Yvykuarusu, em Paranhos; e Sassoró Jaguapiré, em Tacuru, reforçando a importância da implementação de estratégias específicas de manejo e prevenção voltadas à proteção dessas áreas.

A vegetação de cerrado, em particular, devido às altas taxas de combustibilidade durante os períodos secos, torna essas áreas ainda mais suscetíveis aos incêndios (Zavattini, 2009). Adicionalmente, as longas estiagens que têm afetado o Mato Grosso do Sul nos últimos anos intensificam a vulnerabilidade das áreas ao fogo, sobretudo quando associadas a tipos de vegetação altamente inflamáveis, como o cerrado. Períodos de seca, especialmente entre julho e agosto, aliados aos ventos do final do inverno e início da primavera (agosto e setembro), favorecem a propagação das chamas e ampliam o risco de alastramento dos incêndios.



I - Densidade de Ocorrência de Queimadas (2022)



I - Convenções Cartográficas



Figura 37: Densidade de Ocorrência de Incêndios Florestais na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, em 2022

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000
Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).
Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus
Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



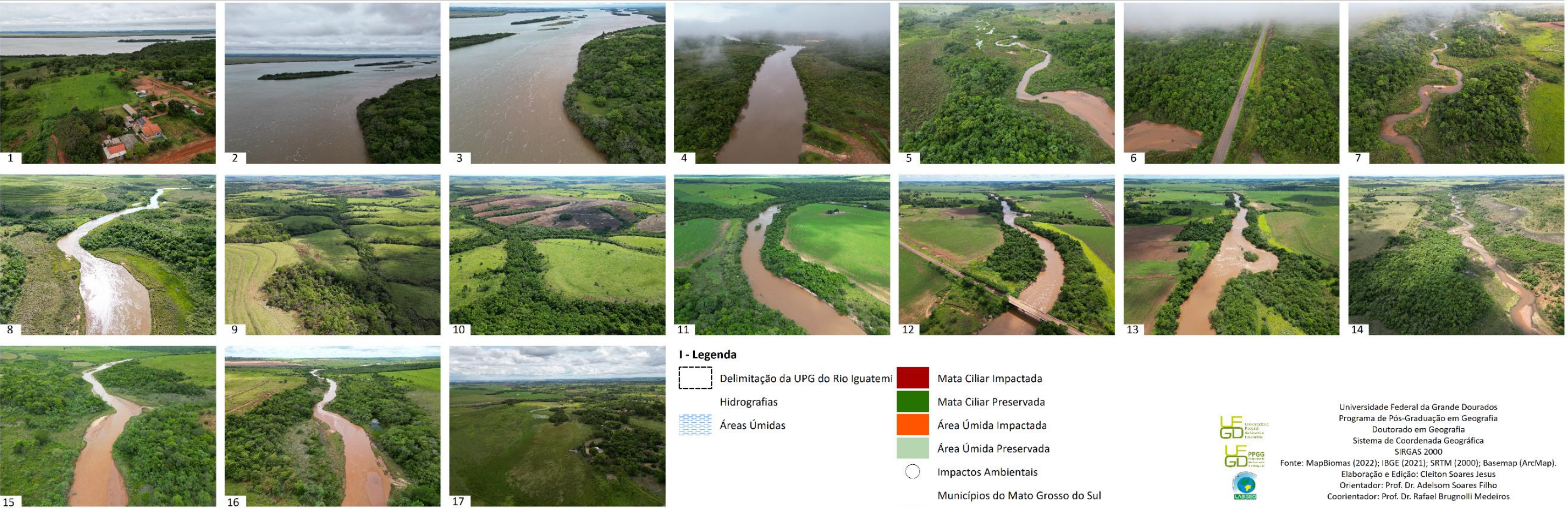
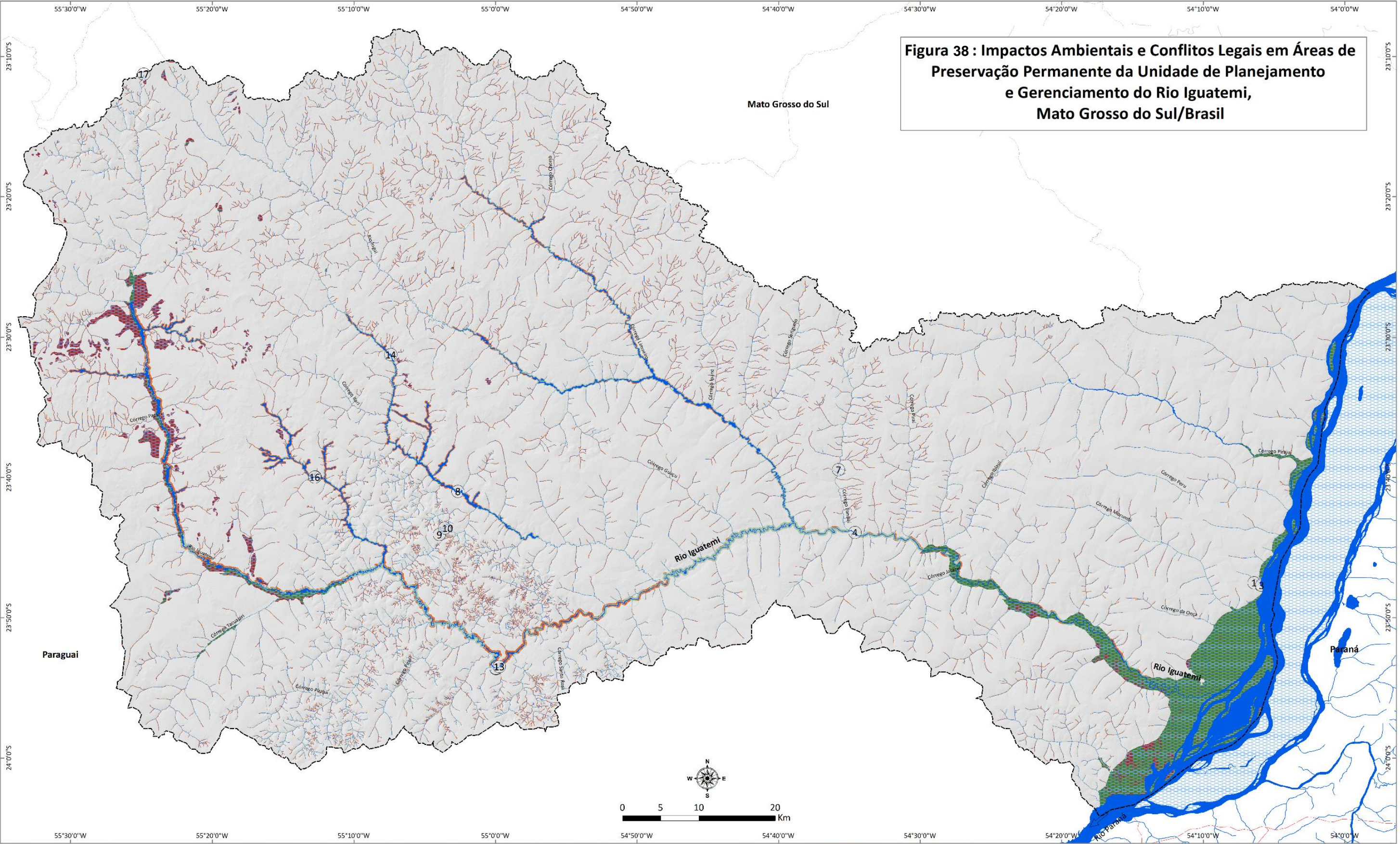
Um mapa de kernel com os focos de incêndios pode auxiliar na identificação das áreas com maior densidade de ocorrências, contribuindo para a compreensão da distribuição dos focos na UPG. O Mapa de Densidade de Ocorrência de Incêndios Kernel da UPG Iguatemi foi distribuído em 16 categorias, a partir da quantificação das ocorrências registradas no ano de 2022. Portanto, considera-se a utilização desse mapa (Figura 37) de fundamental importância para a elaboração do zoneamento ambiental, conforme a metodologia de Mateo Rodrigues (1994). Tal adaptação enriquece a pesquisa, permitindo um estudo mais aprofundado no âmbito socioeconômico, ao permitir a compreensão da área sob uma ótica sistêmica.

O mapa Kernel evidencia áreas de alta concentração de incêndios próximas a estradas, cursos d'água e terras indígenas, como a Yvy-Katu. Essa distribuição espacial dos incêndios representa ameaça significativa à vegetação nativa, ao interromper o fluxo genético da fauna, degradar habitats e comprometer a conectividade entre fragmentos florestais.

Nesse contexto, torna-se essencial promover alternativas para minimizar os danos ocasionados pelo fogo. Entre essas alternativas, destaca-se a criação de corredores ecológicos nas terras indígenas da UPG Iguatemi, configurando-se como solução estratégica para mitigar os impactos dos incêndios, atuando como zonas de transição e conectividade entre fragmentos de vegetação.

4.4 Principais impactos ambientais

O mapa da Figura 38 apresenta diversos impactos e conflitos que demandam atenção e intervenções estruturadas. A ausência de mata ciliar ao longo dos cursos d'água constitui um dos principais problemas da região. Entre as causas dessa supressão destacam-se a expansão da agricultura e da pecuária, que comprometem tanto a qualidade da água quanto a estabilidade das margens. Cabe ressaltar que, de acordo com o Código Florestal, essas áreas devem ser preservadas. No entanto, as atividades antrópicas de caráter econômico dificultam sua conservação, intensificando os processos de degradação ambiental.



As matas ciliares atuam, em geral, como barreiras naturais, impedindo a entrada de materiais sólidos nos cursos d'água (Vilela, 2018). Além dessa função, sua ausência pode desencadear diversos problemas ambientais, como a redução do fluxo e da qualidade da água, bem como a degradação do sistema aquático. Conforme destaca Brugnolli (2020), o assoreamento provoca o espriamento dos córregos, reduz a profundidade, amplia a ocupação das margens e diminui o turbilhonamento das águas em razão do fluxo reduzido (Figura 39). A falta de matas ciliares favorece, ainda, a ocorrência de processos erosivos e o assoreamento dos rios Iguatemi, Jaguí e de alguns de seus afluentes. Também foram identificados acúmulos de sedimentos, como areia, argila e detritos orgânicos, em seus leitos.

Figura 39: Ausência de mata ciliar as margens do rio Iguatemi no município de Paranhos, MS.

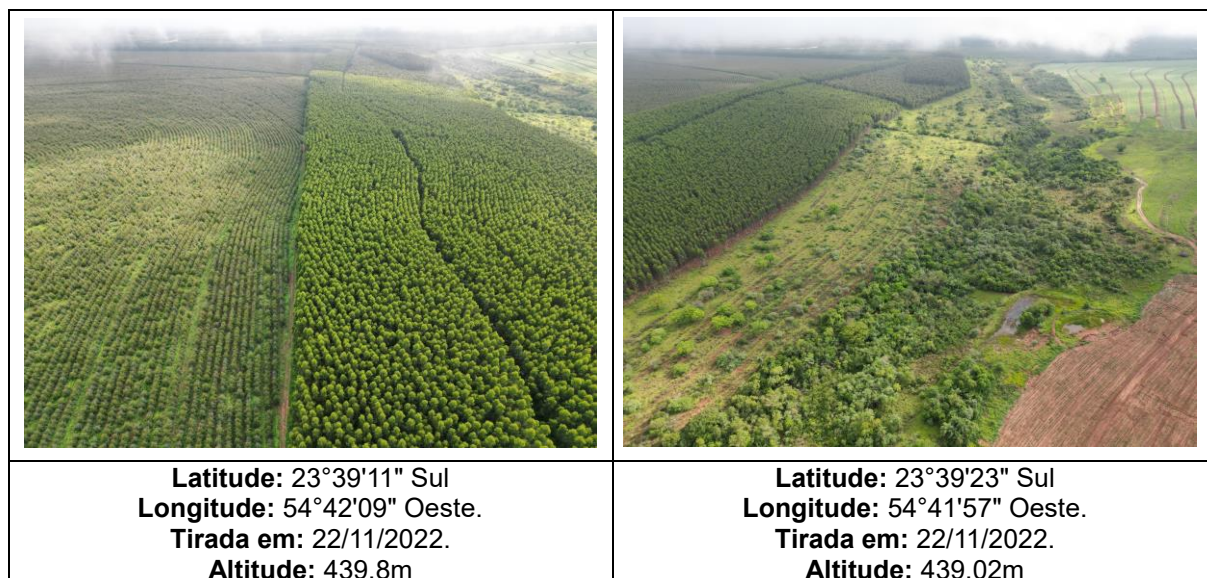


Fonte: o autor.

Além disso, constatou-se em trabalho de campo a presença de silvicultura. Essa atividade econômica pode ocasionar a compactação do solo, alterar os ciclos hidrológicos e, conseqüentemente, comprometer o equilíbrio ecológico da região. Embora em menor escala do que em outras regiões do Estado, como a região leste, sua expansão tem se intensificado ao longo dos anos. Ainda que em proporções menores que o cultivo da soja, a silvicultura apresenta graves problemas relacionados ao consumo da água do solo. Diante da necessidade de crescimento acelerado da

planta, ocorre a utilização intensiva das águas superficiais e subterrâneas, reduzindo tanto sua qualidade quanto sua quantidade (Figura 40).

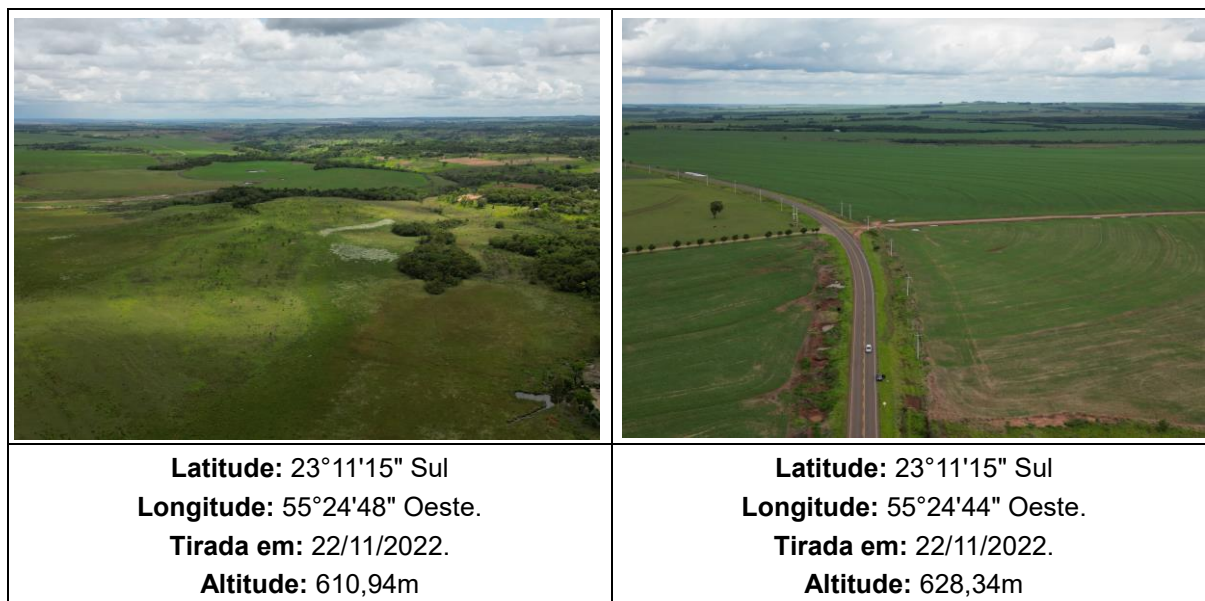
Figura 40: Atividade silvicultura de eucalipto próximo a MS-295, no município de Tacuru-MS.



