



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Câmpus de Presidente Prudente

**PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS PAISAGENS PARA O ALTO  
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURIÚ, MATO GROSSO DO  
SUL-BRASIL**

**CESAR CARDOSO FERREIRA**

**Presidente Prudente – SP**  
**2016**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Presidente Prudente

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - NÍVEL DOUTORADO**

**PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS PAISAGENS PARA O ALTO  
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURIÚ, MATO GROSSO DO  
SUL-BRASIL**

**CESAR CARDOSO FERREIRA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Presidente Prudente.

**Orientador:** Prof. Dr. Edson Luís Piroli

**Presidente Prudente – SP  
2016**



FICHA CATALOGRÁFICA

Ferreira, Cesar Cardoso.

PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS  
PAISAGENS PARA O ALTO CURSO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURIÚ, MATO GROSSO DO  
SUL-BRASIL/Cesar Cardoso Ferreira. - Presidente Prudente:  
2015

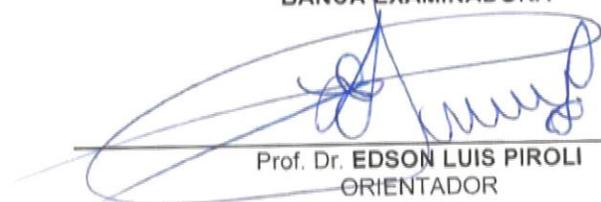
Orientador: Edson Luís Piroli

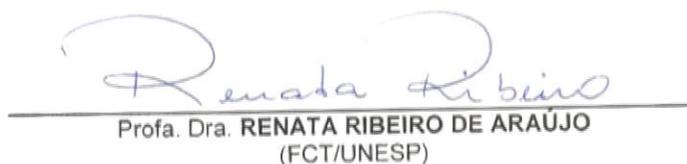
Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Zoneamento. 2. Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
3. Paisagem. I. Piroli, Luís Edson. II. Universidade Estadual Paulista.  
Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. PROPOSTA DE  
ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS PAISAGENS PARA O ALTO  
CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURIÚ, MATO  
GROSSO DO SUL-BRASIL

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. **EDSON LUIS PIROLI**  
ORIENTADOR

  
Profa. Dra. **RENATA RIBEIRO DE ARAÚJO**  
(FCT/UNESP)

  
Profa. Dra. **PATRICIA HELENA MIRANDOLA GARCIA**  
(UFMS)

  
Prof. Dr. **MAURO HENRIQUE SOARES DA SILVA**  
(UNIDERP)

  
Prof. Dr. **RODRIGO JOSÉ PISANI**  
(UNIFAL)

  
**CESAR CARDOSO FERREIRA**

Presidente Prudente (SP), 21 de dezembro de 2015.

RESULTADO: Aprovado

***Dedico este trabalho***

Aos meus pais:  
*César Vilela Ferreira*  
*Maria Cristina Cardoso Ferreira (em memória)*

Às minhas irmãs:  
*Sandra Cardoso Ferreira*  
*Silvia Cardoso Ferreira*

Ao meu Filho  
*Felipe Silva Cardoso Ferreira*

*Agradecimentos*

Ao Programa de pós-graduação em Geografia UNESP Presidente Prudente pela oportunidade de realizar o doutorado.

À CAPES por apoiar o projeto “O papel dos cursos de água a sustentabilidade regional: comparação de estudos de caso em Cuba e na região sudeste/centro-oeste do Brasil” e pela oportunidade de ser membro pesquisador deste projeto.

Às prefeituras de Chapadão do Sul, Paraíso das águas e Costa Rica pelo suporte e apoio aos pesquisados nas visitas técnicas.

Ao INPE Instituto de Pesquisas Espaciais e IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística por disponibilizarem dados orbitais e municipais além de softwares.

Ao CEDIAPGEO - Centro de Estudo e Divulgação de Informações sobre Áreas Protegidas (APPs, RLs, APAs), Bacias Hidrográficas e Geoprocessamento pelo apoio.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul com a PROPP/UFMS - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Campus de Três lagoas pelo suporte e apoio.

Ao Laboratório de Estudos Ambientais e seus membros pelo suporte e apoio

Ao Laboratório de Sensoriamento Remoto pelo suporte e apoio.

Ao meu Orientador, Edson Luís Piroli, pela dedicação, paciência, motivação, confiança e contribuição para a minha formação e construção desta tese.

Ao pesquisador e amigo Arnaldo Yoso Sakamoto pelas contribuições científicas, apoio e incentivo, atitudes de fundamental importância para conclusão desta tese.

Aos pesquisadores cubanos José Evelio Gutiérrez Hernández em especial José Manuel Mateo Rodríguez e Marien Lledó pelas contribuições científicas.

Aos docentes do programa de pós-graduação em Geografia UNESP Presidente Prudente: César Leal, Paulo Cesar Rocha, Renata Ribeiro Araújo, Messias Modesto dos Passos, Janet Hook, Raul Borges Guimarães, Eduardo Augusto Werneck Ribeiro e Ligia Flávia Antunes Batista pela dedicação e contribuição na minha formação.

Aos docentes do programa de pós-graduação em Geografia UFMS Três Lagoas Patrícia Helena Mirandola e Wallace Oliveira pelo incentivo e contribuição na minha formação.

À minha mãe, pelo carinho eterno, por ensinar os valores das coisas mais simples e humildes da vida e por sempre estar presente na minha mente e coração.

Ao meu pai, homem que tenho muito orgulho, meu norteador que nunca deixou de incentivar-me e apoiar-me em todos os momentos de minha vida, sua presença foi fundamental para execução desta tese.

Ao meu filho Felipe, criança linda e maravilhosa, minha felicidade! Motivação na busca dos meus ideais.

Às minhas irmãs Sandra e Silvia, pelo apoio, incentivo e carinho.

À minha namorada Heloissa, pelo companheirismo e principalmente pelo seu amor, proporcionando-me incentivo nos piores momentos e reconhecimento por todo trabalho realizado, além dos seus carinhos e cuidados que sempre obtive, trazendo-me tranquilidade e felicidade para continuar. Sua participação foi fundamental e única.

Aos amigos Geógrafos: André Pessoa, Andressa Ponso, Frederico Gradella, Glauber Stefan (Polar), Hermiliano Decco, José Mantovani, Karen Cristina, Larissa Santander, Mauro Henrique, Suzane Lima, Thiago Águas, Renan Almeida e Rodolfo Oliveira. Aos não geógrafos: Camila Guilherme, Nilton Carlos e Tassia Zocal pelo apoio e incentivo. Observação, os nomes estão em ordem alfabética, todos tem sua importância.

Aos colegas de pós-graduação Jodenir, Ronaldo, Rodrigo, Priscila, Juliana, Rubens e Eder e em especial Franciele Gonçalves.

A todos que direta ou indiretamente participaram para a execução deste trabalho.

*O meu muito Obrigado!*

*“A união entre espaço natural e ações cumulativas feitas por gerações e gerações de humanos é chamada espaço total. Para entender suas relações e a influência da implantação de novos planos e projetos é necessária a utilização de todos os dispositivos de medição de impactos físicos, ecológicos e sociais disponíveis. Ao mesmo tempo devemos combater os modelos predatórios de comportamento. Há que moderarmos e, sobretudo, sermos criativos, a fim de obtermos lucros sem destruirmos o capital ecológico e ambiental”*

**AZIZ AB' SÁBER**

## **Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo propor sistematicamente o Zoneamento Ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú com base nas unidades de paisagens para fins de conservação e preservação ambiental com ações voltadas para o planejamento do manejo do uso da terra. Para alcançar o objetivo foram executados procedimentos operacionais para os processamentos dos dados orbitais, cadastrais e temáticos realizados em um ambiente de sistemas destinados à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, um sistema de informação geográfica (SIG). Tais procedimentos foram divididos em três etapas: inventários/diagnóstico, correlação e propostas/prognóstico. Os resultados obtidos a partir da análise dos dados orbitais, fisiográficos e de matrizes foram analisados de forma sistêmica e integrada, no qual, mostraram que há necessidade de propor o zoneamento ambiental das paisagens associado à elaboração de propostas voltadas para o manejo do uso da terra para o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú com intuito de preservação e conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: planejamento ambiental, conservação e preservação.

## **Abstract**

This study aims at systematically propose the Environmental Zoning of Landscapes of Sucuriú River High Course Basin based on landscape units for conservation and environmental protection purposes with actions for land use management planning. Operating procedures were executed to achieve the goal for processing orbital, cadastral and thematic data held in a system environment for the acquisition, storage, manipulation, analysis and presentation of georeferenced data, ie, a geographic information system (GIS). Such procedures were divided into three steps: inventory/diagnosis, correlation and proposals/prognosis. The results from satellite data, physiographic and matrices were analyzed in a systematic and integrated manner, which showed a necessity to propose the environmental zoning of the landscapes involved in the preparation of proposals aiming the control of land use to the Upper Course of the Sucuriu River Basin with the goal of preservation and conservation of natural resources.

Key words: Environmental planning, conservation and preservation.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>23</b>
1.2 OBJETIVOS.....	32
1.2.1 Objetivo geral.....	32
1.2.2 Objetivos específicos.....	32
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>33</b>
2.1 Modelo Sistêmico: base analítica para estudos ambientais integrados.....	34
2.2 Bacia hidrográfica: unidade geográfica para gestão das águas.....	42
2.3 Paisagem como categoria de análise.....	49
2.4 Áreas prioritárias: zoneamento ambiental como referência mitigadora de degradação ambiental.....	56
2.5 Vulnerabilidade ambiental.....	63
2.6 Processo analítico hierárquico como ferramenta de integração.....	66
2.7 Geoprocessamento: sensoriamento remoto, SIG e cartografia digital.....	68
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>76</b>
3.1 Método.....	77
3.1.1 Primeira etapa.....	79
3.1.2 Segunda etapa.....	85
3.1.2.1 Relação entre vulnerabilidade ambiental e uso e cobertura da terra.....	85
3.1.2.2 Delimitação dos subsistemas – patamares.....	87
3.1.2.3 Definição das partes componentes: as unidades de paisagens.....	88
3.1.2.4 Vulnerabilidade ambiental das paisagens.....	90
3.1.2.5 Degradação ambiental das paisagens.....	93
3.1.3 Terceira etapa.....	95

<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>99</b>
4.1 Dados Fisiográficos.....	100
4.1.1 Geologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	100
4.1.2 Geomorfologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	103
4.1.3 Pedologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	105
4.1.4 Análise dos dados de Clima do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú..	107
4.1.5 Hidrografia da Bacia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	109
4.1.6 Hipsometria da Bacia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	112
4.1.7 Vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú....	116
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>124</b>
5.1 Uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú -2014.....	125
5.2 Probabilidade de degradação ambiental: tabulação cruzada.....	139
5.3 Mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	143
5.4 Análise das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	148
5.4.1 Vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	162
5.4.2 Degradação ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	165
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>175</b>
6.1 Zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	176
<b>CAPÍTULO VII</b>	<b>183</b>
Considerações Finais.....	184

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	189
ANEXO1.....	205
ANEXO 2.....	206
ANEXO 3.....	207
ANEXO 4.....	209
ANEXO 5.....	210
ANEXO 6.....	211

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AM – *Automated Mapping*

AMR-MS – Atlas Multirreferencial do Estado do Mato Grosso do Sul

APA – Área de Proteção Ambiental

BHAS - Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú

CADD - *Computer-Aided Drafting and Design*

CBERS - *China-Brazil Earth Resource Satellite*

CCD - *Charge-Coupled Device*

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DTM - *Digital Terrain Model*

ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper Plus*

FM - *Facilities Management*

GIS - *Geographic Information Systems*

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQA - Índice de Qualidade da Água

LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*

LIS - *Land Information Systems*

MDE - Modelos Digitais de Elevação

MME - Ministério de Minas e Energia

MNT - Modelo Numérico de Terreno

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*

NC - Nível de cinza

NIMA – *National Imagery and Mapping Agency*

OLI - *Operational Terra Imager*

PI - Plano de Informação

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SAR – *Synthetic Aperture Radar*

SGBDs - Sistema de Gerência de Banco de Dados

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIR- *Shuttle Imaging Radar*

SPRING - Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada

SRTM - *Shuttle Radar Topographic Mission*

TGS – *Teoria Geral dos Sistemas*

TM - *Thematic Mapper*

UTM - *Universal Transversa Mercator*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	31
Figura 2: Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem.....	36
Figura 3: Representação esquemática de um sistema com os elementos (A, B, C e D) e suas relações assim como evento de entrada e o produto final.....	38
Figura 4: Conceitos de paisagens.....	53
Figura 5: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	78
Figura 6: Modelo de matriz para mapeamento das paisagens.....	89
Figura 7: Modelo de matriz para mapeamento da vulnerabilidade das paisagens.....	92
Figura 8: Modelo de matriz para mapeamento da degradação ambiental das paisagens.....	95
Figura 9: Modelo de matriz para mapeamento do zoneamento ambiental das paisagens.....	98
Figura 10: Mosaico de fotos de fragmentos e afloramentos rochosos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	100
Figura 11: Mapa Geológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	102
Figura 12: Fotos da planície na nascente do Rio Sucuriú.....	103
Figura 13: Mapa Geomorfológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	104
Figura 14: Mapa Pedológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	106
Figura 15: Variação mesoclimática do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	108
Figura 16: Rede de drenagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	111
Figura 17: Nascente do Rio Sucuriú.....	113
Figura 18: Modelo numérico de terreno do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	114
Figura 19: Curvas de nível do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	115
Figura 20: Estações pluviométricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	120
Figura 21: Vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	123
Figura 22: Chave de interpretação da carta imagem Landsat 8 sensor OLI bandas 6, 5, e 4 RGB.....	126
Figura 23: Amostra de foto-localização da classe pastagem.....	128
Figura 24: Amostra de foto-localização da classe cultura temporária.....	129
Figura 25: Formações savânicas encontradas no Mato Grosso do Sul.....	129
Figura 26: Amostra de foto-localização da classe vegetação nativa.....	130
Figura 27: A) Parque Estadual das nascentes do Taquari B) Parque nacional das Emas...	131
Figura 28: Amostra de foto-localização da classe culturas permanentes.....	131

Figura 29: Amostra de foto-localização da classe água.....	132
Figura 30: Características básicas das PCHs no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	133
Figura 31: PCHs no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	134
Figura 32: Amostras fotográficas dos principais pontos turísticos - Costa Rica MS A) Cachoeira Majestoso B) Cachoeira das Araras C) Cachoeira da Laje D) Cachoeira Rapadura.....	135
Figura 33: Amostras fotográficas dos principais pontos turísticos Paraíso das Águas MS.....	136
Figura 34: Amostras de foto-localização da classe urbano.....	137
Figura 35: Mapa de uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	138
Figura 36: Conjunto de gráficos de tabulação cruzada entre uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental.....	142
Figura 37: Características fotográficas e grau de probabilidade de degradação das classes de uso e cobertura da terra.....	144
Figura 38: Mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	147
Figura 39: Patamares do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	149
Figura 40: Matriz da paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	151
Figura 41: Croqui do perfil topopaisagístico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	152
Figura 42: Nascentes do rio Sucuriú e áreas de veredas.....	153
Figura 43: Vista aérea da cidade de Chapadão do Sul e a produção agrícola no seu entorno.....	154
Figura 44: Anfiteatros.....	155
Figura 45: Mata ciliar.....	155
Figura 46: Rampas arenosas.....	156
Figura 47: Comércio agrícola – Chapadão do Sul.....	157
Figura 48: Vista aérea da represa da PCH Costa Rica e do Salto do Majestoso no Rio Sucuriú.....	158
Figura 49: Monumentos – Chapadão do Sul.....	159
Figura 50: Parque municipal natural do Sucuriú – Costa Rica.....	160
Figura 51: Área urbana – Paraíso das Águas.....	160
Figura 52: Mapa da Paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	161
Figura 53: Matriz da vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	163
Figura 54: Mapa da vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	164

Figura 55: Erosão - área urbana de Costa Rica.....	165
Figura 56: Via marginal (construção) à MS-316.....	165
Figura 57: Assoreamento – Afluente do rio Indaiá.....	166
Figura 58: Estrada não pavimentada – MS 316.....	166
Figura 59: Resíduo sólido – Paraíso das Águas.....	166
Figura 60: Resíduo sólido – Costa Rica.....	166
Figura 61: Troncos de árvores – Desmatamento.....	167
Figura 62: Área desmatada.....	167
Figura 63: Levantamento fotográfico de degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	168
Figura 64: Matriz das degradações ambientais nas paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	169
Figura 65: Mapa de degradação ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	170
Figura 66: Reunião com a PM de Chapadão do Sul.....	171
Figura 67: Reunião com a PM de Costa Rica.....	172
Figura 68: Reunião com a PM de Paraíso das Águas.....	172
Figura 69: Matriz do zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	177
Figura 70: Mapa de zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	178

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Demanda das regiões hidrográficas da Bacia do Paraná no MS.....	110
Gráfico 3: Tabulação cruzada.....	140
Gráfico 3: Porcentagens das classes do mapa de probabilidade de degradação ambiental.....	146

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estado de vulnerabilidade relacionado a pedogênese e morfogênese .....	64
Tabela 2: Parâmetros morfométricos do Alto Curso da Bacia do Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	109
Tabela 3: Situação da vulnerabilidade ambiental conforme as classes fisiográficas.....	116
Tabela 4: Uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	127
Tabela 5: Tabulação cruzada: uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental – km <sup>2</sup> .....	140
Tabela 6: Pesos da probabilidade de degradação ambiental.....	143
Tabela 7: Áreas das classes do mapa de probabilidade de degradação ambiental.....	145
Tabela 8: PIB PER CAPITA municipal (R\$) Chapadão do Sul.....	157
Tabela 9: PIB PER CAPITA municipal (R\$) Costa Rica.....	158

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sistematização dos conceitos da TGS.....	35
Quadro 2: Funções gerenciais aplicadas à implementação da gestão da água.....	46
Quadro 3: Critérios para classificação da vulnerabilidade ambiental.....	80
Quadro 4: Classes nos grupos de uso e cobertura da terra.....	82
Quadro 5: Características do modelo de análise para áreas de probabilidade de degradação ambiental.....	87
Quadro 6: Classificação das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	90
Quadro 7: Categorias de degradações nas paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	93
Quadro 8: Entrevista nas prefeituras inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Parte 1.....	173
Quadro 9: Entrevista nas prefeituras inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Parte 2.....	173
Quadro 10: Propostas para o manejo no uso e cobertura da terra no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	180

# ***CAPITULO 1***



*Salto do Majestoso – Rio Sucuriú*

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente a unidade geográfica Bacia Hidrográfica vem se destacando como um importante objeto de análises e estudos na temática ambiental. Tal delimitação geográfica possibilita a integração de vários fatores e componentes de forma sistemática e holística, nesse sentido, destaca-se a importância desse objeto delimitado pelas características topográficas do relevo. De acordo com Siqueira e Silva (2011), a Bacia Hidrográfica é utilizada como um modelo abrangente de entender os ecossistemas tendo em vista a interação dos ambientes aquáticos com os aspectos geológicos, pedológicos, climáticos, vegetação, uso e cobertura da terra interagindo com processos bióticos e abióticos.

Ainda sobre os recursos hídricos, no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú localizam-se as nascentes do próprio Rio Sucuriú e alguns dos seus principais afluentes como Rio Indaiá, Rio Indaiazinho e Rio Paraíso. A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é uma das principais Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPGs) de Mato Grosso do Sul do Estado de Mato Grosso do Sul, pois, desemboca no rio Paraná e contribui para a disponibilidade hídrica daquele rio e qualquer intervenção nos mesmos poderá causar alterações no balanço hídrico do rio Paraná. Da mesma forma ocorre quanto à qualidade das águas, pois as cargas poluidoras pontuais e difusas lançadas nos rios estaduais poderão alcançar o rio Paraná. Além disso, o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú destaca-se também pela densidade de drenagem associada ao potencial hidráulico.

O Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú apresenta grande relevância no cenário ambiental, social e econômico do Estado de Mato Grosso do Sul. Categoricamente classificamos essa Bacia como um sistema de análise com subsistemas e partes componentes que serão discutidos nos próximos capítulos.

Em relação aos aspectos físicos naturais, o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú destaca-se pelas diferentes características altimétricas e geomorfológicas com planaltos bem definidos sobre solos férteis apropriados para a produção agrícola, com vertentes íngremes caracterizadas pelos anfiteatros sobre cerrados, nas quais, concentram-se nascentes dos afluentes do Rio Sucuriú e com algumas planícies cobertas pela vegetação de varjão e outras por veredas. Além disso, essa unidade hidrográfica destaca-se também pela cobertura vegetal nativa distribuída em toda área e concentrada principalmente na porção norte, caracterizando como importantes condições ecológicas compostas pelos elementos vivos, além dos fatores inorgânicos (físicos e químicos) que influem no

ambiente, ou seja, de grande relevância para a interação entre os sistemas biológicos, químicos e físicos.

Outro aspecto relevante sobre o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está associado aos municípios inseridos parcialmente de seu território nessa Bacia: Costa Rica, Paraíso das Águas, Chapadão do Sul, Inocência, Água Clara e Cassilândia. Desses municípios Costa Rica, Paraíso das Águas e Chapadão do Sul possuem as cidades e sedes administrativas no interior da delimitação do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, nos quais, Costa Rica e Paraíso das Águas fazem uso das águas especificamente do Rio Sucuriú e os demais municípios fazem uso das águas dos afluentes do Rio Sucuriú. Além disso, no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú estão localizados vários atrativos turísticos relacionados com a água, tendo em vista principalmente as quedas d'água.

Destaca-se também no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú a produção agrícola representada principalmente pelos municípios de Chapadão do Sul e Costa Rica, caracterizadas pelas culturas temporárias mecanizadas. Atualmente Chapadão do Sul tem sua base econômica quase que totalmente voltada para a produção agrícola temporal e é considerada uma das maiores potências agrícolas do Estado de Mato Grosso do Sul. Tal característica é representada no Produto Interno Bruto (PIB) per capita. O maior PIB per capita regional em 2011 ocorreu na Microrregião de Cassilândia (Cassilândia, Chapadão do Sul e Costa Rica) com R\$ 29.858, resultado de uma participação de 3,72% na economia Estadual, e um baixo coeficiente populacional (2,47%) da população residente em Mato Grosso do Sul, sendo que o município de Chapadão do Sul foi o detentor do maior PIB per capita dessa Microrregião, estimado em R\$ 40.106,00.

Outro fator relevante para estudos no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú relaciona-se com a produção energética hidráulica. Essa área possui 7 Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH) distribuídas no Rio Sucuriú e em seus afluentes. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a Resolução N°652/2003 de 09 de janeiro de 2003 estabelece para enquadramento de aproveitamento hidrelétrico, na condição de Pequena Central Hidrelétrica como: aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinado a produção independente, auto-produção ou produção independente autônoma, com área do reservatório inferior a 3,0 km<sup>2</sup>, área do reservatório não poderá ser superior a 13,0 km<sup>2</sup> e nível d'água à jusante da casa de

força para a vazão correspondente ao somatório dos engolimentos máximos de todas as turbinas, sem considerar a influência da vazão vertida.

Segundo Ortiz (2005), as micro, mini e as pequenas centrais hidrelétricas vêm se consolidando como alternativas para as comunidades rurais e pequenas agroindústrias que, ou não, estão interligadas ao sistema energético, ou são agraciadas com uma energia cara e de baixa qualidade por estarem na ponta das redes de transmissão, além disso, o fato das micro ou das pequenas centrais hidroelétricas serem pequenos projetos não certifica que sejam sustentáveis e que não haja restrições para sua construção. A sustentabilidade depende de requisitos socioambientais que uma atividade econômica deve seguir, implicando cada vez mais pensar o acesso aos recursos naturais condicionados às realidades sociais e ambientais de cada região.

Além disso, destaca-se como relevante para o objeto de estudo, o sistema Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em possuir vasta diversidade no uso e cobertura da terra baseados nas culturas agrícolas associadas à significativos desordenamentos pontuais e gerais, relacionados às questões ambientais como erosão, assoreamento, resíduos sólidos e perda da biodiversidade. Tais apontamentos foram observados em estudos de Ferreira, (2011) sobre vulnerabilidade ambiental, Silva (2012) sobre monitoramento hidrossedimentológico, Silva *et al* (2012) sobre uso e ocupação da terra e APPs de nascentes, Quirino *et al* (2013) sobre resíduos sólidos e Águas (2014) sobre influência direta e indireta da PCH Costa Rica.

Como uma área de base da atividade humana, a Bacia Hidrográfica torna-se um elemento cultural, econômico e até político, ou seja, a Bacia Hidrográfica pode ser interpretada como um sistema dinâmico resultando em uma interação de mosaico de paisagens. Dentre as unidades de observação e análise da paisagem, a Bacia Hidrográfica é uma das mais utilizada pelos ambientalistas. O conceito envolve um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (GUERRA, 1980).

Nesse sentido, a paisagem foi tomada neste trabalho como categoria de análise e teve como principal objetivo o entendimento e identificação das particularidades e singularidades naturais e antrópicas na área de estudo. Além disso, possibilitou uma visão da importância e da funcionalidade das unidades de paisagem no sistema hidrográfico estudado. De acordo com Ferreira (2010), a compartimentação do espaço em “unidades de área” seria possível mediante o estudo das características físicas e bióticas que as

individualizam em relação às áreas vizinhas que individualiza de cada unidade possível por meio de ampla integração de suas variáveis com base na identificação da interação entre o processo de apropriação de um território pelo homem e a base natural, em compartimentos espaciais delimitados segundo variados critérios. Sobre esse processo de apropriação de um território pelo homem na base natural. Sporn (2007, p.18) descreve:

“Em princípio os ambientes naturais mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico, no entanto, as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez de forma mais intensa na apropriação dos recursos naturais causando significativas alterações nas paisagens num ritmo mais intenso do que o determinado pela natureza”.

Com isso, Bordallo (1995), afirma que a utilização da Bacia Hidrográfica, como unidade de estudo, para a gestão das distintas formas de atividade e uso das potencialidades ambientais, tem como finalidade projetar, interceder, executar e manusear as melhores formas de apropriação e exploração de seus recursos naturais. Desde modo, pode-se proporcionar o desenvolvimento econômico e social da respectiva população que usufrui do recurso, bem como a sustentabilidade, mitigando o impacto negativo na qualidade de vida (BERNARDI, PANZIEIRA, BURIOL e SWAROWSKY, 2013).

De acordo com Moraes e Lorandi (2003) a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo e planejamento de forma sistêmica e globalizada, proporcionando alternativas de planejamento e manejo mais adequadas à realidade, com a criação de mecanismos de comunicação entre os diversos seguimentos envolvidos, ou seja, participativo, onde os fatores ambientais devem ser identificados, analisados, ponderados e administrados, permitindo a compreensão global dos problemas existentes (MORAES e FERREIRA, 2012).

Segundo Santana (2003, p.7),

“Significativo percentual das áreas das Bacias Hidrográficas é constituído por espaço rural, pois as atividades agropecuárias são aquelas que ocupam maiores extensões de espaço geográfico. Os impactos gerados por essas atividades são de natureza tipicamente difusa, mas a utilização de uma bacia hidrográfica como unidade de estudo permite a pontualização desses problemas, tornando mais fácil a identificação de focos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada”.

Nessa perspectiva entende-se a importância dos estudos sobre vulnerabilidade, ambiental, pois, a identificação da suscetibilidade de áreas na superfície terrestre é de suma

relevância no ordenamento territorial, tendo em vista as limitações naturais em relação às ações antrópicas. Segundo Spörl (2007), os estudos relativos à vulnerabilidade dos ambientes são de significativa importância para o planejamento ambiental, pois, se trata de um instrumento cuja finalidade é identificar e analisar os ambientes em função de seus diferentes níveis de susceptibilidade, proporcionando assim, uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial. Além disso, entende-se que estudos referentes a vulnerabilidade ambiental são necessários como base conceitual e cartográfica para a geração de zoneamentos ambientais, ou seja, a vulnerabilidade ambiental é uma importante variável para a determinação de zonas visando o equilíbrio ambiental do espaço geográfico.

Nesse contexto, destaca-se a importância do zoneamento ambiental de paisagens tendo em vista a relevância do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, pois, se torna um instrumento cuja finalidade é classificar áreas de interesse em porções/zonas de acordo com padrões e características do ambiente. É um importante instrumento de planejamento e de gerenciamento ambiental, por considerar as diversidades dos ambientes, as condições e os diferentes graus de restrições a serem observados, áreas que podem ser utilizadas com vista à proteção e conservação dos recursos naturais, as formas de uso e cobertura da terra, de modo assegurar a sustentabilidade da região (SILVA e RODRIGUEZ, 2011).

“Esta abordagem das ciências ambientais favorece a ocorrência de estudos científicos contemporâneos e o aprofundamento de setores já consolidados, oferecendo subsídios metodológicos e procedimentos técnicos de investigação na procura de ampliar a análise sobre o meio natural” (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2010, p.13).

De acordo com Valente (2005, p. 17), “a priorização de áreas representa um dos métodos mais efetivos e econômicos no manejo de Bacias Hidrográficas”. Sua eficácia é baseada principalmente pela capacidade de interação e análise dos diferentes dados que compõem as paisagens em um SIG (Sistema de Informação Geográfica). O processo de priorização de áreas muitas vezes requer uma abordagem multicriterial, técnica empregada para a tomada de decisão que pode ser medida e avaliada por critérios. Nesse sentido, entende-se que a geração de áreas prioritárias para zoneamento ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú por meio de avaliação de multicritérios

de forma sistemática foi de suma importância para geração de planos e propostas de melhoria para o ordenamento territorial.

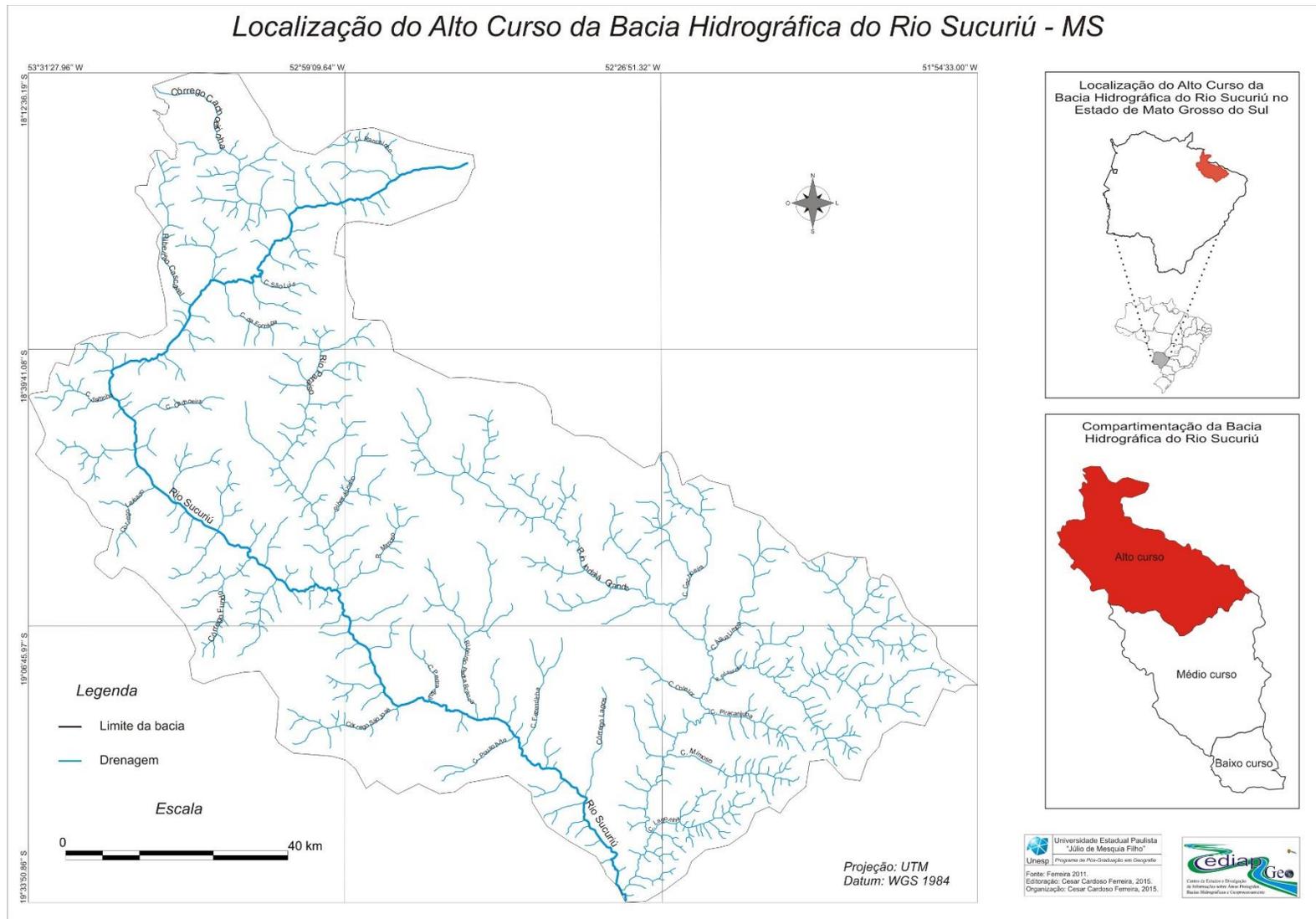
Para avaliações e estudos adotando a paisagem como categoria de análise em Bacias Hidrográficas com a finalidade do entendimento das vulnerabilidades ambientais associadas ao uso e cobertura da terra, é prioritário que haja o levantamento de dados primários e secundários referente à área estudada, ou seja, a geração de um inventário com a caracterização sistemática do meio físico/natural e antrópico para fornecer elementos para uma avaliação da vulnerabilidade dos recursos naturais, bem como das fragilidades dos sistemas naturais e a identificação de áreas degradadas, como subsídio para a elaboração de um planejamento ambiental inserido em um processo de gestão ambiental.

A relação da vulnerabilidade ambiental com uso e cobertura da terra é de suma importância, pois, áreas com ausência de manejo ou com manejo deficiente foram constatadas, sendo registrados diferentes tipos de degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, associados principalmente ao assoreamento, erosão, contaminação do solo e água e desmatamento resultando na perda do potencial ecossistêmico. Nesse sentido, notou-se a importância e capacidade para tomada de decisão a integração e sistematização da vulnerabilidade ambiental das paisagens associadas a dados primários e secundários, nos quais, forneceram suporte para propostas que visam a minimização das degradações ambientais como o zoneamento ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Assim, justifica-se a análise integrada da paisagem para fins de diagnóstico e prognóstico como, por exemplo, o zoneamento ambiental com a finalidade de mitigar ações prejudiciais sociais e ambientais, pois, segundo Manosso (2009), através do diagnóstico da paisagem, onde são reconhecidos os seus elementos principais, sua estrutura e seu funcionamento, que se pode criar mecanismos mais hábeis para subsidiar o planejamento e as ações dos sistemas socioeconômicos que exploram o potencial ecológico dessa paisagem.

A delimitação do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está inserida totalmente no limite Estadual de Mato Grosso do Sul. O Rio Sucuriú é afluente da margem direita do Rio Paraná que é afluente do Rio da Prata. O objeto de estudo ocupa uma área de 11.193 km<sup>2</sup> (Figura 1) e é caracterizado por três tipos de formações de vegetação: formação campestre com os campos limpos, observadas principalmente nas nascentes do Rio Sucuriú

caracterizada como vegetação nativa rasteira, formação savânica com campo sujo, campo cerrado e cerrado e a formação florestal representada pelo cerrado encontrada concentrada principalmente na região do alto curso do Rio Sucuriú e nas matas ciliares. Essas unidades florestais estão sob o predomínio de latossolos e neossolos quartzarênicos em substrato geológico predominante de arenitos de baixo grau de coesão. O relevo é caracterizado por três grandes unidades: o chapadão das emas em maiores altitudes entre 700 e 880 metros, com predomínio de produção agrícola de culturas temporárias; em altitudes entre 500 e 700 metros destacam-se os divisores tabulares e em altitudes entre 350 e 500 as rampas arenosas.



**Figura 1:** Localização da área de estudo. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira, 2015.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Propor sistematicamente o Zoneamento Ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú com base nas unidades de paisagens para fins de conservação e preservação ambiental.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Em termos específicos, podem ser alinhados os seguintes propósitos:

- Elaborar pesquisas bibliográficas e documentais acerca da temática trabalhada;
- Analisar a inter-relação dos componentes fisiográficos associados à paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Avaliar a influência dos elementos sócio-econômicos, bem como dos aspectos políticos administrativos na dinâmica territorial da paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Compreender o uso e cobertura da terra associado a vulnerabilidade ambiental em relação a degradação ambiental;
- Apontar ações e planos de preservação e conservação associados ao zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

## ***CAPITULO 2***



*Rio Sucuriú*

### **O REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO E CONCEITUAL**

## **2.1 Modelo sistêmico: base analítica para estudos ambientais integrados**

A abordagem sistêmica tem sua gênese a partir do século XIX com os primeiros enunciados físico-matemáticos na busca de uma compressão sistêmica sobre a dinâmica dos elementos, baseados na incapacidade na física de Newton de explicar processos conservativos e dissipativos do calor, dando origem a termodinâmica. Tal processo evolutivo teórico foi para uma série de teorias e conceitos como, por exemplo, a abordagem sistêmica (PRIGOGINE e STENGERS, 1997).

Bertalanffy (1973), no início do século XX, com base no referencial teórico de autores como: Köler (1924), Lotka (1925), Whitehead (1925), Cannon (1929) aponta uma tendência para a rediscussão científica em um seminário de filosofia em Chicago no ano de 1937, no qual, trouxe para discussão uma primeira tentativa de sistematização filosófica do conceito de sistemas. Suas ideias alcançam maior repercussão após a Segunda Guerra Mundial, através de sua obra “Teoria Geral dos Sistemas” TGS, momento esse de grandes transformações de ordem política, social, econômica e cultural, que obviamente trariam em seu bojo uma influência direta nas bases da ciência desde então (VICENTE e PEREZ, 2003).

Segundo Izippato (2013) “A TGS de L. V. Bertalanffy foi formalizada em 1968, quando este publicou a obra General System Theory, que destaca a interdisciplinaridade e análise integrada da teoria então formulada” (p. 39).

A proposta de Bertalanffy (1973) pressupunha uma episteme complexa com intuito de uma abordagem científica única em todos os campos do conhecimento, como: a Biologia, a Engenharia, a Física, a Matemática, a Psicologia, as Ciências Sociais, as Ciências da Terra e outras, através da definição e análise de componentes e estruturas funcionais inerentes a todos os campos da realidade, os quais servirão de suporte para compreensão dos sistemas (VICENTE e PEREZ, 2003).

Na TGS alguns conceitos básicos são utilizados na sua abordagem, nesse sentido, Argento (1979), elencou e sistematizou esses conceitos (Quadro 1).

Conceito	Sistematização
<i>Sistema</i>	Hoje já estão divulgados os conceitos operacionais básicos para a aplicação da Teoria Geral de Sistemas na área ambiental. Embora existam várias definições de Sistema, a que mais se aproxima da perspectiva ambiental, foi divulgada por Chorley, em 1971. "Sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos". Este é um conceito simples e integrador, pois caracterizam como já mencionado neste texto, os objetos como sendo as partes componentes do sistema e os atributos os fluxos de massa e/ou energia, correspondentes aos processos geradores e modificadores destas partes componentes. Neste aspecto, a presente definição incorpora a base metodológica para a compreensão ordenada do espaço, associando as formas espaciais resultantes aos respectivos processos responsáveis pelas suas gerações e transformações ao longo do tempo. Outras definições constam desta base operacional, e aqui são expostas em forma de sintetizada.
<i>Estrutura</i>	Este conceito se refere à disposição e ordem de um todo. Dele constam os níveis de análise a serem efetuados quando se objetiva criar uma base para a compreensão ordenada do espaço. Este conceito está intimamente atrelado aos níveis de análise - escala a serem adotadas para atingir objetivos específicos. É importante se ter em mente à necessidade da estruturação do espaço estar aferida a uma escala cartográfica compatível com as respostas que se deseja obter. Assim, em escalas regionais, as estruturas do espaço poderão estar ajustadas as macro-informações.
<i>Potencialidade</i>	Compreende-se como potencialidade de um sistema a faculdade, que ele apresenta, de fazer ou produzir força que tenha a compreensão isolada de cada contexto. Abre opções para que o poderio ou a importância deste contexto que está sendo analisado esteja coerente com as indicações de seu potencial.
<i>Estabilidade</i>	Este conceito é caracterizado pela condição representada pelo momento em que cessam as forças esporádicas atuantes no sistema. É o momento pelo qual o sistema volta ao estado de equilíbrio depois de sofrer uma perturbação ou oscilação. É o caso de um terremoto ou uma ressaca, por exemplo, onde em um determinado espaço de tempo, o sistema recebe mais energia do que ele pode suportar, rompendo o seu limite crítico, mas, após cessar estas forças, o sistema retorna a sua condição de estabilidade. Este conceito não deve ser confundido com o de estabilidade estatística, que representa uma condição média representativa de um determinado fenômeno.
<i>Elasticidade</i>	É a capacidade que os sistemas apresentam de recuperar a sua forma anterior quando cessada a causa que originou a deformação.
<i>Fragilidade</i>	É a pouca resistência que o sistema apresenta, para manter-se em equilíbrio de estado contínuo (permanecendo com a mesma condição média de energia ao longo do tempo). Sistema frágil é aquele onde a elasticidade está próxima ao limite crítico.
<i>Impacto</i>	Ação que o sistema sofre quando capaz de alterar a busca do seu melhor estado de desenvolvimento.
<i>Desequilíbrio</i>	Praticamente é sinônimo de instabilidade, que caracteriza uma inconstância de forças atuantes no sistema em um determinado período de tempo.
<i>Recuperação</i>	Também compreendido como Homeostasia; Auto-regulagem; Amortecimento; Controle; Feedback Negativo. É um mecanismo de compensação embutido no sistema, o que realiza uma distribuição reguladora de fluxos de massa e/ou energia.
<i>Manejo</i>	Ato de conhecer, administrar ou traçar decisões na abordagem sistêmica.

**Quadro 1** – Sistematização dos conceitos da TGS **Fonte:** ARGENTO, 1979.  
**Org.:** MIRANDOLA, 2006.

Com base e referência nos conceitos supracitados apontados por Argento (1979), evidencia que estudos sistêmicos com enfoque ambiental são instrumentos lógicos disponíveis para compreender os problemas ambientais, baseados no entendimento do conjunto de fenômenos que se inter-relacionam com dependência.

De acordo com Vale (2012),

“A Teoria Geral do Sistema, ou o próprio “pensamento sistêmico”, elaborado por tantos cientistas ao longo do tempo, abriu caminho não apenas para mais uma “teoria”, mas para uma nova visão de mundo, cujos princípios são os da totalidade, da abrangência das partes, de uma visão holística. Uma visão que concebe a natureza de forma integrada, onde nada pode ser entendido separadamente, onde vários campos de estudos podem ser não unificados, mas complementados” (p. 101).