Fonte: o autor.

As áreas de nascentes (Figura 41) são fundamentais para o abastecimento dos rios, e sua ocupação para o desenvolvimento de atividades econômicas, principalmente monoculturas ou pastagens, pode reduzir a infiltração da água no solo, aumentar o escoamento superficial e intensificar os processos erosivos. De acordo com o MapBiomas (2020), a conversão de áreas naturais para uso agrícola constitui uma das principais ameaças à disponibilidade hídrica e à estabilidade ambiental no Brasil.

Figura 41: Nascente do rio Iguatemi ocupada por pastagem no município de Coronel Sapucaia.



Fonte: o autor.

O solo exposto (Figura 42) pode estar associado ao desmatamento e a práticas inadequadas de manejo da terra, como a pecuária extensiva e a agricultura intensiva com cultivo de soja, milho e cana-de-açúcar. Tais fatores podem desencadear processos erosivos, resultando em perda de nutrientes, compactação e degradação da qualidade do solo (Ferreira et al., 2019).

Figura 42: Solo exposto no município de Tacuru.



Fonte: o autor.

Sobretudo nessas áreas de solo exposto, a UPG Iguatemi apresenta processos erosivos significativos (Figura 43), especialmente em áreas compostas por solos arenosos e de baixa coesão, como os Neossolos Quartzarênicos e os Latossolos Vermelhos (Donagemma, 2016). Esses processos são intensificados por fatores antrópicos, entre os quais se destacam a remoção da vegetação nativa, o manejo inadequado do solo e as condições climáticas adversas. Nesse contexto, mesmo os solos férteis, sobretudo aqueles com elevada concentração de matéria orgânica, tornam-se mais suscetíveis à erosão quando não manejados de forma adequada, o que aumenta significativamente as chances de degradação, compromete a produtividade agrícola e exige maior utilização de insumos para a correção das deficiências nutricionais (Guerra e Jorge, 2017).

Figura 43: Processos erosivos na UPG Iguatemi.



Fonte: o autor.

A erosão do solo afeta diretamente a qualidade dos recursos hídricos, pois o acúmulo de sedimentos nos leitos de rios e nascentes reduz a quantidade e o fluxo de água, comprometendo o habitat de diversas espécies e a dinâmica ecológica desses ambientes (Guerra e Jorge, 2017). No distrito de Morumbi, em Eldorado (MS), ao longo da MS-295 (Figura 43), observam-se diversos processos erosivos nas margens da rodovia. Embora a presença de Neossolos de textura arenosa, naturalmente mais soltos e de baixa coesão, favoreça a ocorrência desse fenômeno,

sua intensidade está diretamente relacionada à ação antrópica, como a supressão da cobertura vegetal, o uso inadequado da terra e a ausência de práticas conservacionistas, fatores que potencializam a vulnerabilidade natural do solo.

Na UPG Iguatemi, as evidências empíricas descritas nesta tese confirmam que os processos erosivos de maior magnitude apresentam forte correlação com o traçado das estradas vicinais. Observa-se que essas feições erosivas, frequentemente voçorocas, ravinas e sulcos profundos, dispõem-se de modo paralelo às vias, sobretudo em áreas de solos arenosos e altamente suscetíveis à erosão. Esse padrão revela que as estradas funcionam como condutores artificiais do escoamento, substituindo a drenagem natural e canalizando fluxos concentrados ao longo de seu traçado.

A ausência de infraestrutura de contenção, como bueiros, curvas de nível, drenos laterais e revegetação de margens, intensifica o processo, gerando um quadro de degradação que não é apenas geomorfológico, mas também antrópico. As estradas não apenas se alinham ao sentido das vertentes, mas criam microbacias artificiais que drenam de forma descontrolada, acelerando a incisão erosiva e provocando uma reorganização forçada dos fluxos hídricos. Evidencia-se, assim, que a gestão territorial e o zoneamento ambiental precisam reconhecer a infraestrutura viária como vetor de risco ambiental. Em vez de atuar como elemento neutro de circulação, as estradas vicinais constituem-se em eixos de degradação quando mal planejadas.

4.5 O Zoneamento Ambiental da UPG Iguatemi

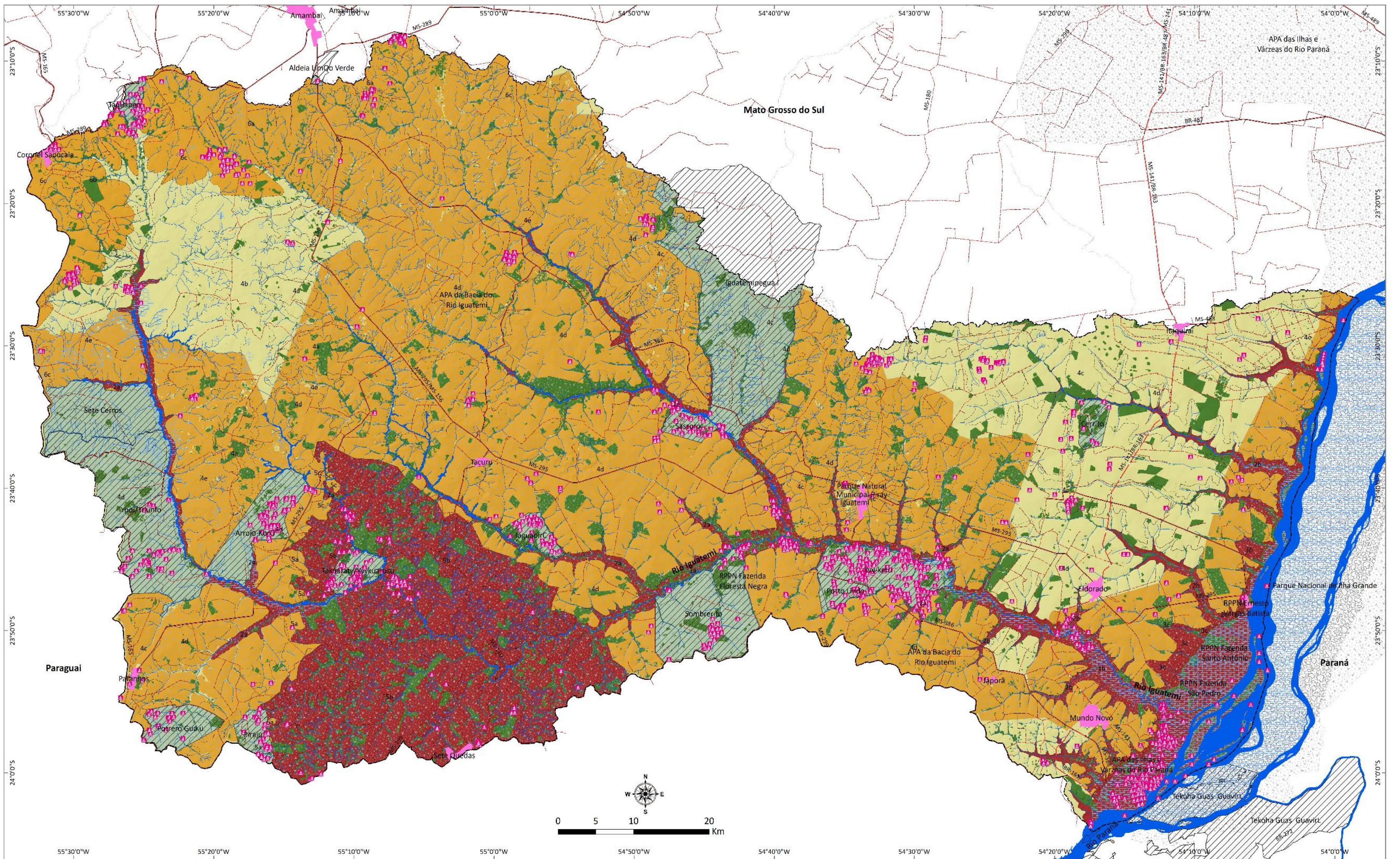
O zoneamento ambiental constitui um dos principais instrumentos de planejamento territorial, pois possibilita identificar áreas prioritárias para conservação e uso sustentável, orientando o equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a proteção dos recursos naturais (Santos, 2004; Ross, 2006). No contexto da UPG Iguatemi, esse instrumento assume relevância diante da necessidade de compatibilizar a expansão agropecuária com a manutenção dos recursos naturais.

Soma-se a esse instrumento o papel fundamental das APPs, que se localizam principalmente ao longo dos cursos d'água, nas margens de nascentes, em torno de lagos e em áreas úmidas. Conforme previsto no Código Florestal (Brasil, 2012), sua

função é proteger os recursos hídricos, regular os fluxos, reduzir riscos de erosão e mitigar o assoreamento dos corpos d'água. Essas áreas, portanto, configuram-se como estratégicas para a conservação da biodiversidade, a regulação climática e a manutenção da segurança hídrica da região.

Destaca-se, ainda, a presença da APA na Bacia do Rio Iguatemi, considerada uma das maiores do Estado de Mato Grosso do Sul em termos de extensão territorial. Apesar de sua relevância ecológica e de seu potencial como instrumento de ordenamento territorial, a APA apresenta baixa efetividade prática, sobretudo pela ausência de mecanismos adequados de gestão, fiscalização e implementação de políticas públicas voltadas à conservação. Essa lacuna compromete o alcance de seus objetivos legais, convertendo a unidade de conservação em um instrumento mais formal do que efetivo no processo de proteção ambiental.

No mapa de zoneamento ambiental da UPG Iguatemi (Figura 44), as zonas de uso foram classificadas segundo diferentes níveis de restrição (baixa, média e alta), com o objetivo de identificar o equilíbrio necessário entre o potencial produtivo, a capacidade de uso e a fragilidade ambiental do território.



I - Zoneamento Ambiental

Zona de Preservação e Conservação

- Áreas de Preservação Permanente
- Vegetação Remanescente

Zona de Uso e Nível de Restrição

- Baixa Restrição
- Média Restrição
- Alta Restrição

Zona Urbana

- Área Urbana

II - Convenções Cartográficas

- Focos de Queimadas
- Delimitação da UPG do Rio Igatemi
- Hidrografias
- Áreas Úmidas
- Estradas Vicinais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Municípios do Mato Grosso do Sul
- Delimitação das Unidades de Paisagem

- Terras Indígenas
- Parque Nacional
- Parque Natural
- Reserva Particular do Patrimônio Natural
- Área de Proteção Ambiental

Figura 44: Zoneamento Ambiental da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Igatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil

Universidade Federal da Grande Dourados
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Doutorado em Geografia

Sistema de Coordenada Geográfica
SIRGAS 2000

Fonte: MapBiomas (2022); IBGE (2021); SRTM (2000).

Elaboração e Edição: Cleiton Soares Jesus

Orientador: Prof. Dr. Adelson Soares Filho

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros



Zona de Preservação e Conservação

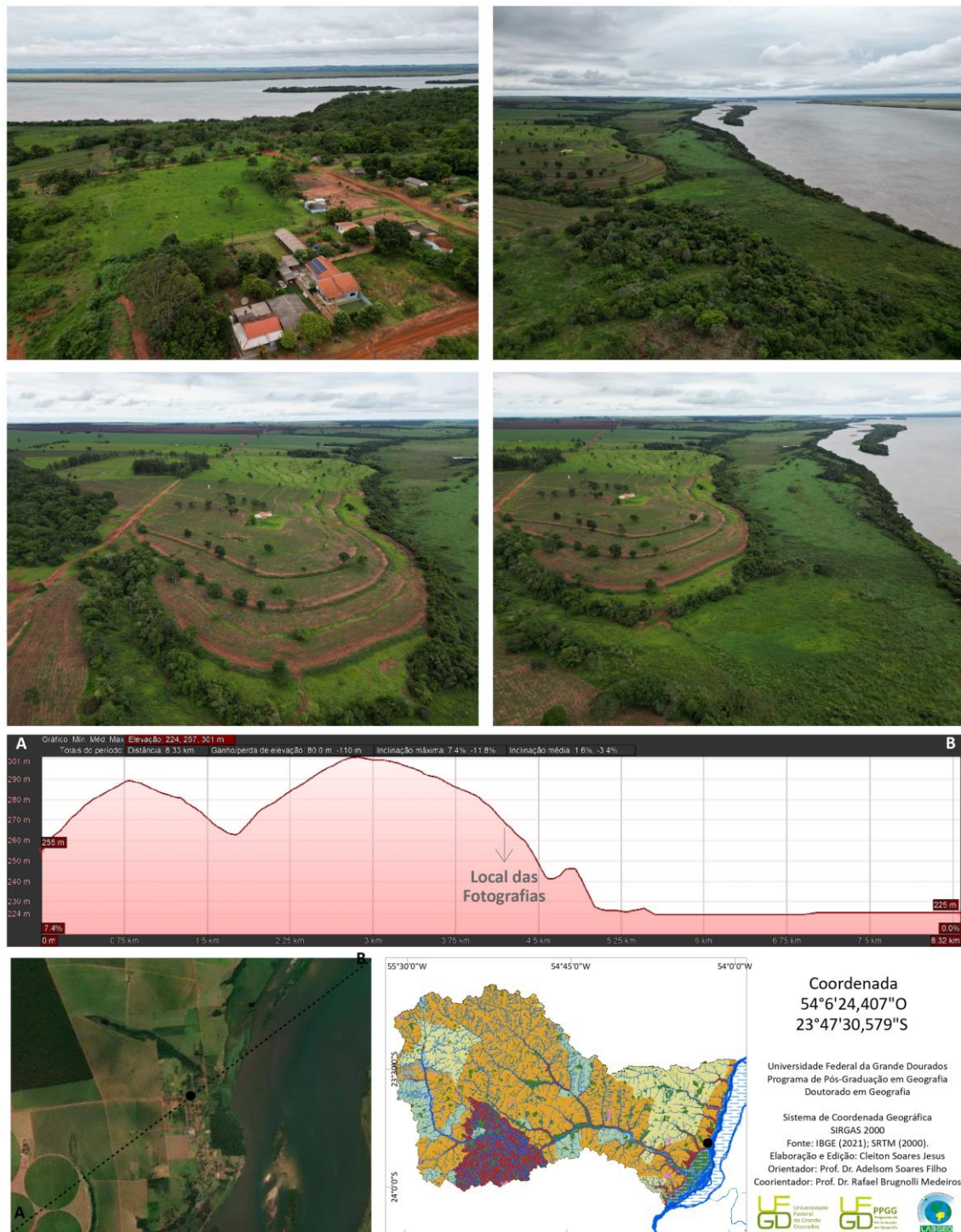
- **Áreas de Preservação Permanente (APPs)**

As APPs, regulamentadas pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), constituem espaços territoriais legalmente protegidos, essenciais para a manutenção dos recursos naturais, da biodiversidade e da estabilidade do solo. Nessas áreas, as intervenções humanas são restritas a atividades específicas, como pesquisa científica, recuperação ambiental e manejo sustentável, justamente para reduzir os impactos sobre os geossistemas e prevenir processos como a erosão e o assoreamento (Ross, 1994).

Na UPG Iguatemi, as APPs distribuem-se principalmente ao longo dos cursos d'água, incluindo o Rio Iguatemi, o Rio Jaguí e o Córrego Limoeiro, além de outros afluentes de menor porte, como o Córrego Piraí. Essas áreas situam-se nas margens dos rios, no entorno de nascentes e em locais de declividade acentuada, desempenhando papel fundamental na contenção da erosão, na filtragem de sedimentos e na prevenção do assoreamento de rios, córregos e lagos.

Entretanto, a análise do zoneamento ambiental da UPG Iguatemi evidencia fragilidades significativas. Em diversas APPs, observa-se a ausência de cobertura de vegetação nativa, o que compromete suas funções ecológicas. Mesmo às margens do Rio Paraná, onde a legislação prevê mais de 200 metros de APP, há trechos em que a faixa preservada não atinge 100 metros. Outro aspecto relevante é a presença de extensas áreas úmidas, fundamentais para a recarga hídrica e a manutenção dos fluxos durante períodos de estiagem. Contudo, a expansão da pecuária e do cultivo de soja tem avançado sobre essas áreas, reduzindo sua capacidade de regulação hídrica e, conseqüentemente, sua resiliência ecológica (Figura 45).

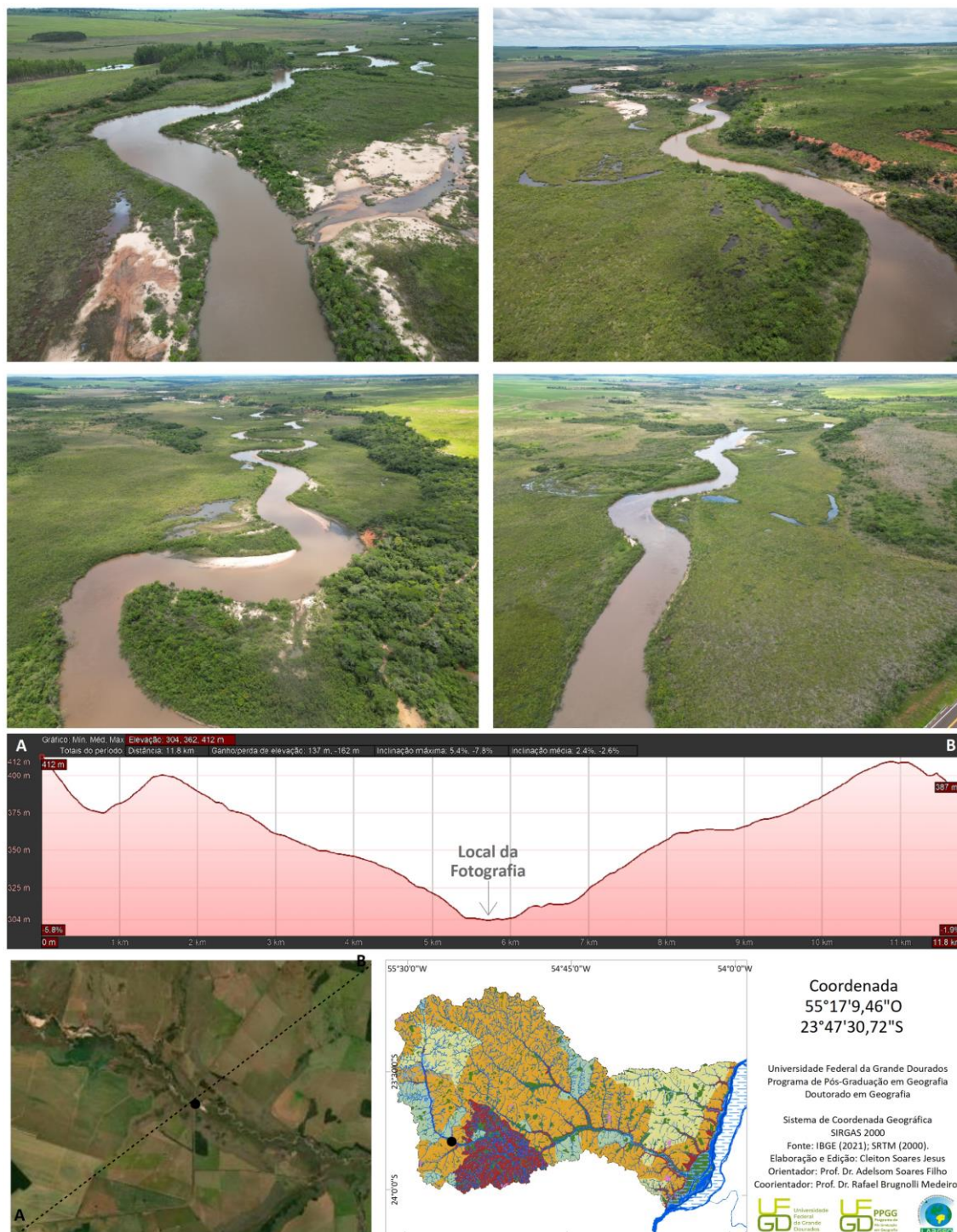
Figura 45: APP's com pouca vegetação nativa, configurando um conflito de uso da terra.



Nas APPs da UPG Iguatemi, ocorrem processos erosivos, inclusive em áreas delimitadas como prioritárias para preservação e conservação. Esse cenário evidencia a necessidade de implementar práticas conservacionistas voltadas à recuperação dos solos degradados pela erosão e pelo transporte de sedimentos. A predominância de solos de textura arenosa intensifica a suscetibilidade ao arraste de partículas pelo

escoamento superficial, agravada pela ausência de cobertura vegetal, que atuaria na dissipação da energia da água e na redução da intensidade dos processos erosivos (Figura 46).

Figura 46: Erosões e arenização na Zona de Preservação e Conservação.



Em diversos trechos da UPG Iguatemi, a escassez de cobertura vegetal expõe áreas de solo arenoso. Essa ausência de vegetação nativa nas margens, associada à textura arenosa do solo, aumenta significativamente a vulnerabilidade aos processos erosivos, favorecendo o assoreamento em determinados trechos do Rio Iguatemi.

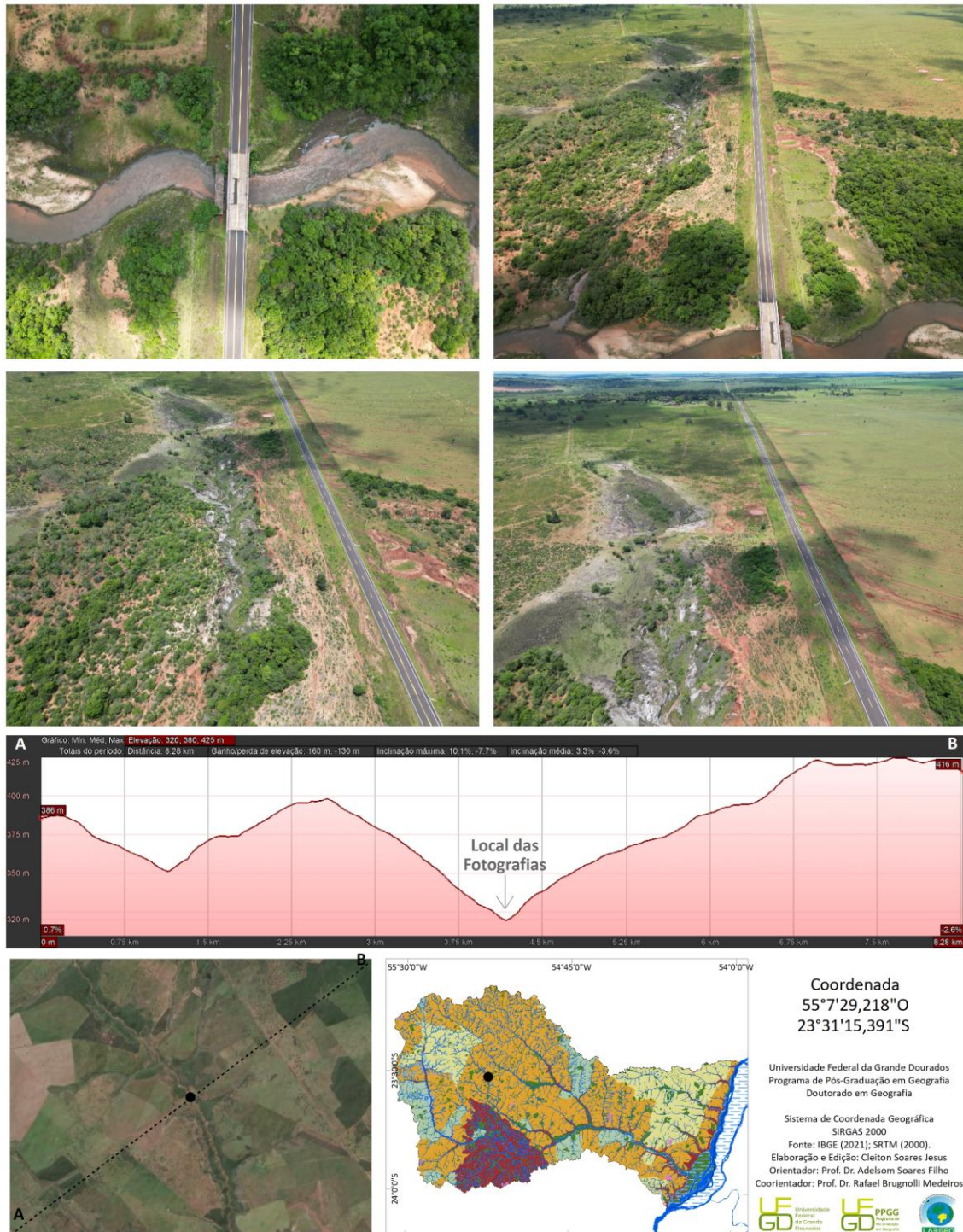
Vegetação Remanescente

Os remanescentes florestais nativos exercem papel estrutural e funcional na manutenção dos geossistemas, contribuindo para a regulação climática, a proteção do solo e a conservação dos recursos hídricos. Além disso, atuam como corredores ecológicos, conectando fragmentos de habitat e promovendo a manutenção da diversidade faunística e florística locais (Silva et al., 2020).

Na UPG Iguatemi, esses remanescentes concentram-se principalmente ao longo dos cursos d'água, incluindo o Rio Iguatemi, o Rio Jaguí e seus afluentes, bem como em áreas de relevo acidentado, como em Tacuru, e em regiões de elevada restrição de uso. A vegetação remanescente pertence predominantemente ao bioma Mata Atlântica (Mato Grosso do Sul, 2010), apresentando formações estacionais semidecíduais típicas de zonas de transição entre florestas densas e áreas de cerrado (Bueno et al., 2018).

Todavia, o mapa de zoneamento ambiental da UPG Iguatemi (Figura 44) evidencia que grande parte da vegetação remanescente encontra-se fragmentada, principalmente em razão da expansão de atividades agropecuárias intensivas, comprometendo a integridade dos geossistemas (Cunha et al., 2008). A fragmentação dos remanescentes florestais contribui para a redução da biodiversidade, o isolamento de populações biológicas e a diminuição da resiliência ecológica frente às mudanças climáticas e aos impactos antrópicos, comprometendo, assim, a funcionalidade dos geossistemas e o potencial geoecológico (Figura 47).

Figura 47: Área com vegetação nativa de Mata Atlântica, localizada às margens de rodovia, apresentando processos erosivos do tipo sulcos, ravinas e voçorocas, com intensidade variando de moderada a severa.