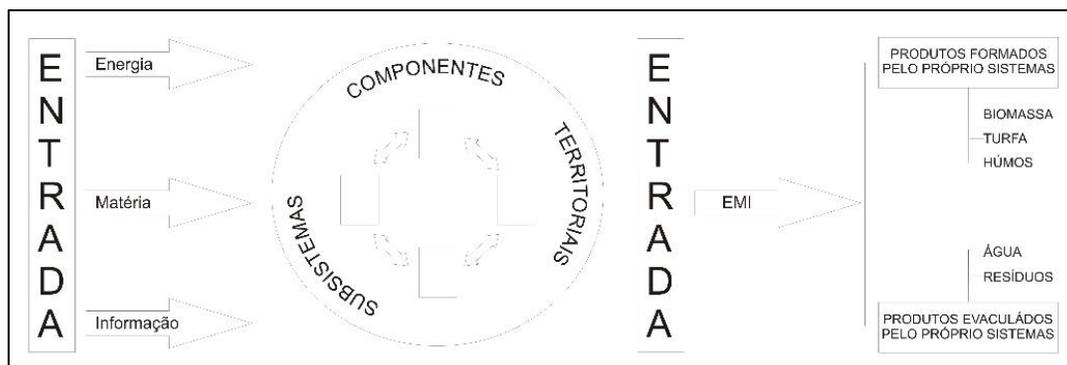
Segundo Fuini (2011), a produção científica realizada sob a abordagem sistêmica esteve principalmente ligada aos estudos e análises dos fenômenos da natureza e das paisagens naturais, abordagem esta bem vista pela ciência geográfica.

Sales (2004 p. 126) resgata os temas dos primeiros estudos realizados na geografia física: “Na geografia física, a aplicação da visão sistêmica data dos anos 1950 inicialmente usada em pesquisas de cunho hidrológico e climatológico. Na geomorfologia foi introduzida nos anos 1960”.

O espaço geográfico visto como uma totalidade organizada em “paisagens”, “territórios”, “regiões” e “lugares” diversos, mais coerente se torna a hipótese baseada na “interdisciplinaridade” e nos “sistemas” onde se reforçam mutuamente quando aplicados ao conhecimento do espaço geográfico, em sua forma, função, estrutura e processo (FUINI, 2011). Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcante (2010),

O princípio filosófico sistêmico constitui um importante aspecto da metodologia filosófica que organicamente pertence a dialética materialista. O enfoque sistêmico comporta, assim, a base científica da análise geocológica da paisagem” (p. 41).

A figura 2 representa um modelo sistêmico de funcionamento da paisagem com entrada e saída de energia, matéria e informação:



**Figura 2:** Modelo sistêmico do funcionamento da paisagem **Fonte:** Rodriguez *et al* 2010.

O paradigma sistêmico na Geografia insere-se na própria necessidade de reflexão sobre o entendimento analítico de forma integrada da complexidade ambiental com seus componentes sócios-econômicos e físicos-naturais em sua organização espaço-temporal, sendo neste contexto que surgem as propostas de cunho sistêmico e sua fundamentação integrada da abordagem do objeto de estudo, e do entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade (VICENTE e PEREZ, 2003).

A abordagem sistêmica na ciência geográfica é interpretada como um instrumento conceitual para tratar dos conjuntos complexos da organização espacial. A preocupação em focalizar as questões geográficas sob a perspectiva sistêmica representou característica que favoreceu e dinamizou o desenvolvimento da denominada “Nova Geografia” (FUINI, 2011). Segundo o mesmo autor,

“A aplicação da teoria dos sistemas nos estudos geográficos serviu para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo desta ciência, além de propiciar oportunidade para considerações críticas de muitos dos seus conceitos em temas ligados às geociências ou às ciências humanas. No âmbito da Geografia, todos os seus setores estão sendo revitalizados pela utilização da abordagem sistêmica” (FUINI 2011, p. 47).

O entendimento da complexidade de estudos ambientais que requer a compreensão da interação entre o homem e natureza apoiados em abordagens metodológicas que buscam analisar a dinâmica ambiental de relações e processos ocorridos na superfície terrestre de forma integrada a partir da compartimentação em sistemas, subsistemas e partes componentes, considerando as causas e efeitos ocorridos de forma holística.

Tricart (1981) considerou a análise sistêmica com foco nas relações interligadas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental, com destaque para os fluxos de energias e materiais no ambiente.

Segundo Christofletti (1999),

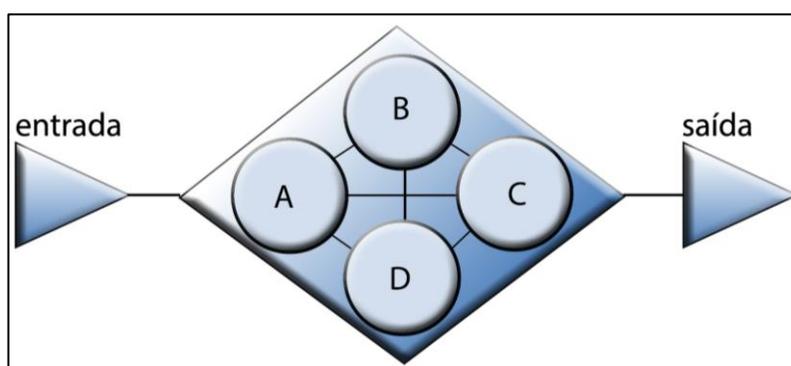
“Os sistemas ambientais representam entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma das suas características inerentes. A organização desses sistemas vincula-se com a estruturação e funcionamento de seus elementos, assim como resulta da dinâmica evolutiva” (p. 35).

De acordo com Miranda Vera (1997) *apud* Rodriguez *et al* (2010), “o sistema não é um simples agregado ou uma simples soma de partes componentes, e sim um tipo de

totalidade complexa e integral. A totalidade concebe-se como uma articulação e interconexão de elementos contraditórios” (p. 46).

A organização do conjunto é decorrente das relações entre os elementos e o grau de organização entre eles confere o estado e a função de um todo. Cada todo está inserido dentro de um conjunto maior – o universo – que, formado por subsistemas, compreende a soma de todos os fenômenos e dinamismo em ação (CHRISTOFOLETTI, 1978 *apud* SALES, 2004).

Segundo Vale (2012, p. 91) “pressupõe, inicialmente, que os sistemas devem ter suas partes componentes, denominadas unidades, ou elementos ou, ainda, componentes, as quais devem encontrar-se inter-relacionadas, dependentes umas das outras, através de ligações que denunciam os fluxos” (Figura 3).



**Figura 3:** Representação esquemática de um sistema com os elementos (A, B, C e D) e suas relações, assim como o evento de entrada e o produto final.

**Fonte:** Christofolletti, 1975 adaptado por Vale, 2012.

Conforme a figura acima, os sistemas apresentam ainda entrada e saída, input e output, respectivamente. Essas entradas que o sistema recebe sofrem transformações em seu interior e, posteriormente, são enviadas para fora, isso constitui a saída ou o output, portanto, toda entrada corresponde a um tipo de saída (VALE, 2012).

Os sistemas foram definidos como conjuntos de elementos que se relacionam entre si com certo grau de organização procurando atingir um objeto ou uma finalidade (BERTALANFY, 1950 *apud* SALES, 2004).

De acordo com Fuini (2011, p.46):

“Um sistema consiste de componentes, partes e elementos - embora também possam ser vistos como sub-sistemas - e as relações entre eles. A integração entre tais componentes pode se dar por fluxos de informações,

matéria, energia. O sistema pode ser visto como uma unidade complexa organizada que se manifesta fenomenalmente enquanto todo no tempo e no espaço”.

Para Christofolletti (1999), a delimitação de um sistema constitui no seu fechamento tornando-o uma unidade discreta. Torna-se necessário estabelecer os seus limites a fim de que se possa investigar a estrutura e o comportamento do sistema propiciando a sua identificação. Nesse sentido, o mesmo autor destaca que: “As fronteiras do sistema devem distinguir entre seus elementos componentes e os elementos de outros sistemas, levando-se em conta as características morfológicas como o contexto do alinhamento hierárquico nas grandezas especiais” (p. 51)

Para entender o que são os subsistemas é necessário compreender que a estrutura do sistema é composta pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. Nesse sentido, torna-se crucial ter clareza da escala de tratamento quando se deseja caracterizar os elementos de determinado sistema, pois, em qualquer nível de tratamento as unidades do sistema são indivisíveis e consideradas como entidades (VALE, 2012).

Nesse sentido, Christofolletti (1975) para explicar a abordagem sistêmica usa como exemplo o sistema hídrico:

“Um rio é um elemento do sistema hidrográfico, mas pode ser concebido como um sistema em si mesmo; a vertente é elemento no sistema da bacia de drenagem, mas pode ser sistema em si mesmo [...]. Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema (ou elemento) quando se procura analisar a categoria de fenômenos em outro nível de abordagem, estabelecendo interpenetração e alinhamento hierárquico”. (CHRISTOFOLETTI, 1975, p. 13).

Além disso, segundo Capra (1996), além da própria definição de sistema, são relevantes os princípios que o conceito enfatiza: visão do todo, interação e autonomia, organização e objetivos, complexidade e os níveis.

De acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcante (2010),

“O interesse atual nos sistemas foi aprovado à medida que se acumularam conhecimentos e as investigações foram evoluindo, descobrindo novos objetos de pesquisa e estudadas as relações entre eles, conduzindo a necessidade de analisar uma grande quantidade de variáveis sendo impossível estudar tais situações complexas por métodos tradicionais” (p.41).

Nesse sentido, a abordagem sistêmica empregada neste trabalho serviu de suporte para a Análise Integrada dos dados primários e secundários do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú com a integração e correlação das informações com uso de geotecnologias tendo em vista a vulnerabilidade ambiental das paisagens, zoneamento ambiental das paisagens, as matrizes de paisagens além das sobreposições e cruzamentos dos elementos cartográficos, proporcionando sínteses sistemáticas de todos os aspectos geoambientais do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

De acordo com Christofolletti (1999),

“A modelagem pode ser considerada como instrumento entre os procedimentos metodológicos da pesquisa científica. A justificativa reside no fato de que a construção de modelos a respeito dos sistemas ambientais representa a expressão de uma hipótese científica que necessita ser avaliada como sendo enunciado teórico sobre o sistema ambiental focalizado” (p.19).

Vicente e Perez (2003), apontam que a utilização de suportes geotecnológicos e aportes técnicos sempre colaboraram com a evolução da Geografia, contribuindo com a apreensão e compreensão da organização espacial de diferentes elementos, com representação do ambiente, através de: mapas; cartas; fotografias aéreas; imagens de satélite; programas de computador, e outros. É também nesse campo científico-tecnológico que se reconhece uma crescente e cada vez mais importante presença de conceitos sistêmicos na análise.

O crescimento e avanço de técnicas e tecnologias no âmbito geográfico é a relação de proximidade e praticidade entre os conceitos sistêmicos aplicados as geotecnologias representadas principalmente pelos Sistemas de Informações Geográficas.

“Essa tecnologia, ou o conjunto delas, nos coloca questões de ordem complexa sobre o avanço do abordar técnico-científico deste século, onde a simplificação e a generalização particionada do conhecimento de cunho empírico positivista, dão lugar a um pensamento de conjunto, multi, inter e transdisciplinar, o que nos remete a ferramentas que transgridama unilateralidade e acompanhem esse avanço, uma delas concretiza-se no sistema de informação geográfica” (VICENTE, 2001, p.38).

De acordo com Christofolletti (1999), com o avanço tecnológico torna-se possível a produção de novos equipamentos mais capazes e adequados às pesquisas científicas, com a ampliação na obtenção de dados, a compreensão, o diagnóstico e o manejo dos sistemas de organização complexas.

De acordo com Manosso (2009),

“O método de abordagem integrada ou sistêmica procura associar o máximo possível de informações quantitativas e qualitativas do ambiente para assim poder sintetizar a organização das unidades homogêneas, dotadas de um comportamento e uma estrutura própria” (p. 83).

Deste modo, entende-se que o uso de sensoriamento remoto, geoprocessamento e sistemas de informações geográficas constituem-se em importantes ferramentas para análise em uma perspectiva sistêmica, a qual só pode concretizar-se mediante as categorias de análise da Geografia.

No caso deste trabalho, a abordagem no objeto de estudo foi de forma sistêmica apoiado no referencial supracitado com trajetória percorrida por meio do método hipotético-dedutivo. Tal método teve suas raízes no pensamento de Réne Descartes (1596-1650), que estabeleceu um método baseado na matemática e na razão, posteriormente, surgiu na ciência com Sir Karl Raymund Popper, crítico do indutivismo e propôs um método que visava a superar a dualidade entre indutivismo versus dedutivismo ou entre empirismo e racionalismo (MARCONI e LAKATOS, 2010).

O método hipotético-dedutivo surge de uma crítica profunda ao indutivismo metodológico. Esse método pressupõe o uso de inferências dedutivas como teste de hipóteses. Karl Popper (*apud* FERREIRA, 1998) destaca a trajetória do método hipotético dedutivo com o cumprimento das seguintes etapas: expectativas e teorias existentes; formulação de problemas em torno de questões teóricas e empíricas; solução proposta, consistindo numa conjectura; dedução das consequências na forma de proposições passíveis de teste sobre os fenômenos investigados; teste de falseamento: tentativas de refutação, entre outros meios, pela observação e experimentação das hipóteses criadas sobre o(s) problema(s) investigado(s).

O hipotético-dedutivo não se limita a generalização com o empírico das observações segue o caminho das teorias e leis. Como os resultados podem deduzir e fazer previsões, que podem ser confirmadas ou negadas numa conjunção entre a razão e a experimentação de hipóteses submetidas à prova em relação aos fenômenos que foram problematizados enquanto objeto de estudo científico, dadas à verificação por meio de experimentações e testes (DINIZ e SILVA, 2008). Além disso, entende-se que o método hipotético-dedutivo pressupõe as bases teóricas dedutíveis a fenômenos particulares que irá

contra a teoria em teste. Nesse caso, “a observação é precedida de um problema, de uma hipótese, enfim, de algo teórico”, conforme Marconi e Lakatos (2010, p. 75). Esse método vem contribuir a criação de novos pressupostos teóricos para pesquisa científica.

O método hipotético-dedutivo passa pelas seguintes fases: a ideia de um problema parte para a observação cuidadosa, hábeis antecipação e intuição científica, dedução das consequências na forma de proposições passíveis de testes e quando não consegue mostrar o que pode falsear a hipótese, tem-se uma comprovação (RODRIGUES e FERRONATO, 2010).

Segundo Sposito (2004 p. 30), sobre o método hipotético-dedutivo “é aquele que através do qual se constrói uma teoria que formula hipóteses a partir das quais os resultados obtidos podem ser deduzidos e com base nos quais podem se fazer previsões por sua vez podem ser confirmadas ou refutadas”.

Por fim, entende-se que a abordagem sistêmica associada ao hipotético-dedutivo é contemplada na busca a eliminação dos erros de uma hipótese, a qual, consiste em se perceber problemas, lacunas ou contradições no conhecimento prévio ou em teorias existentes. A partir desses problemas, lacunas ou contradições, são formuladas conjecturas, soluções ou hipóteses. Além disso, com base na Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanfy) e na abordagem sistêmica principalmente discutidas por Christofletti (1999) e Rodriguez *et al* (2010) caracterizou-se o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú como *Sistema*, suas homogeneidades como *Subsistemas* e suas *Partes Componentes* como unidades paisagísticas.

## **2.2 Bacia hidrográfica: unidade geográfica para gestão das águas**

A gestão eficiente é um fator básico e fundamental para o planejamento e uso racional de seus recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos. A administração desse recurso garantirá a preservação e conservação ambiental e conseqüentemente o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica, criando meios mais eficazes para a tomada de decisão dos gestores (SÁ *et al*, 2010).

De acordo com Leal (2000, p. 8), “a gestão das águas deve permitir diferentes formas de participação social e garantir o espaço político para o embate e a interação de ideias e posições de forças diversas” na perspectiva de uma gestão integrada.

Nesse sentido, a Lei nº 9.433, de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentou e estabeleceu critérios para o uso das Bacias Hidrográficas e a outorga pelo uso da água, com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Com isso, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 15 de janeiro de 2001 criou uma Resolução para assegurar a gestão integrada das diferentes apresentações da água tanto na formulação das diretrizes como na implementação dos instrumentos da política e planos de recursos hídricos. A Resolução mencionada instrui a uniformização, pelo Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos Estadual ou Federal, dos critérios necessários para a caracterização e identificação da Bacia Hidrogeológica quando o aquífero pertencer a duas ou mais bacias e ressalta ainda a importância do intercâmbio entre os Comitês de Bacia envolvidos. No caso de águas subterrâneas transfronteiriças cabe ao Sistema Nacional promover a integração dos diversos órgãos competentes (ALMEIDA, BROCH e SOBRINHO, 2012).

As Bacias Hidrográficas constituem unidades ambientais de fundamental importância para estudos interdisciplinares, visando o seu manejo sustentável. A gestão eficiente desta unidade é um fator básico e fundamental para o planejamento e uso racional de seus recursos naturais, principalmente o manejo eficaz da água que é um recurso de vital importância para os seres vivos. A administração desse recurso garantirá a preservação e conservação ambiental e conseqüentemente o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica, criando meios mais eficazes para a tomada de decisão dos gestores (SÁ *et al*, 2012).

De acordo com Piroli (2013),

“A unidade ideal para o trabalho com recursos naturais é a Bacia Hidrográfica, uma vez que esta é definida pela própria natureza a partir dos processos físicos e químicos que moldam o relevo e condicionam as relações entre os componentes bióticos e abióticos existentes na área. O elo entre estes componentes é a água que ao precipitar sobre este espaço é direcionada para regiões determinadas pelo seu ciclo, formando os córregos e rios que escorrem superficialmente ou infiltram nos depósitos subterrâneos, alimentando os aquíferos ou as nascentes que manterão os cursos de água nos períodos entre as precipitações” (p. 21).

A gestão de recursos hídricos baseados em Bacias Hidrográficas teve representação no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin foram apontados na reunião

preparatória à Rio Eco-92. O princípio nº 1 diz que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos (PORTO e PORTO, 2008).

Para que essa integração tenha o foco adequado, sugeri que a gestão esteja baseada nas Bacias Hidrográficas (WMO, 1992). Nesse sentido Leal (2000, p. 8) enfatiza que “compreender os sistemas hídricos e inter-relaciona-los com os demais sistemas social, econômico, político e cultural constitui um aspecto fundamental para a gestão dos recursos hídricos”.

Nesse sentido, de acordo com Porto e Porto (2008), a questão central que deve reger a gestão é a integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental. A Bacia Hidrográfica permite essa abordagem integrada, e, conforme Yassuda (1993), "a Bacia Hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural".

Segundo Bernardi, Panzieira, Buriol e Swarowsky (2013), gestão de recursos hídricos pode ser definida como a utilização e a administração racional, democrática e participativa das águas (BINOTTO, 2012). Também pode ser conceituada como uma atividade direcionada à formulação de princípios e metas, ao desenvolvimento de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à formação de resoluções, tendo como objetivo promover o uso consciente, controle e proteção da água por meio de planejamentos (SEMAC, 2013).

Para Porto e Porto (2008) existem dificuldades em trabalhar com esse recorte geográfico, pois, a gestão dos recursos hídricos deve ser compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros, e a cada um desses setores corresponde uma divisão administrativa certamente distinta da Bacia Hidrográfica.

Nesse sentido, Nascimento e Villaça (2008), destacam que o gerenciamento da água envolve um conjunto de atividades, sendo que dentre elas está o fomento de políticas públicas com a inclusão do usuário na participação da gestão hídrica.

De acordo com Porto e Porto (2008), uma gestão sustentável dos recursos hídricos necessita de um conjunto mínimo de instrumentos principais: uma base de dados e informações socialmente acessível, a definição clara dos direitos de uso, o controle dos impactos sobre os sistemas hídricos e o processo de tomada de decisão.

Entretanto, a gestão dos recursos hídricos em uma Bacia Hidrográfica proporciona recursos para estudos e para o conhecimento dos sistemas hídricos e conseqüentemente subsidiam informações para o uso adequado da água e para menores impactos ao meio ambiente. Além disso, é fundamental a cooperação de órgãos, setores e autoridades para que o gerenciamento seja desenvolvido e possa atender às necessidades das comunidades inseridas nos complexos hidrográficos. Nesse caso, é importante que o controle social deve encontrar meios contínuos e ordenados para ofertar as informações que subsidiam a gestão dos recursos hídricos (MACHADO, 2000).

Em termos práticos, os sistemas de gestão dependem de instrumentos que possam ser desenvolvidos e aplicados de forma a atender às expectativas e aos interesses da comunidade, tendo em vista os limites da aptidão natural das Bacias Hidrográficas, seja na perspectiva mais utilitarista, seja para o atendimento de objetivos de preservação ambiental, idealmente na medida equilibrada que é requerida para a garantia da sustentabilidade, no médio e longo prazo (PORTO e PORTO, 2008).

De acordo com Leal (2000 p. 12), a implementação desta gestão pode ser realizada através da execução apropriada de cinco funções gerenciais: gerenciamento dos usos setoriais da água, gerenciamento interinstitucional, gerenciamento das intervenções em Bacias Hidrográficas, gerenciamento da oferta da água e gerenciamento ambiental. As sínteses das funções são apresentadas no quadro 2:

<b>Funções Gerenciais</b>	<b>Definição</b>
<i>Gerenciamento dos usos setoriais da água</i>	Este gerenciamento é levado a efeito através de planejamentos setoriais e ações públicas e privadas ligadas a cada uso específico dos recursos hídricos: abastecimento público e industrial, escoamento sanitário, irrigação, navegação, geração de energia, recreação etc. Idealmente, cada planejamento setorial deverá ser compatibilizado com os demais no âmbito de cada Bacia Hidrográfica e com o planejamento global do uso dos recursos ambientais, no âmbito regional ou nacional.
<i>Gerenciamento interinstitucional</i>	Tendo como palavra-chave os termos "coordenação e articulação", é a função que visa a: a) integração das demais funções gerenciais entre si; b) integração dos diversos órgãos e instituições ligados à água, com especial ênfase na questão qualidade <i>versus</i> quantidade; c) integração do sistema de gerenciamento de recursos hídricos ao sistema global de coordenação e planejamento mediante, entre outros instrumentos, o estabelecimento de uma política de recursos hídricos.
<i>Gerenciamento das intervenções hidrográficas</i>	Trata da projeção espacial das duas funções anteriores no âmbito específico de cada Bacia Hidrográfica, visando: a) compatibilizar os planejamentos setoriais, elaborados pelas entidades que executam na bacia o gerenciamento dos usos setoriais da água, mediante planejamentos multissetoriais de uso da água; b) integrar ao planejamento do uso dos recursos hídricos e dos demais recursos ambientais da Bacia as instituições, agentes e representantes da comunidade nela intervenientes.
<i>Gerenciamento da oferta das águas</i>	É a função de compatibilização dos planejamentos multissetoriais do uso da água, propostos pelas entidades que executam o gerenciamento anterior com os planejamentos e as diretrizes globais de planejamento estabelecidos pelo poder publicam, que é, constitucionalmente, o proprietário dos recursos hídricos. Também poderá compatibilizar as demandas de uso da água entre si, quando essa função não puder ser realizada pela entidade responsável pelo gerenciamento das intervenções na Bacia (um comitê, por exemplo), seja por conflitos e outros problemas operacionais, seja por sua inexistência. O instrumento utilizado para o cumprimento dessa função gerencial e a outorga, pelo poder público, do direito de uso dos recursos hídricos, incluindo o lançamento de poluentes.
<i>Gerenciamento Ambiental</i>	Refere-se ao planejamento, monitoramento, licenciamento, fiscalização e administração das medidas indutoras do cumprimento dos padrões de qualidade ambiental efetivadas através de um amplo leque de instrumentos administrativos e legais: estabelecimento de padrões de emissão, cobrança de multas e taxas de poluição, promoção de ações legais, etc.

**Quadro 2:** Funções gerenciais para gestão da água **Fonte:** Lanna, 1997. **Org.:** Leal, 2000.

Pelos aspectos apresentados para a gestão em Bacia, a ordem é aperfeiçoar planos e condutas nos diferentes setores: federais - estaduais – municipais - privados, que têm responsabilidades no aproveitamento de recursos hídricos. Formas incentivadas de adesão de todo o conjunto de agentes proporcionando benefícios à gestão integrada da Bacia Hidrográfica.

Pelos aspectos apresentados entende-se que, a gestão dos recursos hídricos deve ser participativa para garantir aos usuários desses recursos o embate e a interação de opiniões baseadas em políticas, leis e estratégias administrativas na perspectiva de uma gestão integrada, norteando planos e metas para planejamentos no uso sustentável dos recursos hídricos.

De acordo com Leal (1995, p. 6),

“A nova gestão dos recursos hídricos está inserida em um quadro recente de mudanças na cultura hídrica, com o reconhecimento da água como um bem precioso, de valor inestimável, essencial a todas as formas de vida e

fundamental às atividades humanas e ao desenvolvimento sócio-econômico”.

De acordo com Bernardi, Panzieira, Buriol e Swarowsky (2013), a Bacia Hidrográfica possui características essenciais, que permitem a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental, especialmente por ser um processo descentralizado de conservação e proteção do ambiente.

A legislação em si trata a Bacia Hidrográfica como um território de atuação de políticas públicas, além de ser unidade básica para instalação de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos. Isso significa a utilização da Bacia Hidrográfica como unidade básica de gestão (BERNARDI, PANZIEIRA, BURIOL e SWAROWSKY, 2013).

Considerando o artigo 1º, em específico seu inciso V, da Lei Federal n.º 9.433 do dia 8 de janeiro de 1997, a Bacia Hidrográfica é uma unidade de território para prática da Política Nacional de Recursos Hídricos e ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com Bernardi, Panzieira, Buriol e Swarowsky (2013), o tratamento individual para cada região hidrográfica é importante, pois, assim, serão valorizadas suas singularidades e desenvolvidas estratégias de gestão específicas, que dependem das condições existentes na Bacia.

Em relação ao Estado de Mato Grosso do Sul, os recursos naturais são de responsabilidade dos gestores públicos no combate à degradação ambiental. Essa responsabilidade tem como objetivo promover e executar políticas públicas, leis e ações que visam o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio de suas funções ecológicas, econômicas e sociais. Para isso, exige-se da atuação política, do conhecimento técnico atualizado e a soma de esforços de todas as entidades que compartilham da responsabilidade de combater a degradação ambiental e de desenvolver ações de conservação do meio ambiente (IMASUL, 2014).

No Estado de Mato Grosso do Sul a gestão ambiental iniciou-se formalmente em 1º de janeiro de 1979 quando foi criado o Instituto de Preservação e Controle Ambiental (Inamb), por meio do Decreto-Lei nº 09, autarquia esta vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico. A competência e a estrutura básica do Inamb foram estabelecidas no Decreto estadual nº 23, de 1º de janeiro de 1979. Em 2 de junho de 1980 foi aprovada a Lei estadual nº 90, dispondo sobre as alterações do meio ambiente e

estabelecendo normas de proteção ambiental, atribuindo ao Inamb a competência de orientar, fiscalizar e controlar as atividades econômicas (IMASUL, 2014).

O Estado de Mato Grosso do Sul é privilegiado em relação aos recursos hídricos estando inserido nas Regiões Hidrográficas do Rio Paraná e do Rio Paraguai, conforme divisão contida na Resolução nº 32, de 25 de junho de 2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. O território sul-matogrossense tem área total de 357.145,836 Km<sup>2</sup>, com população total estimada de 2.449.341 habitantes (IBGE, 2014).

O gerenciamento integrado da água no Estado de Mato Grosso do Sul está em estágio de desenvolvimento. Medidas foram iniciadas após a sanção da Lei 2.406/2002 que institui a Política de Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Há dois Comitês de Bacia Hidrográfica, do rio Miranda e do rio Ivinhema, e não há Agências de Água ou entidades delegatárias. Em 2007, iniciou-se a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (Perh-MS), um importante instrumento de orientação para o planejamento e a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos. Em 5 de novembro de 2009, o Perh-MS foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, passando a ser um marco referencial na gestão dos recursos hídricos do estado (IMASUL, 2014).

Segundo Almeida, Broch e Sobrinho (2012), o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH), aprovado em 2009, contempla a programas que englobam as águas do subsolo como o enquadramento de corpos hídricos e a criação de rede de monitoramento de águas subterrâneas. As recomendações do PERH discorrem sobre a necessidade dos órgãos competentes manterem serviços em prol da avaliação dos recursos hídricos subterrâneos, fiscalizando sua exploração e com a adoção de medidas contra a contaminação dos aquíferos e deterioração dessas águas.

Geograficamente o Estado de Mato Grosso do Sul possui grandes dimensões territoriais com carência de informações cartográficas em escala refinada e adequada para a tomada de decisão, nesse sentido, o uso sistemático de técnicas e ferramentas como geoprocessamento, torna-se um potencial eficaz na geração de novas informações cartográficas.

O suporte tecnológico que vem sendo mais utilizado na gestão ambiental está ligado ao geoprocessamento, com a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e uso e processamento de imagens orbitais, nos quais, possibilitam análises complexas ao integrar

dados de diversas fontes, tornando possível automatizar a geração de informações cartográficas. Tendo em vista a importância da informação espacializada, os programas de SIG estão cada vez mais ganhando espaço, principalmente quando se trata de ambientes com código “fonte livre” na internet, e para o usuário final oferece uma maneira fácil e rápida para a tomada de decisão (SÁ, *et al* 2012). Nesse sentido, o suporte geotecnológico consiste em uma importante ferramenta para subsidiar a coleta, tratamento e organização de dados e informações referentes à gestão ambiental.

Pelos aspectos apresentados, as Bacias Hidrográficas são unidades completas de estudo e gestão, sendo assim, torna-se viável elaborar mapas geoambientais que orientem o uso equilibrado da terra, pois na Bacia, a integração e modificação dos sistemas geocológicos são impactadas por todos os proprietários e/ou ocupantes desta.

### **2.3 Paisagem como categoria de análise**

A categoria de análise paisagem é pressuposto da interação de variáveis ambientais, interpretada como uma unidade complexa com variáveis inter-relacionadas. A partir desse entendimento alguns conceitos foram discutidos sobre essa categoria de análise.

A origem da palavra paisagem tem sua gênese etimológica no latim: *pagus*, que significa país, no sentido de setor territorial e de lugar. A partir desse significado derivam semelhanças em outras línguas como: *paysage* (em francês), *paesaggio* (em italiano) etc. O mesmo ocorre com as línguas germânicas: *land*, *landschaft* (alemão) *landscape* (inglês), *landschap* (holandês) etc (PASSOS, 2006).

Segundo Rodríguez e Silva (2002, p. 96),

“A concepção sobre a paisagem como uma totalidade dialética de base natural, foi desenvolvida principalmente na União Soviética, e posteriormente em outros países do mundo socialista. Duas condições permitiram o seu desenvolvimento: o uso do Marxismo Leninismo como doutrina oficial que privilegiava a análise dialética das totalidades e das interações dos fenômenos e a necessidade da construção socialista sustentada no planejamento centralizado, que precisava do conhecimento das unidades naturais integradas, para serem transformadas e dominadas”.

Segundo Verдум (2012), o termo paisagem sugere duas maneiras distintas de ser entendido: de visão objetiva e de representação. A visão objetiva é baseada naquilo que a visão alcança; ou seja, a visão possibilita que se construa a noção de paisagem como um

mosaico mais ou menos ordenado de forma-se cores. O alcance e os limites da visão nos permitem estabelecer a noção de escala espacial da paisagem.

Na ciência, a concepção de paisagem tem se diferenciado, como as associações que são feitas com as noções de país, lugar, unidade territorial e porção da superfície de terra firme (VERDUM, 2012).

Segundo Rodriguez *et al* (2010) a ciência da paisagem como disciplina percorreu pelas seguintes etapas: 1 Gênese de 1850 até 1920; 2 Desenvolvimento biogeomorfológico de 1920 até 1930; 3 Estabelecimento da concepção físico-geográfica de 1930 até 1955; 4 Análise estrutural morfológica de 1955 até 1970; 5 Análise funcional de 1970 até hoje; 6 Integração geocológica de 1985 até hoje.

No âmbito geográfico o conceito de paisagem vem sendo discutido há tempos, levando em consideração as influências históricas culturais e filosóficas de cada autor.

“Na Geografia, a paisagem adquiriu um caráter polissêmico, variável entre as múltiplas abordagens geográficas adotadas e dependente das influências culturais e discursivas entre os geógrafos. Esta elasticidade demonstra, na realidade, uma complexidade do conceito, em função de como o mesmo foi tratada pelas várias correntes, moldadas cada qual em um determinado contexto histórico e cultural” (BRITO e FERREIRA 2011, p. 1).

De acordo com Brito e Ferreira (2011), nos anos 60 do século XX, Victor Sotchava, utilizou o conceito de *Landschaft* (paisagem natural) considerando como sinônimo da noção de geossistema tendo em vista a análise espacial associada com a análise funcional. Em seus trabalhos, a ênfase é colocada nas interações entre os diversos componentes, objetivando uma abordagem sistêmica, destacando a necessidade que a Geografia Física possuía de analisar o Meio Natural incluindo as modificações antrópicas. Assim, a paisagem era considerada como uma formação sistêmica, formada por cinco atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação.

A Ecologia teve notória relevância e influência na Geografia, percebido pelos trabalhos realizados pelo naturalista alemão Alexandre Von Humboldt, considerado pai da Biogeografia, bem como pelos estudos de Ritter e Ratzel e dos russos Dokucháev, Voiéikov. Tais autores vistos como os principais no início do século XIX (VALE, 2012).

Segundo Silva (2012, p.69):

“A partir do século XIX, o termo paisagem é profundamente utilizado em Geografia e, em geral, se concebe como o conjunto de “formas” que caracterizam um setor determinado da superfície terrestre. A partir desta concepção que considera puramente as formas, o que se distingue é a heterogeneidade da homogeneidade, de modo que se podem analisar os elementos em função de sua forma e magnitude e, assim obter uma classificação de paisagens: morfológicas, vegetais, agrárias etc”.

Na geografia física a paisagem foi inicialmente denominada de Ecogeografia ou Geoecologia, desenvolvida principalmente pela escola de Jean Tricart. Nessa linha de pensamento foram caracterizadas as unidades ecodinâmicas consideradas como sistemas ambientais por excelência, fundamentadas no relevo e na geomorfologia (BRITO e FERREIRA, 2011).

Nesse sentido, segundo Rodriguez *et al* (2010),

“A partir da visão sistêmica concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Estas propriedades integradoras desenvolvem-se quando estuda-se a paisagem como um sistema total” (p. 47).

A adoção do conceito de sistema pela ecologia favoreceu o desenvolvimento da Geografia Física, já que o entendimento do meio ambiente e paisagem, que é realizado pelos diversos ramos da Geografia Física (geologia, geomorfologia, climatologia, pedologia entre outras) e melhor elaborado dentro de uma abordagem sistêmica (VALE, 2012).

Segundo Verdum (2012, p 10),

“Na Geografia, especificamente, a paisagem pode ser concebida como o conjunto das formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre. Os geógrafos analisam os elementos que compõem a paisagem, em função de sua forma e magnitude, e propõem uma classificação das paisagens. Assim sendo, é de fundamental importância, nesse tipo de procedimento, que a paisagem seja considerada como o conjunto dos elementos da natureza que podem ser observados a partir de um ponto de referência. Além disso, na leitura da paisagem, é possível definir as formas resultantes da associação do ser humano com os demais elementos da natureza”.

Nesse sentido de acordo com Vale (2012) o surgimento de ciências específicas, tais como a climatologia baseada na meteorologia, a geomorfologia pautada nos conhecimentos geológicos, a biogeografia tendo tido na Botânica seu mais forte embasamento teórico,

permitiu a revigoração das pesquisas em Geografia Física, elevando-a a um patamar científico não antes alcançado.

De acordo com Brito e Ferreira (2011, p. 6),

“A evolução das diferentes abordagens filosóficas congrega o conceito de paisagem ora de forma estática, ora dinâmica, ora destacando seu caráter abstrato, ora como produto territorial das ações entre o capital e o trabalho, ora de caráter mais holístico. Atualmente, a paisagem, como um conceito que sintetiza o objeto geográfico, deve abarcar as questões ambientais e estéticas, incluindo o homem e suas ações, diretas ou indiretas, no espaço”.

Para Passos (1998), a paisagem é notada e descrita a partir de formas, as quais são resultantes de processos no meio ambiente natural ou que ainda podem representar consequências de modificação, alteração do homem, onde este possa imprimir sua marca neste espaço geográfico.

Tricart (1981) *apud* Crepani (1996), define paisagem, adaptando de J. P. Deffontaines, como “uma porção perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e invisíveis e interações as quais, num dado momento, não percebemos senão o resultado global”.

Segundo Deffontaines (1973) *apud* (Passos) (2006), “paisagem é o suporte de uma informação original sobre variáveis relativas notadamente aos sistemas de produção e cuja superposição ou vizinhança, revelam ou sugerem interações” (p.56).

Muitos são os autores que discutem o conceito de paisagem em diferentes períodos históricos, ou seja, diferentes abordagens científicas contendo a síntese das diferentes definições e abordagens do conceito de paisagem que são base de muitos trabalhos geográficos atuais. Nesse sentido, Brito e Ferreira (2011), elaborou um quadro com algumas definições de paisagens, no qual, apresentam alguns conceitos de paisagem relevantes para este trabalho (Figura 4).

<b>Autores</b>	<b>Conceitos de paisagem</b>
A. Von Humboldt	Visão holística da paisagem, de forma que associava elementos diversos da natureza e da ação humana, sistematizando, assim, a ciência geográfica.
Carl Ritter	Completou e organizou o trabalho de Humboldt, dedicando especial atenção às descrições e análises regionais
Friedrich Ratzel	Utilizou o conceito de paisagem em uma forma antropogênica, demonstrando que ela é o resultado do distanciamento do espírito humano do seu meio natural. Desta forma, descreve uma dialética entre os elementos fixos da paisagem natural, com os elementos móveis, em geral humanos.
Richard Hartshorne	Diferencia os significados de paisagem e região, dando mais destaque ao segundo conceito. Para os adeptos do conceito de paisagem, a tipologia morfológica é o produto final da pesquisa.
Paul Claval	A paisagem é a realização e a materialização de idéias dentro de determinados sistemas de significação. Cria a paisagem como uma representação cultural.
George Bertrand	A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, 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. O autor discute um sistema taxonômico que permitiria classificar as paisagens em seis níveis temporo-espaciais (zona, domínio, região, geossistema, geofácies e geótopos). Dentre as seis categorias de unidades de paisagem, Bertrand dá uma maior atenção para o geossistema. A classificação da paisagem não pode ser considerada um fim em si, mas sim um passo seguindo pela avaliação de cada unidade e, para tanto, Bertrand escolheu uma tipologia dinâmica que classifica as unidades da paisagem (mas especificamente os geossistemas) em função de sua evolução de sua evolução em relação ao clima, tipologia inspirada na teoria de bio-resistência de H. Erhart.
Aziz Nacib Ab' Saber	Compreendeu a paisagem como sendo o resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais. Os processos passados foram os responsáveis pela compartimentação regional da superfície, enquanto que os processos atuais respondem pela dinâmica atual das paisagens.
Milton Santos	<p>Buscou distinguir a paisagem do espaço, sendo este, seu instrumento de análise. Fundada em uma dialética entre esses dois conceitos, o autor descreve a paisagem como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A paisagem é o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre o homem e natureza;</li> <li>• A paisagem é apenas a porção da configuração territorial que é possível abarcar com a visão;</li> <li>• A paisagem se dá como um conjunto de objetos reais-concretos. Nesse sentido, a paisagem é transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal;</li> <li>• Cada paisagem se caracteriza por uma dada distribuição de formas-objetos, providas de um conteúdo técnico específico;</li> <li>• A paisagem é, pois, um sistema material e, nessa condição, relativamente imutável;</li> <li>• A paisagem existe, através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistem no momento atual;</li> <li>• Numa perspectiva lógica, a paisagem é já o espaço humano em perspectiva;</li> <li>• A paisagem é apenas uma parte da situação. A situação como um todo é definida pela sociedade, <i>enquanto</i> sociedade e <i>como</i> espaço.</li> </ul>

**Figura 4:** Conceitos de paisagem **Fonte:** Brito e Ferreira, 2011.

Para entender essa complexidade foi adotada e adaptada para este trabalho a concepção de geoecologia proposta por Rodriguez (2010). A Geoecologia da paisagem é uma abordagem teórica metodológica, utilizada para estudos de impacto ambiental, a fim de diagnosticar as unidades de paisagem de forma sistêmica e integrada, empregada, principalmente, para fins de planejamento ou gestão adequada do espaço geográfico. A geoecologia das paisagens permite a singularidade da bacia, e, especialmente, fornece um método, uma forma de apreensão da Bacia (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2010). A este respeito três categorias de Geo Ecologia da Paisagem pode ser estabelecida em compreender qualquer Bacia geográfica: Paisagens naturais, Paisagens produção do espaço e Paisagens culturais e território

[...] “a Geoecologia consolidou-se como uma disciplina antropológica e ambientalmente focada. A Geoecologia examina as paisagens naturais e antroponaturais, a fim de criar um meio de habitat e um local de trabalho adequado para os seres humanos [...] a Geoecologia é seu próprio centrismo no ambiente, com o intuito de resolver os problemas de otimização da paisagem e o desenvolvimento de princípios e métodos de uso ambientalmente saudável dos recursos, conservação da biodiversidade e da geodiversidade e os valores recreativos e histórico-culturais, estéticos e outros, necessários a sociedade para um desenvolvimento sustentável” (RODRÍGUEZ e SILVA, 2013, p.83).

Assim, a paisagem natural, paisagem antroponatural e paisagem cultural/território se torna um elemento inseparável às ideias de planos para a gestão dos recursos hídricos em uma Bacia. A partir dessas premissas baseia-se da fisiologia das paisagens.

De acordo com Makunina, (1997) *apud* Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2010), a paisagem permite compreender suas características espaciais, indicar as complexidades que estão em demonstração, por exemplo, em Bacias Hidrográficas. A este respeito, é de notar que considerar as paisagens proposta em Bacias como sistemas hídricos paisagísticos.

As análises em Bacias Hidrográficas com uma visão paisagística concede articular essa unidade natural no espaço geográfico e cultural e organizar para atender certos requisitos na formação dos recursos hídricos, formado por relações internas próprias, considerada como expressão em diversas escalas da interação entre sociedade e natureza revelada na mudança da paisagem e constituição histórica do território formado a partir do espaço e contém a multi-dimensionalidade do território, portanto, deve ser considerada não só como uma entidade hidrológica, mas, como a inter-relação complexa de paisagens, espaços e territórios (RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2010).