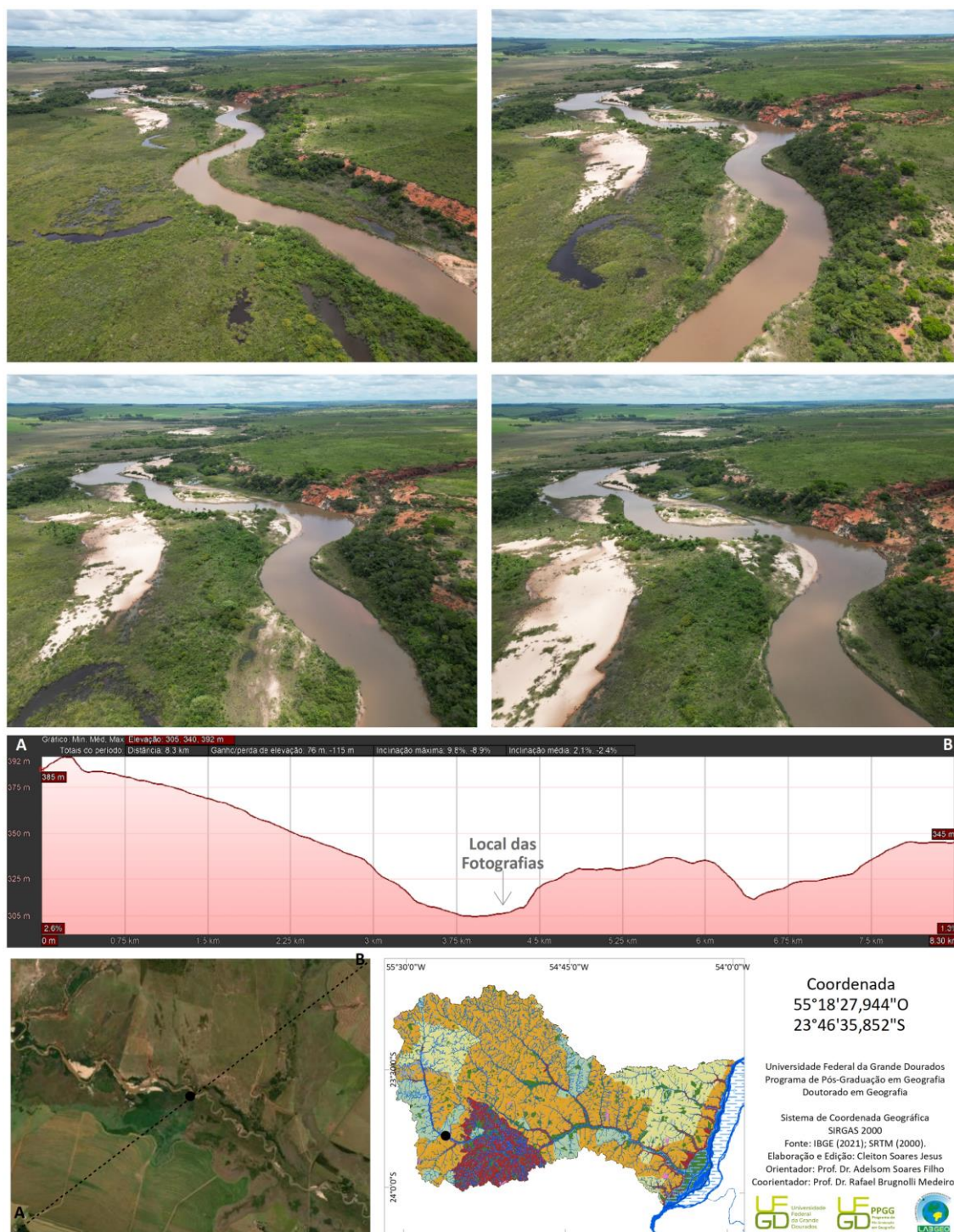
A UPG Iguatemi apresenta múltiplos problemas ambientais, inclusive em áreas legalmente protegidas por vegetação nativa em APPs. Esses impactos estão fortemente relacionados à dinâmica hidrológica das áreas a montante, onde o acúmulo de água e o transporte de sedimentos pelo escoamento superficial

frequentemente excedem a capacidade de retenção dessas faixas protegidas. Essa condição evidencia que a mera presença de cobertura vegetal não é suficiente para assegurar a integridade do sistema fluvial diante de pressões antrópicas e de processos naturais intensificados.

A gravidade do problema é agravada pela textura edáfica predominante na região: os solos da UPG são extremamente arenosos e finos, apresentando baixa coesão e alta suscetibilidade à mobilização. Em áreas afetadas por processos de arenização, o transporte de partículas durante eventos pluviométricos intensos ocasiona a deposição de sedimentos nos leitos fluviais e nas planícies de inundação, formando extensos bancos de areia que reduzem a profundidade dos canais e aumentam a turbidez das águas. Esses processos comprometem a capacidade de condução hídrica dos rios, alteram a morfologia fluvial e impactam diretamente a dinâmica ecológica do sistema aquático.

Diante desse contexto, torna-se fundamental adotar uma abordagem integrada de gestão da bacia hidrográfica, que contemple não apenas a proteção das áreas marginais, mas também a implementação de práticas de manejo sustentável nas regiões a montante. Medidas como reflorestamento de matas ciliares, técnicas de contenção da erosão, conservação do solo e manejo adequado das atividades agropecuárias são essenciais para reduzir o transporte de sedimentos, mitigar a expansão de áreas arenizadas e assegurar a manutenção do potencial geoecológico associado aos cursos d'água da UPG Iguatemi (Figura 48).

Figura 48: Arenização na Zona de Preservação e Conservação.



Zona de Uso e Nível de Restrição

- Baixa Restrição**

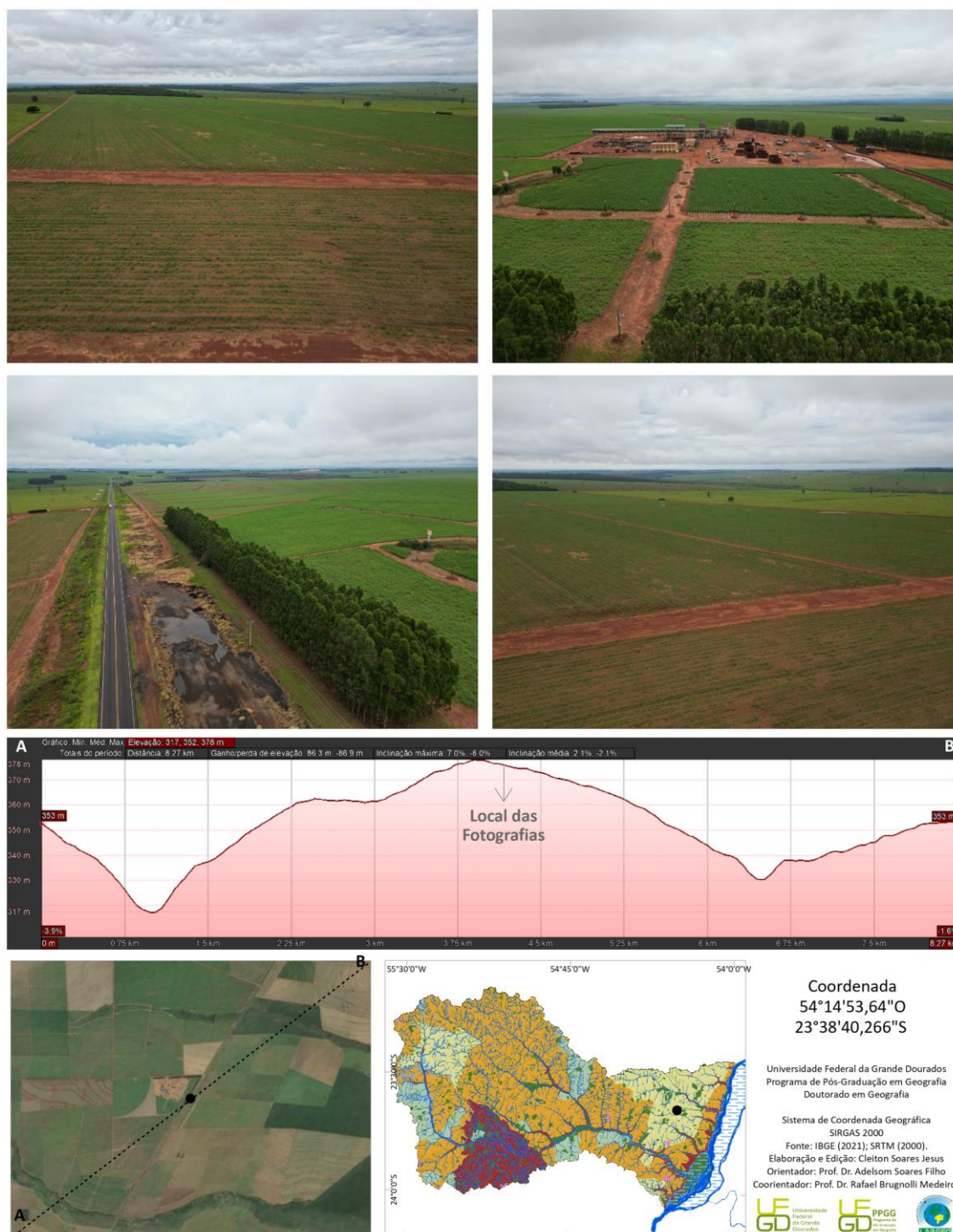
Essa zona corresponde a áreas com menor limitação ambiental, permitindo a implementação de práticas agropecuárias e expansão urbana de forma controlada.

Para mitigar impactos negativos, como compactação do solo e contaminação hídrica, recomenda-se a adoção de técnicas conservacionistas, tais como curvas de nível, terraceamento em áreas de maior declividade e sistema de plantio direto, especialmente no período de colheita, a fim de reduzir a exposição do solo às intempéries (Verdum et al., 2016).

As zonas de baixa restrição coincidem com áreas de maior aptidão agrícola, ocupadas predominantemente pela agropecuária, setor econômico central da região, localizadas principalmente nas porções sudoeste e nordeste da UPG Iguatemi (Abrão; Bacani, 2018). Nessas áreas, a utilização intensiva da terra concentra-se em culturas agrícolas temporárias e permanentes, bem como em extensas áreas destinadas à pecuária. Segundo o mapa de zoneamento ambiental (Figura 44), a agropecuária constitui a principal atividade econômica, sustentando a economia local e promovendo o desenvolvimento socioeconômico da região.

Essa zona caracteriza-se por conter áreas planas ou suavemente onduladas, além de solos profundos e bem drenados, fatores que definem baixa restrição, mas não a isentam de problemas ambientais e suas consequências para o sistema da UPG. Isso se deve principalmente ao fato de grande parte dessas terras serem destinadas à soja, cujo cultivo é favorecido pelo relevo e pelas características do solo (Figura 49). Assim, o manejo sustentável aliado à aplicação de práticas conservacionistas é imprescindível para preservar a integridade do solo e minimizar impactos sobre os sistemas hídricos e geossistemas da UPG Iguatemi.

Figura 49: Área de produção de soja situada em zona de baixa restrição.



- **Média Restrição**

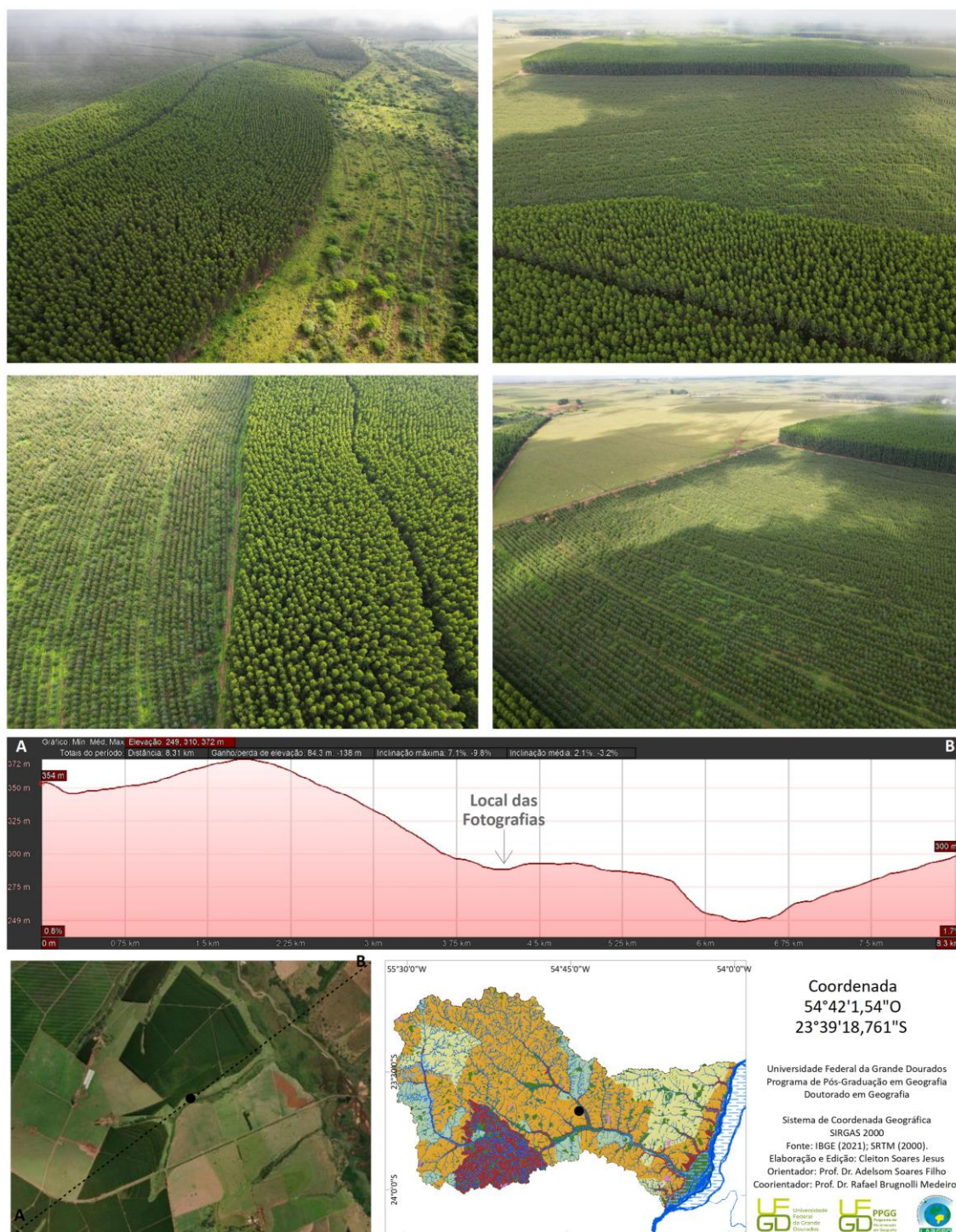
As áreas de média restrição apresentam vulnerabilidades moderadas, como solos suscetíveis à erosão e proximidade de corpos d'água. O uso exige manejo adequado, como plantio direto e sistemas agroflorestais, para mitigar impactos (Viana,

2002). Grande parte do território central e noroeste da unidade enquadra-se nessa categoria, exigindo planejamento para evitar degradação do solo e perda de biodiversidade.

Essas áreas correspondem a Neossolos Quartzarênicos Álicos e Latossolos Vermelhos Álicos, com limitações de retenção hídrica e baixa fertilidade natural, requerendo manejo criterioso. Entre as principais atividades estão pecuária extensiva e cultivos temporários, que, sem planejamento, intensificam compactação e perda de nutrientes (EMBRAPA, 2025). Recomenda-se plantio direto, rotação de culturas e cobertura vegetal permanente (Silva et al., 2022).