Os estudos sobre paisagem segundo Haekel, citado por Beroutchachvili (1991), amplia-se com a popularização da problemática da degradação e da conservação da natureza, já identificada pelos estudos científicos que focalizam as relações da natureza com a(s) sociedade(s) humana(s), com o surgimento de novas formulações conceituais advindas da Ecologia. Com o avanço científico desses estudos foram elaborados conceitos-chave de sistema (conjunto formado por indivíduos de várias espécies) e de ecossistema (sistema formado por organismos vivos, com um determinado nível de organização), bem como de modelos que condiram todos os referenciais de uma delimitação espacial e temporal em unidades de paisagem (VERDUM e FONTORA, 2009).

De acordo com Rodriguez *et al* (2010),

“A estrutura da paisagem caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagens de categoria inferior. Determinar e investigar a estrutura da paisagem significa conhecer a sua essência. Nesse sentido a análise estrutural consiste em explicar como se combinam os seus componentes para dar lugar às formações integrais e como é a organização estrutural do sistema paisagístico” (p. 111).

Para Sochava (1977, p.2), é preciso estudar [...] “não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc.”

Segundo Christofolletti (1999) a paisagem como unidade espacial relativamente homogênea toma outros rumos à medida que valoriza a dinâmica do sistema em detrimento de seus padrões fisionômicos.

De acordo com Silva (2012, p. 78)

“Inúmeras conceituações sobre paisagem se referem a interações dialéticas de elementos ditos físicos ou da natureza e os socialmente produzidos, interação esta concebida no tempo e no espaço resultando em uma organização visível que revela ou pode revelar a combinação invisível que tanto interessa na análise do espaço conferida à geografia”.

Contudo, não coube aqui determinar um conceito sobre uma categoria de análise geográfica e sim ter uma compreensão baseada na contribuição conceitual de alguns autores de que a paisagem é uma unidade complexa com variáveis inter-relacionadas de forma sistêmica. Além disso, a contribuição dessa categoria de análise está ligada na visão e

entendimento das singularidades e da importância das unidades de paisagens, tal entendimento ligado a análise de multicritério na perspectiva ambiental, subsidiou um prognóstico para a área estudada baseada principalmente no Zoneamento Ambiental das Paisagens associado com metas e planos de manejo para uso e cobertura da terra com uso tendo em vista o ordenamento territorial.

#### **2.4 Áreas prioritárias: o zoneamento ambiental como referência mitigadora de degradação ambiental**

Atualmente, várias regiões do território brasileiro vêm sofrendo com o avanço da ocupação desenfreada e com a ausência de gestões administrativas voltadas para a planificação da ocupação ambiental baseadas em ações e técnicas voltadas para a conservação e preservação de ambientes vulneráveis. Nesse sentido, uma ação fundamental para a tomada de decisão é o mapeamento de áreas prioritárias, ou seja, identificação e a classificação de forma multidisciplinar, multicriterial e ponderada das áreas sujeitas a alguma ação prioritária com finalidade de gerenciamento adequado dos recursos naturais. No caso deste trabalho, foi correlacionada e ponderada a vulnerabilidade ambiental com o uso e cobertura da terra resultando em uma análise de probabilidade de degradação ambiental da área de estudo.

O Brasil já definiu as ações e as áreas prioritárias para todos os grandes ecossistemas, em cumprimento a suas obrigações junto a Convenção sobre Diversidade Biológica firmada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (TABARELI e SILVA, 2002). Atualmente no território brasileiro as áreas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do Cerrado e Pantanal (Portaria MMA n.º 09/2007) indicou 431 áreas prioritárias no Cerrado, das quais 181 já são áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas). Para 237 áreas (489.312 km<sup>2</sup>) foi atribuída importância biológica extremamente alta.

De acordo com Tabarelli e Silva (2002), a identificação de áreas prioritárias é o primeiro passo para elaboração de uma estratégia regional ou nacional para a conservação da diversidade biológica e ferramenta para a gestão ambiental, pois, permite ordenar esforços e recursos definíveis para a conservação e subsidiar a elaboração de políticas públicas de ordenamento territorial.

Entre esses estudos, a análise de áreas prioritárias, segundo Collins *et al* (2001), tem em vista, principalmente, a identificação do padrão espacial mais apropriado para os futuros usos do solo de uma determinada região, de acordo com os fatores específicos e preditores de uma atividade ou de um objetivo (VALENTE, 2005).

Os critérios para escolha de áreas prioritárias são fundamentados em estudos e análises multidisciplinares em um processo participativo de tomada de decisão, onde áreas e ações são selecionadas com base no conhecimento de cientistas e membros dos mais diferentes grupos da sociedade civil (TABARELI e SILVA, 2002).

Para Valente (2005), a abordagem multicriterial é uma das técnicas empregadas para tomada de decisão incorporada aos SIGs, no qual, permite ser medida e avaliada, denominada de critério, que pode ser dividida em fatores e restrições.

Segundo Store e Kangas (2001) *apud* Valente (2005), a definição de áreas prioritárias com base nos SIGs tem sido eficaz e difundida em diversas situações, como a definição de áreas ou regiões prioritárias para espécies animais ou vegetais; para o potencial geológico; para atividade agrícola; para risco de degradações ambientais; para biodiversidade, entre outras.

Nesse sentido entendeu-se a importância da definição de áreas prioritárias com uso de geotecnologias independente de sua finalidade, porém, na temática ambiental, nota-se a preocupação com a preservação e conservação dos recursos naturais, logo, nota-se a importância de identificar ou prever áreas sujeitas à degradação ambiental para possíveis ações, metas e planos que visam minimizar ou mitigar tal problema ambiental.

Deste modo, as áreas prioritárias estão relacionadas à degradação ambiental, que segundo IBAMA (1990), é a perda da adaptação das características físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, inviabilizando o desenvolvimento socioeconômico. A degradação ambiental pode ocorrer quando a vegetação nativa e fauna são destruídas, removidas ou expulsas; remoção da camada fértil do solo; alteração na qualidade e regime de vazão dos recursos hídricos; deterioração física e química (IBAMA, 1990).

Santana (2003, p. 16) diz que,

“A degradação ambiental nas áreas de recarga, provocada por desmatamentos desordenados, compactação e erosão de solos, não só afeta o potencial de evapotranspiração (e conseqüente produção de água limpa para o ciclo hidrológico), como também provoca escorrimentos superficiais excessivos, que carregam sedimentos e dejetos, os quais irão depositar-se nos grandes reservatórios, tendo como resultado o

assoreamento e a poluição ambiental. Conseqüências de médio e longo prazos desses fenômenos são o comprometimento da capacidade produtiva e de conservação de água e solo nas propriedades rurais, além da redução na capacidade de armazenamento dos grandes reservatórios, comprometendo a produção de energia”.

Nesse sentido, atualmente são desenvolvidas pesquisas no âmbito mundial com a preocupação em relação à preservação dos recursos naturais e ambientais a fim de identificar as principais causas, os causadores e as principais conseqüências da degradação do meio ambiente, além de diagnosticar e propor alternativas para a resolução dos problemas oriundos da degradação.

Entretanto, entende-se que uma área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, seja de natureza física, química ou biológica, deste modo, destaca-se a importância da integração dos elementos naturais e sociais no entendimento das degradações ambientais, ou seja, compreender as alterações ambientais nas unidades de paisagens.

Para Rodriguez (2010), as bases conceituais da paisagem para o desenvolvimento dos problemas de degradação ambiental a nível regional são consideradas úteis, como a ciência da paisagem se unir e interagir como abordagens científicas naturais, incluindo abordagens ecológicas e sociais. Investigações de paisagens também acumulam ideias sobre a estrutura e o funcionamento das paisagens de diferentes níveis hierárquicos. Além disso, a caracterização dos componentes da composição ou estrutura espacial na classificação das paisagens pode ser utilizada na análise da degradação ambiental.

Segundo Crepani *et al* (2001),

“O tipo de atividade antrópica desenvolvida sobre uma determinada unidade de paisagem natural pode representar sua destruição devido a sua pequena capacidade de absorver os estímulos advindos desta atividade econômica, enquanto que sua interação com outra unidade de menor vulnerabilidade, seguindo os sistemas de manejo mais indicados com práticas conservacionistas, pode representar uma atividade economicamente rentável. Isto parece mostrar que a escolha entre um desastre ecológico ou o desenvolvimento sustentado, passa pelo conhecimento da natureza da interação existente entre as unidades de paisagem natural e os polígonos de intervenção antrópica” (p. 17).

Nesse sentido Berouchachvili e Bertrand, (1978) *apud* Manosso (2009), destaca que na estrutura da paisagem possui uma variação horizontal e vertical, as quais se devem

interpretar de modo integrado, onde, considera-se que horizontalmente, a paisagem sofre diversas modificações de ordem morfológica, estrutural, litológica, pedológica, climática e geomorfológica, além da cobertura vegetal natural e/ou dos vários usos urbanos e agrários e verticalmente envolve todos os processos que transcorrem de forma vertical, desde a atmosfera, passando pela superfície edáfica, incidindo sobre a cobertura vegetal, as águas superficiais e subsuperficiais.

Deste modo, são sobre estas estruturas superficiais horizontais que inferem as atividades antrópicas, no entanto, o funcionamento vertical das paisagens pode ser fortemente influenciado pela produção social atuante (ROUGERIE e BEROUTCHACHVILI, 1991).

Em relação às consequências das degradações ambientais, a Política Nacional do Meio Ambiente – Lei Nº 6938/81, pontua alguns reflexos sobre a degradação da qualidade ambiental: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

Contudo, compreende que a solução dos problemas de degradação ambiental pode ser resolvida com ideias sobre a dinâmica/funcionamento da paisagem, ou seja, compreender sua funcionalidade e importância. Neste caso, apoiados nesse conhecimento terão suporte, por exemplo, para estruturar matrizes e mapas visando o ordenamento do uso e cobertura da terra como exemplo os mapas de zoneamento ambiental com foco na preservação e conservação dos recursos naturais.

Notoriamente, o zoneamento ambiental visa à criação de áreas conforme suas suscetibilidades e potencialidades. Tal processo resulta em orientações implantadas para a limitação no uso conforme o grau de critérios adotados. Desta maneira, entende-se a relevância de estudos nesse sentido, pois, é uma forma de planejar e organizar áreas com potencial para degradação e revitalizar áreas já degradadas, além disso, preservar e conservar áreas com potencial ecológico.

A definição cartográfica de áreas prioritárias auxilia por exemplo estudos de probabilidade de degradação ambiental e o zoneamento ambiental. Em relação a probabilidade de degradação ambiental é baseado na integração entre os dados de uso e cobertura da terra e em dados de vulnerabilidade ambiental, definindo pesos conforme a

estabilidade das classes de vulnerabilidade e conforme as probabilidades de degradação das classes de uso e cobertura. Essa abordagem permite o levantamento de informações relevantes para subsidiar zoneamentos ambientais associados a elaboração de propostas de melhoria em relação ao manejo adequado para o uso da terra.

Entende-se o termo “zoneamento”, como proposta de parcelamento de um determinado espaço geográfico em zonas para um direcionamento de determinado tema ou objetivo. No caso desta pesquisa o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi zoneada com base nas paisagens propondo sua sustentabilidade.

Segundo Silva e Rodriguez (2014),

“O zoneamento geoecológico envolve a delimitação, análise e diagnóstico integrados, que devidamente representados cartograficamente, representam as unidades ambientais e paisagísticas naturais e culturais. Deste modo, é a Geoecologia das Paisagens um instrumento metodológico, que oferece um conhecimento integrado do território, adequando informações e possibilidades para seu devido planejamento e gestão” (p. 10).

O zoneamento ambiental no Brasil é previsto na Lei Federal no 6.938, de 31/08/81, publicada no D.O.U. em 02/09/1981 ou Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE no Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, com intuito da preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental associada ao desenvolvimento socioeconômico condicionado à manutenção, em longo prazo, dos recursos naturais e melhoria das condições de vida do homem. Tal zoneamento analisa com base em indicadores ambientais as potencialidades, vocações e fragilidades do meio natural sendo muito usado pelos planejadores ambientais. No Brasil existem outros zoneamentos previstos na legislação, tais como: agroecológico, ambiental, ecológico-econômico, estatuto da terra, industrial, ruído, unidades de conservação, urbano e uso e atividades (SANTOS, 2004).

De acordo com BRASIL (1984), o zoneamento geoambiental é a setorização do espaço geográfico, de acordo com as suas potencialidades, restrições e problemas, estimando-se os limites máximos para a sua exploração racional, tendo em vista a conservação do meio ambiente. Baseia-se na teoria de sistemas, onde os componentes físicos e biológicos do meio natural formam uma cadeia de inter-relações, buscando constantemente sua estabilidade à vista do planejamento ambiental (SILVA, 2003).

Segundo Silva (2003, p. 45),

“zoneamento, independente de sua adjetivação, define as zonas "homogêneas" dentro de uma determinada região, segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, cujos resultados podem ser apresentados na forma de mapas temáticos, matrizes ou índices técnicos. Dentre os vários tipos de zoneamentos, alguns estão específicas da legislação brasileira”.

Ao destacar o conceito e a relação do zoneamento com o planejamento, Zacharias (2006), expressa que o zoneamento é uma técnica que representa uma etapa fundamental para o planejamento, ou seja, o zoneamento define espaços que expressam potencialidades, limitações e conflitos, o planejamento estabelece diretrizes e metas a serem aplicadas e cumpridas dentro desses espaços em um intervalo temporal.

Segundo Silva e Rodriguez (2014),

“O zoneamento ambiental não deve apenas deter-se a uma análise integrada das tipologias de paisagens naturais e culturais, mas também apresentar um diagnóstico explicativo das potencialidades, capacidades, limitações e problemas de cada unidade ambiental, bem como de todo o conjunto territorial e paisagístico a ser planejado” (p. 7).

Segundo Pereira (2009), a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial. Para isso, as propostas dos futuros cenários de desenvolvimento sustentável, necessitam de modelos que simulem a integração dos processos da dinâmica espacial (CONWAY e LATHROP, 2005).

Segundo Santos (2004) zoneamento é a compartimentação de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e suas dinâmicas. Cada compartimento é apresentado como uma “área homogênea”. Deste modo, uma unidade de zoneamento delimitada no espaço geográfico, com estrutura e funcionamento uniforme tem alto grau de associação entre si, com variáveis correlacionadas, tendo em vista suas significativas importâncias, nesse sentido, o zoneamento pressupõe análise por agrupamentos passíveis de serem mapeados no eixo horizontal do território e numa escala definida (REMPEL *et al*, 2008)

O zoneamento ambiental tem como objetivo fornecer orientações para um desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, ou seja, procura ordenar o território segundo as suas características bióticas e abióticas básicas, através do agrupamento de

áreas cujos conjuntos formam unidades de terras relativamente homogêneas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem (SEMA, *apud* ROCHA 1995).

Segundo Alvarenga (1997), o poder público deve ter como prioridade o incentivo à criação de zoneamentos ambientais em todo território nacional, visando o direcionamento e controle dos processos de produção do espaço, a conservação ambiental e a elaboração de modelos que permitam a compreensão de padrões espaciais de processos ecológicos e antrópicos, auxiliando os tomadores de decisão na definição de diretrizes a respeito do uso dos recursos naturais existentes.

Devido à complexidade em relação ao meio ambiente é necessária uma abordagem integrada para seu entendimento visando à conservação. O planejamento ambiental, dentro dessa ótica é um excelente instrumento de gestão, pois, estabelecem diretrizes e metas a serem alcançadas dentro de um cenário temporal. Porém, é no zoneamento ambiental que se identificam e se delimitam zonas específicas para um determinado objetivo em uma dada região (SILVA, 2003).

De acordo com Santos (2004), o zoneamento ambiental prevê preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental. Sua meta é o desenvolvimento socioeconômico, condicionando a manutenção dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida, sendo que o mesmo deve considerar as vocações e as fragilidades do meio.

Além disso, Silva e Rodriguez (2014) destacam que,

[...] “após uma delimitação preliminar, o zoneamento ambiental deve ser complementado por meio de checagens de campo e leituras socioambientais, verificando e interpretando os efeitos das distintas formas de uso e ocupação sobre a paisagem original e a gênese de tipologias paisagísticas culturais” (p. 7).

Nesse sentido, o zoneamento com relacionado com as questões ambientais destaca-se como um importante critério para o ordenamento do espaço geográfico, tendo em vista, a importância e funcionalidade das unidades de paisagens, pois, a estabilidade dos fatores e processos antrópicos e naturais resultam no equilíbrio dos interesses e valores desses elementos.

Para Rempel (2009, p. 45)

“A elaboração de zoneamento ambiental com base em teoria da ecologia de paisagem poderá ser utilizado visando ao desenvolvimento sustentável,

uma vez que apontará área de risco ambiental, áreas sem risco, com aptidão agrícola e áreas em conflito com a legislação. Desta forma a tomada de decisão não se baseará apenas na questão legal e sim será valorada por parâmetros ambientais que demonstrem a necessidade de conservação, ou não, do ambiente em questão”.

Na concepção de Rodriguez *et al* (2010), para a delimitação de unidades tipológicas de paisagem de um dado território é preciso considerar os seus diferentes tipos geográficos, bem como os aspectos referentes a condições que podem ser explicadas das seguintes observações:

- integridade/diferenciação;
- repetibilidade/complexidade;
- repetibilidade/semelhança;
- homogeneidade relativa.

Por fim, entende-se que com o uso de tecnologias componentes do geoprocessamento como, sensoriamento remoto, SIG e cartografia digital para zoneamento ambiental das paisagens baseado em todas as contextualizações supracitadas principalmente na proposta teórica metodológica de Rodriguez (2010) sobre ordenamento territorial com enfoque nas paisagens através da organização de projeto, inventário dos componentes naturais – caracterização geocológica, e inventário dos componentes antrópicos – caracterização econômica e adaptada para este trabalho com intuito de compreender e classificar as paisagens de forma integrada visando suas potencialidades e limitações.

## **2.5 Vulnerabilidade ambiental**

A vulnerabilidade ambiental pode ser definida como o grau de suscetibilidade em que um componente do meio, de um conjunto de componentes ou de uma paisagem apresentam em resposta a uma ação, atividade ou fenômeno (SANTOS, 2007).

Atualmente existem algumas concepções e métodos com intuito de definir a suscetibilidade ambiental em destaque os estudos sobre vulnerabilidade ambiental em destaque os estudos de Crepani, Medeiros, Filho, Duarte e Florenzano em 1996 com intuito de apresentar uma metodologia para elaborar mapas de vulnerabilidade. Esta metodologia consiste primeiramente na elaboração de um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem, ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's), baseados no processamento e interpretação de

imagens orbitais. Tal estudo teve como fundamentadas no conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), em que se busca analisar de forma integrada atributos como a rocha, relevo, solo, cobertura vegetal e pluviosidade. Seguindo esta proposta metodológica cada um destes temas recebe uma pontuação de estabilidade variando conforme o critério adotado (SPORL e ROSS, 2004).

Tal modelo apresenta a princípio três unidades para a classificação do ambiente conforme a suscetibilidade das características físicas nas variáveis analisadas: estável, intergrade e instável (Tabela 1). Nos meios instáveis, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outro elemento está subordinado (TRICART, 1977).

**Tabela 1:** Estado de vulnerabilidade relacionado a pedogênese e morfogênese

Unidade	Relação Pedogênese/Morfogênese	Valor
Estável	Prevalece pedogênese	1.0
Intergrade	Equilíbrio pedogênese/morfogênese	2.0
Instável	Prevalece morfogênese	3.0

**Fonte:** Crepani *et al.* 1996. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira, 2011.

Os critérios desenvolvidos a partir desses princípios permitiram a criação de um modelo onde se buscou a avaliação, de forma relativa e empírica, do estágio de evolução morfodinâmica das unidades territoriais básicas, atribuindo valores de estabilidade às categorias morfodinâmicas (CREPANI *et al.*, 1996).

A análise de uma unidade de paisagem natural requer conhecimentos sobre sua gênese, como: constituição física, forma, estágio de evolução e cobertura vegetal, pois, as variáveis pré-determinadas para análise da vulnerabilidade ambiental são: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia e Fitogeografia, e precisam ser integradas para comportamento de cada unidade frente à sua ocupação (CREPANI *et al.*, 1996). Nesse sentido, como produto final esta metodologia apresenta a vulnerabilidade de cada unidade ambiental em função das informações provenientes de cada tema avaliado: geologia, geomorfologia, vegetação, solos e clima conforme seu grau de vulnerabilidade ambiental (SPORL e ROSS, 2004).

Para analisar multivariáveis de vulnerabilidade propuseram um processo de ponderação com base no Processo Analítico Hierárquico (AHP). A utilização de ferramentas de suporte a decisão como AHP auxilia a organizar e estabelecer um modelo racional de combinação de dados. Assim, tal técnica vem sendo aplicada com êxito em estudos de vulnerabilidade ambiental (OLIVEIRA, RODRIGUES SOBRINHO e PANACHUKI, 2010).

Para ponderar as variáveis no estudo de vulnerabilidade ambiental, adotam-se critérios para estabelecimento da importância relativa de cada variável. Com isso, entende-se que é relevante e primordial entender a função de cada variável, uma vez que cada uma delas apresenta um grau de influência no ambiente, interferindo com maior ou menor intensidade.

As condições de vulnerabilidade do sistema podem ser rompidas através de alterações realizadas em qualquer um dos componentes da natureza, gerando instabilidade. Qualquer intervenção realizada, não respeitando as estabilidades do sistema, pode acarretar alterações na sensibilidade da paisagem em função do rompimento de seus limiares, resultando então na fragilização deste sistema (SPORL, 2007).

Estudos de vulnerabilidade ambiental são componentes de alta importância, pois, fornecem informações para o planejamento ambiental de uma região, bem como sua avaliação em caso de danos com desastres ecológicos (MMA, 2002).

De acordo com Sporl e Ross, (2004 p.40):

“Estes estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território”.

Uma das formas de desenvolver o planejamento ambiental é a divisão de uma área em zonas de ocupação da terra, baseados no conhecimento das áreas críticas ou vulneráveis ambientalmente. Esses trabalhos possuem em comum a utilização de dados integrados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) que segundo Wang et al. (2008) é uma ferramenta útil e eficaz na avaliação da vulnerabilidade, pois múltiplas camadas de informações podem ser integradas e processadas (OLIVEIRA, RODRIGUES SOBRINHO e PANACHUKI, 2010).

Para Becker e Egler (1997), o resultado síntese intermediário baseado em informações físico-biótico de estudos e análises de vulnerabilidade ambiental representa uma importante contribuição para a ocupação racional do território e o uso sustentável dos recursos naturais. Segundo Ross (1994) *apud* Sporl (2007), estes estudos devem refletir a integração dos conhecimentos destas variáveis, baseando-se sempre no princípio de que a natureza apresenta uma funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas e desta maneira, torna-se possível avaliar a fragilidade destes ambientes.

Para Rodriguez (2010), a definição da vulnerabilidade das paisagens é um dos mais importantes para o estudo das consequências das atividades humanas e a busca de otimização e racionalização dos métodos de uso da natureza. Esta abordagem permite determinar a estabilidade e instabilidade na base do conhecimento dos processos de funcionamento, portanto, propor planos de melhorias.

Nesse sentido, estudos de vulnerabilidade com uso de suportes tecnológicos principalmente com geoprocessamento, são de suma importância para tomadas de decisão referente ao zoneamento ambiental das paisagens, ou seja, um relevante subsídio para o planejamento e gerenciamento ambiental, tendo em vista a vulnerabilidade ambiental associada ao uso e cobertura da terra como um dado referente aos riscos ou probabilidade de degradação ambiental.

## **2.6 Processo analítico hierárquico como feramente de integração**

O processo analítico hierárquico foi desenvolvido por Saaty em 1978, propondo uma metodologia de auxílio com multicritério para tomada de decisão. Para Alphonce (1997) *apud* Barros, Moreira e Rudorff (2007), é uma técnica de tomada de decisão com múltiplos critérios, em que um problema complexo possui uma hierarquia de solução a partir das variáveis utilizadas nessa solução.

De acordo com Sporl (2007, p. 32)

“Trata-se de uma técnica com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos. É um método de escolha baseada na lógica da comparação pareada. Neste procedimento diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores”.

No modelo AHP de Saaty, a estrutura de organização dos dados as variáveis são distribuídas em diferentes níveis hierárquicos, nesse sentido, as variáveis de maior importância transmitem sua maior influência para as variáveis de menor importância, em níveis hierárquicos mais baixos (SAATY, 1980). É um processo de escolha baseada na lógica de comparação par a par – *pairwise comparison* – onde diferentes fatores que influenciam na tomada de decisão são organizados hierarquicamente e comparados entre si, e um valor de importância relativa (peso) é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida que expressa a intensidade com que um fator predomina sobre outro em relação à tomada de decisão (SILVA e NUNES, 2009).

Segundo Alphonse (1997), em três princípios baseia-se o processo analítico hierárquico: decomposição, julgamentos comparativos e síntese de prioridades. Os valores atribuídos aos critérios e alternativas, na comparação pareada, são referentes a uma escala de medida de valores de intensidade ou de importância relativa.

Eastman *et al* (1995) *apud* Moreira, Câmara, Filho (2001) destaca que em diferentes fatores que contribuem para a decisão, embora exista uma variedade de técnicas para a definição de pesos a técnica do Processo Analítico Hierárquico (*Analytical Hierarchy Process - AHP*), é o mais promissor no contexto do processo para tomada de decisão. No caso específico de análises ambientais, o AHP permite a hierarquização das opiniões subjetivas sobre categorias de direcionadores de valor, permitindo um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada um dos direcionadores.

Entretanto, a aplicação do modelo pressupõe a determinação de critérios para estruturar as ponderações das variáveis analisadas, nesse sentido destacam-se umas das dificuldades deste modelo.

“Destaca-se que a maior dificuldade no desenvolvimento do AHP para estruturar decisões ambientais reside no estabelecimento de um relativo número de julgamentos. Outra característica evidenciada na aplicação deste método é a grande dependência do conhecimento individual, fator imprescindível para as comparações par a par dos critérios envolvidos na análise. Entretanto, a utilização de um modelo multicriterial de análise possibilita a seleção de um projeto com base em critérios técnicos, eliminando o empirismo e proporcionando uma probabilidade maior de êxito quando da implantação do projeto” (BEN, 2006 p. 8)

Segundo Câmara *et al* (2001) interpretado por Sporn, (2007), a comparação pareada é possível organizar e avaliar a importância entre variáveis ambientais e mensurar a consistência das ponderações. Este processo caracteriza-se como interativo e intuitivo, no qual, permite avaliações objetivas e/ou subjetivas, além de possuir como principal característica uma estrutura hierárquica que subdivide o problema em níveis do mais complexo ao mais simples, permitindo uma visão mais clara e ampla, objetivando a avaliação de diversas linhas de ação, com o intuito de ordená-las ao final, em função do objetivo global estabelecido.

De acordo com Miara e Oka-Fiori (2007), o método AHP é eficiente por aplicar uma comparação par a par entre as variáveis, considerando as diferentes influências exercidas por cada variável física aos processos que ocorrem, por exemplo, em uma bacia hidrográfica. Para análises ambientais, o método apresenta desempenho favorável por essa possibilidade de agrupar dentro de uma única avaliação um grande número de variáveis.

Nesse sentido, de acordo com Schmidt (1995), o principal elemento que tem levado as aplicações com o AHP (*Analytical Hierarchy Process*) a serem eficazes é o poder de incluir e medir fatores importantes, qualitativos e/ou quantitativos, sejam eles, tangíveis ou intangíveis, e a facilidade de uso.

Por fim, entende-se que a análise de multicritérios por meio da AHP é uma ferramenta matemática de soma importância, no qual, permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), fundamentada em vários critérios, com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha ponderada (Roy, 1996), além disso, método AHP possibilita comparar elementos de decisão quantitativos e qualitativos gerando informações como: mapas e matrizes.

## **2.7 Geoprocessamento: sensoriamento remoto, SIG e cartografia digital**

A partir do avanço tecnológico global, o conjunto de tecnologias ligadas a equipamentos como receptores, *hardware* e *software* associados a técnicas que tem como função coletar, processar, analisar e oferecer informações com referência geográfica é denominado como geotecnologias. No caso desta pesquisa, estas geotecnologias são referentes principalmente ao Sensoriamento Remoto, aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e a Cartografia Digital.

As três são componentes do Geoprocessamento, que é baseado em softwares, hardwares e usuários no âmbito do processamento de dados com capacidade de integrar e correlacionar variáveis sobre as diversas áreas do conhecimento.

De acordo com Piroli (2010),

“O Geoprocessamento tem como uma de suas principais características integrar uma série de conhecimentos específicos, que quando unidos, possibilitam ao profissional desenvolver atividades em diversas áreas do conhecimento, tornando-se um campo promissor e bastante atraente profissionalmente” (p.4)

Segundo Rosa (2003), define-se geoprocessamento como um conjunto de técnicas para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. A palavra refere-se à capacidade de processar informações sobre a superfície terrestre através de ferramentas computacionais.

De acordo com Mirandola-Avelino (2006), o Geoprocessamento é um campo de conhecimento moderno que configura tecnologia da cartografia digital, Sensoriamento Remoto, geoestatística e Sistema de Informação Geográfica.

Nesse sentido, Assad e Sano (1993), afirmam que o objetivo do geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais (software e hardware) para que diferentes analistas determinem evoluções espaciais e temporais de um fenômeno geográfico, além das inter-relações entre eles.

Rosa e Brito (1996), também definem o geoprocessamento como um conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, além de enfatizar que o geoprocessamento pode ser aplicado em trabalhos com processamento digital de imagens, cartografia digital e sistemas de informações geográficas.

Neste contexto, o geoprocessamento em estudos sobre recursos hídricos, especificamente em bacias hidrográficas, permite o processamento digital de dados orbitais e cartográficos gerando informações georreferenciadas sobre características físicas, sociais e econômicas.

No caso do presente trabalho, o geoprocessamento foi importante para a geração, sobreposição e apresentação dos dados cartográficos referentes ao Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, confirmando o exposto por Piroli (2013), que por ter grande eficiência em diagnósticos ambientais, o geoprocessamento apresenta grande potencialidade no que se refere ao monitoramento dos problemas ambientais, permitindo a

manipulação de diversos dados e informações, e também a representação cartográfica dos mesmos. Nesse sentido, o geoprocessamento foi fundamental para a cartografia digital dos dados fisiográficos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, para a sobreposição dessas informações de forma eficaz e precisa e para a apresentação do material cartográfico, além do processamento digital dos dados oriundos do sensoriamento remoto.

Em relação ao Sensoriamento Remoto considera-se que é uma ferramenta importante para o Geoprocessamento, por ser “a forma de obter informações de um alvo por meio da dinâmica de interação da radiação eletromagnética com a superfície terrestre”.

Segundo Florenzano (2011), o sensoriamento remoto pode ser definido como uma tecnologia que permite obter imagens e dados da superfície terrestre à distância por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela mesma, bem como o processamento a análise e interpretação desses dados.

Para Meneses e Almeida (2012, p.3)

“Historicamente, reconhece-se que o termo Sensoriamento Remoto foi criado para designar o desenvolvimento dessa nova tecnologia de instrumentos capaz de obterem imagens da superfície terrestre a distâncias remotas. Por isso, a definição mais conhecida ou clássica de sensoriamento remoto é: Sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto”.

Sensoriamento remoto pode ser definido também como o uso de sensores de radiação eletromagnética para registrar imagens do meio físico que possam ser interpretadas de modo a gerar informações úteis (CURRAN, 1995). Os dados de Sensoriamento Remoto podem ser coletados em diferentes níveis: terrestre, aéreo e orbital. Em função dos níveis de coleta, são utilizados diferentes sensores e obtidos diferentes dados (FERREIRA, 2011).

Nesse sentido, sobre os dados de sensoriamento remoto, a observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil. Os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em mudanças contínuas em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam estas mudanças

é necessário fazer observações com uma grande gama de escalas temporais e espaciais (SAUSEN e AVILA, 2004).

Os dados de sensoriamento remoto podem ser tratados com a utilização de SIG (software) voltados para tratamento de imagens orbitais. Isto possibilita inúmeras ações, principalmente, processamento digital das imagens orbitais, ampliações e recortes de áreas de interesse e classificações temáticas de objetos identificados, neste caso, obtendo-se produtos como mapas temáticos.

Segundo Menezes e Fernandes (2013), novas tecnologias de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento têm favorecido melhorias significativas tanto para aquisição de imagens, quanto para a construção, o armazenamento, a publicação e acesso às representações cartográficas diversas.

A partir destas informações, entende-se que produtos oriundos do Sensoriamento Remoto têm muito a contribuir com processos de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, tendo em vista, os produtos orbitais disponibilizados oriundos de diferentes características dos satélites e seus sensores remotos. Além disso, no caso desta pesquisa, colaborou com produtos referentes ao uso e cobertura da terra e as características topográficas que processadas em Sistemas de Informação Geográfica, forneceram informações relevantes para a análise e a caracterização da área.

De acordo com Piroli (2010), os SIG “são normalmente constituídos por programas e processos de análise, que tem como característica principal relacionar uma informação de interesse com sua localização espacial, auxiliando a tomada de decisões”.

Para Rosa e Brito (1996), o principal objetivo em relação a um Sistema de Informação Geográfica, é proporcionar ferramentas para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando: integrar em uma única base de dados informações representando vários aspectos de uma região; permitir a entrada de dados de diversas formas; relacionar dados de diferentes fontes; gerar relatórios e gráficos, entre outros.

Para Câmara *et al* (2001), as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamados de Sistemas de Informação Geográfica, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

“Sistemas de Informação Geográfica “SIGs” são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la [Aro89, Bul94]. SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento” (CÂMARA, *et al*, 1996. p. 21)

Segundo Câmara e Davis (2002), define estrutura geral de um SIG com os seguintes componentes: interface com o usuário, entrada e integração dos dados, funções de consulta e análise espacial, visualização e plotagem e armazenamento e visualização de dados organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

Como característica básica e geral de um SIG está relacionado com sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Denota-se por topologia a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre objetos geográficos (CÂMARA e ORTIZ, 2002). Nesse sentido, as principais características de SIG's podem ser determinadas como:

- Integração;
- Combinação;
- Consulta, recuperação e visualização.

De acordo com Rosa (2003), um Sistema de Informações Geográficas eficaz, precisa ser composto por programas de alto nível, capazes de atender as necessidades de cada projeto, mantendo um desempenho favorável, e integrar dados procedentes de diversas fontes cartográficas.

A Cartografia é um instrumento fundamental para o planejamento e tomada de decisão. Dada a rapidez com que ocorrem as alterações de algumas áreas da superfície, faz-se necessária a contínua atualização cartográfica, a qual, se preocupa com os estudos e as operações científicas, artísticas e técnicas resultantes de observações e medidas diretas ou explorações de documentações visando à obtenção de dados e informações para a elaboração de representações gráficas tipo: plantas, cartas, mapas, gráficos, diagramas e outras formas de expressão, bem como, de sua utilização (SANCHEZ, 1981).

Segundo a ONU (1949), a cartografia é a ciência de organização de cartas terrestres, marítimas e aéreas de qualquer espécie, abrangendo todas as operações, desde os levantamentos iniciais do terreno até a impressão definitiva das mesmas.

Para a Associação Cartográfica Internacional de Geografia – 1964: “Cartografia é o conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, projetos e outras formas de expressão, assim como a sua utilização”. Em 1973 este conceito foi para: “A arte, ciência e tecnologia de construção de mapas, juntamente com seus estudos como documentação científica e trabalhos de arte. Neste contexto mapa deve ser considerado como incluindo todos os tipos de mapas, plantas, cartas, seções, modelos tridimensionais e globos, representando a Terra ou qualquer outro corpo celeste”. A mesma associação internacional em 1991 apresentou uma nova definição, nos seguintes termos: “ciência que trata da organização, apresentação, comunicação e utilização da geoinformação, sob uma forma que pode ser visual, numérica ou tátil, incluindo todos os processos de elaboração, após a preparação dos dados, bem como o estudo e utilização dos mapas ou meios de representação em todas as suas formas”.

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): “Cartografia é a arte de levantamento, construção e edição de mapas e cartas de qualquer natureza”.

Para McCormick *et al* (1987), *apud* TAYLOR (1991), as novas tecnologias permitem relações interessantes e inovadoras entre cognição e comunicação. O campo emergente da visualização é um bom exemplo disto. Visualização é um campo da computação gráfica que tem explorado o poder analítico e comunicativo da interpretação visual, ou seja, a cartografia digital.

Nesse sentido, de acordo com Sousa e Jordão (2014),

“O aperfeiçoamento das tecnologias aplicadas à Cartografia vem trazendo mudanças nos métodos de mapeamento da superfície terrestre através do aperfeiçoamento das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento que alavancaram a cartografia digital, favorecendo a compreensão da dinâmica das relações socioespaciais. Com isso, além da construção analógica, o mapa passou a ser gerado também no formato digital tornando-se um recurso de grande potencial e com aplicações nos mais diversos campos do saber científico” (p. 152).

A Cartografia Digital deve ser vista não apenas como um processo de automação de métodos manuais, mas sim como um meio para se buscar ou explorar novas maneiras de lidar com dados espaciais (TAYLOR, 1991).

Nesse sentido, a cartografia digital tem função fundamental no geoprocessamento, pois, o mapa é o principal meio de apresentação dos resultados, no qual, a geração de *layers*, de atributos e de interoperabilidade e outros componentes do processo cartográfico associados a um banco de dados geográfico são oriundos da mudança na forma de produzir mapas que ocorreu com o advento da informática a partir de meados da década de 60.

Segundo Roberto e Carvalho (2014, p. 60).

“Com o passar do tempo foram desenvolvidas técnicas para apresentar o espaço por meio de representações que se aproximassem mais fielmente da realidade. Então com o advento das navegações e do avanço científico, a partir da formulação destas primeiras representações espaciais, caracterizou-se a evolução do mapa que ao longo do tempo e precisamente há poucas décadas, tornou-se cada vez mais aprimorado devido ao avanço tecnológico e informacional”.

Contudo, estende-se que as tecnologias associadas ao geoprocessamento são de suma importância para estudos sistemáticos sobre as questões ambientais, caracterizados com meios técnicos, idiomáticos e logaritmos que incluem base de dados sobre os aspectos territoriais. Além disso, a maneira como a informação espacial é tratada nos sistemas de informação geográfica constitui a modelagem lógica dos dados, que trata da representação geométrica dos dados.

Além disso, segundo Christofolletti (1999),

“Como a espacialidade é característica inerente aos sistemas ambientais, obviamente ressalta a significância dos sistemas de informação geográfica para os procedimentos de modelagem. Os programas de SIGs são constantemente utilizados para o processamento de dados, elaboração de mapas relacionados com os inputs dos dados ou resultados de modelos e na própria elaboração de modelos” (p. 29).

A modelagem supracitada pode ser considerada como instrumento entre os procedimentos metodológicos da pesquisa científica, pois, representa a expressão de uma hipótese científica que necessita ser avaliada como sendo enunciado teórico sobre, por exemplo, um sistema ambiental focalizado (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Rodriguez *et al* (2010),

“Os modelos definem-se como o substituto, na forma análoga, do objeto natural. Os modelos permitem combinar os princípios do reducionismo e integração sintética sendo, portanto, instrumentos insubstituíveis na investigação de objetos de organização tão complexas como são as paisagens” (p. 57).

De acordo com Rodriguez *et al* (2010) o processo de modelagem pode ser estruturado da seguinte forma:

- Criação do modelo (verbal, gráfico, matemático etc)
- Investigação do objeto com ajuda de diferentes operações a partir dos modelos (cartográficos, matemáticos etc)
- Transmissão dos conhecimentos aos protótipos reais do modelo, o qual inclui a comparação entre o modelo e o objeto e a correção do modelo na prática.

Desta forma, os modelos cumprem as funções de normativa, organizativa, sistematizadora e construtiva. Nesse sentido, a modelagem de sistemas ambientais enquadra-se no contexto abrangente de análise espacial, tendo em vista a obtenção e interpretação dos dados georreferenciados absorve as técnicas geoestatísticas, interligando-se com o uso e análise de dados oriundos do sensoriamento remoto processados em sistemas de informação geográfica considerando e ajustando as funções básicas de entrada, armazenamento, análise dos dados e apresentação de resultados (CHRISTOFOLETTI, 1999).

## ***CAPITULO 3***



*Vegetação às margens do Rio Sucuriú*

**MÉTODO:  
DESCRIÇÃO DOS DADOS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS**

### **3.1 Método**

Na presente pesquisa o método foi tratado com o direcionamento para alcançar os objetivos e a trajetória percorrida para o conhecimento do objeto em análise, visando a construção de um conhecimento sistemático. Nesse sentido, o método busca a construção de resultantes por meio de procedimentos e processos. Diante disso, os métodos hipotético e dedutivo baseados em técnicas de geoprocessamento em sistemas de informação geográfica de forma sistêmica foram adotados para a realização do trabalho para cumprimento dos objetivos em torno da proposta deste trabalho pautada na base teórica e conceitual.

Para a elaboração dessa tese, foram utilizadas três etapas principais: o inventário/diagnóstico, correlação/integração e as propostas/prognóstico.

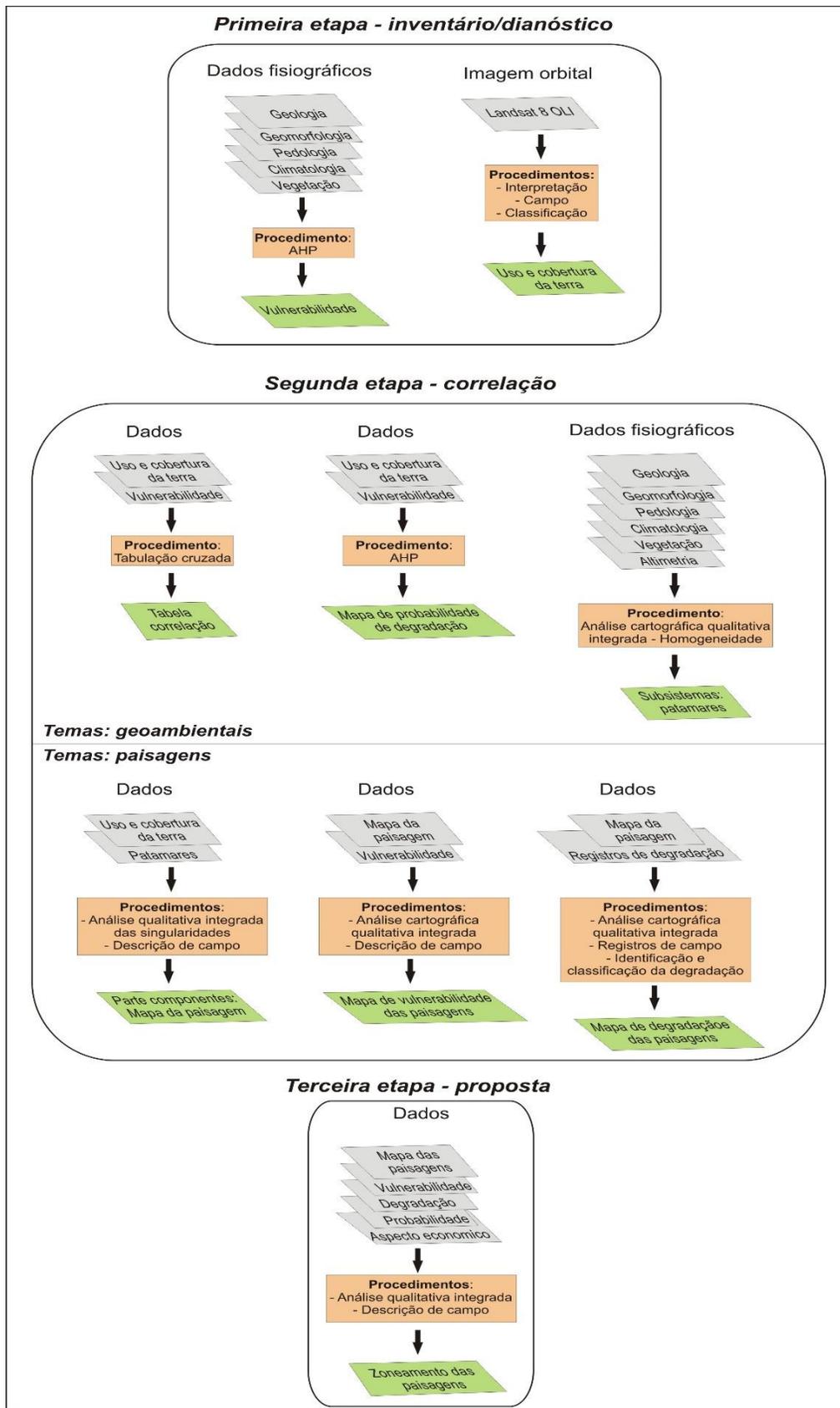
A princípio situou-se a pesquisa bibliográfica com consultas de obras (livros, teses, dissertações, monografias, artigos, etc.) sobre teorias, conceitos e métodos, que auxiliaram na busca dos resultados e na forma de serem analisados. Além disso, tal contribuição foi de suma importância para o direcionamento racional da elaboração do trabalho.

O inventário/diagnóstico constituiu-se do levantamento de dados primários/secundários e de informações da área de estudos relevantes para o cumprimento dos objetivos. Nessa etapa foi necessária a organização dos dados e informações em banco de dados geográficos para seu armazenamento e manipulação. Além disso, esse inventário proporcionou elementos para a construção do diagnóstico de forma integrada e sistêmica da área de estudo.

A etapa sobre correlação e integração dos dados baseou-se na inter-relação dos dados secundários e primários para interpretações que subsidiaram a etapa de propostas e prognósticos. No caso dos dados primários citado nessa etapa baseia-se especificamente sobre o uso e cobertura da terra.

O prognóstico foi baseado nas análises oriundas do diagnóstico. Assim, obteve-se a compreensão de quais eram as possíveis orientações/soluções baseadas na busca de resultados que visam o ordenamento do uso e cobertura da terra da área estudada.

Assim, com a formulação da hipótese sobre os fenômenos que foram problematizados enquanto objeto de estudo científico e analisado tecnicamente com suporte teórico metodológico, desenvolveu-se a presente tese, baseada nas fases mostradas na Figura 5.



**Figura 5:** Fluxograma dos procedimentos metodológicos. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

### 3.1.1 Primeira etapa

A primeira etapa foi caracterizada pelo levantamento das pesquisas bibliográficas, documentais e cartográficas de dados e informações referentes ao Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, baseada principalmente pelos seguintes dados fisiográficos:

- Mapas temáticos de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, climatologia e vulnerabilidade ambiental compartmentados (Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú), digitalizados e quantificados por Ferreira (2011) baseado no Atlas Multireferencial de Mato Grosso do Sul elaborado pela Secretaria de Planejamento, no ano de 1990. Os mapas temáticos serviram para o detalhamento geoambiental (diagnóstico) e posteriormente foram correlacionados e sobrepostos (prognóstico).

- Dados pluviométricos do Banco de Dados da ANA (Agência Nacional das Águas), no período de 1984 a 2006 (justifica-se esse período em função da disponibilidade), oriundos das estações de Costa Rica e Indaiá, para cálculos de precipitações totais e médias anuais. Os dados pluviométricos foram compreendidos como entrada de energia no sistema *input*, desde modo, importante dado para o detalhamento geoambiental da área estudada (diagnóstico).

Os dados fisiográficos foram digitalizados, processados e armazenados, tais procedimentos foram executados em gabinete e organizados em categorias do tipo cadastral, temática e imagem em um Banco de Dados Geográfico no SIG SPRING<sup>®</sup>5.3. Um banco de dados corresponde fisicamente a um diretório onde ficam armazenados tanto o Modelo de Dados, com suas definições de Categorias e Classes, quanto os projetos pertencentes ao banco (CAMARA, 2005). A base fisiográfica foi utilizada principalmente para a realização do diagnóstico da área estudada.

Além desses temas foi utilizado o mapa de vulnerabilidade ambiental da área de estudo. Para gerar o mapa de vulnerabilidade foi realizado o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), no SIG SPRING<sup>®</sup>5.3 desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) onde foram cruzados planos de informações (mapas: geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação) atribuindo pesos para cada classe desses planos baseado nos procedimentos e critérios proposto por CREPANI *et al* (2001) (Quadro 3).

<b>Temas fisiográficos</b>	<b>Critérios</b>
Geologia	Grau de coesão das rochas
Geomorfologia	Amplitude do relevo, densidade e grau de dissecção
Pedologia	Maturidade dos solos, processos erosivos e lixiviados
Clima	Densidade de Pluviosidade ( <i>Input</i> )
Vegetação	Densidade da vegetação

**Quadro 3:** Critérios para classificação da vulnerabilidade ambiental. **Fonte** Crepani *et al* (2001)

**Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental com uso do AHP os fatores comparados tiveram a mesma importância, ou seja, são iguais conforme a equação proposta por Crepani *et al* (2001):

$$V = \frac{V_{gl} + V_{gm} + V_{pd} + V_{cl} + V_{vg}}{2}$$

Onde:  
*V* = Vulnerabilidade,  
*V<sub>gl</sub>* = Variável geologia,  
*V<sub>gm</sub>* = Variável geomorfologia,  
*V<sub>pd</sub>* = Variável pedologia  
*V<sub>cl</sub>* = Variável clima  
*V<sub>vg</sub>* = Variável vegetação

O procedimento analítico hierárquico foi utilizado neste trabalho a partir da necessidade de integrar e correlacionar dados e informações sobre a susceptibilidade natural de um ambiente e as ações e atividades antrópicas desenvolvidas sob a superfície, assim, associar a uma temática, no caso, a probabilidade de degradação ambiental, que propõem um modelo de análise ambiental sistêmica. De acordo com Tanaka e Entani (2007), o processo analítico hierárquico é um método útil nos problemas da tomada de decisão multicritério, sendo usado para calcular os pesos dos critérios por pares de comparações e tornando mais pesado o estabelecimento da matriz. A importância relativa dos critérios é obtida consultando e examinando as opiniões de peritos (CÂMARA *et al*, 2001).

Após o procedimento analítico hierárquico, outra ferramenta em conjunto ao AHP foi utilizada no SIG SPRING<sup>®</sup>5.3 a programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico). Com as atribuições no AHP foi gerado um modelo (txt) para ser inserido no LEGAL e atribuído pesos nas classes temáticas.

Além disso, foi realizado o processamento digital de imagens orbitais do satélite Landsat 8 sensor *Operational Land Imager* (OLI) com as bandas 4, 5 e 6 no ano de 2014 em mosaico das cenas 223/73, 223/74 e 224/73 no SIG SPRING®5.3 com objetivo de efetuar a classificação do uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Justifica-se o uso de imagens do mês de maio de 2014 pela a proximidade das atividades técnico-científicas de campo e pelo baixo percentual de nuvens.

Para a classificação das imagens orbitais o primeiro procedimento foi a interpretação e identificação visual com base nos seguintes critérios: textura, forma e cor. Nesse sentido foram realizados os seguintes processamentos digitais de imagens:

- *Elaboração da melhor composição colorida e realce*: a composição colorida foi composta pelas bandas 6,5 e 4 nas cores vermelho, verde e azul respectivamente. Justifica-se tal composição pela melhor resposta espectral dos principais alvos (água, solo e vegetação) o que favorece a visualização na representação do uso e cobertura da terra. O processamento de realce de contraste foi feito pela equalização do histograma de cores e teve por objetivo melhorar a qualidade das imagens, tal tarefa foi utilizada como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões.

Posteriormente à interpretação da imagem foram realizadas visitas técnico científicas de campo para a validação dos objetos interpretados. Tal atividade foi executada com auxílio da carta imagem orbital (Landsat 8 da área de estudo) e de registros com um receptor do Sistema Global de Posicionamento GPS em áreas determinadas conforme as classes do mapeamento de uso e cobertura da terra.

O segundo procedimento para a classificação orbital do uso e cobertura da terra baseou-se nos seguintes processamentos digitais de imagens:

- *Segmentação*: agrupamento de pixel nos critérios de similaridade e área, na qual somente as regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas.

- *Classificação Supervisionada*: a técnica empregada foi a classificação com segmentação, neste processo utilizou-se o método de crescimento de regiões. Foi utilizado o classificador Bhattacharya com limiar de aceitação de 99,9% de aceitação para o mapeamento do uso e cobertura da terra. O Classificador Bhattacharya usa a distância para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais (MATHER, 2004).

Para a classificação supervisionada baseou-se no método proposto pelo IBGE no Manual do Uso da Terra. Entende-se que o levantamento do uso e da cobertura da terra



A representação das classes no mapeamento de uso e cobertura da terra por coropletas foi baseada na proposta do IBGE (2013), que utiliza, por sua vez, de padronização internacional e referências às informações em RGB (vermelho, verde e azul respectivamente).

Em relação ao modelo digital de elevação utilizou-se os dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography*) no ano de 2000 com resolução espacial de 30 m disponível pelo TOPODATA/INPE. Tal imagem foi processada no aplicativo GLOBAL MAPPER 11<sup>®</sup> com objetivo de representar fisiograficamente a altimetria da área de estudo. Os aspectos numéricos de terreno posteriormente auxiliaram a delimitação dos subsistemas e componentes do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Outro procedimento importante na primeira etapa dos métodos está relacionado com os aspectos econômicos e políticos administrativos. Tais aspectos auxiliaram na classificação do zoneamento ambiental das paisagens tendo como critério a relevância econômica em cada unidade de paisagem da área de estudo. Nesse sentido, se deu o levantamento e conhecimento da configuração econômica. Além das questões econômicas e análises dos aspectos relacionados aos poderes político administrativos das prefeituras inseridas na área de estudo teve como intuito caracterizar as condições legais, técnicas e estruturais em relação as questões ambientais, uma vez que, tais características são relevantes na priorização de áreas para o zoneamento ambiental das paisagens, tendo em vista as deficiências e eficiências do setor público administrativo.

Para a análise econômica no âmbito do trabalho foram utilizados dados referentes ao Produto Interno Bruto e as Atividades Econômicas. Para obter tais dados, foram utilizadas as seguintes referências:

- SEMAC Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia;
- SUPLAN Superintendência de Planejamento
- COERES Coordenadoria de Estudos Regionais e Estatística. Baseou-se principalmente em dados referente ao PIB (Produto Interno Bruto), no recorte temporal de 2005 a 2011 (justifica-se o período em função da disponibilidade). Posteriormente, os dados foram tabulados e analisados de forma quantitativa e qualitativa.

Os trabalhos para o cálculo do PIB estão estruturados em 19 grandes atividades que compõem a economia estadual e municipal e estão distribuídos da seguinte forma: 1.

Agricultura e serviços relacionados; 2. Pecuária e serviços relacionados; 3. Silvicultura, Exploração Vegetal e serviços relacionados; 4. Pesca, Aquicultura e serviços relacionados; 5. Indústria Extrativa Mineral; 6. Indústria de Transformação; 7. Serviços Industriais de Utilidade Pública – eletricidade, gás e água; 8. Construção Civil; 9. Comércio, Serviços de Manutenção e Reparação; 10. Serviços de Alojamento e Alimentação; 11. Transporte, Armazenagem e Correios; 12. Serviços de Informação; 13. Intermediação Financeira, Seguros, Previdência Complementar e Planos de Saúde; 14. Atividades Imobiliárias e Aluguéis; 15. Serviços Prestados às Empresas; 16. Administração Pública; 17. Educação Mercantil; 18. Saúde Mercantil e Serviços Sociais; 19. Serviços Prestados às Famílias e Atividades Associativas e Serviços Domésticos.

Além dos dados oficiais, foram realizadas atividades de campo técnico científicas com base em roteiros, nas quais foram obtidos dados junto as prefeituras municipais inseridas na área de estudo (Chapadão do Sul, Costa Rica e Paraíso das Águas), por meio de entrevistas relacionadas à administração pública, perante os recursos naturais sobre o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. As questões levantadas nas entrevistas foram: existe algum plano que detecta as alterações ambientais do município?; a prefeitura está inserida em algum comitê de Bacia Hidrográfica?; existem dados referentes ao Rio Sucuriú?; existe Plano Diretor?; existe tratamento de esgoto?; quais os principais problemas detectados no município?; quais as ações desenvolvidas pela prefeitura relacionadas aos problemas ambientais?; quais as ações implantadas para o desenvolvimento agroeconômico? ; quais são os usos dos recursos hídricos?.

Além dos dados obtidos nas prefeituras sobre a gestão pública perante as questões ambientais, foram verificados os dados de Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2013, realizado pelo IBGE (Chapadão do Sul e Costa Rica, pois Paraíso das Águas no momento não era considerado município). O levantamento é feito pelo IBGE periodicamente, levantando informações sobre a estrutura, a dinâmica e o funcionamento das instituições públicas municipais, em especial a prefeitura, compreendendo, também, diferentes políticas e setores que envolvem o governo municipal e a municipalidade. As questões trabalhadas no levantamento foram: Leis e planejamento municipal, Alagamentos e processos erosivos, Órgão gestor do meio ambiente, Conselho Municipal de meio ambiente, legislação ambiental, Comitê de Bacia e Uso sustentável.

### **3.1.2 Segunda etapa**

A segunda etapa foi caracterizada pela correlação e sobreposição de dados, no caso, o uso e cobertura da terra e a vulnerabilidade ambiental. Posteriormente foram delimitados os subsistemas do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e suas partes componentes determinadas como paisagens. Nessa etapa foram realizados os seguintes mapas:

- Mapa de probabilidade de degradação ambiental; (AHP com uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental)
- Mapa da paisagem (singularidades as partes componentes);
- Mapa de vulnerabilidade ambiental das paisagens (relação entre os mapas de paisagem e vulnerabilidade);
- Mapa de degradação das paisagens (mapa da paisagem e visitas técnico científicas).

#### **3.1.2.1 Relação entre vulnerabilidade e uso e cobertura da terra**

Para entendimento da relação entre vulnerabilidade ambiental e uso e cobertura da terra foi realizada a tabulação cruzada desses dados. A tabulação cruzada é uma técnica utilizada para comparar as classes de dois planos de informações (PI's), determinando a distribuição de suas intersecções, no caso, o de uso e cobertura da terra e de vulnerabilidade ambiental. Tal procedimento foi realizado no SIG SPRING<sup>®</sup> 5.3. A operação de tabulação cruzada permite calcular a área das intersecções entre as classes de dois PI's temáticos, ou seja, a operação foi feita entre PI's (DPI INPE).

Na tabulação cruzada, a amostra é dividida em subgrupos para verificar como as respostas se distinguem entre os grupos. A tabulação cruzada é um importante componente para a análise de dados, conhecida em estatística, consiste em determinar a distribuição de frequências de uma, duas ou mais variáveis categóricas. Em várias situações, com uma boa leitura das informações contidas numa tabulação cruzada, chega-se a grandes conclusões (DPI INPE). A tabulação cruzada compara as classes de dois planos de informações, determinando a distribuição de suas intersecções. Os resultados representam tabelas de duas dimensões. Além disso, é importante ressaltar que os resultados da tabulação cruzada são qualitativos e não-espaciais (DPI INPE). Com a tabulação cruzada, os resultados foram apresentados em tabelas de duas dimensões: a área de intersecção entre PI "uso e cobertura da terra" e o PI "vulnerabilidade ambiental".

O nível de probabilidade foi avaliado conforme o grau de vulnerabilidade associado às classes de uso e cobertura da terra propícia à degradação, analisados e registrados em campo. No mapa de probabilidade de degradação ambiental, foi dado maior importância para o mapa temático de uso e cobertura da terra, em função do manejo e da pressão exercida sobre a vulnerabilidade ambiental, tendo em vista a dinâmica antrópica representada no uso e cobertura da terra. Para a elaboração do mapa de probabilidade de degradação ambiental com uso do AHP foi inserida a seguinte equação:

$$AP = \frac{0,75x(MU) + 0,25x(MV)}{2}$$

Onde:  
*AP* = Probabilidade de degradação ambiental  
*MU* = Mapa de uso e cobertura da terra,  
*MV* = Mapa de vulnerabilidade

O processo analítico hierárquico foi utilizado nesse trabalho como uma ferramenta disponibilizada no SIG SPRING<sup>®</sup> 5.3 para a integração de mapas e ponderá-los conforme seu grau de importância de cada uma das variáveis. Nesse procedimento, os diferentes fatores que influenciam a vulnerabilidade ambiental são comparados com critério de importância e atribuídos ao relacionamento entre os fatores no mapa de uso e cobertura da terra

Posteriormente foi utilizada programação de Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico LEGAL (Anexo III e IV) para atribuir pesos no intervalo de 0 até 3 nas classes temáticas de uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental, conforme o grau de probabilidade para degradação ambiental (Quadro 5). O resultado do procedimento no LEGAL é um modelo numérico de terreno (MNT), com os valores distribuídos de 0 a 3 conforme o grau de probabilidade, onde posteriormente esses valores foram fatiados de acordo com os intervalos das classes do mapa de probabilidade de degradação ambiental.

<i>Dado temático</i>	<i>Critério</i>	<i>Nível de prioridade</i>	<i>Peso</i>
<b>Uso e cobertura da terra</b>	Cultura propícia à degradação e falta de manejo do solo	Muito Baixo	1
		Baixo	1,5
		Médio	2
		Alto	2,5
		Muito Alto	3
<b>Vulnerabilidade</b>	Grau de estabilidade: estável, intergrade, moderadamente instável e instável.	Muito Baixo	1
		Baixo	1,5
		Médio	2
		Alto	2,5
		Muito alto	3

**Quadro 5:** Características do modelo de análise para as áreas de probabilidade de degradação ambiental. **Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

Tal sobreposição e cruzamento de mapas desenvolvidos pelo geoprocessamento em ambiente de SIG foram adotados a partir da interrogativa de compreender qual era a pressão do uso e cobertura da terra exercida nas classes de vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, ou seja, se o ambiente já possui seu grau de vulnerabilidade ambiental conforme seus componentes físicos (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima). É fato que sob a interação desses componentes o uso e cobertura da terra pode exercer e acelerar a degradação ambiental e, nesse sentido, justificasse a correlação desses dados, gerando o mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

### 3.1.2.2 Delimitação dos subsistemas – patamares

O próximo procedimento foi a delimitação dos subsistemas com uso das características dos mapas fisiográficos (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, clima e altimetria) foi realizada uma análise integrada qualitativa com objetivo de identificar a *homogeneidade* das classes fisiográficas, ou seja, por meio da sobreposição dos mapas fisiográficos identificaram-se espacialmente áreas homogêneas que resultaram em três subsistemas representados por polígonos denominados no trabalho como patamares. Tal denominação se deu pelas características altimétricas (modelo numérico de terreno e curvas de nível) no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

A classificação da compartimentação do *sistema* Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em *subsistemas* foi dada da seguinte forma: *patamar alto*, *patamar médio* e *patamar baixo*. Tais patamares foram caracterizados pelos aspectos fisiográficos e de uso e cobertura da terra.

- Patamar alto (700 até 880m), no mesoclima úmido, com plantações predominantes de soja, milho, algodão e cana de açúcar, sobre rochas detrito laterítica e solos gleissolos e latossolos.

- Patamar médio (500 até 700m), no mesoclima úmido, com plantações predominante de pastagem, cana de açúcar e soja sobre rochas basálticas e arenitos, com solos litólicos e latossolos.

- Patamar baixo (350 até 500m), no mesoclima sub-úmido para úmido, com plantações predominantes de pastagem e soja sobre rochas basálticas e arenitos, com solos neossolos, litólicos, latossolos e podzolicos.

### **3.1.2.3 Definição das partes componentes: as unidades de paisagens**

Posteriormente à definição da compartimentação da Bacia em *subsistemas* foi realizada a delimitação das *partes componentes* inseridas nos *subsistemas*, entendidas como unidades de “paisagens”. Essa identificação se deu pela sobreposição cartográfica com intuito de identificar as *singularidades* encontradas nos *subsistemas* baseadas nos aspectos naturais (fisiográficos) antrópicos (uso e cobertura da terra) associado às descrições das paisagens feitas nas visitas técnico científicas de campo no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Para a classificação da paisagem, foi adotada e adaptada a metodologia proposta por Rodríguez, Silva e Cavalcanti (2010), baseada em análise paisagística (descrição e classificação) e investigações Geocológicas (fatores de transformação), visando a organização da paisagem. Nesse contexto, a Geocologia da paisagem foi base para as análises socioambientais de forma integrada e sistêmica das unidades de paisagem, considerando os aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais.

Para a determinação dessas unidades paisagísticas, a princípio foi realizada uma matriz (as matrizes geradas nesse trabalho foram caracterizadas como ferramentas para a integração e inter-relação de dados não-espaciais) (Figura 6) com todas as informações das características fisiográficas e de uso e cobertura da terra em modo não-espacial, ou seja, foram inseridas todas as informações em lacunas da matriz, logo, isso possibilitou a integração de todos os detalhes das características naturais e antrópicas da Bacia de forma sistêmica e holística, no qual, foi base para a realização do mapa de paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Além disso, para a classificação das unidades

paisagísticas da área de estudo foi realizado um levantamento foto-descritivo associadas aos registros de coordenadas em um receptor do Sistema Global de Posicionamento.

Relevo	Patamar Alto				Patamar Médio				Patamar Baixo			
	Rocha											
Clima	Meso											
Úmido												
Sub-Úmido												

**Figura 6:** Modelo da matriz para mapeamento das paisagens.

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira e José M. Mateo Rodríguez.

Para a criação dessa matriz, além da base cartográfica, foi de suma importância as atividades de campo técnico-científicas para as observações e compreensão geográfica da área. Posteriormente, com base na matriz, foi elaborada uma legenda para o mapa da paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (Quadro 6) baseada nas características *singulares* dos *subsistemas*, tendo em vista a caracterização fisiográfica, uso e cobertura da terra e as visitas técnico científicas de campo que visaram integrar os elementos da sociedade e natureza:

<b>Subsistemas</b>	<b>Partes componentes - paisagens</b>
Patamar alto	Vegetação nativa de varjão
	Vegetação nativa de cerrado
Patamar médio	Vegetação nativa de cerrado
	Vegetação de cerrado em anfiteatros
	Vertentes com solos argissolos e latossolos - predomínio de pastagem
Patamar baixo	Vegetação nativa de cerrado
	Vegetação de cerrado em anfiteatros
	Vertentes com solos argissolos e latossolos - predomínio de pastagem
	Predomínio de vegetação de pastagem e sobre solo arenoso

**Quadro 6:** Classificação das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira e José M. Mateo Rodríguez.

Por seguinte, as informações das matrizes foram espacializadas gerando o mapa das paisagens da área de estudo. É importante frisar que tal procedimento partiu da necessidade de integrar e correlacionar dados e informações para identificar paisagens, propondo um modelo de análise ambiental sistêmica. Cabe ressaltar que, as visitas técnico científicas de campo foram de fundamental importância para geração dos produtos desta tese. Nesse sentido de acordo com Luchiari (2006, p.154), “o trabalho de campo preliminar visa eliminar as inconsistências surgidas nos testes iniciais”.

Com mapa da paisagem estabelecido foram acrescentados mais dois temas a este mapa: degradação ambiental e vulnerabilidade ambiental. Tal procedimento foi realizado para posteriormente servir de variável para o estabelecimento do zoneamento ambiental das paisagens, tendo em vista a instabilidade ambiental e os impactos ambientais negativos, aspectos esses relevantes na priorização de zonas para o ordenamento territorial e ambiental da área estudada.

### **3.1.2.4 Vulnerabilidade das paisagens**

Para ser elaborado o mapa de vulnerabilidade das paisagens foi utilizado como base o mapa das paisagens da área de estudo sobreposto ao mapa de vulnerabilidade ambiental, permanecendo as unidades de paisagem definidas nos interiores dos subsistemas paisagísticos conforme supracitado, ou seja, os polígonos gerados nesse mapa foram

gerados a partir da relação entre os dados de vulnerabilidade ambiental e o mapa de paisagens.

Para a determinação dessas unidades foi realizado uma matriz (Figura 7) que integrou todas as informações referentes às características da vulnerabilidade ambiental com as unidades de paisagem em modo não-espacial ponderando e classificando as unidades de paisagem conforme o grau de vulnerabilidade ambiental. Nesse sentido, foram inseridas todas as informações em lacunas destinadas aos temas fisiográficos, unidade de paisagem, valores de ponderação e classificação da vulnerabilidade. Tal processo possibilitou a integração de todos os detalhes das características de vulnerabilidade ambiental associadas às unidades de paisagem de forma sistêmica e holística, a qual foi base para a realização do mapa de vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia hidrográfica do Rio Sucuriú. Além disso, as atividades técnico-científicas de campo possibilitaram observar a fundo as características das paisagens e classificá-las com melhor refinamento cartográfico com base nos critérios propostos por Crepani (2001) já supracitados.

Para a geração do mapa de vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram correlacionados de forma integral e qualitativa os seguintes dados cartográficos:

- Mapa das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú: utilizado para determinar as unidades a serem classificadas, ou seja, adotar o tema vulnerabilidade ambiental nos polígonos já definidos como unidade de paisagem.

- Mapa de vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Sucuriú: utilizado como plano de fundo para a identificação das áreas vulneráveis.

<i>Unidades</i>		<i>Ponderação da Estabilidade geoambiental - pesos (valores)</i>					<i>Situação</i>	
Patamar	Classe	Geologia	Geomorfologia	Pedologia	Clima precipitação	Vegetação	Somatório	Classificação
Alto	Vegetação cerrado							
	Vegetação varjão							
Médio	Vegetação cerrado							
	Vegetação cerrado em anfiteatros							
	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem							
Baixo	Vegetação cerrado							
	Vegetação cerrado em anfiteatros							
	Solos argissolos com predomínio de pastagem							
	Solos arenosos com predomínio de pastagem							

<i>Classe</i>	<i>Intervalo</i>	<i>Legenda</i>
Estável	0 - 1	
Intergrade	1 - 2	
Moderadamente Instável	2 - 2,5	
Instável	2,5 - 3	

**Figura 7:** Modelo da matriz para o mapeamento das vulnerabilidades das paisagens.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

A legenda utilizada foi a mesma do mapa de paisagens, porém, integrando cores caracterizadas e adaptadas conforme o semáforo ambiental: estável verde, intergrade amarelo, moderadamente instável laranja e instável vermelho, associados a intervalos de 0 a 3 conforme o grau de vulnerabilidade (os intervalos foram baseados na proposta metodológica de Crepani (2001). Por seguinte, as informações da matriz foram espacializadas gerando o mapa de vulnerabilidade ambiental das paisagens. É importante frisar que tal procedimento partiu da necessidade de integrar e correlacionar dados e informações sobre as paisagens e associar a uma temática (vulnerabilidade), propondo um modelo de análise ambiental sistêmica.

Além disso, destaque-se a distinção entre os mapas de vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e o mapa de vulnerabilidade ambiental das *paisagens* do Alto do Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Tal diferença está relacionada com o refinamento cartográfico, baseado nas *partes componentes* da Bacia categorizadas como *paisagens*, ou seja, nesta etapa teve-se como objetivo identificar as vulnerabilidades ambientais das singularidades (paisagens) da Bacia, tendo em vista que, posteriormente este dado foi utilizado como variável para o mapeamento do zoneamento ambiental das paisagens.

### 3.1.2.5 Degradação ambiental das paisagens

O levantamento e caracterização da degradação das paisagens na área de estudo foi uma importante variável na classificação do zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tendo em vista a conservação, preservação e recuperação dos recursos naturais.

Para caracterizar a degradação ambiental das paisagens foi utilizado como base o mapa das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, ou seja, os mesmos polígonos gerados nesse mapa foram correlacionados com dados de degradações ambientais registrados e classificados em atividades técnico científicas de campo, além de informações sobre degradação ambiental adquiridas em estudos já realizados e nas prefeituras municipais inseridas na área de estudo. As degradações ambientais nas paisagens registradas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram classificadas conforme as categorias organizadas no quadro 7:

<b>Categorias</b>	<b>Contextos</b>
Erosão	Processo mecânico de remoção de solo que atua na superfície em profundidade.
Assoreamento	Ato de encher com sedimento ou outros materiais detriticos uma baía, um lago, rio ou mar.
Resíduos sólidos	Descarte de resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas.
Perda da biodiversidade	Associada ao desmatamento

**Quadro 7:** Categorias de degradação ambiental nas paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

Posteriormente, utilizou-se uma matriz (Figura 8) para classificar as amostras de ocorrências de degradação ambiental em cada unidade de paisagem conforme os registros nas atividades técnico científicas de campo. Tal processo possibilitou a integração de todos os detalhes das características de degradação ambiental associadas às unidades de paisagem de forma sistêmica e holística. Tal matriz foi base para a realização do mapa de degradação ambiental das paisagens da área de estudo. Além disso, cabe ressaltar a impossibilidade de identificação e interpretação dos dados orbitais passivos utilizados (Landsat 8) em função da escala espacial para observar, registrar e classificar as degradações ambientais, nesse sentido, justifica-se as atividades técnico científicas de campo.

Para a geração do mapa de degradação ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram utilizados de forma integral e qualitativa os seguintes dados na matriz:

- Mapa das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú: utilizado para determinar as unidades a serem classificadas, ou seja, adotar o tema degradação ambiental nos polígonos já definidos como unidade de paisagem.

- Mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú: utilizado para a percepção das áreas sujeitas e susceptíveis a degradação ambiental.

- Registros de degradação ambiental nas paisagens da Bacia: identificação amostral das categorias de degradação (erosão, assoreamento, resíduos sólidos, perda da biodiversidade) em cada unidade da paisagem no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Para classificação da degradação ambiental das paisagens determinou-se uma legenda conforme os registros das categorias de degradação ambiental por unidade de paisagem, deste modo foram definidas as seguintes classes: muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto e totalmente degradado.

Tais classes foram associadas a intervalos de 0 (ausência de registros das categorias de degradação ambiental) a 3 (totalmente degradada, com registro de todas as categorias de degradação). Por seguinte, as informações das matrizes foram espacializadas gerando o mapa de degradação ambiental das paisagens. É importante frisar que tal procedimento partiu da necessidade de integrar e correlacionar as unidades de paisagens e associar a uma

temática (degradação ambiental), propondo um modelo de análise ambiental integrada e sistêmica.

<b>Unidades</b>		<b>Tipo de degradação - valores/pesos</b>				<b>Situação</b>	
Patamar	Classe	Erosão	Assoreamento	Resíduos sólidos	Perda de biodiversidade	Somatório	Classificação
Alto	Vegetação cerrado						
	Vegetação varjão						
Médio	Vegetação cerrado						
	Vegetação cerrado em anfiteatros						
	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem						
Baixo	Vegetação cerrado						
	Vegetação cerrado em anfiteatros						
	Solos argissolos com predomínio de pastagem						
	Solos arenosos com predomínio de pastagem						
<b>Feições</b>							
Fundo de vales com mata ciliar e veredas							
Fundo de vale do Rio Sucuriú com mata ciliar e veredas							
Estradas não pavimentadas							
Estradas pavimentadas							
Cachoeira							
Área Urbana							

Classe	Intervalo	Legenda
Muito Baixo	0 - 0,5	
Baixo	0,5 - 1	
Médio	1 - 1,5	
Alto	1,5 - 2	
Muito Alto	2 - 2,5	
Totalmente degradado	2,5 - 3	

**Figura 8:** Modelo da matriz para o mapeamento da degradação ambiental das paisagens.

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

### 3.1.3 Terceira etapa

Essa etapa foi organizada por meio da análise integrada qualitativa do zoneamento ambiental das paisagens e propostas de manejo relacionadas ao uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Para esse mapeamento foram considerados os aspectos sobre vulnerabilidade ambiental (potencial da suscetibilidade

ambiental), degradação ambiental e relevância econômica (relação da economia com as paisagens).

Associado ao mapa de zoneamento ambiental das paisagens, foi proposta uma reorganização no manejo do uso e cobertura da terra, à vista do equilíbrio sócio-ambiental. Para o zoneamento ambiental das paisagens, foram considerados os aspectos sociais, econômicos e naturais de cada unidade analisada. Para a geocologia da paisagem é fundamental que todos os aspectos e atores da paisagem sejam interpretados e analisados de forma holística e integrada, nos quais são projetados os instrumentos de controles baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, o que deve facilitar a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão e de desempenho (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Para a determinação do Zoneamento Ambiental das Paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, no primeiro momento, foi realizada uma análise qualitativa integrada transcrita em uma matriz (Figura 9) como base no mapa das paisagens da área de estudo com as seguintes informações cartográficas:

- Vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Probabilidade de degradação ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Vulnerabilidade das paisagens da do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;
- Degradação ambiental das paisagens da do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Além da caracterização dos temas cartográficos supracitados foram associadas às unidades de paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú aspectos econômicos conforme sua relevância. Tal procedimento se deu com base na análise qualitativa apoiadas na configuração econômica da Bacia e nas descrições paisagísticas feitas nas visitas técnico científicas de campo.

Posteriormente, foram inseridas todas as transcrições em lacunas da matriz destinadas aos temas sobre as unidades de paisagens (vulnerabilidade e degradação), sobre os aspectos geoambientais (vulnerabilidade e probabilidade de degradação) e sobre o fator econômico (Figura 9).

Em seguida após análises referentes às prioridades do ordenamento territorial com base nas transcrições na matriz, foram adotadas classificações para as unidades de paisagens, ou seja, as classes do zoneamento ambiental das paisagens da área de estudo com base na legenda para o zoneamento ambiental das paisagens proposto por Rodriguez (2010) editado por Braz *et al* (2015) e adaptada para a realidade do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú da seguinte maneira:

*- Reabilitação*

Mudança completa da feição de uso atual, reabilitando o espaço para um alto valor ambiental.

*- Regeneração*

Manter a feição de uso e função atual, mas intervir ambientalmente dando preferência ao valor ambiental.

*- Melhoramento*

Otimizar a feição de uso atual através do emprego de técnicas para selecionar melhores alternativas para atingir os objetivos do fluxo funcional, sem perder o valor ambiental.

*- Aproveitamento*

Aproveitar melhor a atual feição de uso, intercalando com outros usos funcionais e/ou ambientais.

*- Conservação*

Prosseguir com as funções atuais, mas mantendo o estado atual.

*- Preservação*

Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.

Tal processo possibilitou a integração de todos os detalhes das características do inventário cartográfico e do diagnóstico da área de estudo, além das informações adquiridas por meio das interpretações da importância e funcionamento das paisagens nas atividades técnico científicas de campo.

Unidades		Temas - Paisagens		Temas - Geoambientais		Fator econômico	Zoneamento	
Patamar	Classe	Estabilidade	Degradação	Estabilidade	Probabilidade de degradação	Importância	Zonas	Descrição
Alto	Vegetação cerrado							
	Vegetação varjão							
Médio	Vegetação cerrado							
	Vegetação cerrado em anfleatros							
	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem							
Baixo	Vegetação cerrado							
	Vegetação cerrado em anfleatros							
	Solos argissolos com predomínio de pastagem							
	Solos arenosos com predomínio de pastagem							
<b>Feições</b>								
Fundo de vales com mata ciliar e veredas								
Fundo de vale do Rio Sucuriú com mata ciliar e veredas								
Estradas não pavimentadas								
Estradas pavimentadas								
Cachoeira								
Área Urbana								

Preservação		Regeneração	
Consevação		Melhoramento	
Aproveitamento		Reabilitação	

**Figura 9:** Modelo da matriz para o mapeamento do zoneamento ambiental das paisagens.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Todas as classes acima foram vinculadas a propostas pontuais associadas ao manejo do uso e cobertura da terra da do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Por seguinte, as informações das matrizes foram especializadas gerando o mapa de zoneamento ambiental das paisagens da área de estudo.

O procedimento supracitado partiu da necessidade de integrar e correlacionar dados e informações sobre a área de estudo e associar a uma temática, propondo um modelo de análise ambiental sistêmica para o ordenamento territorial baseado na preservação, conservação, melhoramento, aproveitamento, regeneração e reabilitação das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

## ***CAPITULO 4***



*Cachoeira – Córrego de Baixo*

### **CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

#### 4.1 Dados fisiográficos

O levantamento fisiográfico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi baseado nos dados levantados no Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (AMR-MS, 1990) e posteriormente digitalizados, compartimentados e quantificados por Ferreira (2011), no qual, ambos os trabalhos serviram de base para tal levantamento. Entende-se que para ser implantado um planejamento de forma eficaz, é de fundamental importância o conhecimento dos dados sobre os aspectos físicos geográficos, transformando-os em informações que subsidiam a organização de espaços mal distribuídos e planejados.

##### 4.1.1 Geologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

Na área do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram registradas e mapeadas as seguintes formações geológicas: Caiuá, Serra Geral, Santo Anastácio, cobertura de Detrito Laterítico, Adamantina e Botucatu (FERREIRA, 2011).



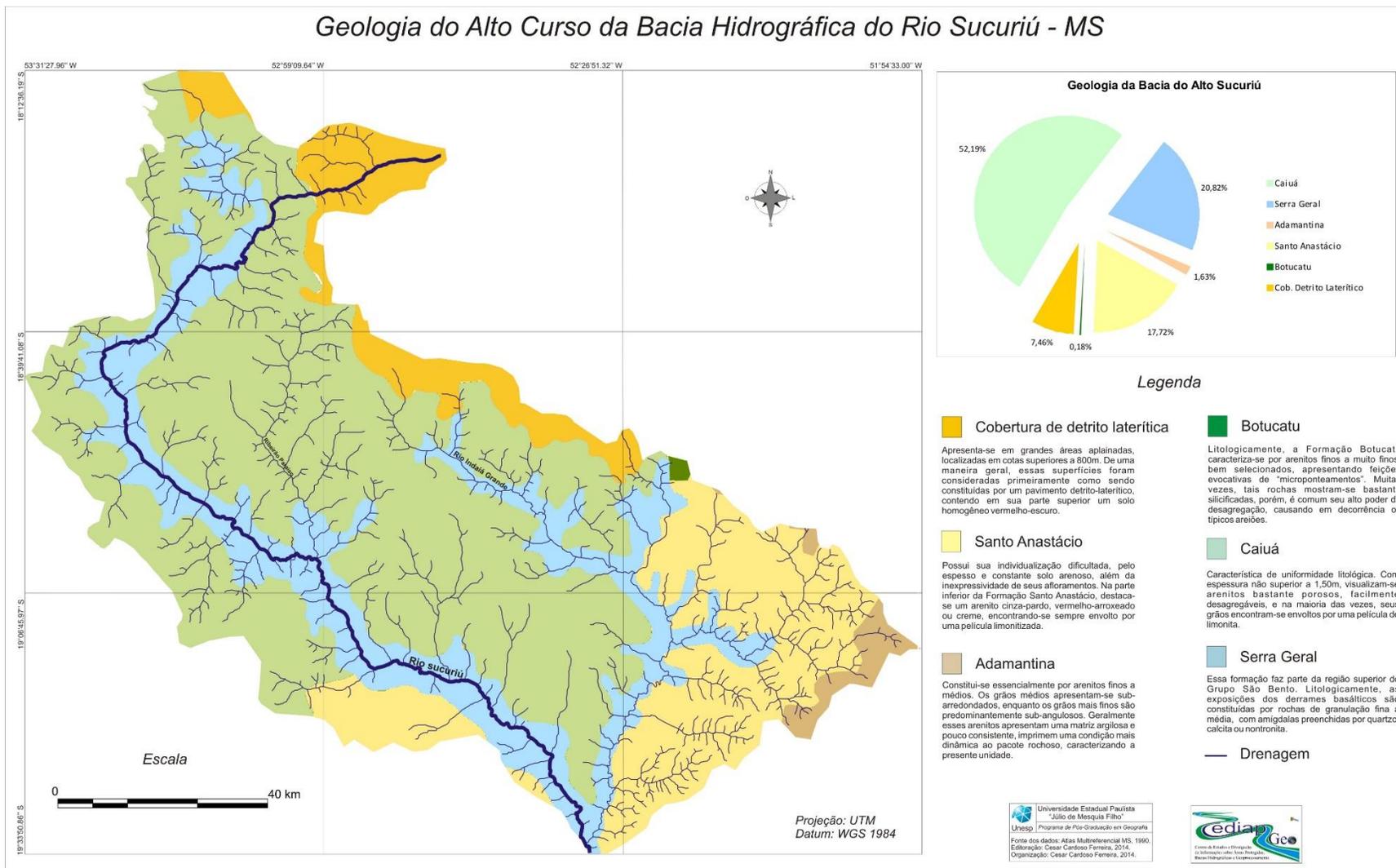
**Figura 10:** Mosaico de fotos de fragmentos e afloramentos rochosos no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** Equipe de campo. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Predomina na região do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú a formação Caiuá, com 52,19% da área total, distribuída quase que em sua totalidade na Bacia. A formação Serra Geral encontra-se próxima aos principais rios na Região do Alto

Curso da Bacia Hidrográfica, com 20,82% da área total. Por seguinte, na porção sul do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 17,72% da área total, a formação Santo Anastácio possui sua individualização dificultada, pelo espesso e constante solo arenoso, além da inexpressividade de seus afloramentos.

Na região leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 7,46% da área total, a cobertura de Detrito-Laterítico apresenta-se em grandes áreas aplainadas, localizadas em cotas superiores a 800m, reconhecidas em grande parte da região Centro-Oeste. Localizada ao sul do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 1,63% da área total, a Formação Adamantina constitui-se essencialmente por arenitos finos a médios, de colorações que variam entre cinza-róseo, cinza-esbranquiçado a amarelo-esbranquiçados; e com a menor representatividade, a formação Botucatu localizada na porção leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 0,18% da área total. Litologicamente, a Formação Botucatu caracteriza-se por arenitos finos a muito finos, bem selecionados, apresentando feições evocativas de “micropontamentos”, o que muitas vezes caracteriza processos de abrasão eólica (impacto entre os grãos carregados pelo vento) (FERREIRA, 2011).

As características das formações geológicas e suas porcentagens podem ser verificadas no mapa geológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica (Figura 11).