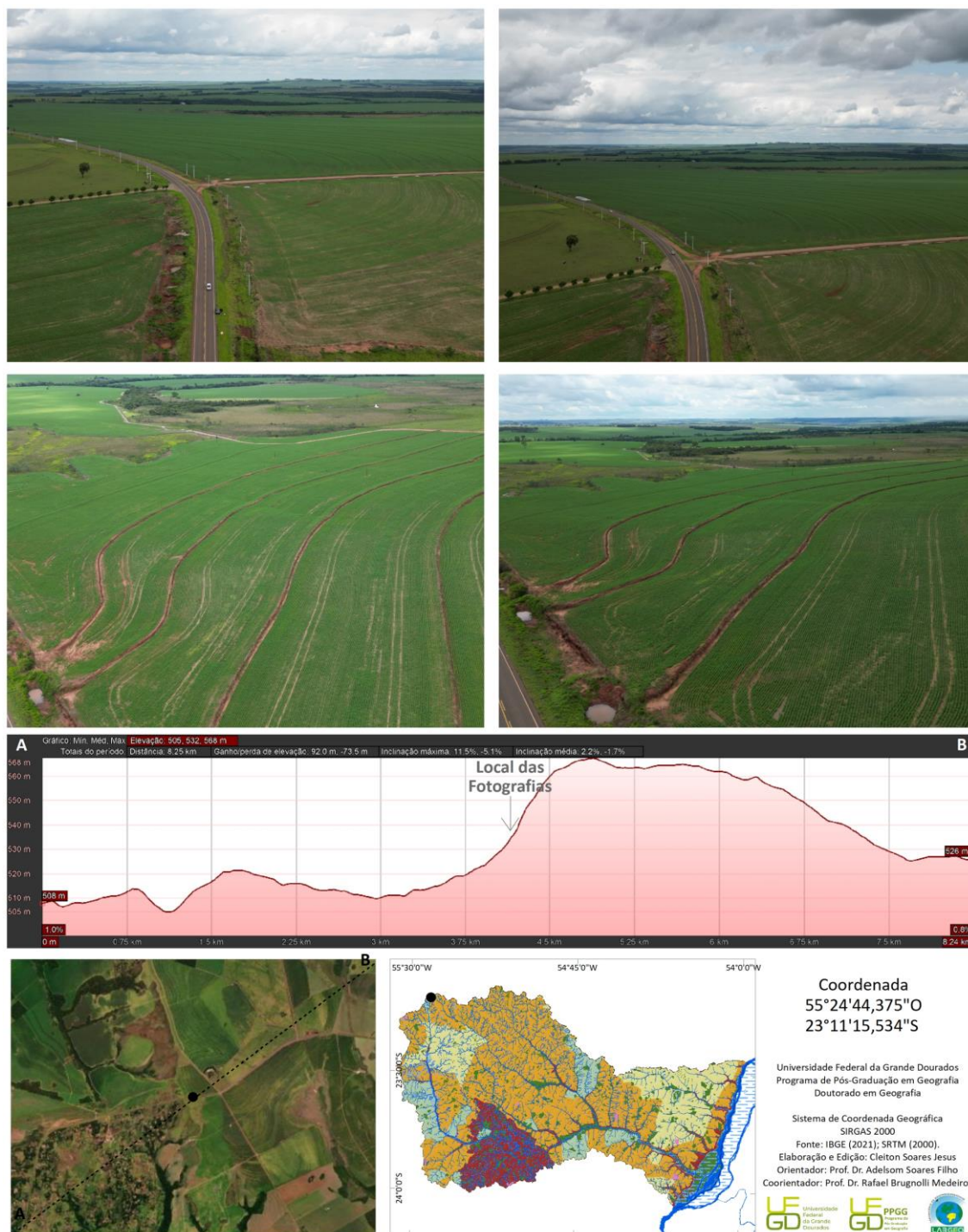
Nessas áreas, há uso intensivo e relevo ondulado, com solos mais frágeis, como Argissolos e Nitossolos. A presença de eucalipto marca algumas porções ao sul, centro e sudoeste, demandando atenção a irrigação, controle de pragas e incêndios (Figura 50).

Figura 50: Área de plantio comercial de Eucalipto situada em zona de média restrição.



Assim como nas áreas de baixa restrição, observa-se cultivo de soja em terrenos ondulados, justificando o maior grau de restrição ao uso da terra. Nessas regiões, o escoamento superficial tem maior velocidade e potencial erosivo, aumentando riscos de degradação e assoreamento. Medidas como bacias de contenção, terraceamento e faixas vegetadas reduzem perda de solo e sedimentos, mantêm qualidade hídrica e estabilidade geossistêmica (Figura 51).

Figura 51: Cultivos de soja desenvolvidos em área classificada como Zona de Média Restrição ao uso das terras.



- **Alta Restrição**

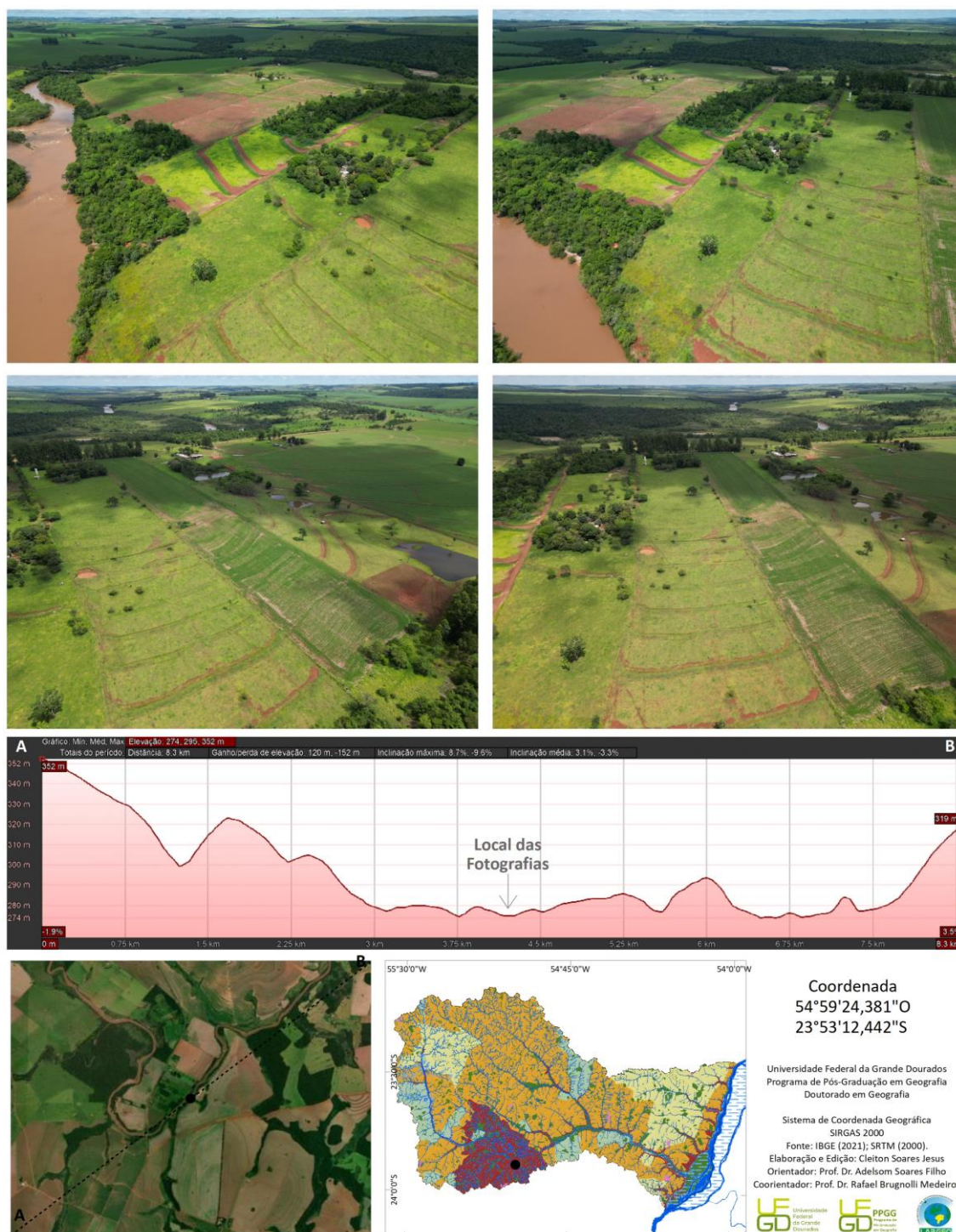
As zonas de alta restrição situam-se em áreas sensíveis, com solos de baixa fertilidade e alta vulnerabilidade à erosão (Ross, 1994). Nessas regiões, a prioridade

é a preservação ambiental, com recomposição e conservação da vegetação nativa, especialmente em margens de rios, áreas úmidas e afluentes do Iguatemi e Jaguí.

O uso da terra deve ser rigorosamente controlado, priorizando recuperação ambiental, implantação de sistemas agroflorestais de baixo impacto e programas de conservação do solo e da água (Pellizzetti et al., 2009). A exploração econômica restringe-se a atividades sustentáveis, como turismo ecológico e extrativismo vegetal, conforme a legislação vigente.

Essa zona apresenta duas configurações ambientais: (a) margens de rios e áreas úmidas com alta limitação física e natural, risco elevado de contaminação e impactos diretos na quantidade e qualidade hídrica (Figura 52); (b) áreas de relevo acidentado, com solos frágeis e declividades elevadas, exigindo rigor conservacionista para manter integridade geossistêmica.

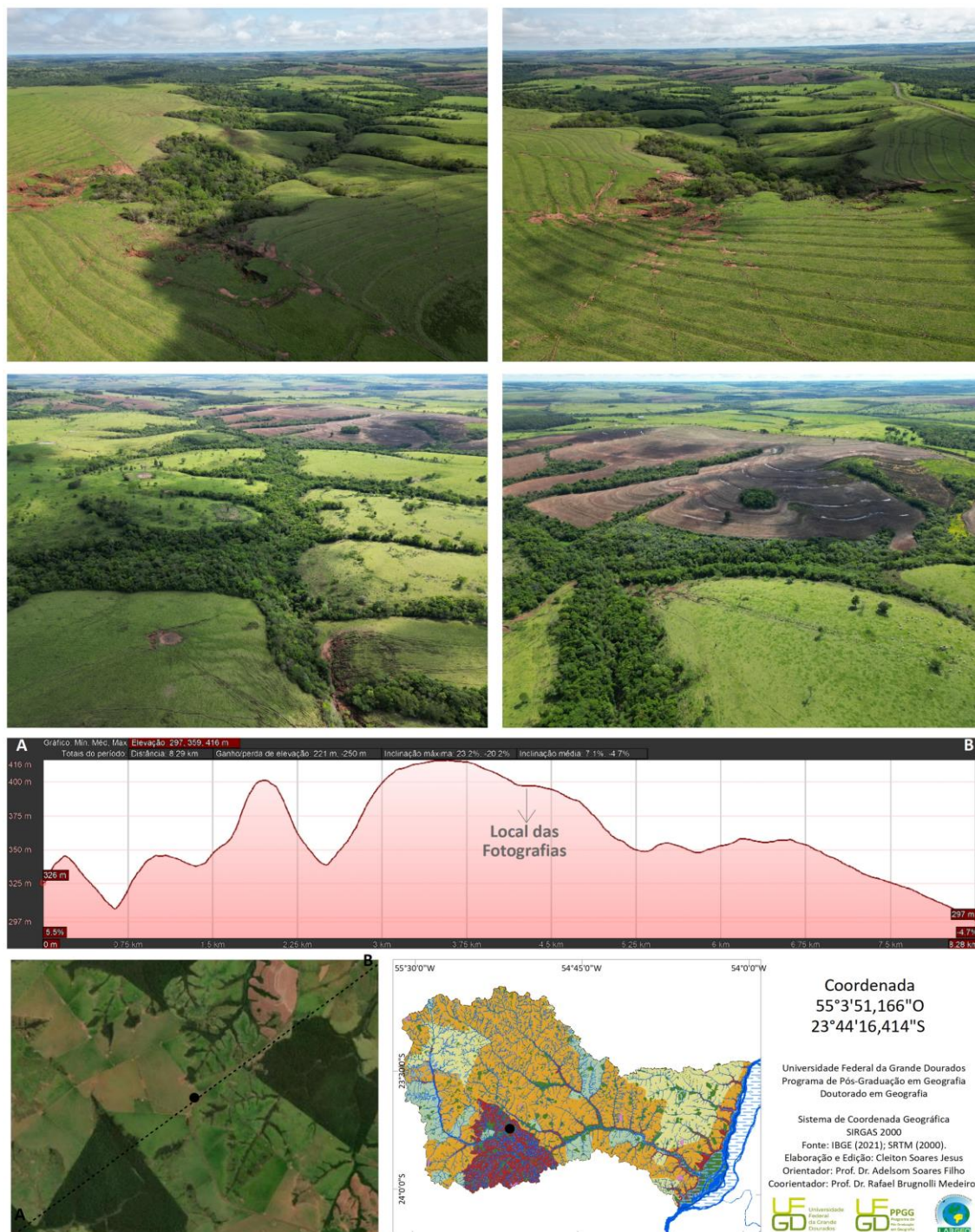
Figura 52: Zona de Alta Restrição próximo aos mananciais



Há ainda pastagens em relevo ondulado, com intensa erosão e ausência de manejo adequado. Curvas de nível são insuficientes para conter sedimentos ou reduzir erosão marginal (Figura 53). Com declividades entre 8% e 15%, recomenda-se terraceamento agrícola, bacias de contenção, reforço de curvas de nível, plantio direto e cobertura vegetal permanente. A adoção sistemática dessas práticas é

fundamental para reduzir perdas de solo, minimizar aporte de sedimentos e restaurar funcionalidade ecológica.

Figura 53: Pastagens com muitas erosões nas margens dos mananciais, na zona de alta restrição



Zona Urbana

As zonas urbanas abrangem áreas de concentração populacional e infraestrutura consolidada, incluindo usos residenciais, comerciais e industriais. O uso da terra deve seguir diretrizes de sustentabilidade, com gestão eficiente de resíduos e serviços públicos (IBGE, 2023). A infraestrutura viária conecta áreas rurais e urbanas e é estratégica para o escoamento agrícola e desenvolvimento regional; porém, expansão desordenada pode causar fragmentação florestal e erosão.

A inserção da zona urbana no zoneamento transcende a função descritiva de delimitação cartográfica. Sob a perspectiva geossistêmica, a cidade representa expressão do metabolismo socioecológico, articulando extração, circulação, transformação e descarte de matéria e energia. Impermeabilização do solo, fragmentação de remanescentes e sobrecarga hídrica não são externalidades, mas consequências da lógica urbana, que concentra pressões e as redistribui territorialmente.