**Figura 11:** Mapa Geológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** AMR-MS, 1990 *apud* Ferreira 2011. **Editoração:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

#### 4.1.2 Geomorfologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

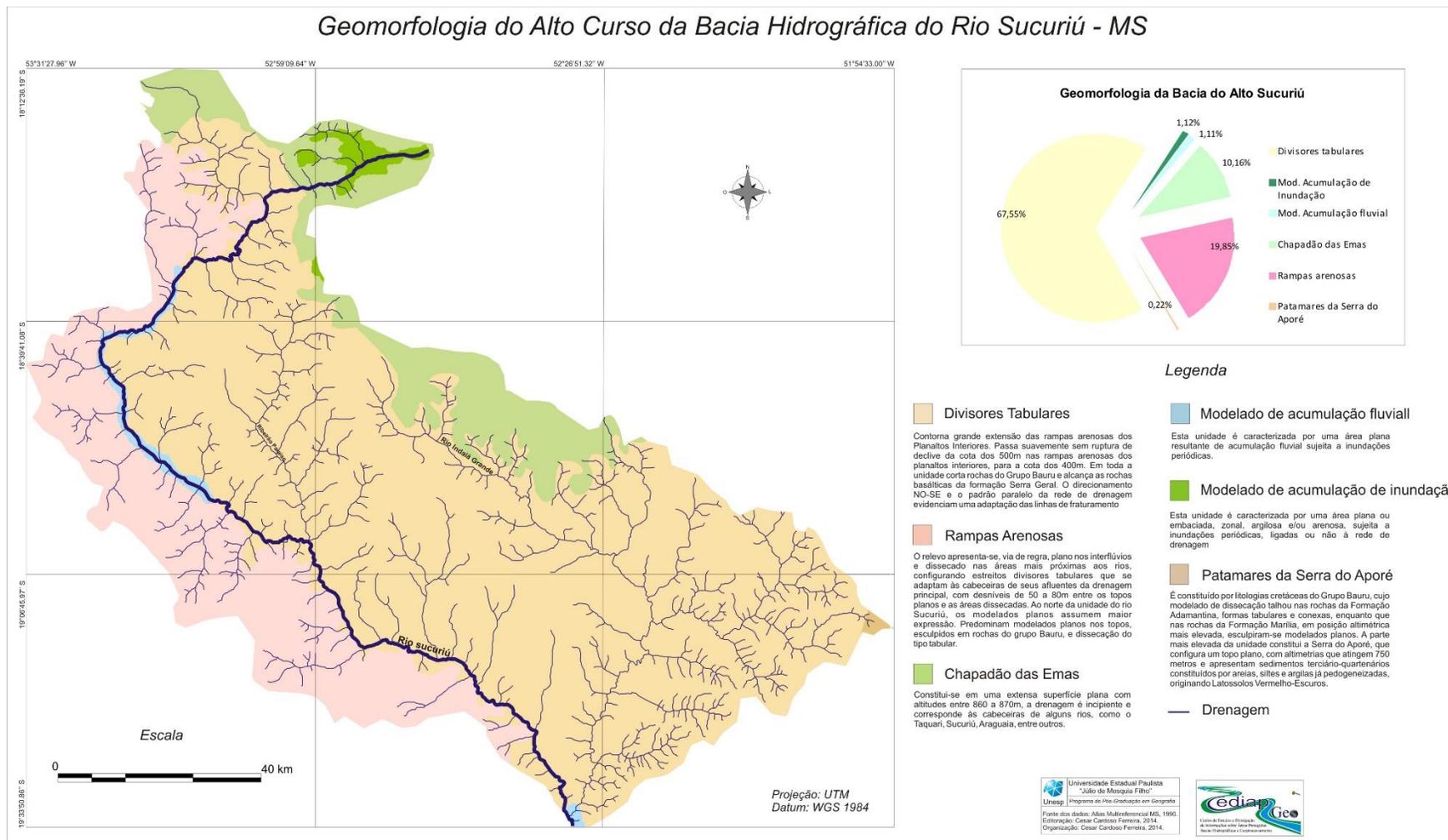
No Alto Curso da Bacia Hidrográfica foram registradas e mapeadas as seguintes unidades geomorfológicas: Divisores Tabulares, Rampas Arenosas, Chapadão das Emas, Modelado de Acumulação de Inundação, Modelado de Acumulação Fluvial e Patamares Aporé (FERREIRA, 2011). Predomina no Alto Curso da Bacia Hidrográfica a unidade Divisor Tabular, com 67,55% da área total. Posteriormente, a unidade Rampas Arenosas encontra-se na porção oeste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 19,85% da área total. Na região das nascentes do Rio Sucuriú (Figura 12) encontra-se a unidade Modelado de Acumulação de Inundação, com 1,12% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica. Essa unidade é caracterizada por uma área plana ou embaciada, zonal, argilosa e/ou arenosa, sujeita a inundações periódicas, ligadas ou não à rede de drenagem (AMR-MS, 1990 *apud* FERREIRA, 2011).



**Figura 12:** Fotos da Planície na nascente do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Situado na porção leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 10,16% da área total, o Chapadão das Emas é uma extensa superfície plana com altitudes entre 860 a 870m. A drenagem é incipiente e corresponde às cabeceiras de alguns rios, como o Taquari, Sucuriú, Araguaia, entre outros. O Modelado de Acumulação Fluvial está localizado na porção norte, ao redor do rio Sucuriú, com 1,11% da área total. Essa unidade é caracterizada por uma área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas e com a menor representatividade, a unidade Patamares da Serra Aporé, localizada na porção sul do Alto Curso da Bacia Hidrográfica, com 0,22% da área total (FERREIRA, 2011). As características das unidades geomorfológicas e suas porcentagens podem ser verificadas no mapa geomorfológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica (Figura 13).

## Geomorfologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú - MS



**Figura 13:** Mapa Geomorfológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** AMR-MS, 1990 *apud* Ferreira 2011. **Edição:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

### 4.1.3 Pedologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

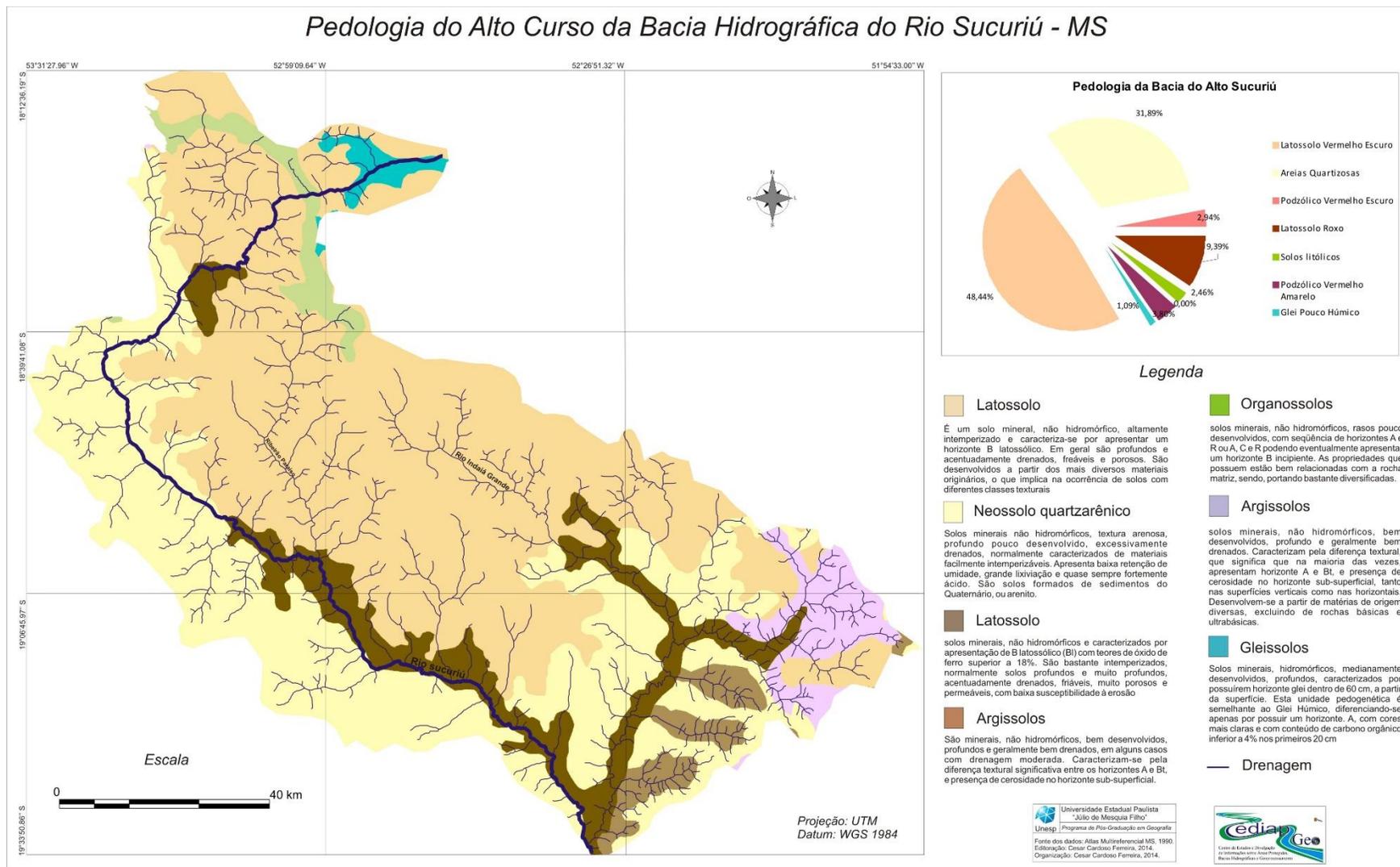
No Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram registrados e mapeados os seguintes solos: Latossolo vermelho escuro, Areias Quartzosas, Latossolo roxo, Podzólico vermelho amarelo, Podzólico vermelho escuro, Solos litólicos e Glei pouco húmico\* (FERREIRA, 2011).

Na região do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú predomina o solo Latossolo vermelho escuro, com 48,44% da área total. Em seguida, o solo Areia Quartzosa encontra-se na porção oeste e sul, com 31,89% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Com 9,39% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, o Latossolo roxo encontra-se próximo aos principais rios. Na porção sul da do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, com 3,80%, encontram-se os solos Podzólicos vermelho amarelos, são minerais não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos e geralmente bem drenados, em alguns casos com drenagem moderada. Por seguinte, os solos Podzólicos vermelho escuro correspondem a 2,94% da área total, localizando-se ao sul do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. São solos minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundo e geralmente bem drenados. Com 2,42% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, os solos Litólicos encontram-se ao norte da Bacia. São solos minerais, não hidromórficos, rasos pouco desenvolvidos, com seqüência de horizontes A e R ou A, C e R podendo eventualmente apresentar um horizonte B incipiente. E com a menor representatividade, os solos Glei pouco húmico, localizam-se na região das nascentes do rio Sucuriú, com 0,22% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú São solos minerais, hidromórficos, medianamente desenvolvidos, profundos, caracterizados por possuírem horizonte glei dentro de 60 cm, a partir da superfície (AMR-MS, 1990 *apud* FERREIRA, 2011).

As características das unidades pedológicas e suas porcentagens podem ser verificadas no mapa pedológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (Figura 14).

---

\*\* Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossoloquartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos), solos litólicos (Organossolos) e glei pouco húmico (Gleissolos)



**Figura 14:** Mapa Pedológico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** AMR-MS, 1990 *apud* Ferreira 2011. **Edição:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

#### **4.1.4 Análise de dados do clima do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú**

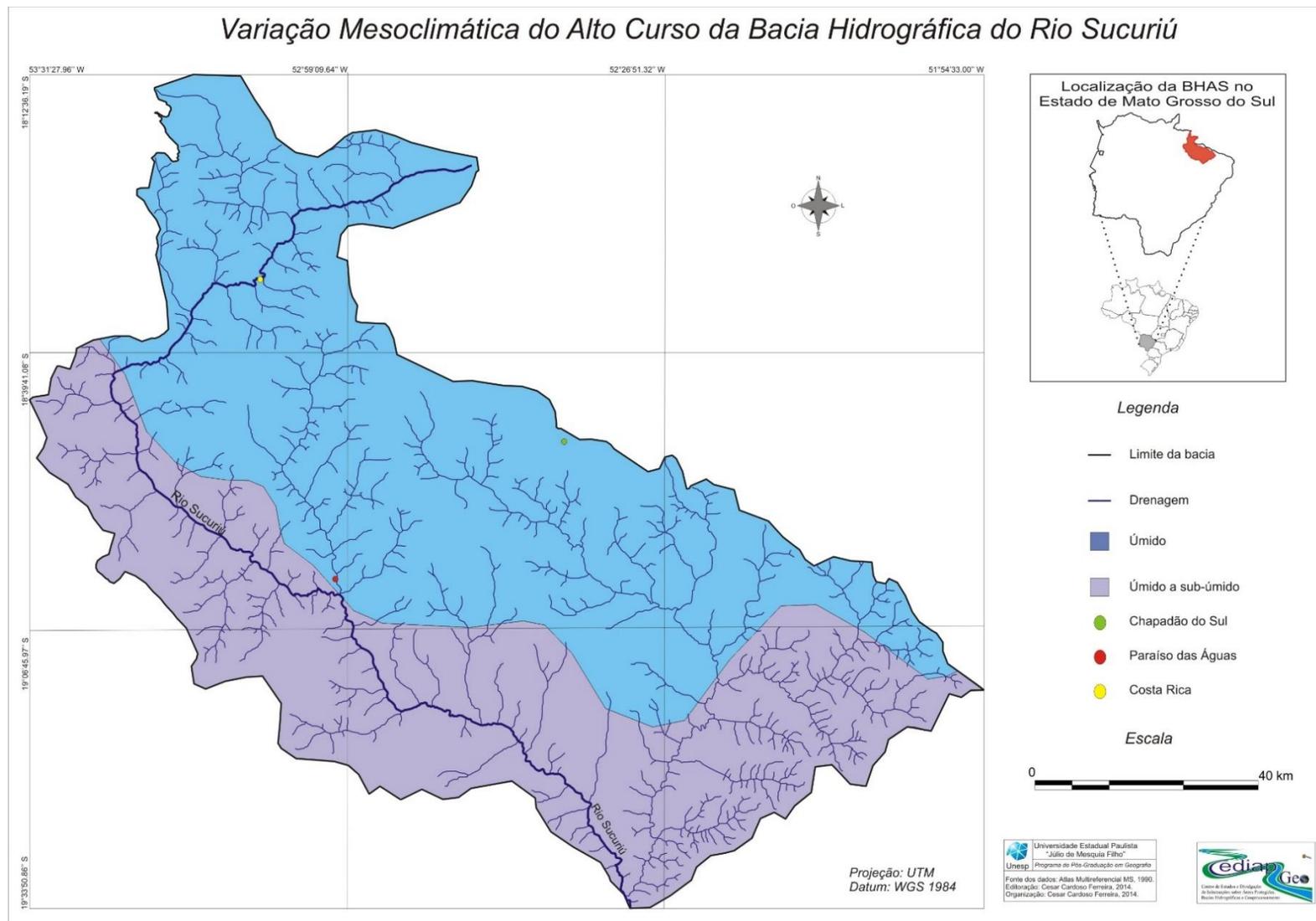
As informações referentes a climatologia são necessárias para a caracterização das unidades de paisagem natural, com defesa dessas unidades desempenhado pela cobertura vegetal. Essas informações, relativas principalmente sobre a pluviosidade permitem a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem, ou seja, a informação climatológica na caracterização das unidades de paisagem se reveste de grande importância, pois em regiões submetidas a pluviosidade anual elevada com curta duração para o período chuvoso, devem se encontrar as melhores condições para o desenvolvimento dos processos morfogenéticos, por outro lado, regiões que apresentam menores quantidades pluviométricas anuais e maior duração para o período chuvoso, devem hospedar os processos pedogenéticos (CREPANI *et al*, 1996). Segundo a classificação de Koppen no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú o clima é dado como Cwa: clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente

Segundo o Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (1990), com dados obtidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (período de 12 anos) e Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura (séries de 7 a 30 anos), na região do Alto Curso da Bacia Hidrográfica apresentam-se os seguintes tipos de variações mesoclimáticas: úmido e úmido a sub-úmido (Figura 15). A temperatura média anual nessa região varia de 22° C a 23° C.

O clima úmido pode ser caracterizado com um índice efetivo de umidade com valores anuais variando de 40 a 60%. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1500 a 1750mm anuais, excedentes hídricos anuais de 800 a 1200mm em torno de um semestre e deficiência hídrica de 350 a 500mm, durante quatro meses.

Com deficiência hídrica de 350 a 500mm, em 4 meses o clima úmido a sub-úmido apresenta um excedente hídrico anual de 800 a 1200mm no período de um semestre. Apresenta índice efetivo de umidade com valores anuais variando de 20 a 40%. A precipitação pluviométrica anual varia de 1500 a 1750mm (AMR-MS, 1990).

Além dos dados do AMR-MS (1990) sobre precipitação, baseou-se também em dados de Ferreira (2011) sobre um levantamento de precipitação total média anual no período de 1983 a 2006 em duas Estações Meteorológicas instaladas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú: Estação Costa Rica com 1666,42 mm e Estação Indaiá com 1705,80 mm



**Figura 15:** Variação mesoclimática do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** AMR-MS, 1990. **Editoração:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

#### 4.1.5 Hidrografia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

Segundo Ferreira (2011) a drenagem é influenciada pelas características e disposição geológicas e geomorfológicas de onde a Bacia está englobada. Nesse caso, a drenagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é classificada como dentrítica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A drenagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é caracterizada pelas formas do terreno e formações geológicas. Em sua grande parte, apresenta-se preservada pelas matas ciliares, porém, alterada em algumas áreas principalmente pelo uso e cobertura da terra realizado de forma não planejada (FERREIRA, 2011). Além disso, foram caracterizados alguns parâmetros morfométricos melhores visualizados na tabela 2:

**Tabela 2:** Parâmetros morfométricos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Parâmetro	Valor e Unidades
Área	11.193 km <sup>2</sup>
Perímetro	631,6 km
Comprimento do canal principal	257,5 km
Comprimento total da drenagem	3.080,06 km
Altitude Máxima	874 m
Altitude Mínima	346 m
Ordem	7 <sup>a</sup>
Densidade de drenagem	0,275 km/km <sup>2</sup>
Densidade hidrográfica	0,051 canal/km <sup>2</sup>
Coefficiente de compacidade	0,0561 km

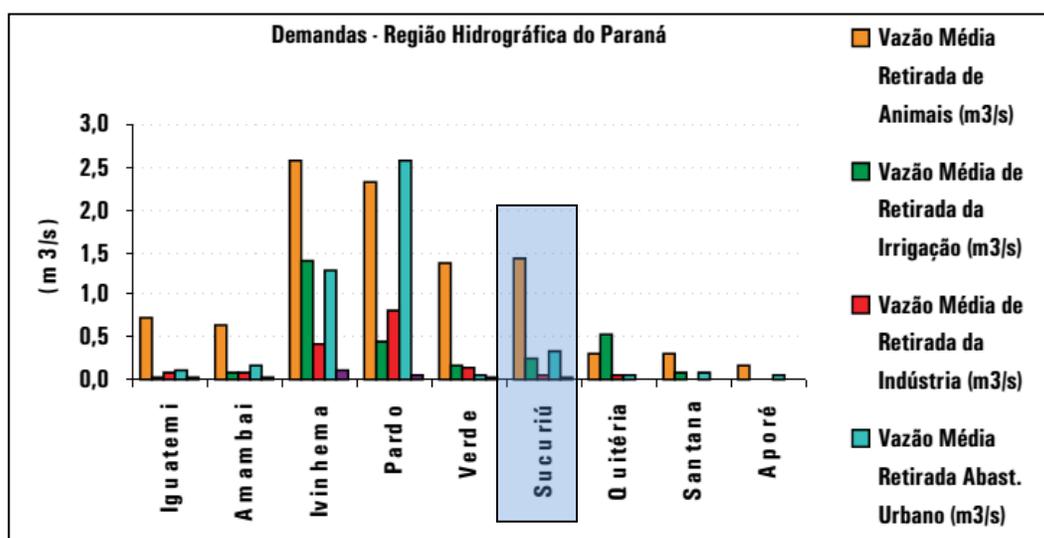
**Fonte:** SRTM. **Fonte:** Ferreira, 2011.

Os padrões de drenagem são indicativos da permeabilidade relativa do terreno e dos controles exercidos pelas estruturas e pelos tipos de rocha, sobre a infiltração e os movimentos das águas subterrâneas. Em relação ao escoamento fluvial, utilizou-se da classificação de Guerra e Cunha (1998), que caracteriza o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú como exorréica (Figura 16) (FERREIRA, 2011).

Assim, como a drenagem dos rios individuais também recebe classificações considerando o escoamento do curso da água, pode-se atribuir a esse como sendo um rio consequente, pois seu curso foi determinado pela declividade da superfície, formando um

curso em direção à superfície rebaixada. O conjunto da área drenada recebe uma classificação denominada de hierarquia fluvial, (Horton *apud* Christofoletti, 1980), com o curso principal do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú classificado como de 7ª ordem (FERREIRA, 2011).

Além das informações supracitadas, sobre a demanda da água na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi caracterizado pelo ZEE-MS como em primeiro lugar para retirada de animais por seguinte de abastecimento urbano, irrigação e com menor demanda retirada para indústria (Gráfico 1). Cabe ressaltar que não foram encontrados dados específicos sobre a demanda da água do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, por esse motivo foi utilizado dados referente à Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.



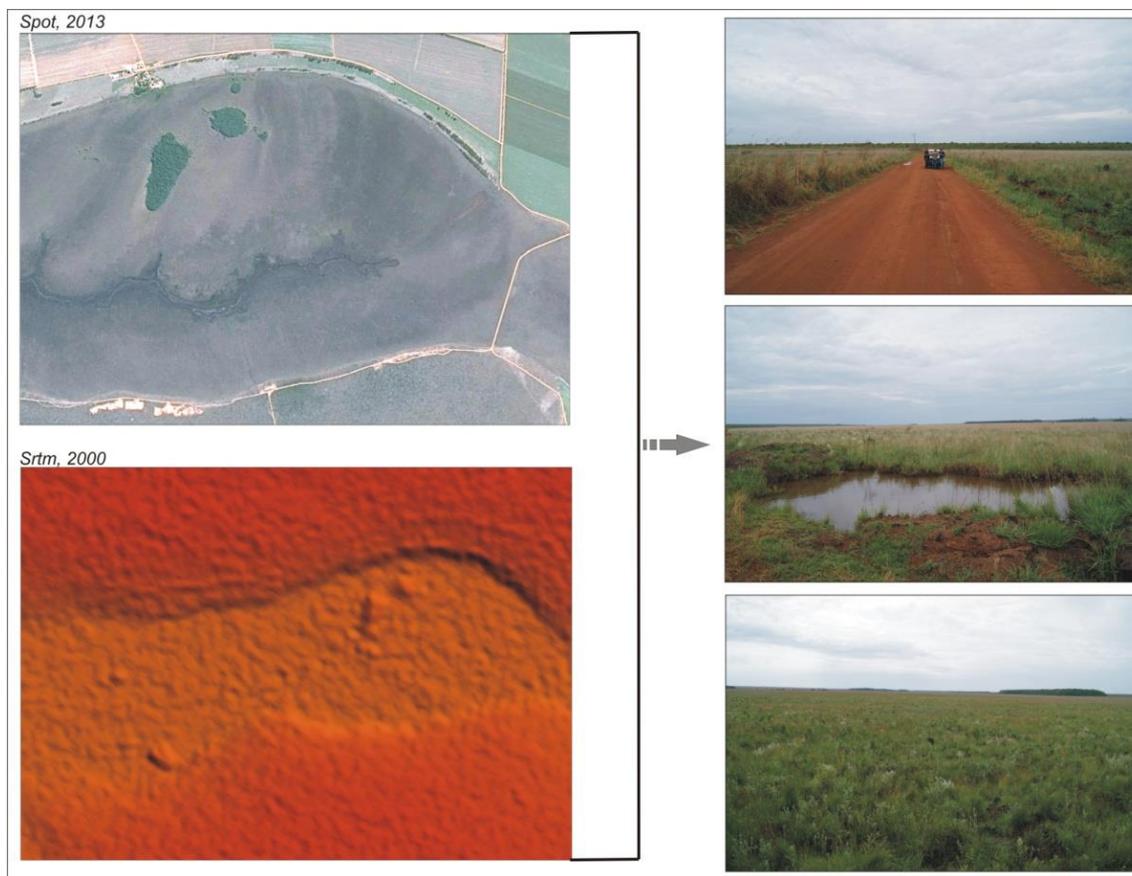
**Gráfico1:** Demanda das regiões hidrográficas da Bacia do Paraná no MS. **Fonte:** ZEE-MS.



#### **4.1.6 Hipsometria do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú**

As informações morfométricas utilizadas são: a amplitude de relevo e o grau de dissecação da unidade de paisagem. A integração dessas informações caracteriza a forma de relevo da unidade de paisagem e permite que se quantifique empiricamente a energia potencial disponível (MORISAWA, 1968 *apud* CREPANI *et al* 1996), isso é, a transformação de energia potencial em energia cinética responsável pelo transporte de materiais que esculpe as formas de relevo, ou seja, pode-se entender que em unidades de paisagem que apresentam valores altos de amplitude de relevo, declividade e grau de dissecação, prevalecem os processos morfogenéticos, enquanto que em situações de baixos valores para as características morfométricas prevalecem os processos pedogenéticos baseados na Ecodinâmica. Nesse sentido, a identificação e análise hipsométrica do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú possibilitaram a constatação da variação altimétrica do relevo.

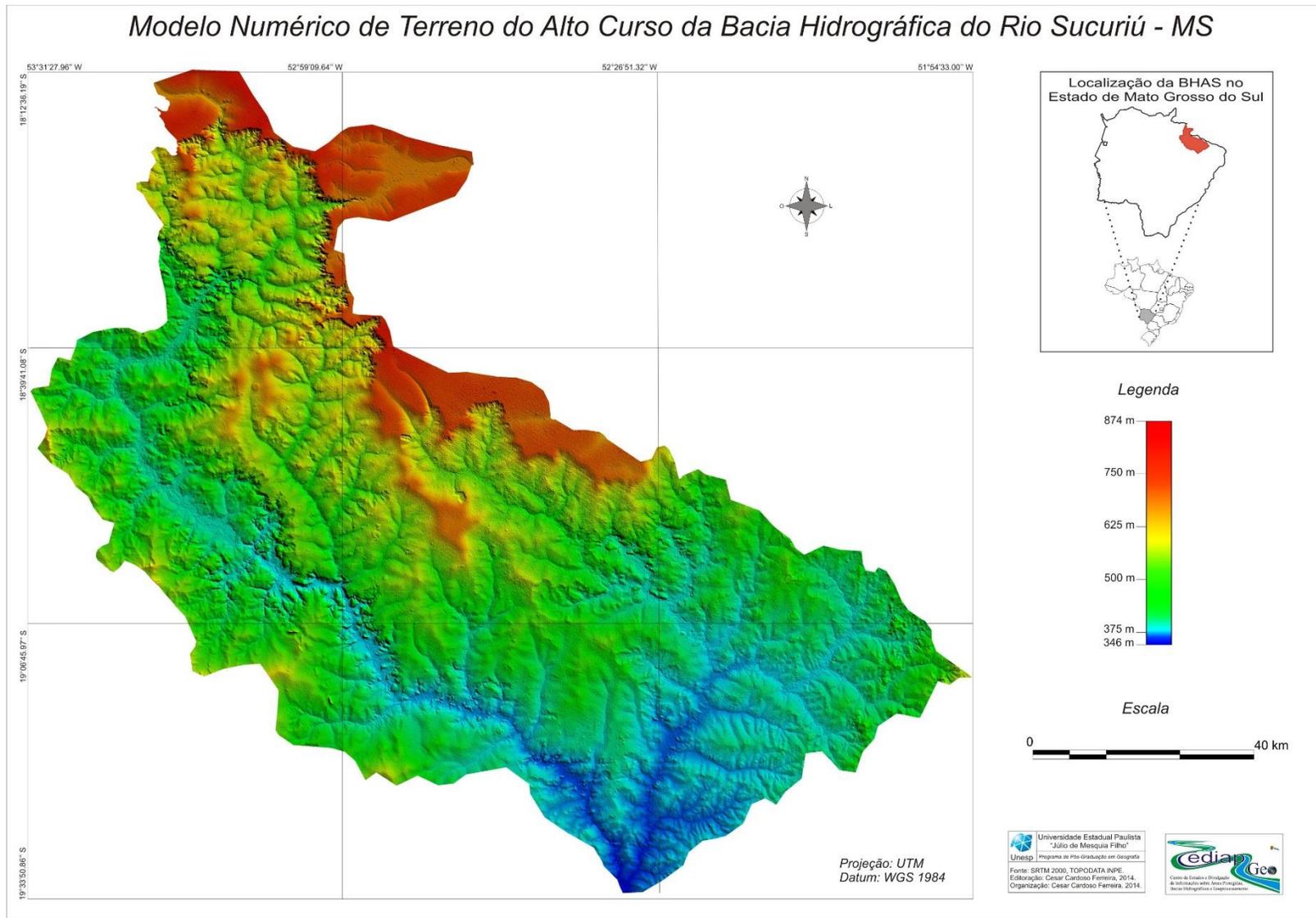
Com o modelo numérico do terreno algumas formas do relevo se tornam evidentes como: vertentes, fundo de vales, colinas, planícies e planaltos. No caso dessas áreas planas, encontra-se a região das nascentes do Rio Sucuriú, situada a nordeste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. A nascente do Rio Sucuriú está localizada próximo ao Parque Nacional das Emas, a nordeste do município de Costa Rica/MS. Grande parte dessas nascentes concentra-se em vegetação tipo varjão, caracterizada como rasteira e úmida (Figura 17).



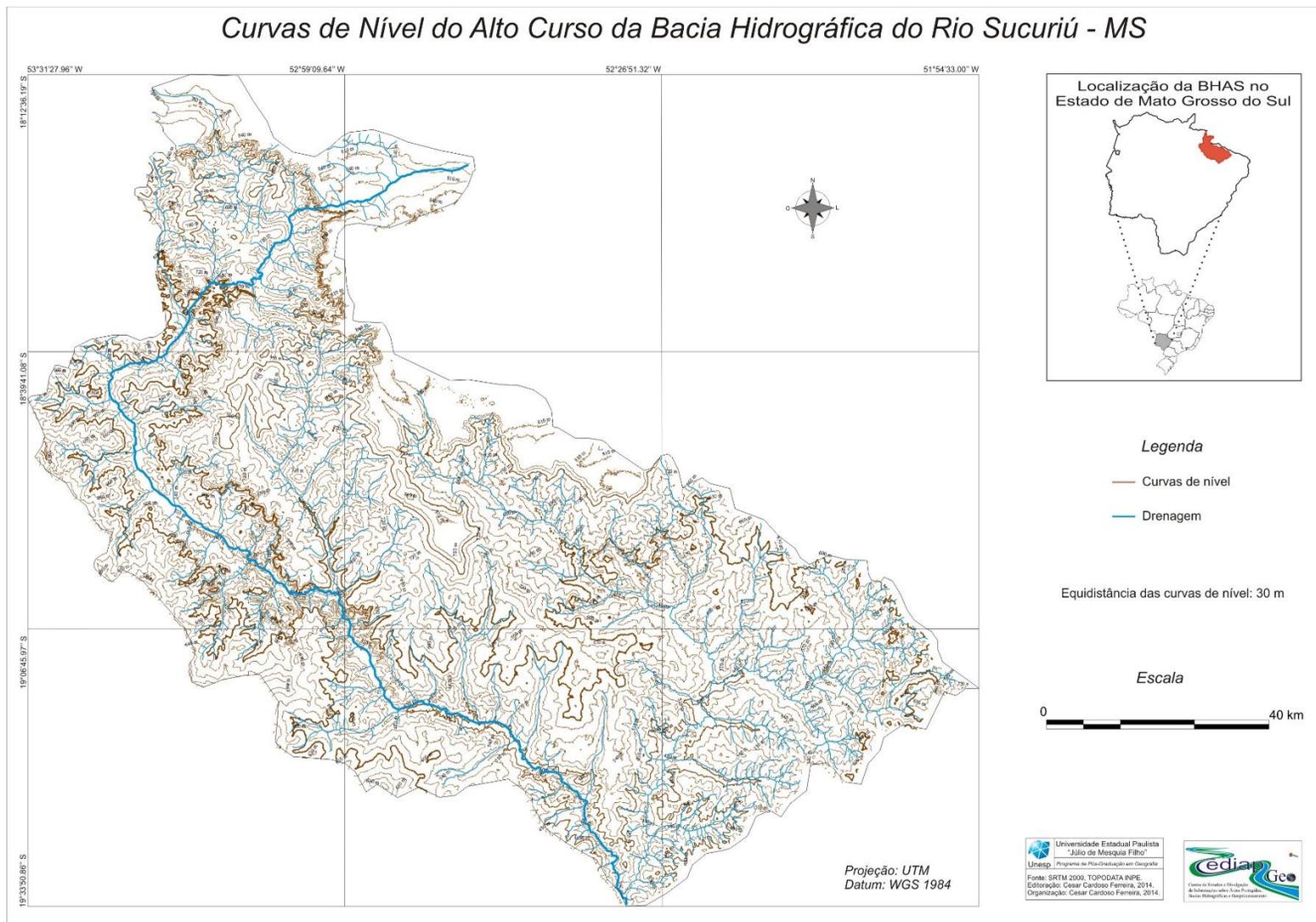
**Figura 17:** Nascente do rio Sucuriú. **Fonte:** Spot 2013 e SRTM 2000.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Para essa caracterização, foram utilizados principalmente dados obtidos pela SRTM, por exemplo, o MNT, no qual, constitui-se numa grade digital de células quadradas, que cada nó possui uma altitude registrada (Figura 18). Nesse sentido, as cores vermelhas estão associadas às maiores altitudes, enquanto as cores em tons de azul estão associadas às menores altitudes (FERREIRA, 2011).

Com os dados do sensor ativo SRTM, tornou-se viável realizar a caracterização morfométrica da do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, por exemplo, a geração de curvas de nível da área de estudo (Figura 19). Além disso, os dados morfométricos auxiliam no entendimento das formas de canais fluviais e, nesse caso, será uma importante fonte de dados que subsidiará possíveis propostas de planejamento e gestão ambiental para o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.



**Figura 18:** Modelo numérico de terreno do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** Ferreira 2011.



**Figura 19:** Curvas de nível do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** Ferreira 2011. **Editoração:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

#### 4.1.7 Vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

A vulnerabilidade ambiental pode ser caracterizada pela condição representada pelo momento em que cessam as forças esporádicas atuantes no sistema, ou seja, a vulnerabilidade ambiental tem como objetivo classificar o meio ambiente conforme sua fragilidade determinada pela amplitude do relevo e a densidade de grau de dissecação, grau de coesão das rochas, maturidade e lixiviação dos solos, densidade de vegetação e pela densidade de precipitação.

A simples operação de extração da média aritmética (ver página 80) entre os valores individuais dos temas, para cada unidade de paisagem, permite sua disposição em uma escala de vulnerabilidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, dividida em classes, nas quais as unidades mais *estáveis* ocuparão os espaços mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 2,0 e as unidades de paisagem mais vulneráveis estarão próximas de 3,0 (CREPANI, 1996).

As classes dos temas fisiográficos foram classificados conforme sua vulnerabilidade da seguinte maneira (Tabela 3):

**Tabela 3:** Situação da vulnerabilidade ambiental conforme as classes fisiográficas.

Região	Geologia	Situação	Geomorfologia	Situação	Pedologia*	Situação	Vegetação	Situação	Clima	Situação
Alto Curso da Bacia do Rio Sucuriú	Cobertura detrito laterítico	2	Chapadão das Emas	2	Latossolo Vermelho Escuro	1	Alta densidade	1	Úmido	2,5
	Caiuá	3	Modelado de Acumulação Inundação	2,5	Glei pouco Húmico	2	Média densidade	2	Úmido Sub Úmido	2
	Serra Geral	2,5	Rampas Arenosas	2	Solos Litólicos	3	Baixa densidade	2,5		
	Botucatu	2,5	Divisores Tabulares	2,5	Latossolo Roxo	1	Muito Baixa densidade	3		
	Santo Anastácio	3	Modelado de Acumulação Fluvial	2,5	Areias Quartzosas	3				
	Adamantina	3	Patamares Aporé	2,5	Podzólico Vermelho Escuro	2				
					Podzólico Vermelho Amarelo	2				

Fonte dos dados: AMR-MS 1990 Fonte: Ferreira, 2011.

\*\* Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossoloquartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos), solos litólicos (Organossolos) e glei pouco húmico (Gleissolos)

Na tabela 4, a cor vermelha representa *meios instáveis*, a cor laranja representa *meios moderadamente instáveis*, a cor amarela representa *meios intergrades* e a cor verde representa *meios estáveis*.

Por grau de coesão das rochas entende-se a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem (CREPANI *et al*, 2001). Nesse sentido, no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú algumas feições geológicas apresentam alto grau de vulnerabilidade como: Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, que somadas totalizam 71,54% do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Desse modo, entende-se que quase 1/3 da área estudada apresenta formas geológicas de baixo grau de coesão (FERREIRA, 2011). A formação Caiuá apresenta espessura não superior a 1,50 m, com arenitos bastante porosos, facilmente desagregáveis, e na maioria das vezes seus grãos encontram-se envoltos por uma película de limonita (AMR-MS, 1990). A Formação Santo Anastácio apresenta alto grau de coesão nas rochas, sua granulação é predominantemente fina e esporadicamente média a grosseira, mostrando a presença de um cimento síltico e carbonático, que gradativamente vai aumentando; detectam-se sempre tênues intercalações síltico-argilosas, tornando-se mais espessas para cima (AMR-MS, 1990). A Formação Adamantina constitui-se por arenitos finos a médios, no qual os grãos médios apresentam-se sub-arredondados, enquanto os grãos mais finos são predominantemente sub-angulosos. Geralmente, esses arenitos apresentam uma matriz argilosa e pouco consistente (AMR-MS, 1990).

Para estabelecer os valores da escala de vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural com relação à geomorfologia, são analisados os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo pela drenagem e amplitude altimétrica (CREPANI *et al*, 2001). Nesse sentido, a geomorfologia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, enquadra-se nas classe de ponderação intermediária entre *intergrade* e *modernamente instável*, considerando que a geomorfologia apresenta-se com as seguintes formas: Modelado de Acumulação Inundação, Divisores Tabulares, Modelado de Acumulação Fluvial e Patamares Aporé, classificadas como meios intermediários, entre *intergrades* e *instáveis*, que somados totalizam 68,88% do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. As áreas de acumulação são vulneráveis devido ao acúmulo de matérias, tendo em vista as degradações sistematicamente acumuladas nessas planícies, além das inundações periódicas. A unidade dos Divisores Tabulares contorna grande

extensão das rampas arenosas dos Planaltos Interiores, sendo cortada por rochas do Grupo Bauru e alcança as rochas basálticas da formação Serra Geral (AMR-MS, 1990). O relevo apresenta-se dissecado em áreas próximas aos rios, configurando divisores estreitos tabulares que se adaptam às cabeceiras de seus principais afluentes, com desníveis de 50 a 80m entre os topos planos e as áreas dissecadas (AMR-MS, 1990). Ao norte do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, os modelados planos assumem maior expressão. Por essas características, as unidades supracitadas apresentam grau de vulnerabilidade *moderadamente instável*.

A principal característica considerada para estabelecer as classes de vulnerabilidade do tema solos é o grau de desenvolvimento ou maturidade do solo, a partir de dados bibliográficos, associados à interpretação da imagem, são atribuídos valores de vulnerabilidade ao solo ou a associação de solos (CREPANI *et al*, 2001). A distribuição espacial pedológica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú apresenta dois tipos de solos de alto grau de vulnerabilidade a erosão hídrica: Solos Neossolo e Neossolo Quartzarênico, classificados como meios instáveis, que somados totalizam 34,95% do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Entende-se que menos da metade da área estudada apresenta tipos de solos de alto grau à processos erosivos. As Areias Quartzosas ou Neossolo Quartzarênico são solos minerais não hidromórficos, com textura arenosa, profundo pouco desenvolvido, excessivamente drenados, normalmente distribuídos de materiais facilmente intemperizáveis, apresentam baixa retenção de umidade, grande lixiviação, soma e saturação de bases expressivas, quase sempre fortemente ácido (AMR-MS, 1990). Os Solos Litólicos são solos minerais, não hidromórficos, rasos pouco desenvolvidos, com seqüência de horizontes A e R ou A, C e R, podendo eventualmente apresentar um horizonte B incipiente. Normalmente esses solos apresentam teores elevados de materiais primários facilmente decomponíveis e blocos de rochas semi-intemperizadas de diversos tamanhos, podem ser álicos, distróficos ou eutróficos, apresentando-se geralmente com textura média cascalhenta ou argila cascalhenta, em relevo suave ondulado ou até fortemente ondulado, podendo apresentar erosão moderada a forte, formados pela intemperização de basaltos, dacitos, riodacitos, e outros materiais (AMR-MS, 1990). Essas características configuram-se com alto grau de vulnerabilidade.

Para o tema vegetação, a densidade de cobertura vegetal é o parâmetro a ser obtido, da documentação existente e da interpretação das imagens de satélite para se determinar as

classes de vulnerabilidade (CREPANI *et al*, 2001). A Vegetação Nativa no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi classificada conforme sua densidade caracterizada por quatro classes: alta densidade, média densidade, baixa densidade e muito baixa densidade. Constatou-se que cerca de 82% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é caracterizada de vegetação de baixa densidade, 15% de média densidade, 3% de alta densidade e não foi constatada muito baixa densidade vegetativa. A relação da vulnerabilidade com a vegetação é bem simples, quanto maior a concentração da vegetação maior a estabilidade, e quanto menor a concentração da vegetação menor a estabilidade. A participação da cobertura vegetal na caracterização das unidades de paisagem está, portanto, diretamente ligada à sua capacidade de proteção, assim aos processos morfogenéticos relacionam-se às coberturas vegetais de densidade mais baixa, enquanto que os processos pedogenéticos ocorrem em situações onde a cobertura vegetal mais densa permite o desenvolvimento e maturação do solo (CREPANI, *et al* 2001).

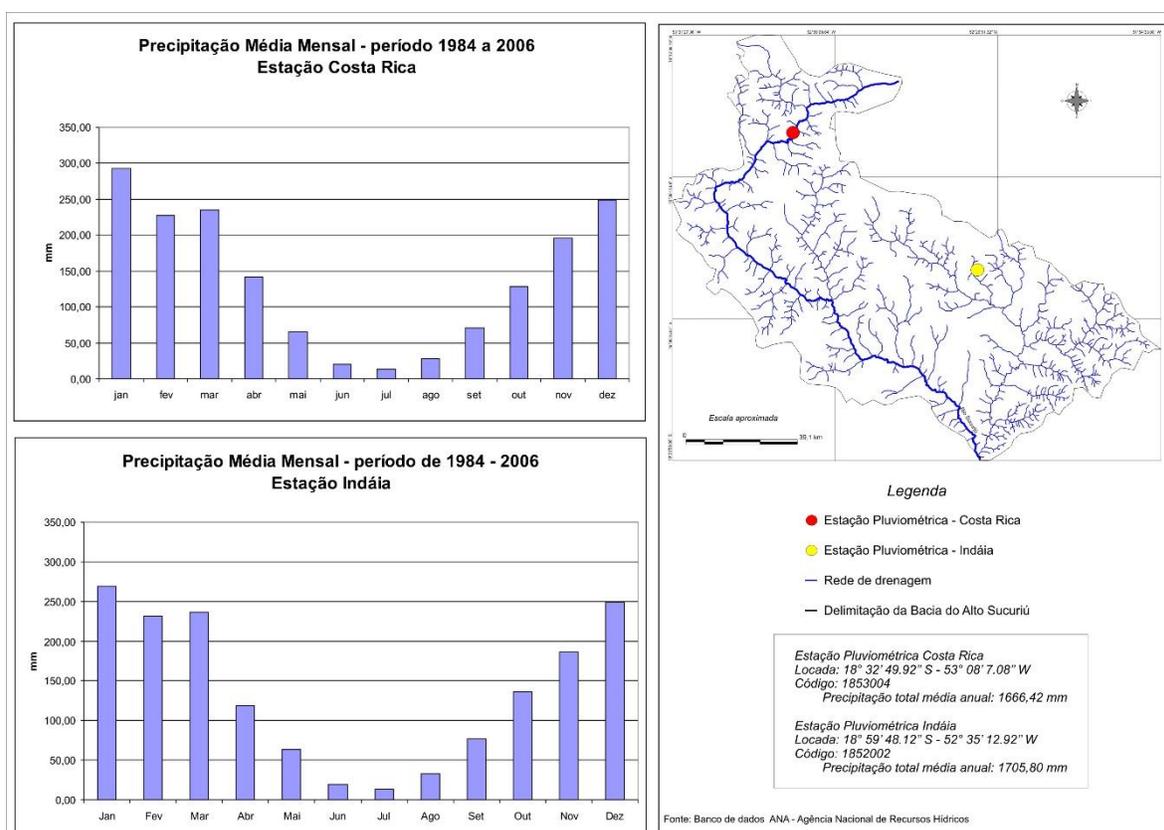
Segundo Crepani *et al* (2001) A função da vegetação na proteção ambiental pode ser caracterizada como:

- a) evita o impacto direto das gotas de chuva contra o terreno que promove a desagregação das partículas;
- b) impede a compactação do solo que diminui a capacidade de absorção de água;
- c) aumenta a capacidade de infiltração do solo pela difusão do fluxo de água da chuva;
- d) suporta a vida silvestre que, pela presença de estruturas biológicas como raízes de plantas, perfurações de vermes e buracos de animais, que aumentam a porosidade e a permeabilidade do solo (CREPANI *et al*, 2001).

Compete à cobertura vegetal retardar o ingresso das águas provenientes das precipitações pluviais nas correntes de drenagem, pelo aumento da capacidade de infiltração, pois o ingresso imediato provoca incremento do “*runoff*” (massas de água em movimento), com o conseqüente aumento na capacidade de erosão e transporte, pela transformação de energia potencial em energia cinética (CREPANI *et al*, 2001).

As informações climatológicas necessárias à caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem natural representam o contraponto ao papel de defesa desempenhado pela cobertura vegetal. Estas informações, relativas à pluviosidade anual e à duração do

período chuvoso, que definem a intensidade pluviométrica, permitem a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem. A precipitação no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi caracterizada com estações bem definidas, ou seja, apresentou um período chuvoso de setembro a maio e seco de junho a agosto. A precipitação total média anual no período de 1984 a 2006, na área do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú na Estação Meteorológica Costa Rica foi de aproximadamente 1666,42 mm e na Estação Meteorológica de Indaiá foi de aproximadamente 1705,80 mm (Figura 20).



**Figura 20:** Estações Pluviométricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Fonte:** Ferreira, 2011.

A precipitação nesse contexto é compreendida conforme a quantidade de água distribuída em um maior período de tempo, que leva à situações de menor risco para a integridade da unidade de paisagem, pois é maior a possibilidade de haver infiltração (CREPANI, 1996). Em regiões submetidas à pluviosidade anual elevada com curta duração para o período chuvoso, devem se encontrar as melhores condições para o desenvolvimento

dos processos morfogenéticos, cujo vetor principal para nossas condições climáticas é o “*runoff*”, por outro lado, regiões que apresentam menores quantidades pluviométricas anuais e maior duração para o período chuvoso, devem hospedar os processos pedogenéticos, onde a infiltração constante promove a lixiviação responsável pelo amadurecimento dos solos (CREPANI, 1996).

Com cruzamento dos dados temáticos supracitados e a ponderação de suas classes temáticas, Ferreira (2011) obteve-se a vulnerabilidade ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, que foi apresentada como um dado de modelo numérico, posteriormente processada e transformada em um dado temático. Com o dado temático foi possível quantificar as classes da seguinte forma: *Estável* 0 km<sup>2</sup>, *Intergrade* 879 km<sup>2</sup>, *Moderadamente Instável* 7.205 km<sup>2</sup> e *Instável* 3.121 km<sup>2</sup> (Figura 20).

Nesse sentido, áreas consideravelmente frágeis e *instáveis* ambientalmente podem somar mais da metade da área de estudo, caso sejam somados os estados *instáveis* e *moderadamente instáveis*, que ocorrem em aproximadamente 92% da área total estudada.

As áreas *Instáveis* concentraram-se na borda oeste e sul do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, isso se deve a predominância de areias quartzosas (neossolo quartzarênico), de fácil desagregação e deslocamento, e a formação geológica Caiuá de baixa coesão, ambas as classes temáticas classificadas como *instáveis*. As áreas *Intergrades* concentraram-se em parte nas margens do Rio Sucuriú, na borda leste e norte do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tal locação devido à formação geológica, cobertura de detritos lateríticos que apresentam boa coesão, a unidade geomorfológica Chapadão das Emas de baixa amplitude e a presença de Latossolo vermelho escuro profundos, porosos, bem drenados e permeáveis.

As áreas *Moderadamente Instáveis* são encontradas na região central e na área das nascentes do rio Sucuriú. Nessa área de nascentes, a vegetação é caracterizada de baixa densidade, e a geomorfologia é de modelo de acumulação de inundação, área sujeita a deposição de materiais provenientes de áreas superiores, além de o clima ser classificado como úmido, apresentando precipitação total média anual de 1666,42 mm.

De acordo com Calijuri *et al* (2007), entende-se que estudos e investigações que dão suporte à avaliação do meio físico natural, integrando as atividades antrópicas, se mostram de extrema importância no planejamento e ordenamento do uso da terra, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente. A identificação

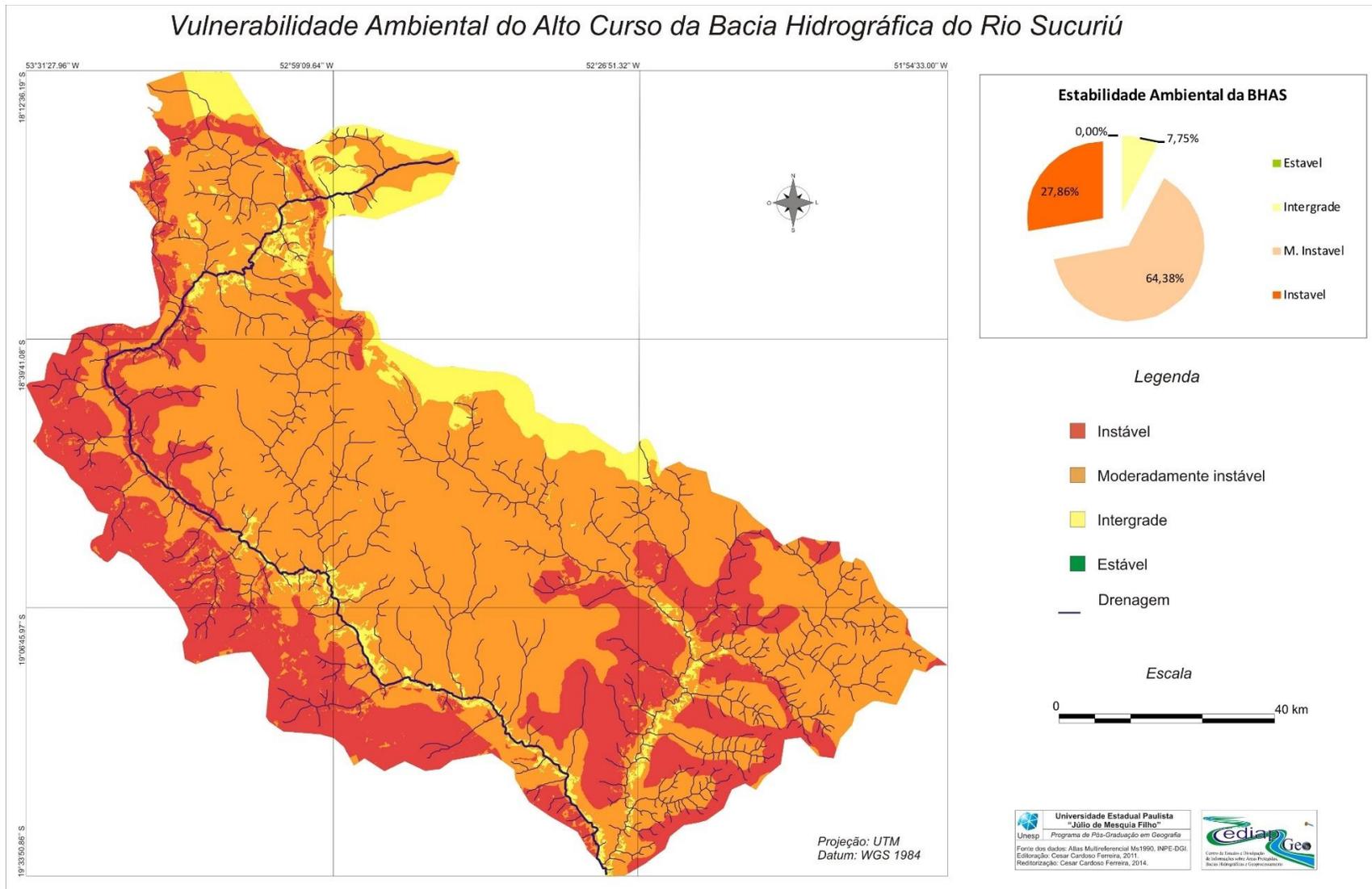
dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento ambiental das paisagens fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL e ROSS, 2004).

Além disso, a integração dos dados de relevo, clima, solos, vegetação e geologia além de fornecer subsídios para o entendimento integrado da paisagem, proporciona a construção do mapa de vulnerabilidade, documento cartográfico que pode indicar as potencialidades e limitações do uso e cobertura na área de estudo.

De acordo com Spörl e Ross (2004), estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

O Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú possui sua maior proporção com 64,38% de sua área em estado entre *intergrade* e *instável* e 27,86% de sua área como instável, ou seja, o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú possui 92,24% de sua área em estado crítico de vulnerabilidade (Figura 21), que indica restrições e manutenções para o uso e manejo do solo. Nesse sentido, releva a importância dos estudos integrados as paisagens para fins de planejamento, pois, vulnerabilidade pode ser definida como o inverso da capacidade da paisagem absorver possíveis alterações sem perda da qualidade ambiental, assim, quanto maior esta capacidade menor será o grau de vulnerabilidade (PIRES, 1993).

Pelos aspectos apresentados, no caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, sugere-se a gestão ambiental das áreas com alto grau de vulnerabilidade, tendo em vista o planejamento ambiental local e regional com enfoque no uso e cobertura da terra e no manejo do solo susceptível a alterações ambientais.



**Figura 21:** Vulnerabilidade Ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Fonte:** Ferreira 2011. **Editoração:** Cesar Cardoso Ferreira, 2016.

## ***CAPITULO 5***



*Região das nascentes do Rio Sucuriú*

**ANÁLISE INTEGRADA DO ALTO CURSO DA BACIA  
HIDROGRÁICA DO RIO SUCURIÚ**

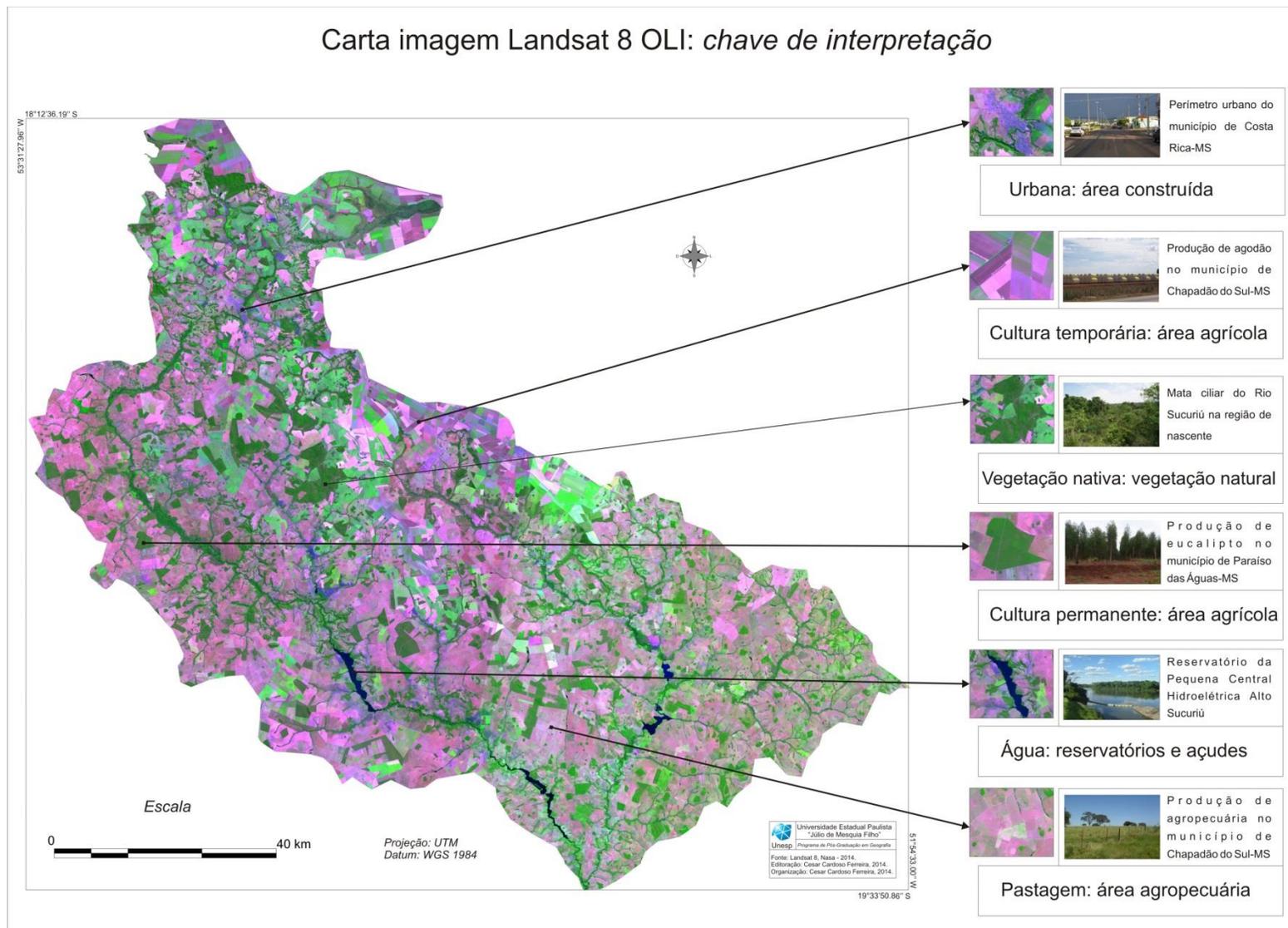
## **5.1 Uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú - 2014**

O produto dessa etapa baseou-se na elaboração e análise do mapa de uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú no ano de 2014, gerada a partir das imagens LANDSAT 8 OLI processadas no software SPRING 5.3<sup>®</sup>.

A identificação do uso da terra constitui-se em importante elemento para estudos ligados à temática ambiental, pois, o dado mais atualizado sobre uma determinada área auxiliará, dentre outros, a identificar e localizar os agentes responsáveis pelas suas condições ambientais, associados à produção agrícola (FERREIRA, 2011).

Nesse sentido, a intensificação do uso e cobertura da terra pode promover indicações de melhorias, relacionadas às questões econômicas e ambientais com intuito de agenciar e/ou orientar o uso adequado da terra. A importância de se conhecer o uso e cobertura da terra consiste em fornecer subsídios ao planejamento para a ordenação do espaço físico e a previsão dos elementos relativos às necessidades humanas habitantes (MENDONÇA, 1997).

Com uso da chave de interpretação da imagem orbital do sensor OLI (ver página 81) para auxiliar o mapeamento do uso e cobertura da terra com a descrição do conjunto de elementos básicos que caracteriza um determinado alvo da superfície terrestre foram definidas seis classes temáticas: urbana, pastagem, culturas temporárias, culturas permanentes, água e vegetação nativa (Figura 22). Segundo Luchiari (2006, p.154), “a chave de interpretação consiste num conjunto de descrições para reconhecer nas imagens as categorias de uso e cobertura da terra”.



**Figura 22:** Chave de interpretação da carta imagem Landsat 8 sensor OLI bandas 6,5 e 4 RGB. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

No primeiro momento interpretou-se visualmente a imagem orbital do sensor OLI bandas 6,5 e 4, (R,G e B), considerando-se a coloração verde claro, de textura lisa, como culturas temporárias, verde escuro de textura lisa como culturas permanentes, conforme as análises *in loco*, as cores rosa claro esverdeadas, de textura lisa, entenderam-se como pastagem, cores rosas rugosas como urbana, cores azuis de textura lisa escura entendem-se como corpos aquáticos continentais ‘água’ e cores verde de texturas rugosas interpretou-se como vegetação nativa.

Para Florenzano, (2002, p. 42), [...] “elementos básicos de análise e interpretação, a partir dos quais extraem informações de objetos área, ou fenômenos. Esses elementos são: tonalidade, textura, tamanho e forma”. Nesse sentido, a interpretação de Imagens ou Fotointerpretação possibilitou examinar as imagens com intuito de identificar os objetos da superfície terrestre e deduzir a sua significação. Pela interpretação e classificação da imagem orbital Landsat 8 OLI, definiram-se classes de uso e cobertura da terra se obtendo os seguintes resultados (Tabela 4):

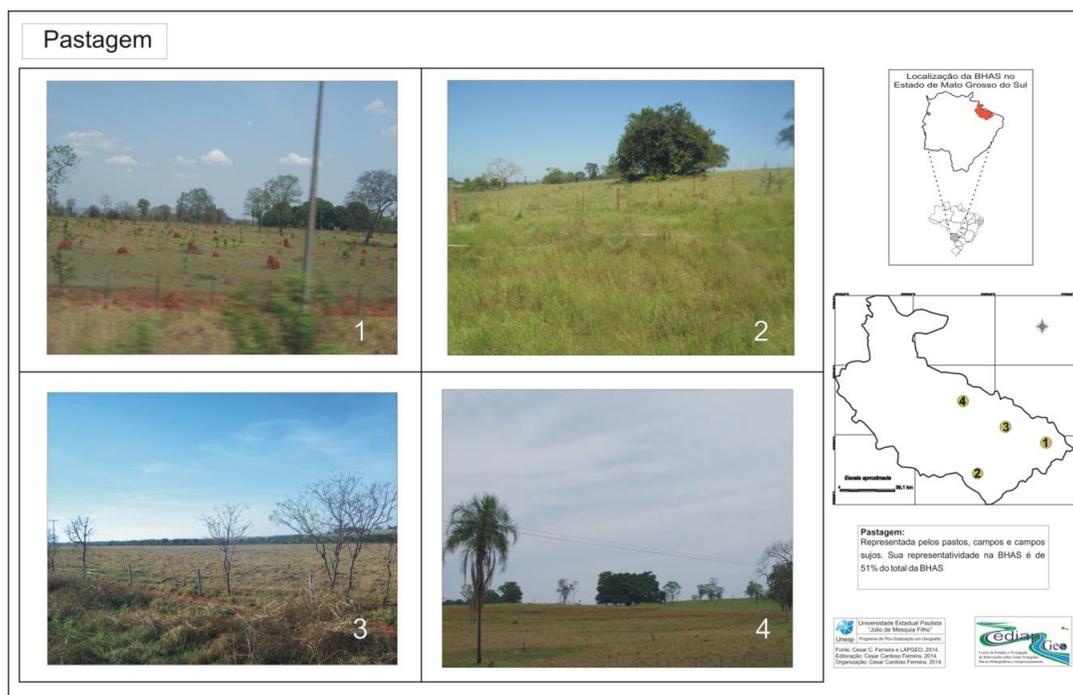
**Tabela 4:** Uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

Classes	Área – km <sup>2</sup>	Área - %
Pastagem	5.644,46	50,46
Cultura temporária	2.629,83	23,49
Vegetação Nativa	2.470,12	22,06
Cultura permanente	342,19	3,05
Água	59,12	0,52
Urbana	47,28	0,42
<b>Total</b>	<b>11.193</b>	<b>100</b>

**Fonte:** INPE, Landsat 8 OLI – 2014. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

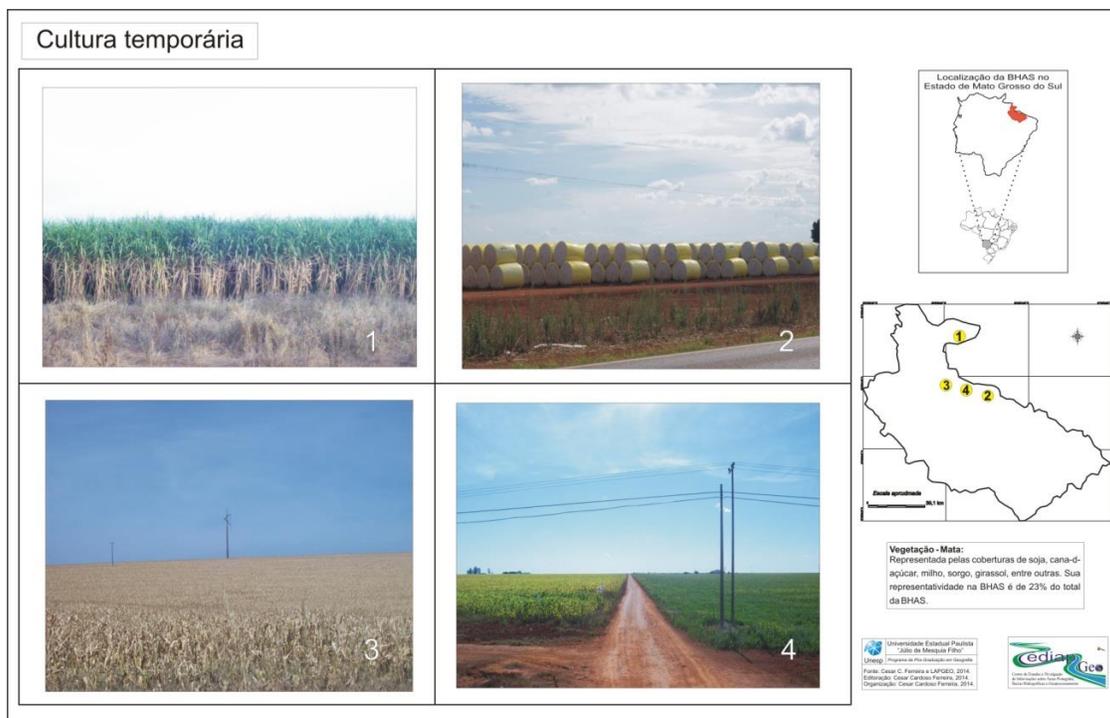
Em maior área, mapeou-se a classe pastagem (Figura 23), constituída por gramíneas, principalmente pela braquiária. As gramíneas do gênero *Brachiaria* são largamente utilizadas em pastagens na América Tropical. As braquiárias são os capins mais plantados no país, sendo utilizados nas fases de cria, recria e engorda dos animais. Adaptam-se às mais variadas condições de solo e clima, ocupando espaço cada vez maior em todo o território brasileiro, por proporcionar produções satisfatórias de forragem em solos com baixa e média fertilidade (SOARES FILHO, 1994). Podemos também definir

como áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros (IBGE, 2013). Tal classe está distribuída em toda o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.



**Figura 23:** Amostras de foto-localização da classe pastagem. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

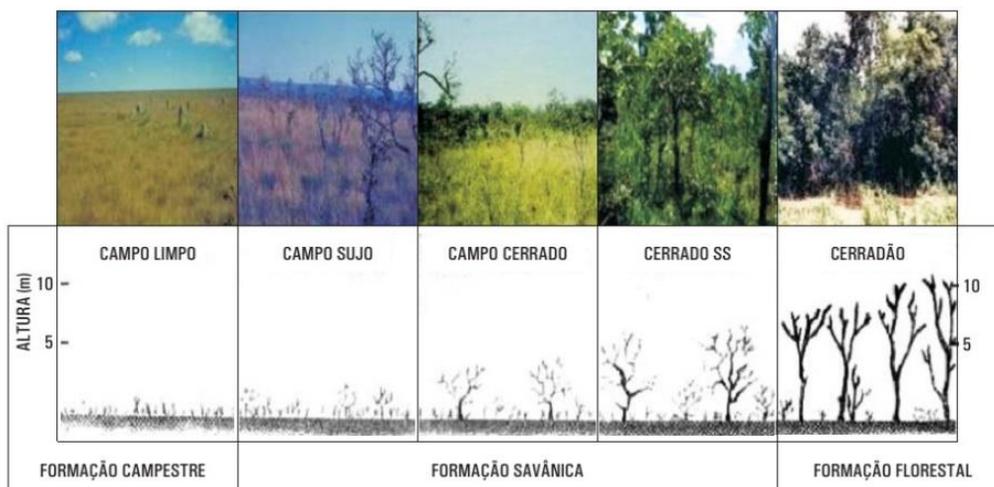
As culturas temporárias (Figura 24) foram representadas principalmente pelo algodão, cana-de-açúcar, milho, sorgo e girassol, situados em maior parte na região norte, nordeste e leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Entende-se por cultura temporária as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessita de novo plantio para produzir e que necessitam geralmente de novo plantio após cada colheita, ou seja, cultura de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio (IBGE, 2013). Tal classe está concentrada na porção leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, desenvolvidas principalmente nos municípios de Chapadão do Sul-MS e Costa Rica-MS.



**Figura 24:** Amostras de foto-localização da classe culturas temporárias.

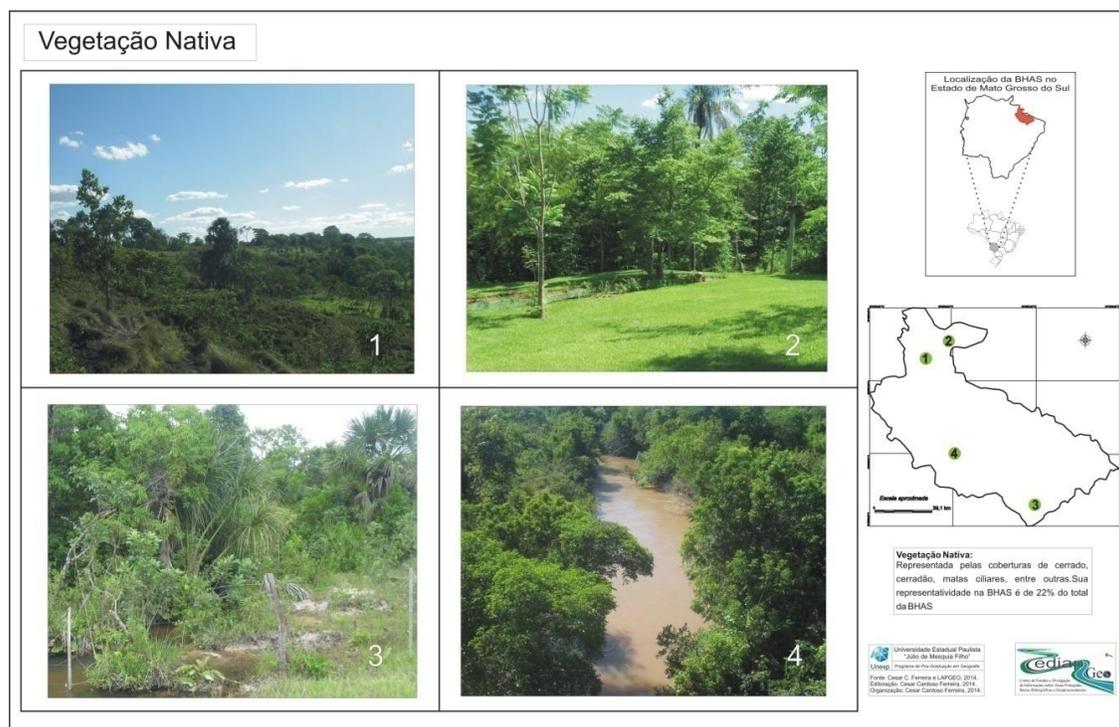
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

A vegetação nativa é representada no Estado de Mato Grosso do Sul, logo, no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, como savana (Figura 25) definida como uma vegetação xeromórfica, com fisionomia diversificada, variando de árvores densas a gramíneo-lenhosa. O aspecto fisionômico é caracterizado, de um modo geral, por *fanerófitas* de pequeno porte, isoladas ou agrupadas sobre um revestimento *graminóide hemicriptofítico* (ZEE-MS, 2014).



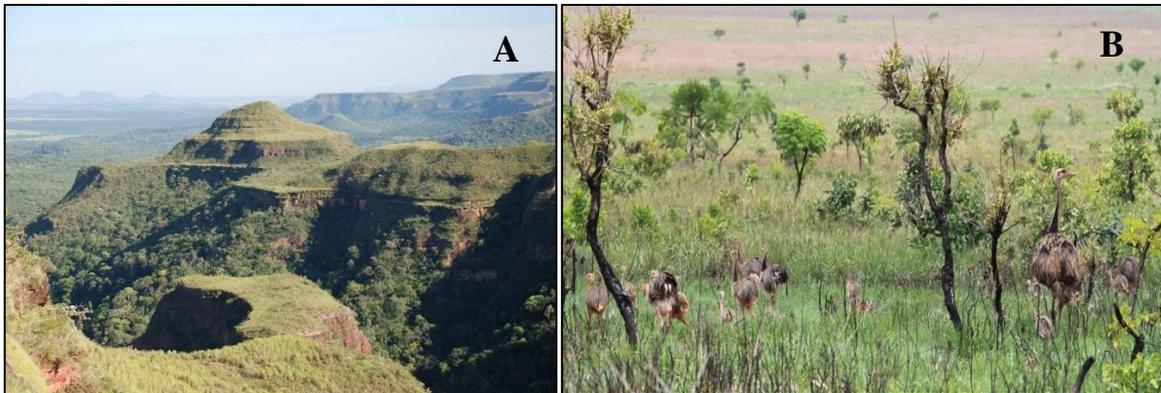
**Figura 25:** Formações savânicas encontrada no Mato Grosso do Sul. **Fonte:** ZEE-MS, 2014.

A classe de vegetação nativa (Figura 26) está distribuída em todo o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú principalmente representada pela vegetação ciliar aos cursos d'água, além disso notou-se uma pequena concentração de vegetação nativa na região norte da Bacia.



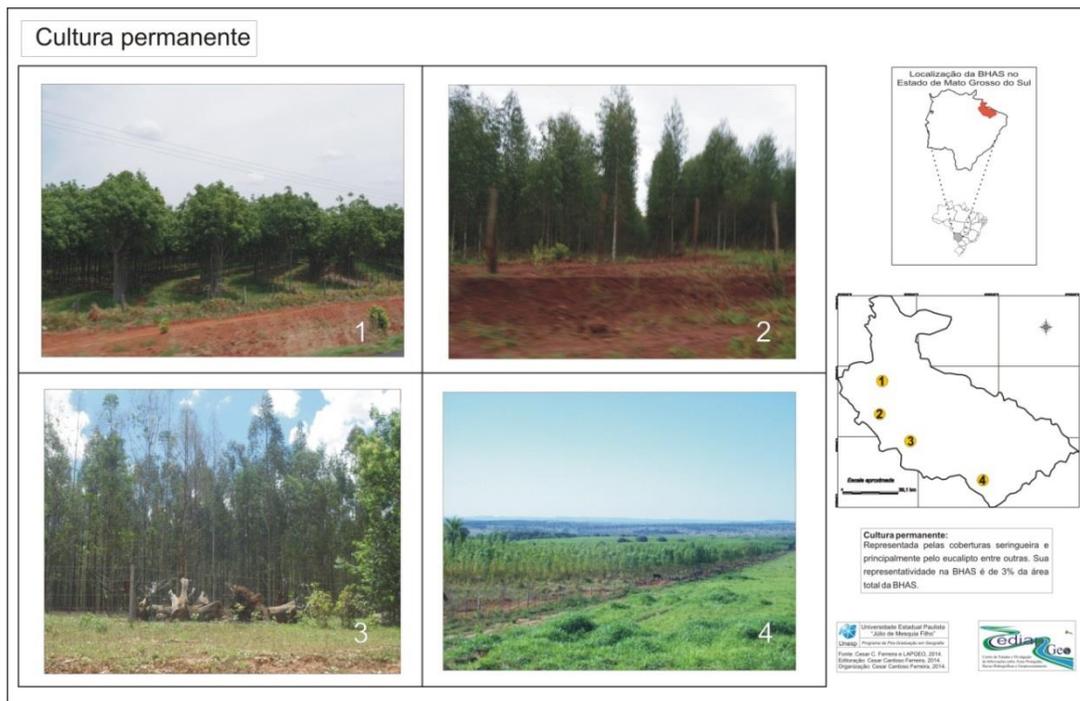
**Figura 26:** Amostras de foto-localização da classe vegetação nativa.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Além disso, a cobertura de vegetação nativa é consolidada ultrapassando os limites do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, representada pelo Parque Ecológico Nacional das Emas e pelo Parque Estadual das Nascentes do Taquari (Figura 27).



**Figura 27:** A) Parque Estadual das Nascentes do Taquari B) Parque Nacional das Emas.  
**Fonte:** A) Prefeitura de Costa Rica B) Luiz Ricardo de Almeida

A cultura permanente (Figura 28) é em sua maior parte representada pelas plantações de eucalipto, destinado para papel e celulose, situada em parcelas na porção oeste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Entendem-se como culturas permanentes de longo ciclo vegetativo as que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio, ou seja, cultura de ciclo longo que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. No caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, essas culturas foram representadas principalmente pela plantação de eucalipto e seringueira.



**Figura 28:** Amostras de foto-localização da classe culturas permanentes. **Elab.:** Cesar C. Ferreira.

A classe água (Figura 29) é representada por trechos de canais que tem no mínimo 30 metros de largura, em função das copas das árvores das matas ciliares, tendo em vista a resolução espacial adotada de 30 metros. Além disso, nessa classe também foram detectadas represas e lagos. Além disso, de acordo com IBGE (2013), é considerado como corpo d'água “a parte do meio ambiente na qual é ou pode ser lançado, direta ou indiretamente, qualquer tipo de efluente, proveniente de atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras”.



**Figura 29:** Amostras de foto-localização da classe água. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

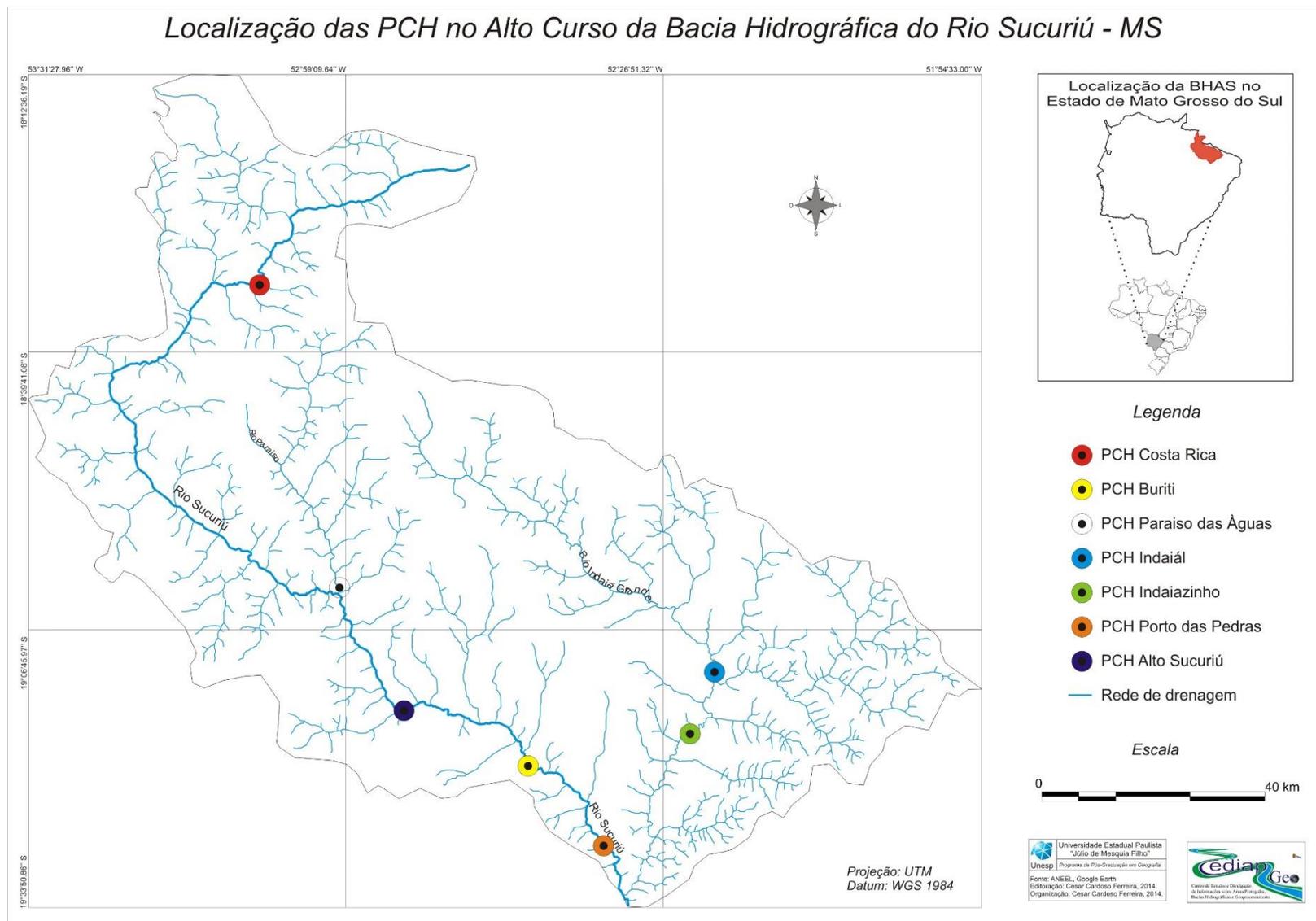
O uso da água na área de estudo é caracterizado principalmente pela agropecuária (ver Gráfico 1). Outro aspecto importante sobre o uso da água relacionado com a economia do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú são as PCH. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) adota três classificações: Centrais Geradoras Hidrelétricas (com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

No Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú estão inseridas 7 PCHs totalizando uma capacidade de potência instalada de 151,53 MW instaladas em três rios dessa Bacia (Figuras 30 e 31).

- Rio Sucuriú - PCHs Costa Rica, Buriti, Porto das Pedras e Alto Sucuriú
- Rio Indaiá Grande - PCHs Indaiá e Indaiazinho
- Rio Paraíso - PCH Paraíso

PCH Costa Rica		Rio: Sucuriú Início de operação: 1998 Capacidade de geração: 16 MW Localização: Costa Rica - MS
PCH Buriti		Rio: Sucuriú Início de operação: 2007 Capacidade de geração: 30 MW Localização: Entre Paraíso e Chapadão do Sul
PCH Paraíso		Rio: Paraíso Início de operação: 1999 Capacidade de geração: 16 MW Localização: Paraíso das Águas
PCH Indaiá		Rio: Indaiá Início de operação: 2012 Capacidade de geração: 20 MW Localização: Chapadão do Sul
PCH Indaiazinho		Rio: Indaiá Início de operação: 2012 Capacidade de geração: 12,5mw Localização: Chapadão do Sul
PCH Porto das Pedras		Rio: Sucuriú Início de operação: 2008 Capacidade de geração: 28,03 Localização: Entre Água Clara e Chapadão do Sul
PCH Alto Sucuriú		Rio: Sucuriú Início de operação: 2008 Capacidade de geração: 29 MW Localização: Entre Paraíso e Chapadão do Sul

**Figura 30:** Características básicas das PCHs no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.



**Figura 31:** PCHs no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Além do uso das águas para a produção energética no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, destaca-se no setor econômico o turismo. Segundo Machado (1996), as atividades turísticas desempenham importante papel econômico, promovendo ainda, o desenvolvimento de outras atividades, como por exemplo, as indústrias de alta tecnologia. Porém, em muitos casos, a “natureza ecológica” é considerada uma mercadoria, gerando conflitos ligados ao uso da terra e dos recursos hídricos. Segundo Conde (2000), essas novas modalidades de turismo envolvem necessariamente o contato com a natureza e com os meios hídricos, sejam eles os rios, lagos, cachoeiras, etc.

Dentre os municípios inseridos no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, Costa Rica é o que mais investe nesse setor com alguns pontos turísticos (Figura 32): Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, Parque Estadual das Nascentes do Taquari, Parque Natural Municipal da Lage, Parque Nacional das Emas, Cachoeira das Araras, Cachoeira da Rapadura e Gruta do Tope da Pedra.



**Figura 32:** Amostras fotográficas dos principais pontos turísticos – Costa Rica MS. A) Cachoeira Majestoso B) Cachoeira das Araras C) Cachoeira da Laje D) Cachoeira da Rapadura.

**Fonte:** Equipe de campo. **Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

No município de Paraíso das Águas, os principais atrativos são: Água Santa (uma forte ressurgência de água à superfície (Figura 33). Tal nome se deu conforme explicação de moradores do local devido ao fato de que uma mulher que não conseguia engravidar ter conseguido este objetivo após entrar nessa ressurgência de água. Além de Água Santa outro atrativo turístico é a Ponte de Pedra, local com quedas d'água (Figura 33).