Apesar de atuar como vetor de impactos, a cidade também é locus de governança ambiental, com instrumentos regulatórios, estruturas de planejamento e maior mobilização social. Assim, a inclusão da zona urbana no zoneamento ambiental confirma a visão de Bertrand (1971) e Ross (2006), segundo a qual o território deve ser compreendido como totalidade sistêmica, fruto da interação entre processos biofísicos e práticas sociais.

No caso da UPG Iguatemi, as áreas urbanas apresentam uma contradição evidente: os municípios da região estão entre os de menor IDH do Estado, com baixos índices de saneamento, coleta de resíduos e infraestrutura básica. Assim, além de gerar impactos ambientais, a zona urbana expressa vulnerabilidade social e estrutural, comprometendo sua capacidade de atuar como polo positivo de gestão territorial.

O zoneamento ambiental da UPG Iguatemi constitui um instrumento essencial para compatibilizar a expansão agropecuária com a preservação dos recursos naturais. Ao classificar o território em diferentes zonas segundo seu grau de restrição de uso, o zoneamento procura integrar variáveis físico-naturais, como solos, geologia e relevo, com os usos predominantes e as vulnerabilidades associadas. A relevância desse processo está intrinsecamente ligada à capacidade de converter diagnósticos territoriais em sínteses operacionais (Quadro 7), aptas a orientar intervenções

coerentes com as características ecológicas, socioeconômicas e culturais da UPG. A síntese configura-se como o momento de integração e interpretação estratégica dos dados coletados, transformando informações complexas em diretrizes práticas para a ocupação e o manejo do território.

Essa organização espacial possibilita não apenas a identificação de áreas prioritárias para conservação, como as de preservação permanente, unidades de conservação e vegetação remanescente, mas também a orientação de práticas de manejo em áreas de uso consolidado. A distinção entre zonas de baixa, média e alta restrição expressa o esforço de conciliar atividades econômicas de elevada relevância regional, como a soja e a pecuária, com a manutenção do potencial geoecológico e da resiliência ambiental da UPG.

Quadro 7: Síntese do Zoneamento da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Igatuerni

Zona	Localização	Elementos físico-naturais	Uso do solo predominante	Riscos ambientais	Práticas recomendadas	Potencial geocológico
Zona de Preservação e Conservação (APPs e remanescentes)	Margens do Rio Igatuerni, Rio Jaguí, córregos (Pirai, Limoeiro), áreas úmidas e relevo acidentado (Tacuru).	Solos arenosos, elevada suscetibilidade à erosão; geologia associada a depósitos sedimentares fluviais; relevo variando entre planícies e encostas.	Vegetação nativa remanescente (Mata Atlântica semidecidual); e piscicultura em alguns trechos.	Erosão, assoreamento, fragmentação da vegetação nativa, contaminação por piscicultura, introdução de espécies exóticas e arenização.	Reflorestamento de matas ciliares, conservação do solo e controle da piscicultura.	Regulação hídrica, recarga de aquíferos, proteção dos geossistemas, conectividade ecológica, regulação climática e manutenção da biodiversidade.
Zona de Baixa Restrição	Setores noroeste e nordeste da UPG, em áreas planas ou suavemente onduladas.	Litologia atrelada ao arenito, com solos profundos, bem drenados, alta aptidão agrícola e relevo plano.	Soja, culturas temporárias e permanentes e pecuária extensiva.	Compactação do solo, contaminação hídrica e perda de nutrientes.	Plantio direto, terraceamento, curvas de nível e manejo conservacionista.	Produção agrícola, suporte alimentar, sequestro de carbono e estabilidade produtiva.
Zona de Média Restrição	Sector central e noroeste da UPG; áreas onduladas e de fragilidade moderada.	Neossolos Quartzarênicos, Latossolos Vermelhos Alícos e baixa retenção hídrica.	Pecuária extensiva, soja em áreas onduladas e plantios de eucalipto.	Erosão, compactação do solo, perda de biodiversidade e risco de incêndios.	Rotação de culturas, plantio direto, manutenção de cobertura vegetal, terraceamento e sistemas agroflorestais.	Regulação do ciclo de nutrientes, proteção parcial da biodiversidade e suporte à economia agropecuária.
Zona de Alta Restrição	Margens de rios, áreas úmidas e relevo de declividades acima de 8%.	Solos frágeis, baixa fertilidade e alta vulnerabilidade à erosão.	Pastagens degradadas, baixa aptidão agrícola e atividades de subsistência.	Erosão intensa, assoreamento, perda de solo e contaminação de mananciais.	Reflorestamento, agroflorestas, terraceamento, bacias de contenção e manutenção de cobertura vegetal.	Regulação hídrica, proteção do solo, manutenção da biodiversidade, suporte a turismo de natureza.
Zona Urbana	Municípios e vilas dentro da UPG (infraestrutura consolidada).	Áreas antropizadas, solos compactados e relevo modificado por urbanização.	Uso residencial, comercial, industrial e infraestrutura viária.	Fragmentação da vegetação, erosão, poluição hídrica e resíduos sólidos.	Planejamento urbano e gestão de resíduos.	Serviços de suporte humano, conectividade logística e suporte à economia regional.

Fonte: o autor.

A síntese das zonas evidencia a complexidade da UPG Iguatemi. As áreas de preservação cumprem papel essencial na regulação hídrica e na proteção da biodiversidade, mas enfrentam ameaças crescentes da expansão agropecuária e da fragmentação da vegetação nativa. As zonas de preservação e conservação, embora formalmente protegidas, evidenciam a baixa efetividade dos instrumentos legais e a insuficiência das políticas de fiscalização. A presença de APPs degradadas, a redução da largura das faixas de proteção ciliar e a introdução de atividades incompatíveis, como a piscicultura em margens de rios, revelam que a simples demarcação espacial não assegura, por si só, a integridade dos geossistemas. Torna-se evidente que a vulnerabilidade ambiental da região decorre não apenas de fatores naturais, mas sobretudo da pressão exercida por atividades produtivas intensivas.

As zonas de baixa e média restrição concentram a base produtiva da região e a essência do desafio: áreas de alta aptidão agrícola e forte uso econômico coincidem com aquelas mais suscetíveis a impactos cumulativos, como erosão, compactação do solo e assoreamento. A expansão da soja, da pecuária e do eucalipto reforça o paradoxo entre produtividade e preservação. Ainda que práticas conservacionistas sejam amplamente conhecidas e recomendadas, sua efetiva implementação depende de políticas públicas de incentivo, fiscalização e conscientização, sem as quais a pressão sobre o potencial geoecológico tende a se intensificar. As zonas de alta restrição, por sua vez, ilustram os limites do uso humano em ambientes frágeis. A recorrência de processos erosivos nas margens de mananciais e em terrenos mais declivosos demonstra que o uso intensivo já ultrapassou a capacidade de suporte dos geossistemas.

Assim, o zoneamento não deve ser compreendido como cartografia estática, mas como guia dinâmico de planejamento, capaz de orientar políticas públicas, estratégias de manejo e ações de governança que considerem a complexidade socioambiental. A efetividade desse instrumento dependerá da integração entre ciência, sociedade e poder público, e apesar da existência de recursos humanos qualificados e de legislação adequada, observa-se, muitas vezes, a dificuldade em converter conhecimento e normativas em aplicabilidade concreta.

Esses territórios não se configuram apenas como patrimônios culturais e ambientais, mas constituem repositórios de saberes tradicionais e de conhecimento local, capazes de subsidiar estratégias de manejo e conservação dos geossistemas.

A incorporação dessas áreas no processo de zoneamento ambiental evidencia a imperiosa necessidade de observância aos preceitos constitucionais, à autonomia territorial e à participação substantiva das comunidades na deliberação sobre o uso e a ocupação de seus próprios espaços.

No contexto analisado, o zoneamento desenvolvido evidenciou as tensas inter-relações que estruturam a UPG. De um lado, observa-se a intensa expansão agropecuária, motor econômico regional que sustenta fluxos produtivos e gera dinamismo socioeconômico; de outro, verifica-se a fragilidade ambiental marcada por solos arenosos de baixa fertilidade, recorrentes processos erosivos e significativa fragmentação da cobertura vegetal nativa. Em paralelo, destaca-se a presença das comunidades tradicionais, cujo modo de vida, práticas de manejo e conhecimentos ancestrais os tornam guardiões de seus territórios, os quais, entretanto, sofrem pressões antropogênicas crescentes e potencialmente insustentáveis. Esse quadro confirma que a organização espacial proposta pelo zoneamento não pode ser interpretada apenas como representação cartográfica, mas como diagnóstico sistêmico das contradições que estruturam o território.

Ao incorporar variáveis físico-naturais e dimensões socioeconômicas, o trabalho aproxima-se da concepção de geossistema, no qual a totalidade se sobrepõe à soma das partes. A análise da UPG Iguatemi confirma que os limites de uso não podem ser determinados exclusivamente por critérios biofísicos, mas precisam ser compreendidos como limites socioecológicos. Nesse ponto, estabelece-se diálogo com Sochava (1977), Tricart (1977) e Ross (1994), de modo que, à medida que o zoneamento é entendido como tradução espacial das potencialidades e fragilidades do geossistema, assume caráter de instrumento político de mediação de interesses.

As fragilidades diagnosticadas indicam que a continuidade dos atuais padrões de uso resultará em perdas irreversíveis de solo, água e biodiversidade. O zoneamento, nesse contexto, não se configura como um fim em si mesmo, mas como instrumento que permite repensar os limites do uso do solo, não apenas como fronteiras físicas, mas como construções sociais e políticas, sempre pautadas nos objetivos do desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa demonstra a importância de um estudo integrado e multidisciplinar na UPG Iguatemi, Mato Grosso do Sul – Brasil. Parte desta tese foi desenvolvida em um contexto marcado pela pandemia de COVID-19, período em que perdemos entes queridos e amigos, caracterizado por angústia, aflição e temor, o que trouxe desafios adicionais à pesquisa acadêmica, especialmente no que tange à inserção e ao uso de novas tecnologias nas metodologias de ensino e aprendizagem.

A presente tese apresentou uma metodologia sistêmica e integrada para a elaboração do zoneamento ambiental como um instrumento de gestão territorial da UPG Iguatemi. Diferentemente de estudos tradicionais, que frequentemente priorizam aspectos econômicos, este zoneamento fundamenta-se em questões ambientais, enfatiza a capacidade de uso da terra, a vulnerabilidade, os incêndios florestais e a necessidade de preservação de áreas estratégicas, com destaque para as terras indígenas. A ausência de zoneamentos específicos para a UPG Iguatemi constitui uma lacuna significativa no planejamento territorial da região. Cumpre salientar que o único instrumento atualmente vigente é o ZEE do Estado de Mato Grosso do Sul, o qual apresenta limitações em diversos aspectos.

Embora o ZEE seja relevante para a organização territorial, sua estrutura concentra-se nas diretrizes de desenvolvimento econômico, sem aprofundar a análise das fragilidades ambientais locais e dos riscos associados ao uso inadequado da terra. Nesse contexto, observa-se a ausência de informações cruciais, como a classificação detalhada dos solos e a dinâmica dos incêndios, fatores determinantes para a gestão sustentável da paisagem.

A implementação do zoneamento proposto nesta tese contribuirá de maneira significativa para a mitigação de impactos ambientais e para a promoção do uso sustentável da terra, sobretudo no manejo de áreas e na gestão de recursos naturais, além de potencializar a conservação dos remanescentes florestais. Ademais, a classificação das zonas em diferentes níveis de restrição possibilita um planejamento mais eficiente das atividades agropecuárias, reduzindo riscos de erosão, perda de fertilidade do solo e impactos sobre os recursos hídricos, incluindo assoreamento de nascentes, córregos, rios e lagos.

A utilização de dados provenientes de instituições de referência, como a EMBRAPA, IBGE e CPRM, além de autores renomados nos estudos referentes ao planejamento territorial, bem como daqueles que abordaram o zoneamento no Estado e no Brasil, reforçou a fundamentação teórica desta tese e permitiu uma análise aprofundada das inter-relações entre dados de satélite, o trabalho de gabinete e o entendimento da dinâmica territorial da área por meio do trabalho de campo. Tal integração revelou-se fundamental e irrecusável para a prática geográfica.

Quanto ao método empregado, os dados geológicos e pedológicos secundários foram compilados e reprocessados para fins desta pesquisa, o que possibilitou avanços significativos no mapeamento das planícies, na identificação de gleissolos e na caracterização detalhada das formas de relevo, com distinções adequadas para cada setor da UPG Iguatemi. Tais ajustes mostraram-se necessários, uma vez que os dados oficiais, em decorrência da escala, não ofereciam informações suficientes para capturar essas particularidades. Nesse processo, o trabalho de campo desempenhou papel fundamental na validação das informações. Constatou-se que, com exceções pontuais, as planícies da região apresentam solos acinzentados e escuros, indicativos de hidromorfismo e de variações do nível freático, característicos dos gleissolos. Essa observação não estava registrada em nenhum mapeamento oficial estadual, evidenciando que o zoneamento ambiental da UPG Iguatemi constitui uma abordagem inédita, dependente da integração entre dados secundários aprimorados e investigação de campo.

A partir disso, foi possível formular hipóteses que foram respondidas, demonstrando que o uso da terra na UPG Iguatemi, sem um diagnóstico ambiental detalhado e sem planejamento adequado, gera não apenas a degradação dos recursos naturais, mas também conflitos socioambientais. Contudo, a implementação de um zoneamento ambiental pode alterar essa realidade, ao permitir uma gestão territorial que promova usos da terra compatíveis com sua capacidade e mitigue impactos negativos. No caso da UPG Iguatemi, vislumbra-se que as terras indígenas podem atuar como importantes propulsores para a efetiva aplicação do zoneamento.

As problemáticas discutidas na introdução, especialmente aquelas relacionadas à expansão da fronteira agrícola, ao desmatamento e aos incêndios, foram debatidas ao longo da pesquisa, a qual demonstrou que a ausência de um planejamento adequado compromete tanto a qualidade ambiental quanto o

desenvolvimento socioeconômico da região. Evidenciou-se, assim, a importância da aplicação de práticas sustentáveis, como a preservação de APPs e UCs.

Para assegurar a continuidade das ações voltadas à preservação socioambiental da UPG Iguatemi, recomenda-se a implantação de programas de monitoramento ambiental e socioeconômico direcionados especificamente às características da área, com o objetivo de acompanhar as transformações na paisagem e nos usos do solo. A criação de parcerias entre universidades, instituições governamentais e a sociedade civil apresenta-se como alternativa para fortalecer o planejamento territorial. Convém lembrar que a região abriga municípios com os menores IDHs do Estado, o que dificulta a aplicação de uma gestão equilibrada entre a agricultura intensiva e o desenvolvimento real desses municípios.