**Figura 33:** Amostras fotográficas dos principais pontos turísticos – Paraíso das Águas MS.  
**Fonte:** Equipe de campo. **Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

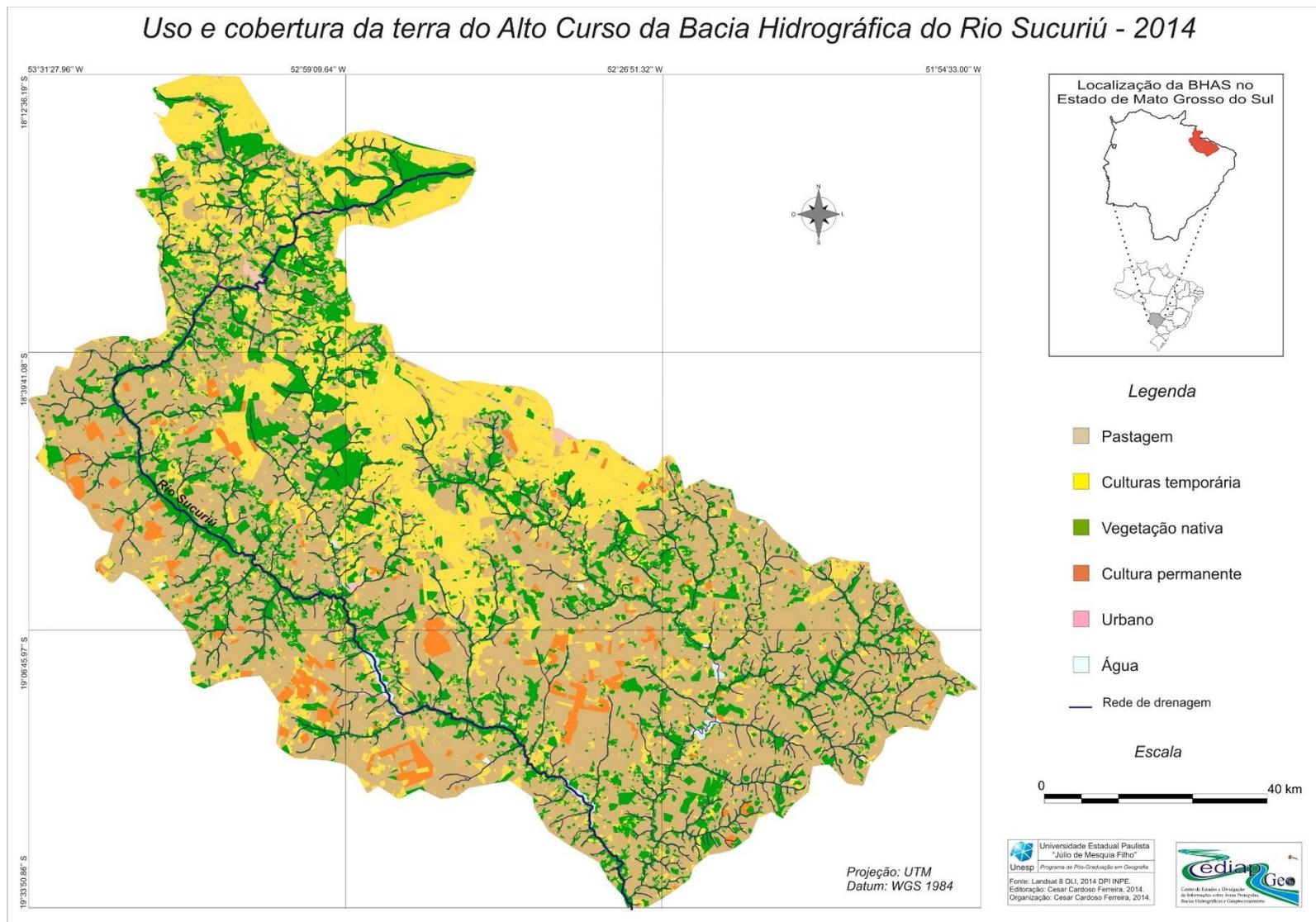
Por fim, com menor representatividade, a classe urbana (Figura 34). De acordo com IBGE (2013), como situação urbana foram consideradas as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas, no caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram representas pelas cidades de Costa Rica (região norte o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú), Chapadão do Sul (região leste do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú) e Paraíso das Águas (região central do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú).



**Figura 34:** Amostras de foto-localização da classe urbana. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Além disso, a classe urbana compreende como áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas, tais como, metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transporte, energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas (IBGE, 2013).

Por fim, o levantamento do uso e cobertura da terra (Figura 35) indicou a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre (IBGE, 2013).



**Figura 35:** Mapa de uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar C. Ferreira.

## 5.2 Probabilidade de degradação ambiental: tabulação cruzada

A ocupação é um importante fator na análise da vulnerabilidade ambiental, pois, dependendo do seu manejo, gestão e planejamento, pode potencializar ou não problemas ambientais. No caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, a vulnerabilidade ambiental foi classificada como *instável*, *moderadamente instável* e *intergrade* e tabulada e cruzada com as classes de uso e cobertura da terra. Nessa análise, obtiveram-se em área (km<sup>2</sup>) quais classes de uso e cobertura da terra estão nos locais de vulnerabilidade ambiental.

A classe “urbana” possui em sua maioria a vulnerabilidade ambiental *moderadamente instável*, por seguinte de *intergrade* e *instável*. A “vegetação nativa” tem sua maior proporção em áreas *moderadamente instável*, *instável* e *intergrade*, sucessivamente. A classe de uso e cobertura “água” tem uma área de 30,32 km<sup>2</sup> na vulnerabilidade ambiental *intergrade*, 25,12 km<sup>2</sup> em *moderadamente instável* e 3,12 km<sup>2</sup> em área *instável* (Tabela 5).

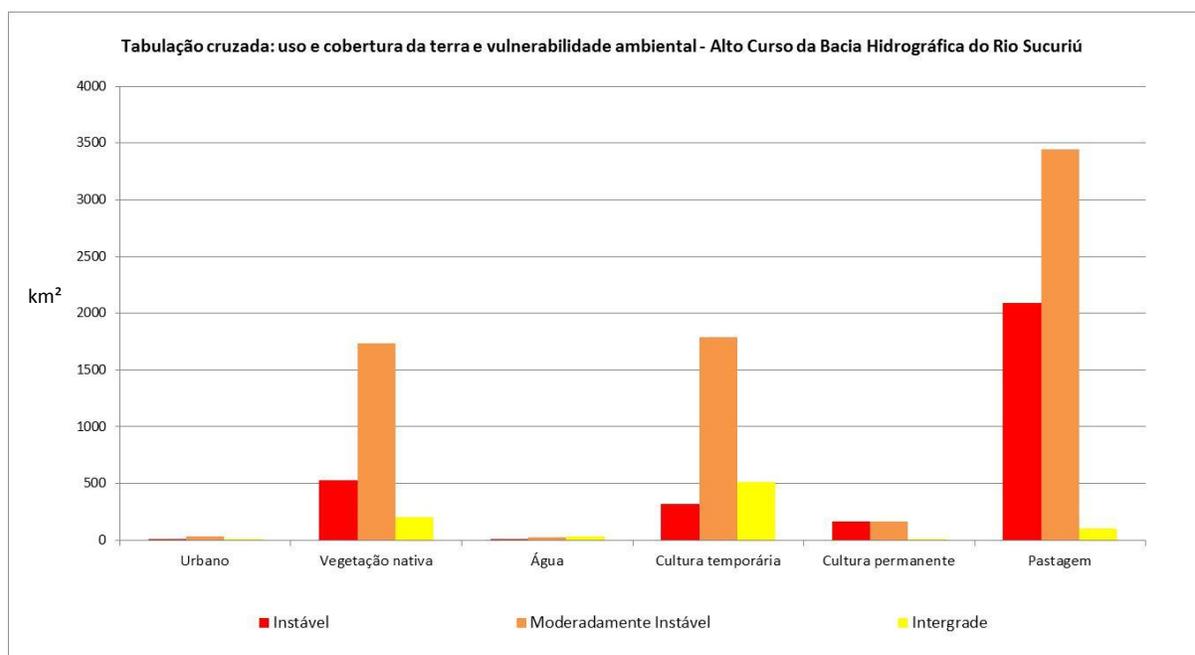
As “culturas permanentes” no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú possuem uma área de 1.788,84 km<sup>2</sup> em área de vulnerabilidade ambiental *moderadamente instável*, seguida por 165,60 km<sup>2</sup> em áreas *instáveis* e 10,13 km<sup>2</sup> em áreas *intergrade* (Tabela 5). As “culturas temporárias” estão praticamente divididas em duas áreas de vulnerabilidade ambiental com: 165,73 km<sup>2</sup> em áreas *moderadamente instáveis* e 165,60 km<sup>2</sup> em áreas *instáveis*, e em seguida com menor representatividade, 10,13 km<sup>2</sup> em áreas *intergrade*, ou seja, nesse caso é necessário um monitoramento mais apurado, relacionando ao manejo do solo. Com 5.538,26 km<sup>2</sup> em áreas vulneravelmente *instáveis*, a classe pastagem é um uso preocupante no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tendo em vista os vários registros de pastagem degradada associada à falta de gestão e manejo.

**Tabela 5:** Tabulação cruzada: uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental – km<sup>2</sup>

	Instável	Moderadamente Instável	Intergrade	Total
<b>Urbana</b>	2,81	35,51	8,96	47,28
<b>Vegetação nativa</b>	530,41	1.732,67	207,04	2470,12
<b>Água</b>	3,32	25,3	30,5	59,12
<b>Cultura temporária</b>	323,13	1.791,55	515,15	2629,83
<b>Cultura permanente</b>	165,85	165,97	10,37	342,19
<b>Pastagem</b>	2.094,73	3.448,25	101,48	5644,46

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Além disso, notou-se que em todas as classes de uso e cobertura da terra predominaram em áreas *moderadamente instáveis* (Gráfico 2), porém, em algumas classes as áreas *instáveis* têm significativa representatividade, por exemplo: culturas temporárias com 48%, pastagem com 37% e vegetação nativa com 22%. As classes em que predominam áreas *moderadamente instáveis* e *intergrade* foram: água com 52%, cultura permanente com 20% e urbana com 19% (Figura 36).

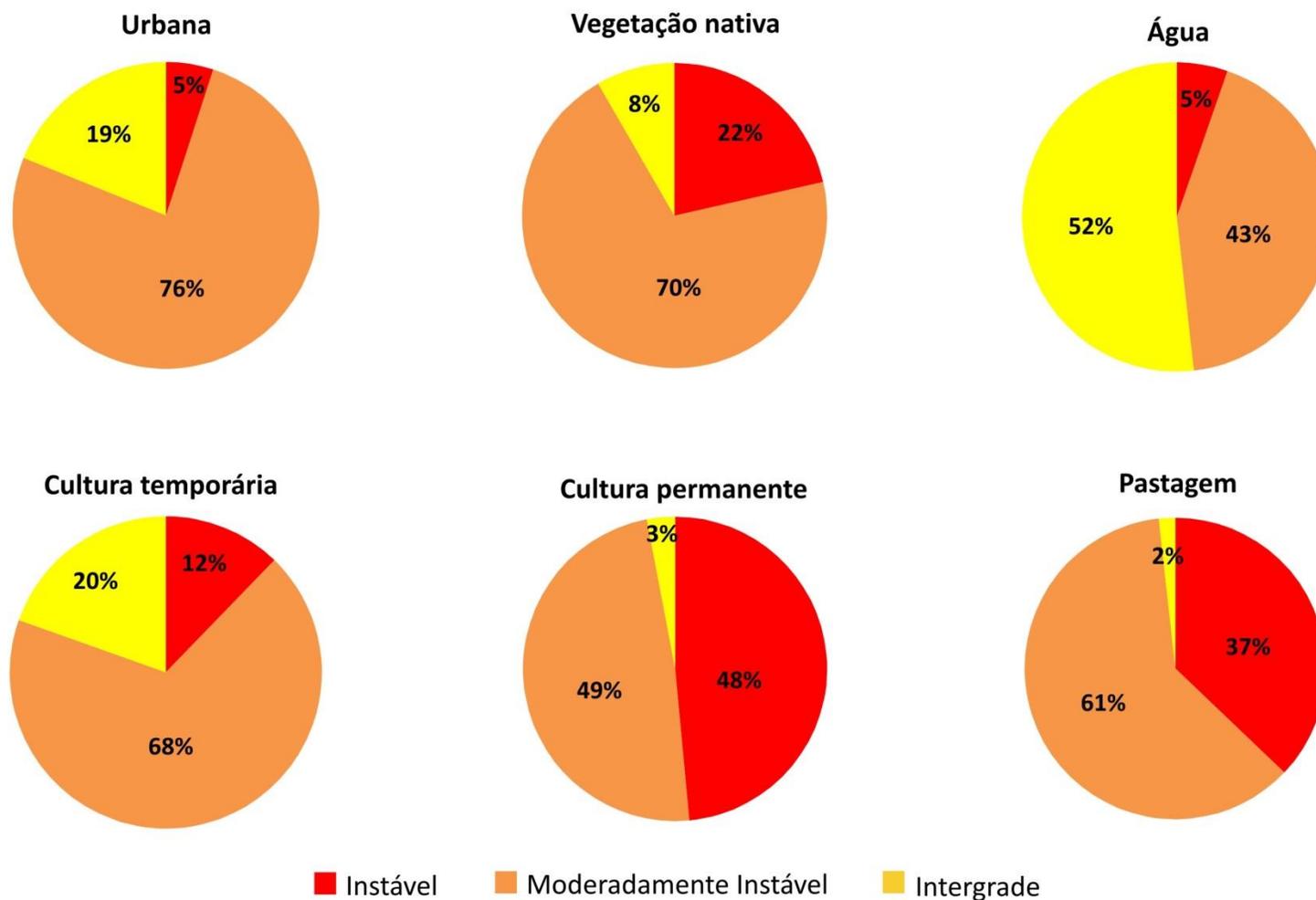


**Gráfico 2:** Tabulação cruzada. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Para melhor visualização e interpretação dos dados referentes a tabulação cruzada entre os dados de uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e a vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, criou-se um conjunto de gráficos das classes de uso e cobertura da terra com as representatividades em porcentagens das classes de vulnerabilidade ambiental (Figura 36).

Entende-se que é de suma importância para tomadas de decisões caracterizar a vulnerabilidade ambiental sob áreas de uso e cobertura da terra para possíveis orientações para gestão, planejamento e manejo do solo, principalmente em áreas *instáveis* com uso e cobertura inapropriadas caracterizando como alto grau de probabilidade de degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú como: assoreamento, contaminação da água e solo, erosão entre outros.

### Percentuais de tabulação cruzada: uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental



**Figura 36:** Conjunto de gráficos de tabulação cruzada entre uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental. **Org.:** Cesar C. Ferreira.

### 5.3 Mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

A partir dos dados apresentados anteriormente sobre tabulação cruzada, foi realizada uma análise hierárquica analítica correlacionando o mapeamento de uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú do ano de 2014 (associados às observações e registros de campo) e do mapeamento de vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, gerando o mapa de probabilidade de degradação ambiental dessa Bacia.

Através do uso integrado de sensoriamento remoto, geoprocessamento e cartografia digital em ambiente de SIG, ponderaram-se alguns valores para classes de uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental, com valores no intervalo de 1 até 3, conforme o grau de probabilidade para degradação ambiental (Tabela 6).

**Tabela 6:** Pesos da probabilidade de degradação ambiental

Região	Uso e cobertura da terra	Pesos	Vulnerabilidade	Pesos
Alto Sucuriú	Urbana	3	Estável	1
	Água	3	Intergrade	2
	Cultura permanente	2,5	Modernamente instável	2,5
	Cultura temporária	2	Instável	3
	Vegetação Nativa	1	-	-
	Pastagem	3	-	-

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Na tabela acima, a cor vermelha escura representa grau  *muito alto*  de probabilidade, a cor laranja representa grau  *alto*  de probabilidade, a cor amarela escura representa grau  *médio*  de probabilidade e a cor amarela representa grau  *baixo*  de probabilidade. No caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, não foi representado o grau de probabilidade  *muito baixo* , pela cor verde.

Para análise hierárquica, considerou-se que o mapeamento de uso e cobertura da terra teria um coeficiente maior em relação à vulnerabilidade ambiental, em função do manejo do solo, tendo em vista: classe  *urbana* , áreas em constantes modificações de ocupação, falta de saneamento e de tratamento de resíduos; classe  *água* , altos índices de assoreamento em função de falta de manejo no uso e cobertura da terra, possíveis pontos de contaminação e alteração da dinâmica hidráulica em função de vários pontos de

represamento de canal; classe *cultura permanente*, representada principalmente pelas plantações de eucalipto, além de notar áreas a importância da rotatividade do uso da terra e a queda da biodiversidade, tendo em vista as grandes extensões plantadas; classe *culturas temporárias*, possíveis áreas com compactação do solo, impossibilitando a impermeabilização do solo, e isso se deve à introdução de maquinários nas produtivas e o controle de agrotóxicos; classe *vegetação nativa*, na qual a importância da manutenção dessas áreas é de suma importância para a qualidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. A classe *pastagem* tem como principal problema sua degradação.

Segundo Veiga (2005), uma pastagem é considerada degradada quando a maior parte da sua superfície é representada por plantas invasoras ou solo descoberto. As causas dessa degradação incluem um ou mais dos seguintes fatores: formação deficiente, falta de manutenção (limpeza e adubação de manutenção), surto severo de pragas e doenças e deficiente manejo de pastagem ou de pastejo (Figura 37) (alta lotação, falta de rotação de pastagem e/ou de descanso suficiente).

<p>Urbana</p> 	<p>Água</p> 	<p>Pastagem</p> 
<p>Grau de probabilidade 3 - Impermeabilização - Dinâmica ocupação - Resíduos</p>	<p>Grau de probabilidade 3 - Reservatórios - Contaminação - Assoreamento</p>	<p>Grau de probabilidade 3 - Pisoteio do gado - Erosão</p>
<p>Cultura permanente</p> 	<p>Cultura temporaria</p> 	<p>Vegetação nativa</p> 
<p>Grau de probabilidade 2,5 - Diversidade de uso - Biodiversidade</p>	<p>Grau de probabilidade 2 - Compactação solo - Agrotóxicos</p>	<p>Grau de probabilidade 1 - Manutenção da vegetação nativa</p>

**Figura 37:** Características fotográficas e grau de probabilidade de degradação ambiental das classes de uso e cobertura da terra. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

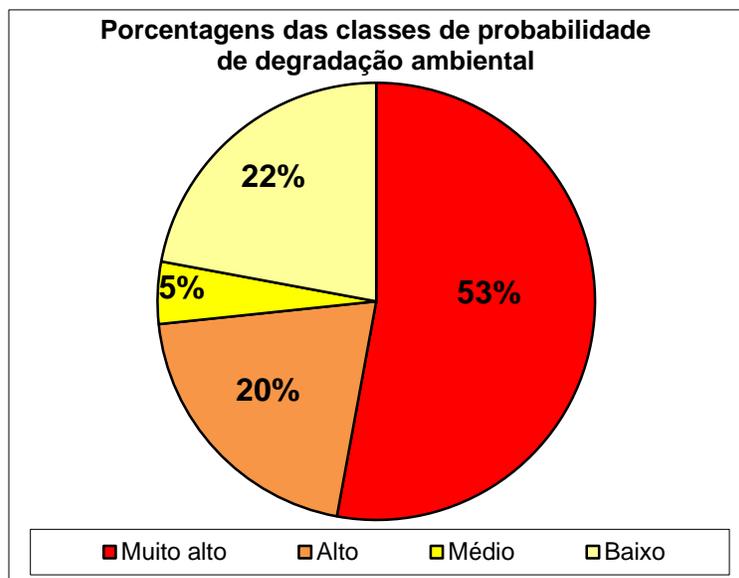
No Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, identificou-se a classe de probabilidade *muito alta* com maior representatividade, que somado com a classe *alta* ocupa uma área de 8.205,31 km<sup>2</sup> (73% do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú), indicando que a gestão ambiental da Bacia, por meios de planejamento, é de suma importância para área, principalmente em regiões urbanas, ambientes aquáticos, áreas de pastagens e plantações de eucalipto. As classes *média* e *baixa* ocupam uma área de 2.987,69 km<sup>2</sup> (Tabela 7), indicando um plano de manejo para áreas de *culturas temporárias* e para áreas de *vegetação nativa*, que necessitam consolidar sua preservação e conservação. A classe *muito baixa* não foi representada em função dos polígonos de valor 1 das classes de uso e cobertura da terra, “vegetação nativa” e a classe de vulnerabilidade ambiental “estável” não se cruzarem espacialmente.

**Tabela 7:** Áreas das classes do mapa de probabilidade de degradação ambiental

<b>Classes</b>	<b>Área – km<sup>2</sup></b>
Muito alto	5.913,96
Alto	2.291,35
Médio	518,64
Baixo	2.469,05
Muito Baixo	0
<b>Total</b>	<b>11.193</b>

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

A classe de probabilidade *muito alta* representa 53% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, encontrada principalmente na região leste e sul da Bacia. Com 20% (Gráfico 3), a classe de prioridade *alta* concentra-se em regiões centrais da Bacia, além de ser bem distribuída em toda área. A classe *média* apresentou-se em suas maiores proporções nas regiões leste e nordeste, representando 5% do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e, por seguinte, a classe *baixa* encontra-se em suas maiores concentrações nas regiões nordeste e central da Bacia e em áreas próximas as margens dos rios e córregos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

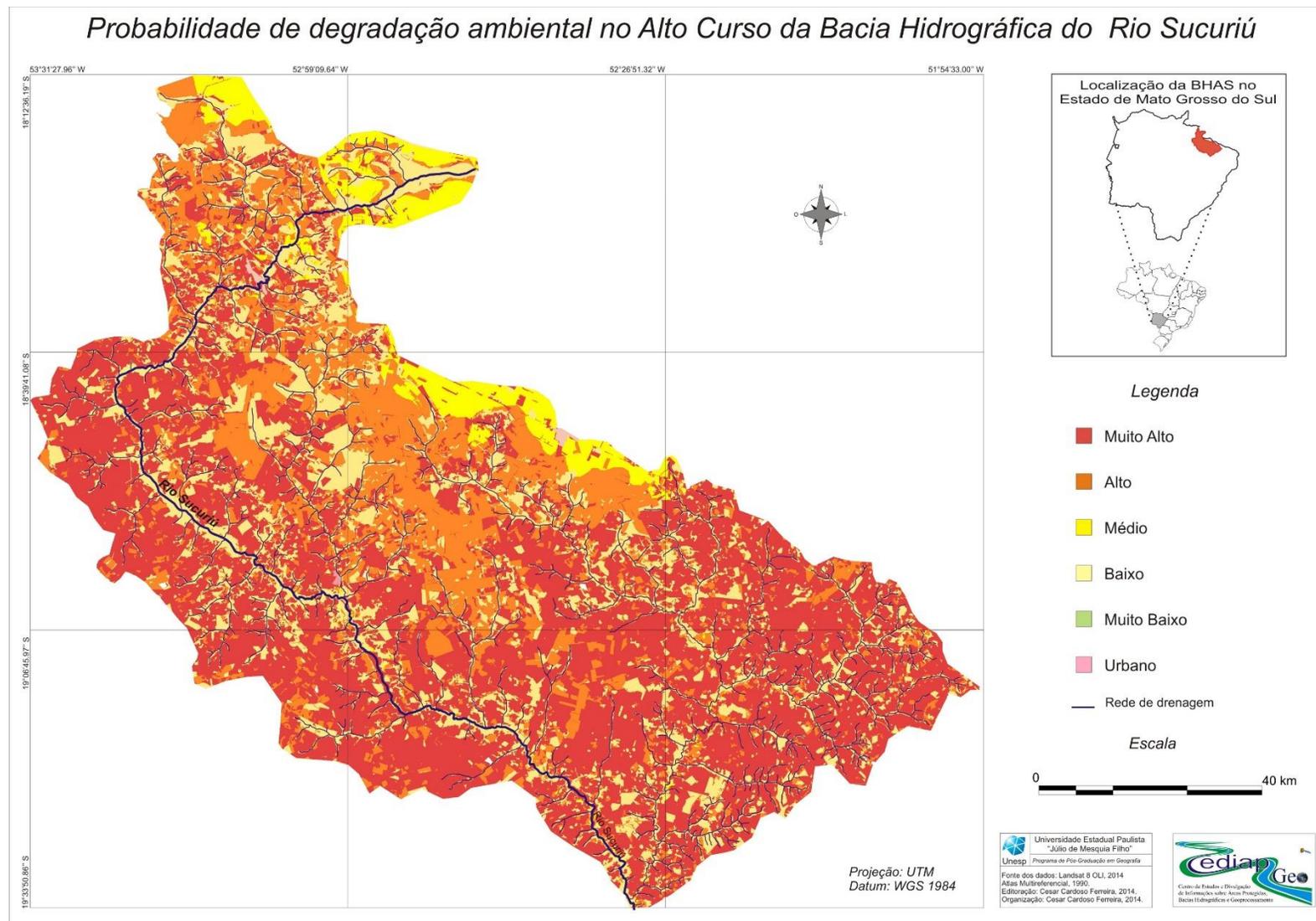


**Gráfico 3:** Porcentagens das classes do mapa de probabilidade de degradação ambiental.

**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Cabe salientar que não é o objetivo desse mapeamento de probabilidade e degradação ambiental (Figura 38) impedir o desenvolvimento urbano e agrário do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, mas de promover subsídios para orientações de uso da terra, para fins de gestão, planejamento e manejo ambiental. O mapa tem o intuito de graduar, qualificar e apontar áreas sujeitas a ações e planos de melhorias, ou seja, a identificação de áreas prioritárias para elaboração de uma estratégia regional ou nacional tendo em vista a conservação da diversidade biológica, considerando o desenvolvimento econômico.

Por fim, a análise de áreas com probabilidade à degradação ambiental teve como finalidade a identificação de padrões espaciais mais apropriados para os futuros usos do solo de acordo com os fatores multidisciplinares apoiados em critérios hierárquicos analíticos. Além disso, a probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é uma significativa variável para a determinação do zoneamento ambiental das paisagens dessa Bacia.

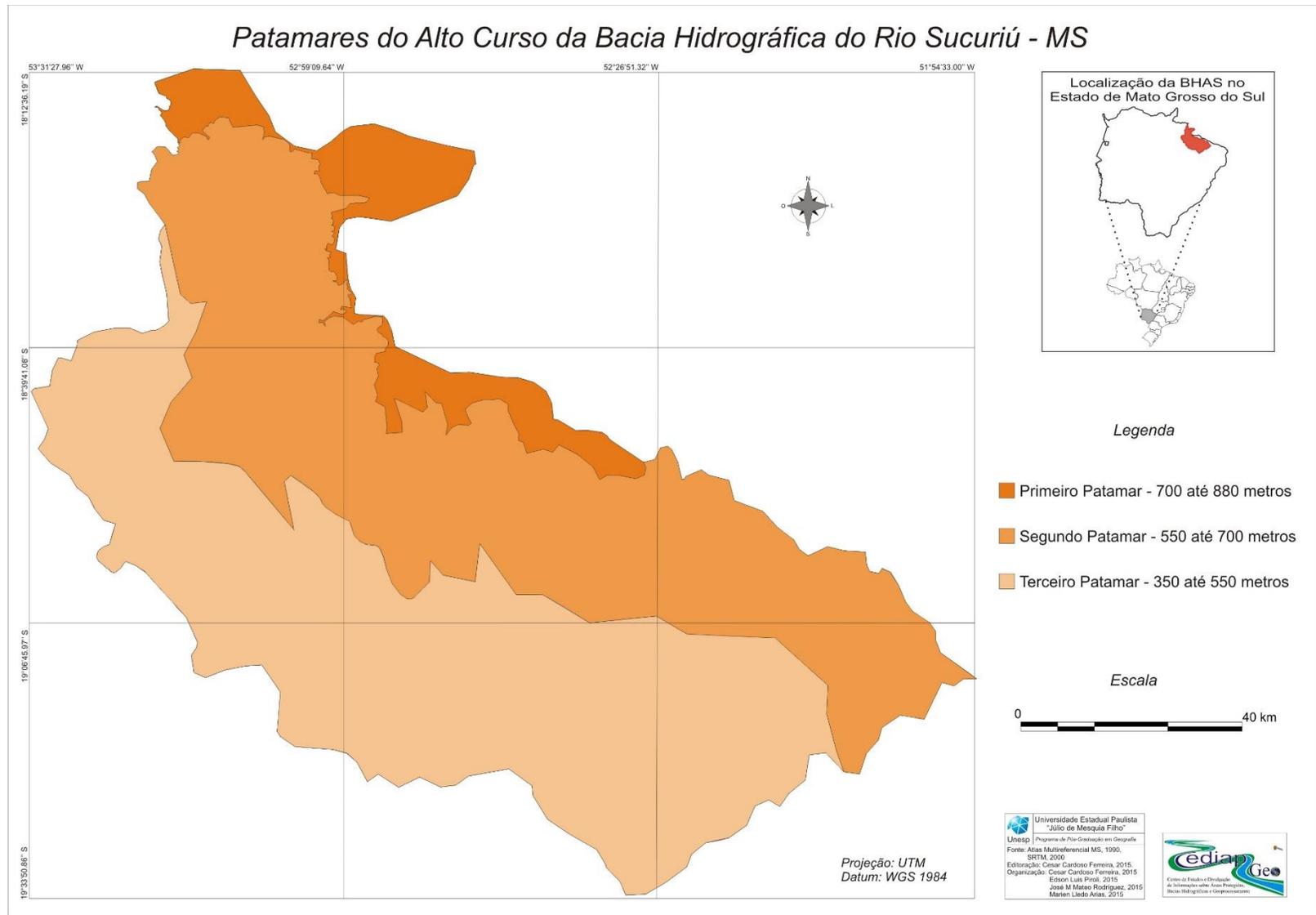


**Figura 38:** Mapa de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

#### 5.4 Análise das Paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

No Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú existem três áreas significativamente homogêneas determinadas como subsistemas e classificadas como: patamar alto, patamar médio e patamar baixo (Figura 39) (ver página 87). Cabe ressaltar que, no interior dos subsistemas/patamares foram identificadas unidades de paisagens conforme as suas singularidades (ver página 88).

Os *patamares altos* estão predominantemente sobre rochas detrito lateríticas e clima úmido, subdivididos em três partes componentes denominadas de unidades paisagísticas: chapada, vertentes suaves e vales. Nas “chapadas” são encontradas predominantemente agricultura de soja, milho e cana de açúcar sobre solos latossolos, nas altitudes entre 750 e 880m com vegetação nativa predominante de cerrado com varjão na região das nascentes do Rio Sucuriú, que está assentada sobre solos gleissolos. Nas “vertentes suaves” predominam as culturas de soja, milho e cana de açúcar sobre solos latossolos em áreas com altitude entre 750 e 880m com vegetação nativa predominante de cerrado e cerradão. Nos “vales” são encontrados predominantemente vegetação nativa de mata ciliar sobre solos hidromórficos e a agricultura é predominantemente de soja, milho e cana de açúcar, implantados sobre solos latossolos com altitude entre 700 e 750m com vegetação nativa predominante de cerrado e veredas em ambientes úmidos. Veredas são das fitofisionomias mais comuns na região, encontradas em posição intermediária de terrenos próximos às nascentes, ou em bordas de matas ciliares e de galeria. De modo geral, agregam mananciais de grande importância para a manutenção de recursos hídricos e possuem concentrações da palmeira *Mauritia flexuosa* (buriti), em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivas e herbáceas, ocupando linhas de drenagem mal definidas (PAGOTTO e SOUZA, 2006). Os *patamares médios* estão localizados sobre rochas de arenito e basalto e clima úmido, subdivididos em três unidades de paisagem: anfiteatros, vertentes e vales. Nos “anfiteatros” são encontrados predominantemente a vegetação nativa de cerrado, cerradão e em altitudes entre 650 e 700m. Nas “vertentes” predominam na agricultura a pastagem além de soja, milho e cana de açúcar sobre solos latossolos com altitude que varia entre 550 e 650m e a vegetação nativa é predominante de cerrado e cerradão. Nos “vales” são encontrados predominantemente vegetações nativas de mata ciliar e veredas em ambientes úmidos sobre solos hidromórficos e pastagem sobre solos latossolos, com altitude entre 500 e 550m.



**Figura 39:** Patamares do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Os *patamares baixos* estão situados sobre rochas de arenito e basalto em clima sub-úmido, subdivididos em três unidades de paisagem: anfiteatros, vertentes e vales. Nos “anfiteatros” são encontrados predominantemente vegetação nativa de cerrado e cerradão, na agricultura predomina a pastagem sobre solos litólicos e neossolos com altitude entre 500 e 550m. Nas “vertentes”, predominam na agricultura pastagem e em seguida soja e cana de açúcar, sobre solos latossolos. Há também a presença de neossolos nas altitudes entre 450 e 500m. Nessa unidade, a vegetação nativa é predominante de cerrado. Nos “vales” são encontrados predominantemente vegetações nativas de mata ciliar sobre solos hidromórficos e pastagem sobre solos latossolos, com altitude entre 350 e 450m. Nessa unidade, a vegetação nativa é predominante de cerrado, cerradão e veredas em ambientes úmidos.

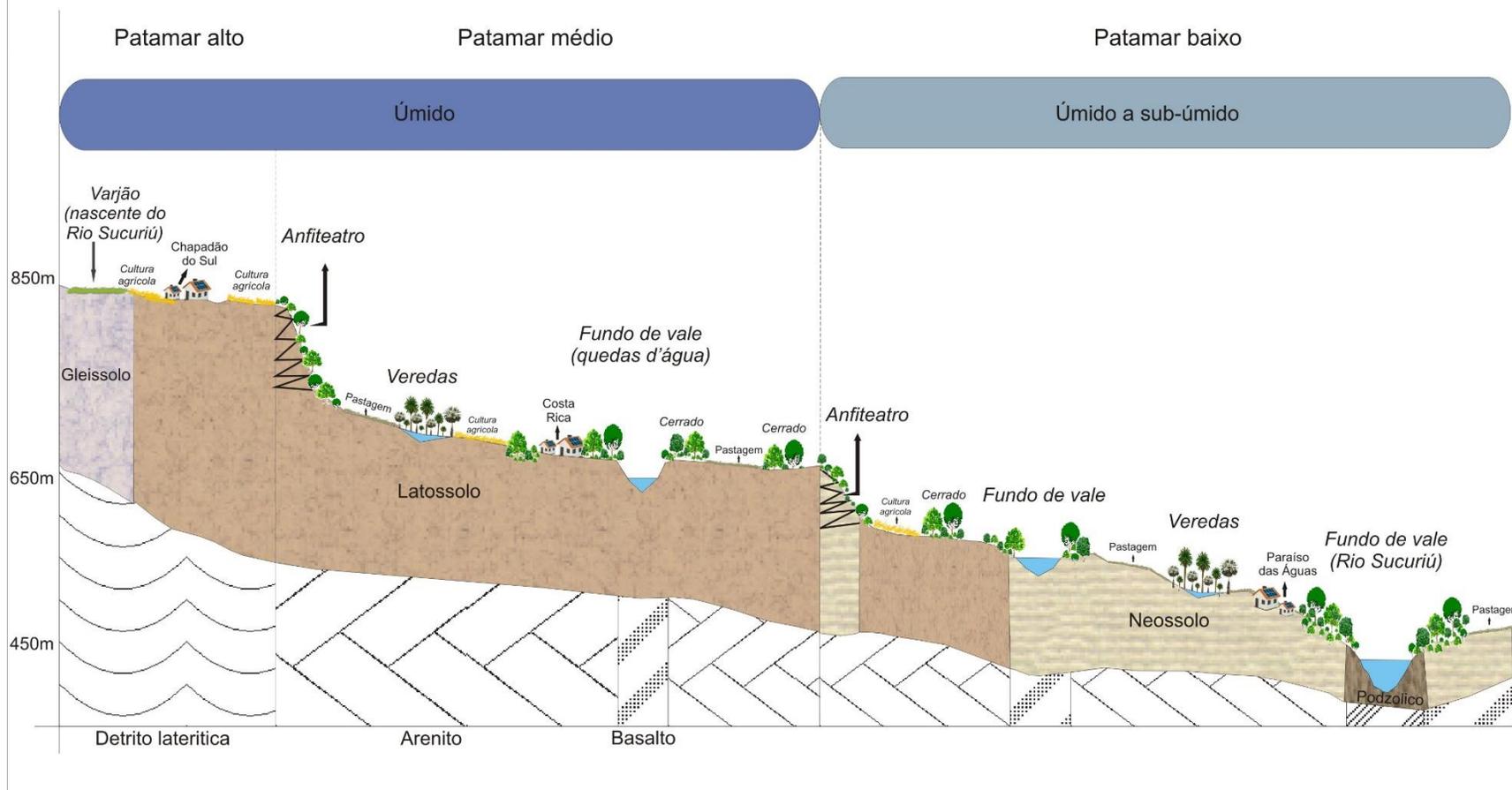
As características das unidades de paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú podem ser melhores visualizadas na figura 40.

Posteriormente à organização da matriz, foi gerada uma legenda da paisagem e um croqui sobre o perfil topopaisagístico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Tanto a legenda da paisagem como o perfil topopaisagístico (Figura 41) foram importantes para a espacialização das unidades paisagísticas da Bacia em forma de mapa (Figura 52).

Clima	Patamar Alto			Patamar Médio			Patamar Baixo		
	Detrito laterítica			Arenito	Basalto		Arenito	Basalto	
	Chapada	Vertentes Suaves	Vales	Anfiteatros	Veretentes	Vales	Anfiteatros	Veretentes	Vales
Úmido	<b>Uso:</b> Soja, milho e cana-de-açúcar <b>Solos:</b> Latossoles e Gleissolos na nascente do Rio Sucuriú <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte e varjão na nascente do Rio Sucuriú <b>Altitude:</b> De 750 até 880 metros	<b>Uso:</b> Soja, milho e cana-de-açúcar <b>Solos:</b> Latossoles <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio porte e Veredas <b>Altitude:</b> De 750 até 880 metros	<b>Uso:</b> Vegetação nativa (mata ciliar), soja e milho e cana de açúcar <b>Solos:</b> Latossoles e hidromórficos <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio porte e Veredas <b>Altitude:</b> De 700 até 750 metros	<b>Uso:</b> Vegetação nativa e pastagem <b>Solos:</b> Litólicos e latossoles <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte <b>Altitude:</b> De 650 até 700 metros	<b>Uso:</b> Pastagem (em maior área) soja, milho e cana de açúcar <b>Solos:</b> Latossoles <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte <b>Altitude:</b> De 550 até 650 metros	<b>Uso:</b> Vegetação nativa (mata ciliar) e pastagem <b>Solos:</b> Latossoles <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto e veredas <b>Altitude:</b> De 500 até 550 metros	-	-	-
Sub-Úmido	-	-	-	-	-	-	<b>Uso:</b> Vegetação nativa e pastagem <b>Solos:</b> Litólicos e neossolos <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte <b>Altitude:</b> De 500 até 550 metros	<b>Uso:</b> Pastagem (em maior área), soja e cana de açúcar <b>Solos:</b> Latossoles (em maior área) e neossolos <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte <b>Altitude:</b> De 450 até 500 metros	<b>Uso:</b> Vegetação nativa e pastagem (mata ciliar) e pastagem <b>Solos:</b> Latossoles, neossolos e podzólicos <b>Vegetação:</b> Cerrado de médio e alto porte e veredas <b>Altitude:</b> De 350 até 450 metros

**Figura 40:** Matriz da paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar C. Ferreira e José M. Mateo Rodríguez.

*Croqui - Perfil topopaisagístico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú*



**Figura 41:** Croqui do perfil topopaisagístico do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

**Elaboração:** Cesar C. Ferreira e José M. Mateo Rodríguez.

Sobre a paisagem natural os planaltos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú aparentemente são os mesmos do Estado de São Paulo, mas há algumas diferenças fundamentais. Estes planaltos são formados por mais superfícies planas e dissecadas. Eles consistem principalmente de arenitos e em parte basaltos.

No *patamar alto*, *singularidades* como o planalto se estende no norte, na fronteira com o Estado de Goiás. No geral, levemente inclinadas do vale. Em algumas áreas foram observadas inclinações florestadas e íngremes. O planalto no *patamar alto* apresenta altos níveis altimétricos com alguns vales caracterizados como endorreico, com presença de buritizal (Figura 42). O rio principal tem em sua nascente uma superfície plana, que se mostra em uma pequena lagoa com uma área deprimida quase imperceptível, claramente não como uma planície permitindo um escoamento concentrado para além dos limites da superfície, além disso, em seu entorno é caracterizado pela produção agrícola (Figura 42).



**Figura 42:** Nascentes do Rio Sucuriú e áreas de veredas. **Fonte:** Equipe de campo.

Esse planalto (supracitado) de 800 metros é ocupado principalmente por culturas temporárias como soja, algodão, sorgo, milho e atualmente com a inserção do cultivo de cana de açúcar. A cidade de Chapadão do Sul está localizada na referida superfície, o

divisor de águas tem altitude de 840 metros, onde tais culturas temporárias predominam. Esse patamar com características geomorfológicas planas foi o palco escolhido pelo agronegócio (Figura 43) para instalar o seu domínio no sistema. Superfícies planas, solo profundo de boa qualidade produtiva com água suficiente e estabilidade agrícola relativamente elevada, são excelentes condições selecionadas para fornecer uma base para a ocupação do agronegócio. Há presença de florestas úmidas nas encostas íngremes e vales profundos. Apenas em algumas áreas de vegetação rasteira são encontrados terraços e também foram observados sistemas de irrigação. A dominação da natureza, a homogeneidade, o único padrão espacial é marca nessa paisagem.



**Figura 43:** Vista aérea da cidade de Chapadão do Sul e a produção agrícola em seu entorno.  
**Fonte:** Correio News, 2014 e Equipe de campo.

No *patamar médio* de 600 metros *singularidades* como estruturas parecidas com pilares são a continuação dos planaltos de 800 metros. Em geral, é ligeiramente inclinado e ocupado pela plantação de soja. Na realidade, os dois patamares formam mesetas caracterizadas como unidades geomorfológicas de anfiteatros (Figura 44), com suas respectivas fontes formando em ambos os platôs. No planalto de 600 metros foram

observadas encostas suaves de conexão, que estão se comunicando com a referida superfície.



**Figura 44:** Anfiteatros. **Fonte:** Equipe de campo.

O *patamar baixo* de 400 metros ocupa quase a metade da *Bacia singularidades* como uma vasta superfície inclinada ligeiramente e dissecada sob grande forma tabular que se abre suavemente para o fundo do vale. Nesse planalto, na porção oeste é constatada uma área ampla de depósitos de areia, que são cortadas por pequenos anfiteatros. O platô inteiro é cortado pelo leito do rio, que é delimitado por um nível de terraço coberto com mata ciliar (Figura 45). Nos canais dissipadores são, por vezes, observadas as formas de ressurgimento com acumulação arenosa.



**Figura 45:** Mata ciliar. **Fonte:** Equipe de campo.

Além disso, no patamar baixo destacam-se outras singularidades como as áreas caracterizadas como rampa de areia, com predomínio de pastagens (Figura 46). Isso se deve, em primeiro lugar pelo baixo potencial agrícola por causa do solo arenoso, uma vez que o mesmo predomina na ocupação que se baseou na cultura de pastoreio do final do século XIX. No entanto, um processo de acumulação perceptível é notado na rampa de areia (porção oeste da Bacia) e nos fundos de vale, resultando em alterações negativas generalizadas nos rios que atingem até mesmo o Rio Paraná: tudo sendo o resultado do processo de erosão intensa.