Deve-se refletir sobre a aplicação do zoneamento em áreas de fronteira, marcadas por renda deficitária para grande parte da população. Nesse contexto, a criação de um Comitê da Bacia Hidrográfica do Iguatemi apresenta-se como alternativa válida e viável. No Estado existem apenas cinco comitês, e a proposição de mais um não busca eliminar integralmente os problemas, mas promover reflexões e medidas para reduzir os impactos do uso da terra sobre a bacia hidrográfica e a comunidade local. Questões como o uso da água, a expansão agropecuária intensiva, as áreas de erosão em solos frágeis e arenosos, a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, além das dinâmicas socioeconômicas, deveriam ser levantadas em um Comitê, servindo como base para uma gestão efetiva dessa importante área do Estado, frequentemente negligenciada pelo Poder Público.

Diante do exposto e das discussões desenvolvidas ao longo da tese, apresentam-se, a seguir, as recomendações para a UPG Iguatemi, destacando de que forma tais diretrizes podem orientar a gestão do território na unidade.

- Minimizar os impactos do cultivo de eucalipto por meio de práticas sustentáveis, como a implantação de sistemas agroflorestais, nos quais o eucalipto seja cultivado em consórcio com espécies agrícolas ou nativas do Cerrado e da Mata Atlântica, acompanhados de corredores ecológicos;
- Promover políticas de conscientização aos pecuaristas, incentivando o uso de rotação de pastagens e consorciação, bem como a proteção das nascentes com vegetação, para a preservação da biodiversidade;

- Em áreas de declividade acentuada, adotar práticas conservacionistas, como o terraceamento, a fim de mitigar o escoamento superficial e preservar o solo;
- Criar corredores ecológicos tomando como base inicial as terras indígenas, facilitando a conexão entre fragmentos florestais e espécies animais e vegetais;
- Estabelecer zonas de amortecimento para as terras indígenas, de forma a reduzir os impactos das lavouras sobre as comunidades;
- Recuperar nascentes e matas ciliares, visando minimizar processos erosivos nas margens e leitos dos rios, além de implementar monitoramento constante para reduzir o assoreamento;
- Realizar estudos aplicados à dinâmica fluvial e sedimentológica da UPG, adotando medidas adequadas para conter a erosão em solos arenosos;
- Desenvolver, em parceria com universidades e órgãos públicos e privados, projetos voltados às comunidades rurais e indígenas, que possibilitem o reestabelecimento de nascentes e mananciais, com incentivo ao plantio de espécies nativas da região.

Como desdobramento prático e propositivo, recomenda-se a adoção efetiva do zoneamento ambiental como ferramenta de planejamento estatal, incluindo a criação de diretrizes claras para o uso da terra e a valorização de áreas de preservação. Sugere-se ainda o fortalecimento institucional dos Comitês de Bacia Hidrográfica e a integração do zoneamento às políticas públicas de desenvolvimento rural e conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, C. M. R.; BACANI, V. M. Diagnóstico da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, MS: subsídio ao zoneamento ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 3, p. 619–645, 2018.
- ABRÃO, C. M. R.; GARCÍA-RIVERO, A. E.; ACOSTA, J. O.; CHÁVEZ, E. S.; BEREZUK, A. Susceptibilidade de inundação na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, v. 62, n. 1, p. 60–75, 2021.
- ABRÃO, Cleiton Messias Rodrigues. **Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2021. 172 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2021.
- AGUIAR, T. C. A concepção sociedade/natureza redimida pela questão ambiental contemporânea. **Geo UERJ**, ano 12, n. 21, v. 2, 2º sem. 2010. Disponível em: <http://www.geouerj.uerj.br/ojs>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- ALMEIDA, M. C. S.; MAY, P. H. (orgs.). **Gestão e governança local para a Amazônia sustentável**: notas técnicas – 2. Rio de Janeiro: IBAM, 2016. 280 p.
- ALVES, L. B.; BRUGNOLLI, R. M.; SILVA, C. A.; BEREZUK, A. G. A relação entre leptospirose, atualizações e ação pública no Estado do Mato Grosso do Sul / A relação entre leptospirose, chuvas e ações governamentais no Estado de Mato Grosso do Sul – Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS**, n. 28, ano 14, nov. 2018.
- ALVES, L. B.; SILVA, C. A.; BRUGNOLLI, R. B. As legislações das águas superficiais e a gestão de bacias hidrográficas no contexto sul-mato-grossense. **Formação (Online)**, v. 28, n. 53, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v28i53.8031>.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. de. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/QC7vWbjkZ6dqgXHZdq9NWmC/?lang=pt>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- AMORIM, V. S. S. de. **Benefícios das florestas plantadas com eucalipto na recuperação de áreas degradadas**. 2023.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **HidroWeb**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

ANDRADE FILHO, U. de. O papel do Estado na reconfiguração territorial da dinâmica econômica no Centro-Oeste brasileiro. **Entre-Lugar**, v. 14, n. 27, p. 262–271, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30612/rel.v14i27.16797>.

APARECIDO, A.; BEREZUK, A. G.; SILVA, C. A. A fragilidade ambiental do córrego Pirajuí como resultado do uso e ocupação de suas terras – Mato Grosso do Sul – Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas**, v. 1, n. 35, p. 65–97, 21 jul. 2022.

AUGUSTO, R. C. A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. **Revista Tamoios**, v. 12, n. 2, p. 123–136, 2016. DOI: 10.12957/tamoios.2016.22644.

BACANI, Vitor Matheus. **Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS**. 2010. 223 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BACK, A. J.; GARCEZ, J. G.; WILDNER, L. P.; BASSANI, M. H.; GOLIN, A. S. O reconhecimento do terraceamento como prática de agricultura conservacionista em Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, 2021.

BARROS, Ana Clara de. **Análise multicritério aplicada ao zoneamento agrícola do município de Itaberá-SP**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2017.

BEREZUK, A. G.; MARTINS, J. H. P.; RIBEIRO, A. F. do N.; LIMA, P. de A. Análise morfométrica linear e areal da bacia hidrográfica do Amambá – Mato Grosso do Sul – Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, v. 1, n. 20, p. 8–38, 1 nov. 2014.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Trad. Francisco M. Guimarães. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1997. 351 p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n. 8, p. 141–152, 2004.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 3 mai. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 3 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973**. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez. 1973.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 15 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1997.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 3 jul. 2024.

BRASIL. **Resolução nº 5, de 10 de abril de 2000**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 abr. 2000.

BRAZ, Adalto Moreira. **Zoneamento turístico das paisagens para o município de Mineiros (GO), Brasil**. 2020. 358 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos (UAEEG) – Regional Jataí (REG), Universidade Federal de Goiás (UFG), Jataí, 2020.

BRUGNOLLI, R. M. Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Mimoso, Bonito/MS: as contribuições da cartografia de paisagens e da ótica geossistêmica. **Entre-Lugar**, v. 13, n. 25, p. 277–305, 2022.

BRUGNOLLI, R. M.; JESUS, A. D. DE; ALVES, L. B. Erosões em estradas não pavimentadas da bacia hidrográfica do Rio Formoso, Bonito/MS: diagnóstico e medidas de controle. **Confins [Online]**, v. 57, 2022.

BRUGNOLLI, R. M.; SALINAS CHÁVEZ, E. Estado geoecológico das paisagens da bacia hidrográfica do córrego Formosinho, Bonito/MS – Brasil: bases para a gestão territorial. **Geofronter**, v. 7, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/6794>. Acesso em: 26 mar. 2024.

BRUGNOLLI, R. M.; SILVA, C. A. da; SALINAS CHÁVEZ, E.; BEREZUK, A. G. Landscapes of the Formoso river watershed, Mato Grosso do Sul – Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 121, 104121, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104121>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRUGNOLLI, Rafael Medeiros. **Zoneamento ambiental para o sistema cárstico da bacia hidrográfica do rio Formoso, Mato Grosso do Sul**. 2020. 403 f. Tese

(Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020.

BUENO, M. L.; DE OLIVEIRA-FILHO, A. T.; PANTARA, V.; POTT, A.; ALVES DAMASCENO-JUNIOR, G. Flora arbórea do Cerrado de Mato Grosso do Sul. **Iheringia, Série Botânica**, v. 73, p. 53–64, 2018. DOI: 10.21826/2446-8231201873s53. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/679>. Acesso em: 25 jun. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS (Brasil). **Contaminação por agrotóxicos tem afetado comunidades indígenas, apontam debatedores**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1091346-contaminacao-por-agrotoxicos-tem-afetado-comunidades-indigenas-apontam-debatedores/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

CASTRO, C. M. DE; SOUSA, J. S. DE; MARTINS, M. S. DE M. (Org.). **Acta Ciências Ambientais do IFTM**. Volume III: Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados à topografia, gerando indicadores para escolha de áreas para implantação de usina de energia fotovoltaica no IFTM. Autores: Pereira, M. C.; Mineo, M. F.; Silva, M. M. A. P. de. Campos de Uberaba - MG, 2023.

CAVALCANTI, L. C. de S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed., 1980. 188 p.

CUNHA, Elias Rodrigues da. **Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Índaiá – MS**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Aquidauana, 2012.

CUNHA, N. R. DA S. et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 291-323, 2008.

DIAS, Marcel Bordin Galvão. **Aplicação da Abordagem Geotecnogênica no Entendimento das Transformações da Paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Mandaguari, Oeste Paulista, Brasil**. 2020. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2020.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. de; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE, M. R. de; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1003-1020, 2016.

DSG, Diretoria de Serviço Geográfico. **Cartas Planialtimétricas**. Brasília: Ministério do Exército, 1980.

EGLER, C. A. G.; CRUZ, C. B. M.; MADSEN, P. F. H.; COSTA, S. de M.; SILVA, E. Alves. Proposta de Zoneamento Ambiental da Baía de Guanabara. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 26, p. 127-138, 2003.

EICHENBERG, Fábio Orlando. **Turismo e Turismo de Natureza no Mato Grosso do Sul**: a proposição de um zoneamento turístico a partir do geossistema. 2018. 207 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

EL PAÍS. **Brasil suspende un instrumento eficaz para frear la deforestación en la Amazonia**. 2025. Disponível em: <https://elpais.com/america/2025-08-22/brasil-suspende-un-instrumento-eficaz-para-frenar-la-deforestacion-en-la-amazonia.html>. Acesso em: 24 ago. 2025.

ESQUERDO, J. C. D. M.; NEVES, R. J.; SOUZA-ESQUERDO, V. F. Caracterização de aspectos físicos e socioeconômicos da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, n. 16, p. 91-108, 2014.

ESQUERDO, J. C. D. M.; SILVA, J. dos S. V. da. **Caracterização do uso e cobertura da terra na Unidade de Planejamento e Gerenciamento do Rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul**. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014, Campo Grande, MS. Anais... São José dos Campos: INPE, 2014.

FALLEIRO, R. M.; SANTANA, M. T.; BERNI, C. R. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. **Biodiversidade Brasileira – BioBR**, Brasília, n. 6, p. 88–105, 2016. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/655>. Acesso em: 15 mar. 2024.

FARIAS, G. L. de; BEREZUK, A. G. O Regime Pluviométrico no Extremo Sul de Mato Grosso do Sul entre os Anos de 1976–2015. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 9, n. 17, 2018.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, 2002.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 164–176, set. 1994.

FERREIRA, C. C.; PIROLI, E. L. Zoneamento ambiental das paisagens: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 358, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/341>. Acesso em: 25 jun. 2025.

FERREIRA, N. C. F.; DUARTE, J. R. de M.; OLIVEIRA, L. A. B. de; SILVA, E. C. da; CARVALHO, I. A. O papel das matas ciliares na conservação do solo e água. **Biodiversidade**, Cuiabá, v. 18, n. 3, p. 171–179, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/9416>. Acesso em: 15 mar. 2024.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo. **Tradição e mudança em Geografia Física: apontamentos para um diálogo interno.** In: FIGUEIRÓ, Adriano Severo (Org.). **Diálogos em Geografia Física.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. p. 17-44.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL. **Comunidades indígenas sofrem com contaminação por agrotóxicos.** São Paulo, 2023. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2023/06/13/comunidades-indigenas-sofrem-com-contaminacao-por-agrotoxicos>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340 p.

HAESBAERT, R. **Identidades territoriais.** In: CORREA, R. L.; ROSENDAHL, Z. **Manifestação da cultura no espaço.** Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999. p. 169-190.

HISSA, C. E. V.; CORGOSINHO, R. R. Recortes de lugar. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 7-21, jan./jun. 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 04 nov. 2024.

IBAMA/MMA. **Relatório de Gestão 2023.** Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br>. Acesso em: 31 out. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 jan. 2021.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens.** Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 05 dez. 2020.

JESUS, C. S. de; BRUGNOLLI, R. M. Fragilidade ambiental e impactos ambientais da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil. **Revista Geografar**, v. 17, n. 2, p. 470–489, 2022. DOI: 10.5380/geografar.v17i2.84735.

JESUS, C. S.; BEREZUK, A. G.; BRUGNOLLI, R. M. Morfometria da rede de drenagem da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil. **Revista Entre-Lugar**, v. 12, n. 23, p. 63–81, 2021. DOI: 10.30612/el.v12i23.12301.

JESUS, Cleiton Soares. **Características socioambientais da Unidade de Planejamento e Gerenciamento Iguatemi, Mato Grosso do Sul/Brasil, mediante o uso de geotecnologias**. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2020.

LAGOS, Maria do Carmo Côrrea. **Efeito de borda em fragmentos do bioma Cerrado e Mata Atlântica**. 2017. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/104/o/CORREA_LAGOS_MARIA_DO_CARMO.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

LEAL, Antonio Cezar. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema – São Paulo**. 2000. 300 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LEAL, Antonio Cezar. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca-Campinas, SP**. 1995. 154 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos. **Interações hidromorfodinâmicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba, Alto Paraguai – Mato Grosso – Brasil**. 2020. 287 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2015.

LEVIGHIN, S. C.; VIADANA, A. G. Perfis geo-ecológicos como técnica para os estudos das condições ambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 14 e 15, n. 26 a 29, p. 5–14, 2003.

LIMA, B. de S.; SILVA, C. A. da; BOIN, M. N.; BRUGNOLLI, R. M. As paisagens e as dinâmicas territoriais na Serra de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia**, Bogotá, v. 29, n. 1, p. [página inicial]-[página final], jan./jun. 2020. ISSN 0121-215X. ISSN 2256-5442.

LIMA, Hedinaldo Narciso. **Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental**. 2001.

LIMA, P. C. A. de; FRANCO, J. L. de A. As RPPNs como estratégia para a conservação da biodiversidade: o caso da Chapada dos Veadeiros. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 1, p. 113-125, 2014.

MAGNI, Ana Carla. **IBGE: flexibilização e precarização nos serviços públicos**. Editora Dialética, 2023.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia da unidade de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 39–46,

2011. DOI: 10.7154/RDG.2001.0014.0004. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/47311>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MASCARENHAS, A. R. P.; MELO, R. R.; GHILARDI, D. S. Geotechnologies applied to seasonal zoning of equilibrium moisture content of timber in Rondonia, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 43, n. 2, p. 57-66, ago. 2020. ISSN 0101-9759.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. **Planejamento ambiental como campo de ação da Geografia**. In: C.B.G.5, 1994, Curitiba, PR. Anais... Curitiba: AGB, 1994. v. 1.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. A Classificação das Paisagens a Partir de Uma Visão Geossistêmica. **Revista de Geografia da UFC**, ano 01, número 01, 2002.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

MATO GROSSO DO SUL - Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN/MS. **Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Convênio Fundação IBGE. **Solos, Vegetação, Geologia, Geomorfologia e Clima**. Campo Grande-MS, 1990.

MATO GROSSO DO SUL. **Lei nº 5.148, de 27 de dezembro de 2017**. Institui o Plano Estadual de Cultura de Mato Grosso do Sul (PEC/MS).

MATO GROSSO DO SUL. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 2010.

MATO GROSSO DO SUL. **Resolução CERH/MS Nº 002, de 23 de novembro de 2005**. Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – CERH.

MATO GROSSO DO SUL. **Resolução CERH/MS Nº 011, de 05 de novembro de 2009**. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul – CERH.

MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento ecológico econômico – Mato Grosso do Sul: primeira aproximação**. 2009. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento ecológico econômico – Mato Grosso do Sul: segunda aproximação**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, 2015. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

MELO, Silas Nogueira de; GUARDA, Anderson Fernando; ARAÚJO, Gilvan Charles Cerqueira de; BATISTA, Jaime Lopes. Medidas mitigadoras para fragmentações florestais: o caso de São José do Rio Preto, SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 33, p. 189–201, 2010.

MENDES, Izabela Aparecida da Silva. O uso de geotecnologias na organização do espaço. **Cadernos do Leste**, v. 19, n. 19, 2019. DOI: 10.29327/248949.19.19-3. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13157>. Acesso em: 20 maio 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Série Corredores Ecológicos - 12 anos de trabalho pela conservação da biodiversidade nacional**. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/gestao-integrada-de-paisagem/corredores-ecologicos/projeto-corredores-ecologicos>. Acesso em: 30 jan. 2025.

MOLINA, Sabrina Kodjaoglanian Martins. **Disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Amambai-MS**. 2012. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Campo Grande, 2012.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2001.

MONTEIRO, R. M. L.; GRANGEIRO, C. M. M. A geografia e os estudos ambientais. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 17, n. 3, p. 5–20, 2015. Disponível em: [//rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/241](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/241). Acesso em: 8 mar. 2024.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Meio ambiente e ciências humanas**. São Paulo: HUCITEC, 3ª ed., 2002.

MORELLI, F.; SETZER, A.; JESUS, S. C. de. Focos de queimadas nas unidades de conservação e terras indígenas do Pantanal, 2000-2008. **Geografia**, Rio Claro, v. 34, Número Especial, p. 681-695, 2009.

NAPOLEÃO, R. P.; MATTOS, J. T. de. **O uso de geotecnologias como subsídio à gestão dos recursos hídricos: o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Capivari (SP)**. In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011. São José dos Campos: INPE, p. 1.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

NEPOMUCENO, Q. M.; JÚNIOR, J. L. dos S.; JÚNIOR, I. de O.; LOBÃO, J. S. B. Mapeamento das unidades ecodinâmicas: subsídio ao estudo da vulnerabilidade ambiental no polo de Irecê-BA. **Revista Geonorte**, ed. esp., v. 2, n. 4, p. 1560–1573, 2012.

NEVES, T. A.; SAUER, L. Zoneamento Ecológico-Econômico como política pública para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 18, n. 3, p. 131-40, 2017.

NOGUEIRA, Elida Marina. **Gênese de latossolos desenvolvidos de litotipos efusivos do grupo Serra Geral, Paraná**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Curitiba, 2021.

NUNES, Mônica Balestrin. Cartografia e paisagem: o mapa como objeto de estudo. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 65, p. 96-119, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rieb/a/Db9q4dnkyJ8cbvdJjNtbRHC/#>. Acesso em: 26 mar. 2024. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i65p96-119>.

NUNES, R. S. C.; SOUZA, A.; VILLAR-HERNÁNDEZ, B. J.; JÚNIOR, J. F. O.; ABREU, M. C.; OLIVEIRA, A. P. G.; FAKHRUDDIN, M. Incêndios nos biomas brasileiros. **Mercator**, Fortaleza, v. 22, e22023, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2023.e22023>. Acesso em: 04 nov. 2024.

OLIVEIRA, Nathan Belcavello de. Debating the use of geoprocessing in geography. **Geodialogos: Revista Eletrônica de Diálogo e Divulgação em Geografia**, v. 1, n. 3, nov. 2016. ISSN 2448-413X. Disponível em: <http://www.geografia.blog.br/geodialogos>. Acesso em: 23 abr. 2024.

OLIVEIRA, U. C.; OLIVEIRA, P. S. de. Mapas de kernel como subsídio à gestão ambiental: análise dos focos de calor na bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, nos anos 2010 a 2015. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 87–99, 2017.

OLIVEIRA, V. F. R.; SILVA, E. R. S. da; SILVA, B. H. M. da; VICK, E. P.; LIMA, C. G. da R.; BACANI, V. M. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de risco de incêndio. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/243340/35335>. Acesso em: 09 nov. 2024.

PASSOS, Messias Modesto dos. **A raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história**. Maringá: Eduem, 2006.

PAZ, Patrícia Pogliési. **Circuito espacial produtivo da pecuária bovina de corte no Estado de Mato Grosso do Sul**. 2022. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

PELLIZZETTI, M. A.; VIBRANS, A. C.; FRANK, B. **Aplicação do percentual de abatimento de erosão em programas de conservação de solo e água na bacia do Itajaí**. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE, v. 2, p. 577-584, 2009.

PEREIRA, L. C.; TOSTO, S. G. **Capacidade do uso das terras como base para a avaliação do desenvolvimento rural sustentável**. 2012.

PINHO, A. de; CALHEIROS, D. F.; ALMEIDA, F. S.; ZERLOTTI, P.; CEREALI, M.; FEIDEN, A.; MACHADO, F. F.; ZANELLA, R. Agrotóxicos e violações nos direitos à saúde e a soberania alimentar em comunidades Guarani Kaiowá de Mato Grosso do Sul. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], maio 2024. Disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/agrotoxicos-e-violacoes-nos-direitos-a->

[saude-e-a-soberania-alimentar-em-comunidades-guarani-kaiowa-de-mato-grosso-do-sul/19231?id=19231&id=19231](#). Acesso em: 24 ago. 2025.

PIRAJÁ, R. V.; OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R.; REZENDE FILHO, A. T. O Uso do Índice Espectral Delta Δn_{br} Utilizando Dados Sentinel 2 para identificar e Delimitar Áreas Queimadas, utilizando como modelo uma área do Pantanal de Nhecolândia, Mato Grosso Do Sul. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 56, p. 24–42, 2023. DOI: 10.5380/raega.v56i0.85434. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/85434>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PIROLI, Edson Luís. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010. 46 p.

QUEIROZ, Alessandra Natali. **Parque agroambiental em quadrilátero do interior Paulista: uma estratégia de planejamento paisagístico ambiental**. 2012. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RODRIGUES, Lidiane Perbelin. Cartografia de paisagens: fundamentos. **Entre-Lugar**, v. 13, n. 25, p. 350–355, 2022. DOI: 10.30612/rel.v13i25.14945. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/14945>. Acesso em: 26 mar. 2024.

ROMARIZ, Dora de Amarante. **Métodos em questão: o estudo de geossistemas**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1977. Disponível em: https://biblio.fflch.usp.br/Monteiro_CAF_42_2217373_MetodosEmQuestao.pdf. Acesso em: 25 jun. 2025.

ROSA, Roberto. **Introdução ao geoprocessamento**. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento, 2013. 142 p.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n. 8, p. 63–73, 1994.

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

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, n. 6, p. 17–29, 1992.

SALGUEIRO, Teresa Barata. Paisagem e geografia. **Finisterra**, v. 36, n. 72, 2001. DOI: 10.18055/Finis1620. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1620>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SALINAS CHÁVEZ, E.; RIBEIRO, A. F. do N. La cartografía de los paisajes con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica: caso de estudio Parque Nacional Sierra de Bodoquena y su entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Geografia y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)**, año 9, n. 9, p. 186–205, 2017.

SANDES, Fabiano Silva. O uso de drones e tecnologia de geoprocessamento no monitoramento ambiental. **Cadernos Macambira**, v. 9, n. 2, p. 13–14, 2024. Disponível em: <http://revista.lapprudess.net/index.php/CM/article/view/914>. Acesso em: 6 maio 2024.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, M. R. R.; RANIERI, V. E. L. Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 4, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/CdDcTNkgtxpzCPTsjBKLb5z/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia. **RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79–85, 2003.

SEOANE, C. E. S.; DIAZ, V. S.; SANTOS, T. L. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 207–207, 2010.

SIBCS, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, E. M.; CARVALHO, H. C. M.; SILVA, L. L.; BARBOSA, W. A. Registros de queimadas em vegetação (incêndios) e a climatologia da chuvas no Estado do Ceará: Estudo de caso no período de 2015 a 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 3, p. 571–577, 2021. doi » <https://doi.org/10.1590/0102-7786363004>

SILVA, José Victor Alves da. **Classificação e análise das unidades de paisagem na bacia hidrográfica do rio Jaguar – sub-região de fronteira XIV Cone-Sul, Mato Grosso do Sul**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019.

SILVA, L. F.; CUNHA, E. R.; BACANI, V. M. Zoneamento ambiental de bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural: estudo de caso do Córrego Indaiá - MS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, p. 1–12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236499427352>.

SILVA, M. A.; STEPHAN NASCENTE, A.; LANNA, A. C.; REZENDE, C. C.; CRUZ, D. R. C.; FRASCA, L. L. de M.; FERREIRA, A. L.; FERREIRA, I. V. L.; DUARTE, J. R. de M.; FILIPPI, M. C. C. de. Direct tillage system and crop rotation in the Cerrado. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e376111335568, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35568. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35568>. Acesso em: 25 jun. 2025.

SISLA, Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental. **Análise técnica dos licenciamentos/processos.** Disponível em: http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina_inicial.php. Acesso em: 2 set. 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2023.

SOTCHAVA, Viktor Borisovich. **O estudo de geossistemas.** São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1977. 51 p.

SOUSA LOPES, J. L.; CESTARO, L. A.; KELTING, F. M. S. Zoneamento ambiental como instrumento de uso e ocupação do solo do município de Aquiraz-CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 93–104, 2012.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Consiliência ou bipolarização epistemológica? Sobre o persistente fosso entre as ciências da natureza e as da sociedade – e o papel dos geógrafos. In: SPOSITO, E. S. et al. (org.). **A diversidade da Geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação.** Rio de Janeiro: Consequência, 2016. v. 1, p. 13–56.

SOUZA, Marcelo Lopes de. O que é a Geografia Ambiental? **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 1, p. 14, 2019. DOI: 10.48075/amb.v1i1.22684. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/22684>. Acesso em: 11 mar. 2024.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. C.; MARCHAO, R. L.; PETTER, F. A. PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1301–1309, 2013.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**, v. 2, n. 17, p. 11–24, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/337>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Conhecimento geográfico no Brasil no início do século XXI: diversidade temática e metodológica. In: SPOSITO, E. S. et al. (org.). **A diversidade da Geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação.** Rio de Janeiro: Consequência, 2016. v. 1. 546 p.

TOMAS, W. M.; OLIVEIRA, M. da R.; FERNANDO, A. M. E; CAMILO, A. R.; PEREIRA, G. M. F.; SILVA, T. L. da. **Corredores de biodiversidade na Bacia do Alto Paraguai: modelagem, mapeamento e aplicação em políticas públicas para sustentabilidade.** Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2022. ISSN 1981-7223.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

VALE, Cláudia Câmara do. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, v. 3, n. 6, p. 85–108, 2012.

Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/2448>. Acesso em: 29 fev. 2024.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. 2016.

VIANA, Virgílio Maurício. **As florestas brasileiras e os desafios do desenvolvimento sustentável**: manejo, certificação e políticas públicas apropriadas. 2002.

VILELA, V. C. S. O.; SOUSA, A. T. de. **A importância da mata ciliar no contexto da conservação do Córrego do Cordeiro em Morrinhos/GO**. In: SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR EM AMBIENTE E SOCIEDADE (SIAS), v. 2, n. 1, p. 288–292, 2018.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**: um estudo de caso no município de Ourinhos-SP. 2006. 209 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2006.

ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)**. Rio Claro, 2014. 142 f.: il., figs., tabs., mapas.

ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no Estado de Mato Grosso do Sul**: estudo geográfico com vista à regionalização climática. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 214 p.

ANEXOS

ANEXO1

Modelo de ficha utilizada no trabalho de campo

Ficha de Descrição Geral

UF

PP

GD

GG

IGF

Ponto de Amostragem Nº (GPS):		Local: Coleta () sim () não		Registro fotográfico () sim.. () não N.º Foto: _____	
Projeto:		Data:		Hora:	
Localização:					
Situação, geral do local:				Altitude(GPS):	
Litologia e Unidade Litoestratigráfica:				I.C.: Vegetação () Água () Ar ()	
Relevo Local		Relevo Regional		Drenagem solo / Rede de drenagem	
	Piano		Forte Ondulado		Solo mal Drenado
	Suave Ondulado		Montanhoso		Imperfeitamente Drenado
	Ondulado		Escarpaço		Moderadamente Drenado
Feição de relevo distinta:					Muito drenado
Tipos de manejo existente:					Planície expressiva
SOLO Classificação:				Erosão	
Textura		Cor		Vegetação Nativa	
	Argilosa		Marrom avermelhada	TIPOS	
	Siltosa		Marrom amarelada	Usos	
	Arenosa		Marrom escuro		Floresta
	Muito Pedregosa		Marrom claro		Restinga
	Outros:		cinza		Cerrado
					Cerradão
					Pousio
					Caatinga
					Hidrófila
					Milho
Outras Observações:					

Fonte: SILVA; LIMA (2022); BRUGNOLI (2022).