**Figura 46:** Rampas arenosas. **Fonte:** Equipe de campo.

Em relação à paisagem antrópica, o patamar alto de 800 metros tem como *singularidades* a ocupação por culturas temporárias que é caracterizada atualmente como com potencial agrícola, tendo sido implantada por agricultores gaúchos a partir de 1972. O modelo do agronegócio foi instalado expressivamente na região, tendo em conta um padrão espacial e territorial típico. Grandes áreas são utilizadas de forma uniforme, com uso de fertilizantes e herbicidas e intensa mecanização em todas as fases de produção. Tais características e organização da paisagem foram observadas principalmente em Chapadão do Sul, além disso, foi notória a presença de instalações que apoiam o agronegócio como

oficinas, fábricas, armazéns, escritórios administrativos, centros comerciais e de serviços entre outros (Figura 47). Outro aspecto importante que auxilia a produção agrícola nessa região é a rede rodoviária e férrea, estrutura importante que otimiza a logística de transporte dessa produção.



**Figura 47:** Comércio agrícola – Chapadão do Sul. **Fonte:** Equipe de campo.

O maior Produto Interno Bruto per capita do Estado de Mato Grosso do Sul em 2011 ocorreu na Microrregião de Cassilândia (Cassilândia, Chapadão do Sul e Costa Rica) predominantemente no *patamar alto* com R\$ 29.858,00 resultado de uma participação de 3,72% na economia Estadual, e um baixo coeficiente populacional (2,47%) da população residente em Mato Grosso do Sul, sendo que o município de Chapadão do Sul foi o detentor do maior PIB per capita dessa Microrregião, estimado em R\$ 40.106,00 naquele ano. O resultado do valor da produção de bens e serviços mensurados pelo Produto Interno Bruto possibilita o cálculo do PIB *per capita* da economia de um país, estado, região ou município, pois representa o resultado estatístico da riqueza produzida em cada período, distribuído pela respectiva população residente (SEMAC, 2013). No caso desta pesquisa destacamos Chapadão do Sul e Costa Rica por terem significativas áreas territoriais inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e pela sua posição no ranking dos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul (Tabelas 8 e 9).

**Tabela 8:** PIB PER CAPITA MUNICIPAL (R\$) – Chapadão do Sul

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Chapadão do Sul</b>	20.601	19.552	27.789	31.007	35.789	34.716	40.706
	<b>Ranking Estadual</b>						
	2	2	1	1	1	1	1

**Fonte:** SEMAC, 2013 **Organização:** Cesar Cardoso Ferreira.

**Tabela 9: PIB PER CAPITA MUNICIPAL (R\$) – Costa Rica**

Costa Rica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	16.566	14.573	18.377	21.104	21.571	25.922	32.632
	Ranking Estadual						
	6	11	6	7	7	6	3

Fonte: SEMAC, 2013 Organização: Cesar Cardoso Ferreira.

Notou-se a importância dos municípios inseridos no *patamar alto*, em relação aos aspectos econômicos como: Chapadão do Sul, considerado o município agrícola do Estado com grande potencial produtivo de culturas temporárias (milho, sorgo, algodão, soja), Costa Rica, atualmente com grande área destinada à pecuária e culturas temporárias, destacando-se a cana-de-açúcar, além da PCH (Pequena Central Hidrelétrica Costa Rica).

Na cidade de Costa Rica está localizado o Parque Municipal Natural, onde se encontra a maior queda d'água (cachoeira) do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, denominada de Salto do Majestoso (Figura 48), com 60 metros de altura no Rio Sucuriú. Além disso, no referido parque existem outros saltos com tamanhos inferiores. Atualmente, algumas dessas quedas d'água já são usadas como PCH (Figura 48) e há planos para novas construções desse tipo de empreendimento, por exemplo, na localidade Ponte de Pedra.



**Figura 48:** Vista aérea da represa da PCH Costa Rica e do Salto Majestoso no Rio Sucuriú.

Fonte: <http://aventureemcostarica.blogspot.com.br> e <http://www.dmconstrutora.com.br>

No *patamar baixo* está Paraíso das águas, com grande produção de eucalipto, culturas temporárias e com a PCH Paraíso das Águas. É importante destacar que Paraíso

das Águas até 2011 era considerado como distrito do município de Costa Rica, após essa data ocorreu sua emancipação (Anexo 1 e 2).

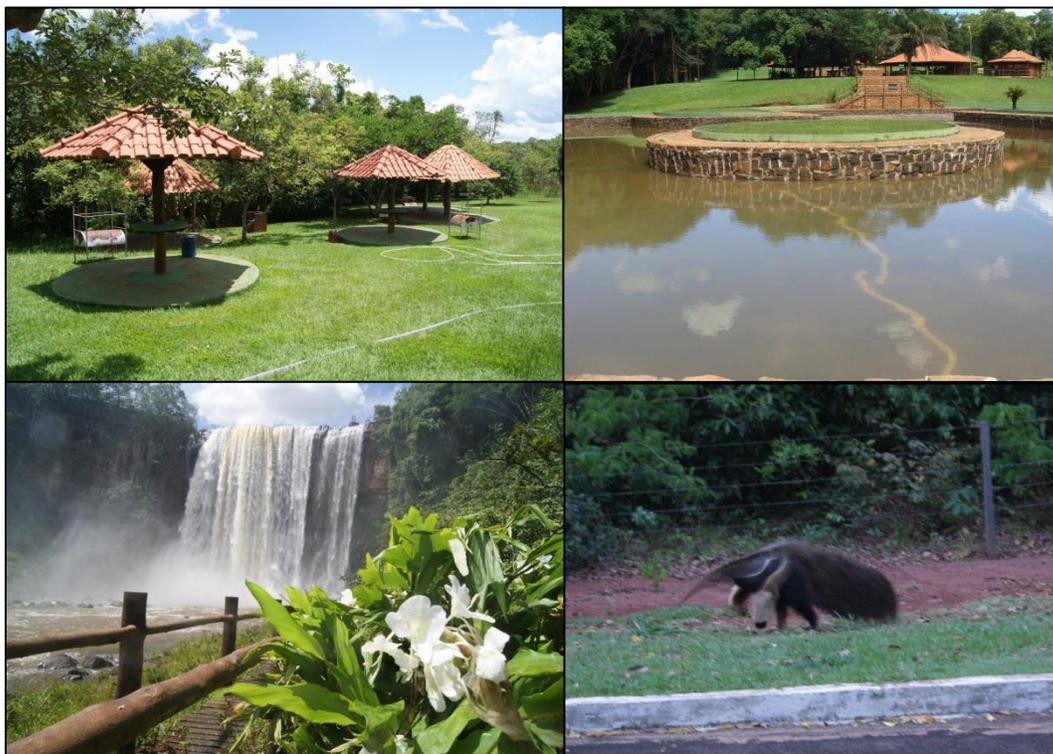
Em relação à paisagem cultural, pode-se falar de uma paisagem do agronegócio, representada por simbolismo nas cidades, principalmente em Chapadão do Sul, considerada como capital do estado da agricultura. A cidade Chapadão do Sul é uma cidade pequena, com casas modernas de alto padrão e alguns padrões urbanos modernos, como ruas largas, passeios com palmeiras no centro, além disso, outros símbolos que marcam a pegada da paisagem nessa cidade: o chimarrão, característico da identidade gaúcha, o avião, o trator, que são marcas registradas do domínio do agronegócio. Apenas um tatu foi constatado como símbolo da natureza representativa (Figura 49).



**Figura 49:** Monumentos – Chapadão do Sul. **Fonte:** Equipe de campo.

Na cidade de Costa Rica observou-se a entrada gradual do agronegócio, caracterizada principalmente pela cana de açúcar, que se reflete em transformações na cidade (comércio e serviço). Além disso, a caracterização da área urbana é dada como: praça central com a prefeitura, moderna igreja matriz católica, algumas casas de madeira de baixo padrão e comércio limitado às questões agrícolas. Juntamente com a falta de símbolos, constituem o patrimônio da paisagem mais primitivo, porém, é, evidente a boa

estrutura do Parque Municipal Natural (Figura 50), com restaurante, quiosques, piscinas e várias atividades como: rapel, rafting, tirolesa e exploração das trilhas ecológicas.

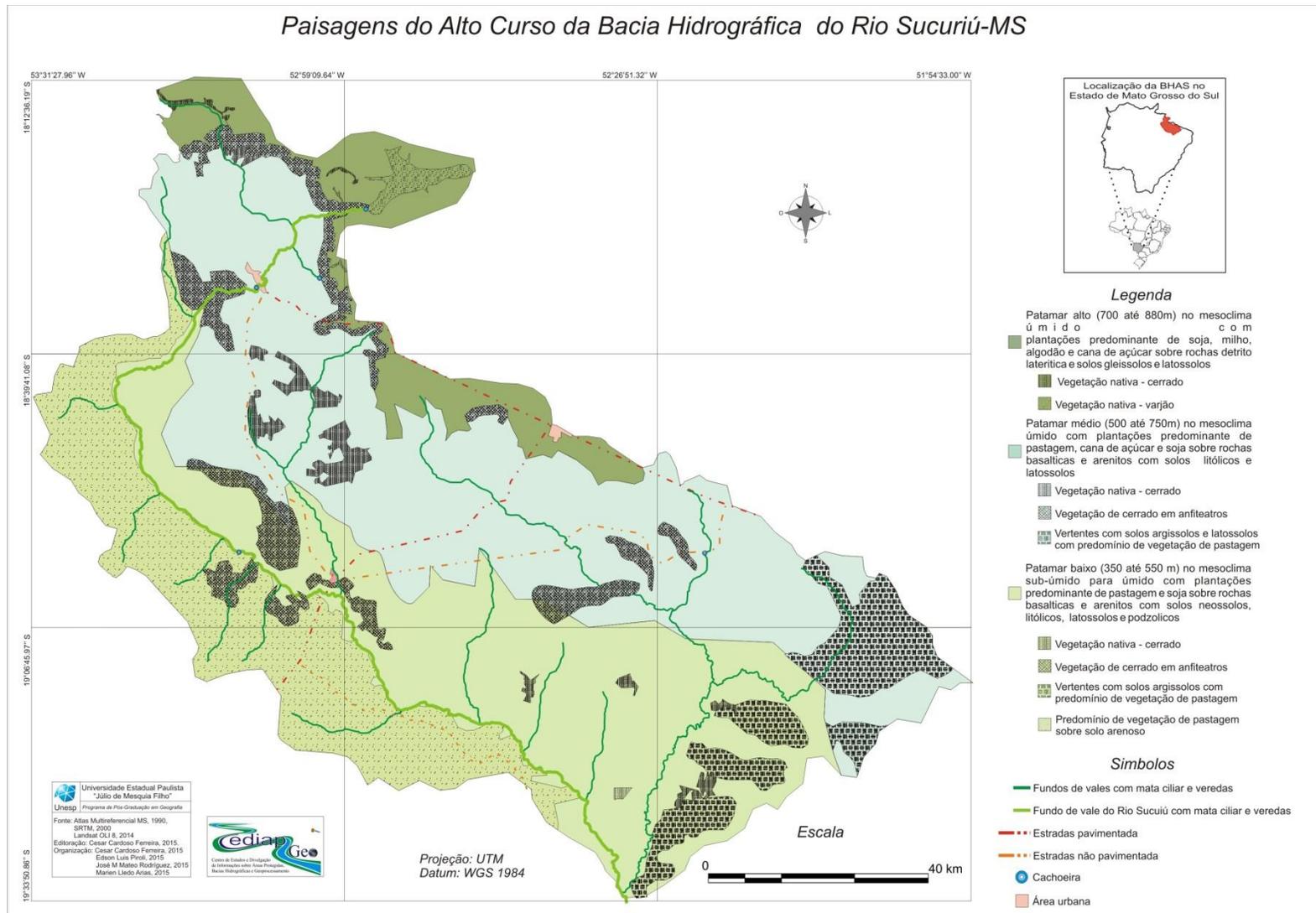


**Figura 50:** Parque Municipal Natural do Sucuriú – Costa Rica. **Fonte:** Equipe de campo.

A cidade de Paraíso das Águas é reflexo de uma paisagem pastoril. Não há quase nenhuma infraestrutura moderna. Casas de madeira são abundantes com padrão médio e uma igreja afastada do centro se destaca como um marco (Figura 50). A prefeitura ocupa um prédio na principal via da cidade (Avenida Manoel R. da Cruz) (Figura 51). Esse município foi emancipado há quatro anos, com isso, foram constatadas deficiências no setor público administrativo em relação à base de dados e informações geográficas, ambientais, econômicas e sociais. Tais paisagens descritas podem ser visualizadas na figura 52.



**Figura 51:** Área urbana – Paraíso das Águas. **Fonte:** Equipe de campo



**Figura 52:** Mapa da Paisagem do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar C. Ferreira, José M. Mateo Rodríguez e Edson L. Piroli.

#### **5.4.1 Vulnerabilidade ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia hidrográfica do Rio Sucuriú**

Na análise das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú prevaleceu o estado *intergrade* seguido pelo *moderadamente instável* e *instável*. A base de informações para determinar a vulnerabilidade ambiental das paisagens na Bacia foi o mapa de paisagens associados aos dados de vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (ver página 90 e 91), apoiado nas observações de campo objetivando o refinamento das informações sobre a vulnerabilidade ambiental das paisagens da Bacia.

A unidade de paisagem com estado *instável* foi observada no *patamar baixo* (350 até 550 m) no mesoclima sub-úmido para úmido com culturas predominantes de pastagem e soja, sobre rochas basálticas e arenitos com solos neossolos, litólicos, latossolos e argissolos, mais especificamente com predomínio de pastagem sobre solo arenoso. Nesse mesmo patamar, observou-se que onde há vegetação de cerrado e nos anfiteatros a estabilidade foi *integrade* e nas vertentes com solos argissolos com predomínio de vegetação de pastagem a estabilidade foi *moderadamente instável*.

Em relação ao *patamar médio* (500 até 750m), no mesoclima úmido observou-se plantações predominantes de pastagem, cana de açúcar e soja, sobre rochas basálticas e arenitos com solos litólicos e latossolos e a vegetação nativa de cerrado com a estabilidade *intergrade*. Já na vegetação de cerrado em anfiteatros e nas vertentes com solos argissolos e latossolos, com predomínio de vegetação de pastagem, a estabilidade foi *modernamente instável*.

No *patamar alto* do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (700 até 880m), no mesoclima úmido com plantações predominante de soja, milho, algodão e cana de açúcar, sobre rochas detrito laterítica e solos gleissolos e latossolos, com vegetação nativa de cerrado e varjão prevaleceu a vulnerabilidade *intergrade*.

O estado *estável* não foi identificado no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, pois os dados fisiográficos geoambientais (geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia e vegetação) não foram sobrepostos cartograficamente. Desse modo, a sobreposição cartográfica pelo processo de análise hierárquica em sistemas de informações geográficas, apoiados teoricamente na proposta da ecodinâmica de Tricart 1973, adaptada por Crepani (2001), revelou que as paisagens na área de estudo não se encontram em estado

*estável*. Somente uma unidade encontra-se em estado *instável* as pastagens sobre os solos arenosos ou neossolos quartzarênicos.

Especialmente registrou-se que o estado *moderadamente instável* foi identificado nos *patamares médio e baixo*, o estado *intergrade* foi predominante no *patamar alto* e no *patamar médio* foi registrado esse estado na vegetação de cerrado e no *patamar baixo* na vegetação de cerrado e na vegetação dos anfiteatros. O estado *instável* teve predomínio no *patamar baixo*.

Para a determinação da vulnerabilidade foram adotados pesos de 1 até 3, estabelecidos conforme os critérios definidos: geomorfologia - amplitude do relevo e a densidade de grau de dissecação; geologia - o grau de coesão das rochas; pedologia - maturidade dos solos e lixiviação; vegetação – densidade e climatologia – precipitação (Figuras 53 e 54).

Unidades		Vulnerabilidade ambiental					Situação	
Patamar	Classe	Geologia	Geomorfologia	Pedologia	Clima precipitação	Vegetação	Somatório	Classificação
Alto	Vegetação cerrado	2	2	1	2,5	2	9,5	1,9
	Vegetação varjão	2	2,5	2	2,5	1	10	2
Médio	Vegetação cerrado	3	2,5	1	2,5	1	10	2
	Vegetação cerrado em anfiteatros	3	2,5	3	2,5	1	12	2,4
	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem	3	2,5	1	2,5	2,5	11,5	2,3
Baixo	Vegetação cerrado	3	2,5	1	2	1	9,5	1,9
	Vegetação cerrado em anfiteatros	3	2,5	1	2	1	9,5	1,9
	Solos argissolos com predomínio de pastagem	3	2,5	2	2	2,5	12	2,4
	Solos arenosos com predomínio de pastagem	3	2	3	2	3	13	2,6

Classe	Intervalo	Legenda
Estável	0 - 1	
Intergrade	1 - 2	
Moderadamente Instável	2 - 2,5	
Instável	2,5 - 3	

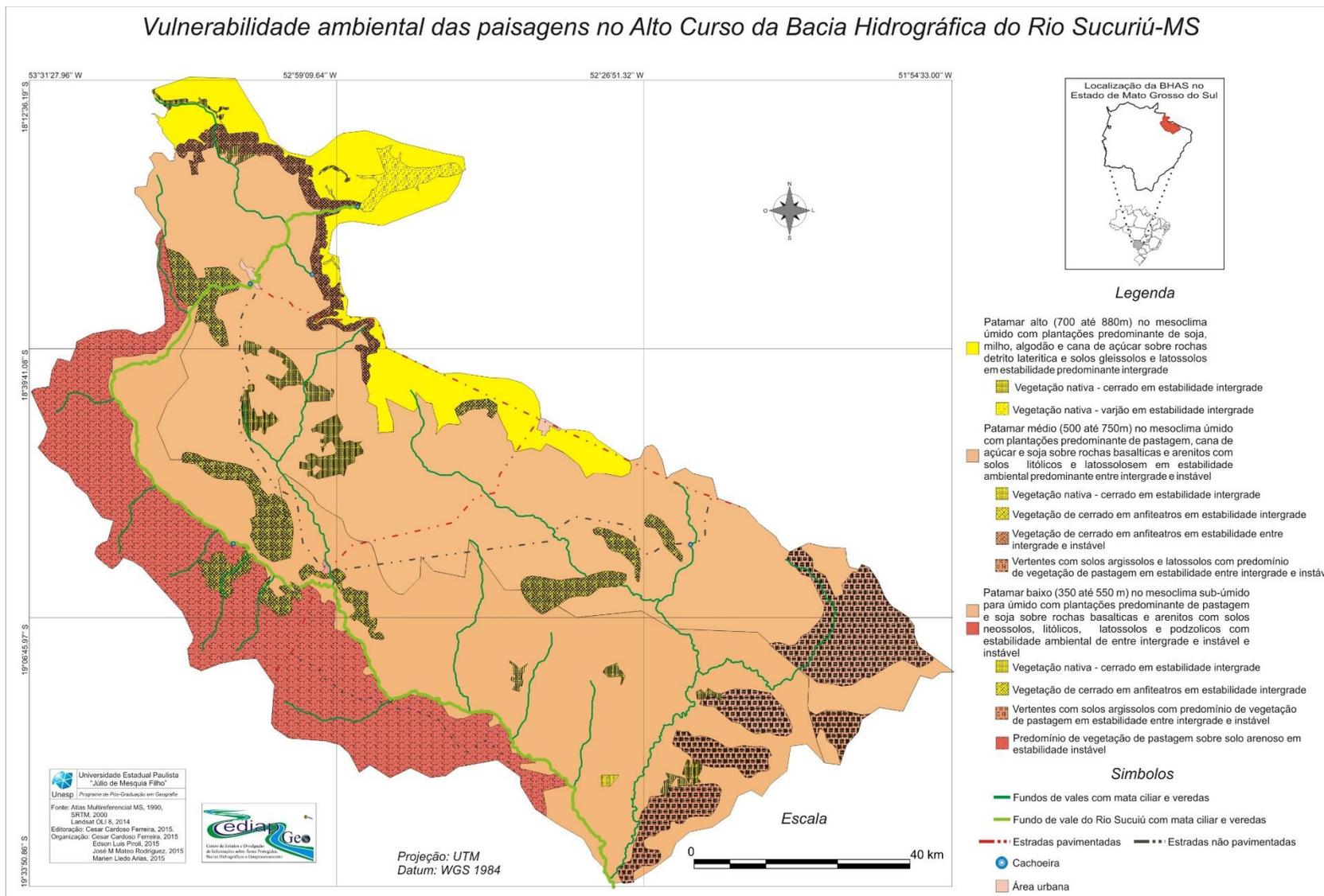
**Nota:** A matriz acima de vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foi gerada com base no mapa de vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e com o mapa das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, além das observações detalhadas em campo associados. Tal matriz serviu de base para o mapeamento da vulnerabilidade das paisagens.



Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Fonte: Atlas Multireferencial MS, 1990, Landsat OLI 8, 2014  
 Editoração: Cesar Cardoso Ferreira, 2015.  
 Organização: Cesar Cardoso Ferreira, 2015  
 José M Mateo Rodríguez, 2015

**Figura 53:** Matriz da vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar C. Ferreira.



**Figura 54:** Mapa da vulnerabilidade ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elab.:** Cesar C. Ferreira.

#### 5.4.2 Degradação ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

As degradações ambientais nas paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram divididas nas seguintes categorias: erosão, assoreamento, resíduos sólidos e perda da biodiversidade. Além disso registrou-se as ocorrências dessas categorias por unidade da paisagem (Ver páginas 93 e 94).

Interpretou-se como erosão os processos de deslocamento de solos. No caso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram observadas nas unidades de paisagens com maior intensidade em áreas urbanas e em solos arenosos com predomínio de pastagem. No caso das áreas urbanas, registrou-se em Costa Rica-MS uma erosão de grande porte proporcionando risco de desmoronamento da rodovia MS-316, que possibilita o acesso a principal via da cidade a Avenida José Ferreira da Costa (Figuras 55 e 56).



**Figura 55:** Erosão - área urbana de Costa Rica.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.



**Figura 56:** Via marginal (construção) à MS-316.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.

Em relação ao assoreamento no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, interpretou-se como o acúmulo de sedimentos no fundo dos rios (Figura 57). Nesse sentido, na Bacia o assoreamento está ligado principalmente a dois processos: erosão e extração de areia. As paisagens mais afetadas pelo assoreamento no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram: fundos de vales com mata ciliar e veredas. Além disso, notou-se que as estradas não pavimentadas é um significativo elemento potencializador para os processos de assoreamento (Figura 58).



**Figura 57:** Assoreamento, afluente do rio Indaiá.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.



**Figura 58:** Estrada não pavimentada – MS 316.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.

Sobre os resíduos sólidos no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram registrados principalmente nas áreas urbanas da Bacia (Figuras 59 e 60), e são caracterizados pela descarga de materiais sobre o solo sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, resultando, por exemplo, em proliferação de vetores de doenças, geração de mau odor e principalmente poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais pela infiltração do chorume. Atualmente como solução existe a possibilidade de criação de aterros sanitários, processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas visando a minimização da poluição ambiental e proteção à saúde pública. Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.



**Figura 59:** Resíduo sólido – Paraíso das Águas.  
**Fonte:** Quirino *et al*, 2013.



**Figura 60:** Resíduo sólido – Costa Rica.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.

A perda de biodiversidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi avaliada a partir da questão do desmatamento, ou seja, no processo de remoção total ou parcial da vegetação nativa em uma determinada área o que destrói o habitat das espécies animais e extingue espécies vegetais. Geralmente, esse processo ocorre para fins econômicos, visando à utilização comercial da madeira das árvores e o aproveitamento dos solos para a agricultura, pecuária, mineração e construção de barragens para hidrelétricas (Rodolfo Alves Pena). Em maio de 2012, foi sancionado o novo Código Florestal Brasileiro, uma revisão à legislação anterior, de 1965. Nesse código, nas propriedades com área de até quatro módulos fiscais e que desmataram antes de 22 de julho de 2008, não precisam recompor a reserva legal.

Nesse sentido, com base nas campanhas de campo, interpretou-se que no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú o desmatamento está associado à produção agrícola (Figuras 61 e 62). Assim, observou-se que embora o atual modelo de desenvolvimento rural e agrícola do Brasil está passando por uma transição, o grande desafio é superar a dicotomia entre produção e proteção ambiental, por meio da integração dos objetivos e instrumentos das políticas ambientais e agrícolas dentro do marco geral do desenvolvimento sustentável (MMA - Ministério do Meio Ambiente). Além disso, segundo Ferreira (2011), na área de estudo no ano de 2010 a classe de vegetação nativa ocupava 29,68% do total da área do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e conforme constatado no mapeamento de uso e cobertura no ano de 2014 a classe de vegetação nativa ocupa uma área de 22,07% da área total da Bacia, ou seja, 7,61% da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foram desmatadas, tal desmatamento deu-se lugar principalmente no uso de pastagens.



**Figura 61:** Troncos de árvores – Desmatamento.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.



**Figura 62:** Área desmatada.  
**Fonte:** Equipe de campo, 2015.

### Amostras fotográficas de degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

**Localização da BHAS no Estado de Mato Grosso do Sul**

**Categorias de degradações ambientais**

- Erosão
- Assoreamento
- Resíduo sólido
- Perda da biodiversidade

**Nota:** Contextos dos tipos de degradações ambientais:  
*Erosão* - processo mecânico de remoção de solo que atua na superfície em profundidade.  
*Assoreamento* - ato de encher com sedimento ou outros materiais detríticos uma baía, um lago, rio ou mar.  
*Resíduo sólido* - descarte de resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas.  
*Perda da biodiversidade* - associada ao desmatamento

Unesp Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Programa de Pós-Graduação em Geografia  
 Fonte: Cesar C. Ferreira e LAPGEO, 2014.  
 Editoração: Cesar Cardoso Ferreira, 2015.  
 Organização: Cesar Cardoso Ferreira, 2015.

ediar Geo Centro de Estudos e Divulgação de Informações sobre Áreas Protegidas Bacias Hidrográficas e Geoprocessamento

**Figura 63:** Levantamento fotográfico de degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

As unidades de paisagens com mais ocorrências de diferentes categorias de degradação foram: os solos arenosos com predomínio de pastagem, estradas não pavimentadas e as áreas urbanas conforme classificado na matriz (Figura 64) e especializados no mapa de degradação ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (Figura 65).

Unidades		Tipo de degradação				Situação	
Patamar	Classe	Erosão	Assoreamento	Resíduos sólidos	Perda de biodiversidade	Somatório	Classificação
Alto	Vegetação cerrado	1	1	0	2,5	4,5	1,1
	Vegetação varjão	1	1	0	1	3	0,75
Médio	Vegetação cerrado	1	0,5	0	2	3,5	0,87
	Vegetação cerrado em anfiteatros	0	0	0	1	1	0,25
	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem	2	2	0	2	6	1,6
Baixo	Vegetação cerrado	1	0,5	0	2	3,5	0,87
	Vegetação cerrado em anfiteatros	0	0	0	1	1	0,25
	Solos argissolos com predomínio de pastagem	2	1,5	0	2	5,5	1,37
	Solos arenosos com predomínio de pastagem	2,5	2	0	2	6,5	1,62
Feições							
Fundo de vales com mata ciliar e veredas		1,5	1,5	0,5	2	5,5	1,37
Fundo de vale do Rio Sucuriú com mata ciliar e veredas		1	0,5	0,5	1,5	3,5	0,87
Estradas não pavimentadas		2,5	1,5	2	0,5	6,5	1,62
Estradas pavimentadas		0	0	0,5	0,5	1	0,25
Cachoeira		0	0	0	0,5	0,5	0,12
Área Urbana		2,5	1,5	2,5	0,5	7	1,75

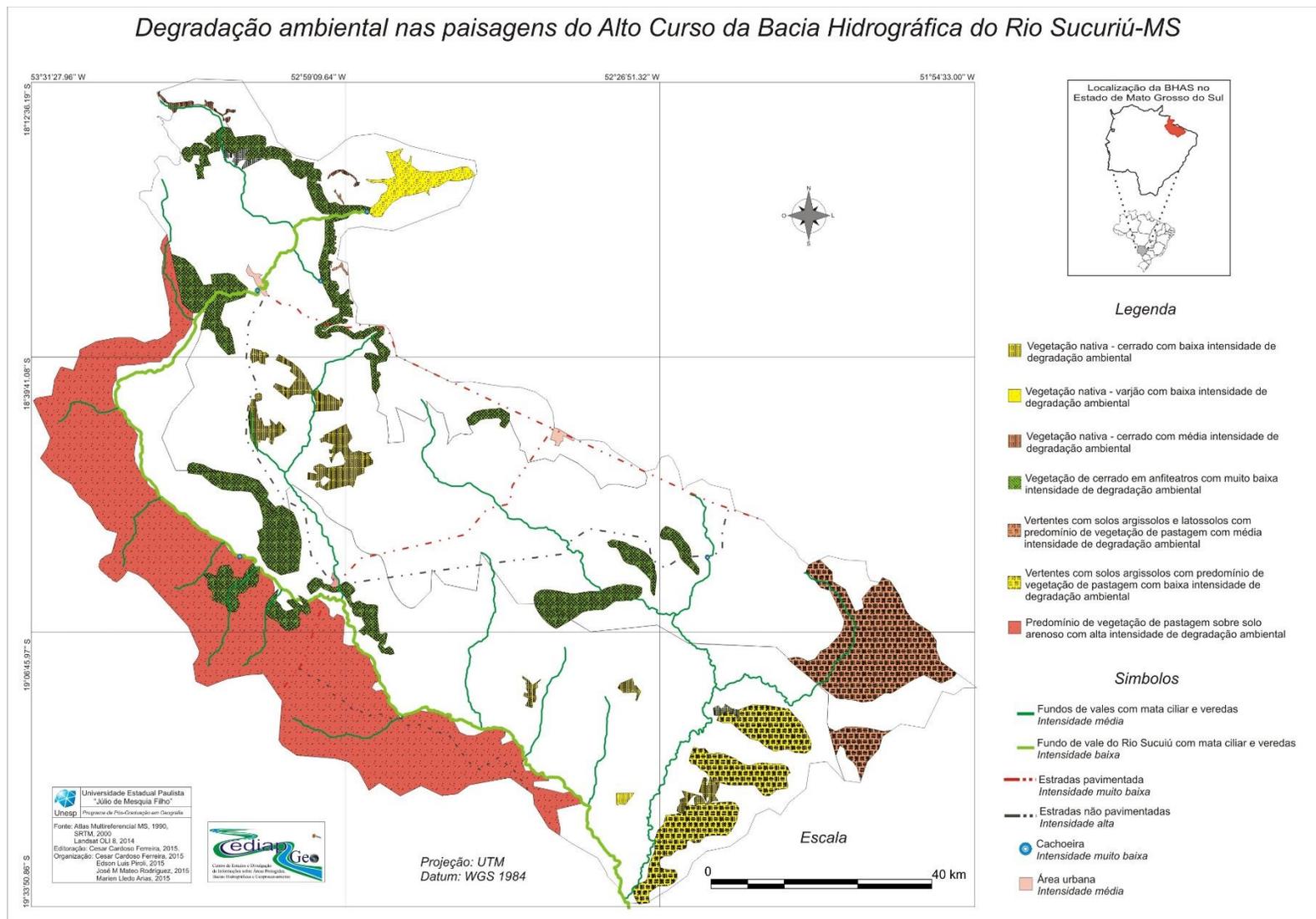
  

Classe	Intervalo	Legenda
Muito Baixo	0 - 0,5	
Baixo	0,5 - 1	
Médio	1 - 1,5	
Alto	1,5 - 2	
Muito Alto	2 - 2,5	
Totalmente degradado	2,5 - 3	

**Nota:** A matriz acima de degradação ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foi gerada com base nas observações detalhadas em campo e em consultas junto as prefeituras inseridas nessa Bacia associados as informações de probabilidade de degradação ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Tal matriz serviu de base para o mapeamento de degradação ambiental das paisagens.

 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
 Programa de Pós-Graduação em Geografia  
 Fonte: Atlas Multireferencial MS, 1990, Landsat OLI 8, 2014. Registros e descrições de campo, 2014.  
 Editoração: Cesar Cardoso Ferreira, 2015.  
 Organização: Cesar Cardoso Ferreira, 2015. José M Mateo Rodríguez, 2015. Edson Luis Piroli, 2015.

**Figura 64:** Matriz das degradações ambientais nas paisagens do Alto Curso da Bacia hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira



**Figura 65:** Mapa de degradação ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.  
**Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira.

Entende-se que a mitigação da degradação ambiental e a recuperação de áreas degradadas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está associada a gestão pública administrativa, neste caso, as prefeituras inseridas na Bacia.

Para avaliar a situação da gestão ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram realizadas visitas técnicas nas prefeituras de Chapadão do Sul (Figura 66), Costa Rica e Paraíso das Águas. Por meio de entrevistas foram obtidas informações relacionadas às formas e métodos de gestão ambiental e a planos e ações voltadas às questões ambientais.

O município de Chapadão do Sul possui planos e equipes destinadas à detecção de degradações ambientais, além de estar inserido em Comitês de Bacias Hidrográficas e, por outro lado, não possui plano diretor e tratamento de esgoto.



**Figura 66:** Reunião com a PM de Chapadão do Sul.

O município de Costa Rica possui planos em formação relacionados à detecção de degradações ambientais associados ao Plano Diretor do município. Além disso, grande parte da cidade possui tratamento de esgoto, mas por outro lado, a prefeitura não está vinculada a comitês de Bacias Hidrográficas. A figura 67 mostra reunião com representantes da prefeitura de Costa Rica.



**Figura 67:** Reunião com a PM de Costa Rica.

Paraíso das Águas possui uma população estimada em 2014 de 5.047 habitantes em uma área de 5.032,469km<sup>2</sup> (IBGE Cidades) é um município emancipado recentemente, logo, nenhuma das questões levantadas nas entrevistas foram respondidas positivamente, conforme o quadro 8, ou seja, não existem nem um tipo de dado, plano, ação e equipe técnica estabelecida para minimização das degradações ambientais. A figura 68 mostra reunião com os representantes municipais.



**Figura 68:** Reunião com a PM de Paraíso das Águas.

**Quadro 8:** Entrevista nas prefeituras inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Parte 1

Questões	Chapadão do Sul	Costa Rica	Paraíso das Águas
Existe algum plano que detecta as alterações ambientais do município?	Sim	Em elaboração	Não
A prefeitura está inserida em algum comitê de Bacia Hidrográfica?	Sim	Não	Não
Existem dados referentes ao Rio Sucuriú?	Sim	Sim	Não
Existe Plano Diretor?	Não	Sim	Não
Existe tratamento de esgoto?	Não	Sim	Não

**Fonte:** PMs: Chapadão do Sul, Costa Rica e Paraíso das Águas, 2014 **Org.:** Cesar C. Ferreira.

Por meio das entrevistas, notou-se que as ações para minimizarem as degradações ambientais estão em pouca sintonia com os problemas ambientais e que o apoio ao desenvolvimento agroeconômico é mínimo. O uso das águas é evidente no abastecimento urbano e desenvolvimento econômico, como na agricultura, nas PCHs, usinas sucroalcooleiras, extrações de areia e cascalho, sendo somente em Costa Rica destinada ao Turismo e Lazer (Quadro 9).

**Quadro 9:** Entrevista nas prefeituras inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú – Parte 2

Questões	Chapadão do Sul	Costa Rica	Paraíso das Águas
Quais os principais problemas detectados no município?	- Agrotóxico - Voçoroca - Esgotamento - Enchente	- Erosão - Contaminação água - Lixão	- Voçoroca - Lixão
Quais as ações desenvolvidas pela prefeitura relacionadas aos problemas ambientais?	- Ed. ambiental - Estação de tratamento de esgoto	- Manutenção dos parques ecológicos - Revitalização da erosão	Preservação das nascentes
Ações desenvolvidas para agroeconômico?	Não existe	- Assistência técnica	- Viveiro
Quais são os usos dos recursos hídricos?	- Abastecimento urbano (poço) - Usina álcool açúcar - Agricultura	Abastecimento Urbano (poço) - Turismo/Lazer - Extração de areia e cascalho - PCH - Agricultura	Abastecimento Urbano (poço) - PCH - Agricultura

**Fonte:** PMs: Chapadão do Sul, Costa Rica e Paraíso das Águas, 2014 **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Desse modo, percebe-se que planos e ações ambientais sem gestão são parcialmente eficazes, como por exemplo: constatou-se que em Chapadão do Sul existem problemas relacionados ao uso descontrolado de agrotóxicos, evolução de voçorocas e enchentes em função da disposição topográfica urbana sem planos e ações, com intuito de reverter esse quadro problemático. O mesmo ocorre em Paraíso das Águas, com problemas relacionados com lixão e voçorocas, tendo como ações mitigadoras preservação das nascentes. Costa Rica seria o município com melhor sintonia entre problemas ambientais e ações e planos que visam minimizar as degradações ambientais, porém, o lixão é um caso sem diretrizes mitigadoras.

Além das entrevistas nas prefeituras inseridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram verificados os dados de Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2013, realizado pelo IBGE. Os dados estatísticos e cadastrais que ora compõem sua base de informações, constituem um conjunto relevante de indicadores de avaliação e monitoramento do quadro institucional e administrativo das cidades brasileiras. No caso da pesquisa, foram selecionados os seguintes indicadores: Legislação e Instrumentos de Planejamento no Município; Gestão de Riscos e Respostas a Desastres e Meio Ambiente (Anexo V e VI).

Os dados referentes a gestão pública administrativas adquiridos tanto nas visitas técnicas científico de campo como no Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2013, realizado pelo IBGE, serviram para caracterizar o perfil da gestão pública administrativa referente as questões ambientais do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, no qual, o entendimento desse perfil foi importante no processo de classificação do zoneamento ambiental das paisagens da Bacia, tendo em vista, a priorização de ações voltadas para a preservação, conservação, regeneração, reabilitação, melhoramento e reabilitação das unidades de paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

## ***CAPITULO 6***



*Palmeira - Rio Sucuriú*

**PROPOSTAS:  
O ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS PAISAGENS COMO SUPORTE  
PARA A TOMADA DE DECISÃO**

## **6.1 Zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú**

Baseado nos resultados obtidos nesse trabalho caracterizaram-se propostas para subsidiar a gestão ambiental e conseqüentemente o planejamento do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Cabe ressaltar que as propostas têm como objetivo otimizar o uso das áreas da Bacia a partir de suas características além do cumprimento do Código Florestal Brasileiro.

Nesse sentido, de acordo com Rodriguez e Silva (2013), com a abordagem sistêmica voltada para o planejamento ambiental permite o entendimento de forma integrada do funcionamento dos sistemas ambientais, tendo em vista, ações e metas delineadas para antecipar-se de possíveis problemáticas sócio-ambientais. Tal processo é considerado como intelectual onde são projetados sistemas de controle com base técnico-científica, instrumental e participativa, subsidiando a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão como exemplo viável e eficaz do planejamento ambiental é estabelecer o zoneamento ambiental.

Para zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, baseou-se em uma matriz (Figura 69) com o detalhamento organizado de informações relevantes para a determinação das classes do zoneamento ambiental (Ver páginas 95, 96 e 97). Tal matriz serviu de base para o mapeamento do zoneamento ambiental das paisagens da Bacia.

Em relação às terminologias adotadas para o zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foram adaptadas com base nos trabalhos de Rodriguez (2010): reabilitação, regeneração, melhoramento, aproveitamento, conservação e preservação. Na área de estudo as zonas de *preservação* estão associadas à vegetação de cerrado, vegetação de varjão e às matas ciliares. As zonas de *melhoramento* estão associadas ao cultivo de pastagem com solos argissolos e nas áreas urbanas. As zonas de *reabilitação* são as mais problemáticas e estão associadas à produção de pastagem em neossolos e nas estradas não pavimentadas. As zonas de *conservação* estão associadas às matas ciliares do entorno do rio Sucuriú. As zonas de *regeneração* foram estabelecidas nas rodovias pavimentadas e a zona de *aproveitamento* nas cachoeiras do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú e nos pontos com potencial turístico (Figuras 70).

Unidades		Temas - Paisagens		Temas - Geoambientais		Fator econômico	Zoneamento	
Patamar	Classe	Vulnerabilidade	Degradação	Vulnerabilidade	Probabilidade de degradação	Importância	Zonas	Descrição
Alto	Vegetação cerrado	Intergrade	Baixa	Moderadamente instável	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
	Vegetação varjão	Intergrade	Média	Moderadamente instável	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
Médio	Vegetação cerrado	Intergrade	Baixa	Moderadamente instável	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
	Vegetação cerrado em anfiteatros	Moderadamente instável	Muito Baixa	Instável	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
Baixo	Solos argissolos e latossolos com predomínio de pastagem	Moderadamente instável	Média	Intergrade	Muito Alta	Alto	Melhoramento	Otimizar a feição de uso atual através do emprego de técnicas para selecionar melhores alternativas para atingir os objetivos do fluxo funcional, sem perder o valor ambiental
	Vegetação cerrado	Intergrade	Baixa	Instável	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
	Vegetação cerrado em anfiteatros	Intergrade	Muito Baixa	Intergrade	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
	Solos argissolos com predomínio de pastagem	Moderadamente instável	Média	Instável	Muito Alta	Alta	Reabilitação	Mudança completa da feição de uso atual, reabilitando o espaço para um alto valor ambiental
	Solos arenosos com predomínio de pastagem	Instável	Alta	Instável	Muito Alta	Alta	Reabilitação	Mudança completa da feição de uso atual, reabilitando o espaço para um alto valor ambiental
Feições								
Fundo de vales com mata ciliar e veredas	Moderadamente instável	Baixa	Moderadamente instável	Baixa	Baixa	Baixa	Preservação	Manter protegido de intervenções antrópicas e possíveis danos ambientais.
Fundo de vale do Rio Sucuriú com mata ciliar e veredas	Intergrade	Baixa	Intergrade	Baixa	Baixa	Baixa	Conservação	Prosseguir com as funções atuais, mas mantendo o estado atual
Estradas não pavimentadas	Moderadamente instável	Alta	Moderadamente instável	Muito Alta	Alta	Alta	Reabilitação	Mudança completa da feição de uso atual, reabilitando o espaço para um alto valor ambiental
Estradas pavimentadas	Moderadamente instável	Baixa	Moderadamente instável	Baixa	Alta	Alta	Regeneração	Manter a feição de uso e função atual, mas intervir ambientalmente dando preferência ao valor ambiental
Cachoeira	Intergrade	Baixa	Intergrade	Baixa	Média	Média	Aproveitamento	Aproveitar melhor a atual feição de uso, intercalando com outros usos funcionais e/ou ambientais
Área Urbana	Moderadamente instável	Alta	Moderadamente instável	Alta	Alta	Alta	Melhoramento	Otimizar a feição de uso atual através do emprego de técnicas para selecionar melhores alternativas para atingir os objetivos do fluxo funcional, sem perder o valor ambiental

Preservação		Regeneração	
Consevação		Melhoramento	
Aproveitamento		Reabilitação	

**Nota:** A matriz acima de zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foi gerada com base nas informações de vulnerabilidade das paisagens, degradações das paisagens, vulnerabilidade ambiental e probabilidade de degradação ambiental e das observações detalhadas de campo. Tal matriz serviu de base para o mapeamento do zoneamento ambiental das paisagens.

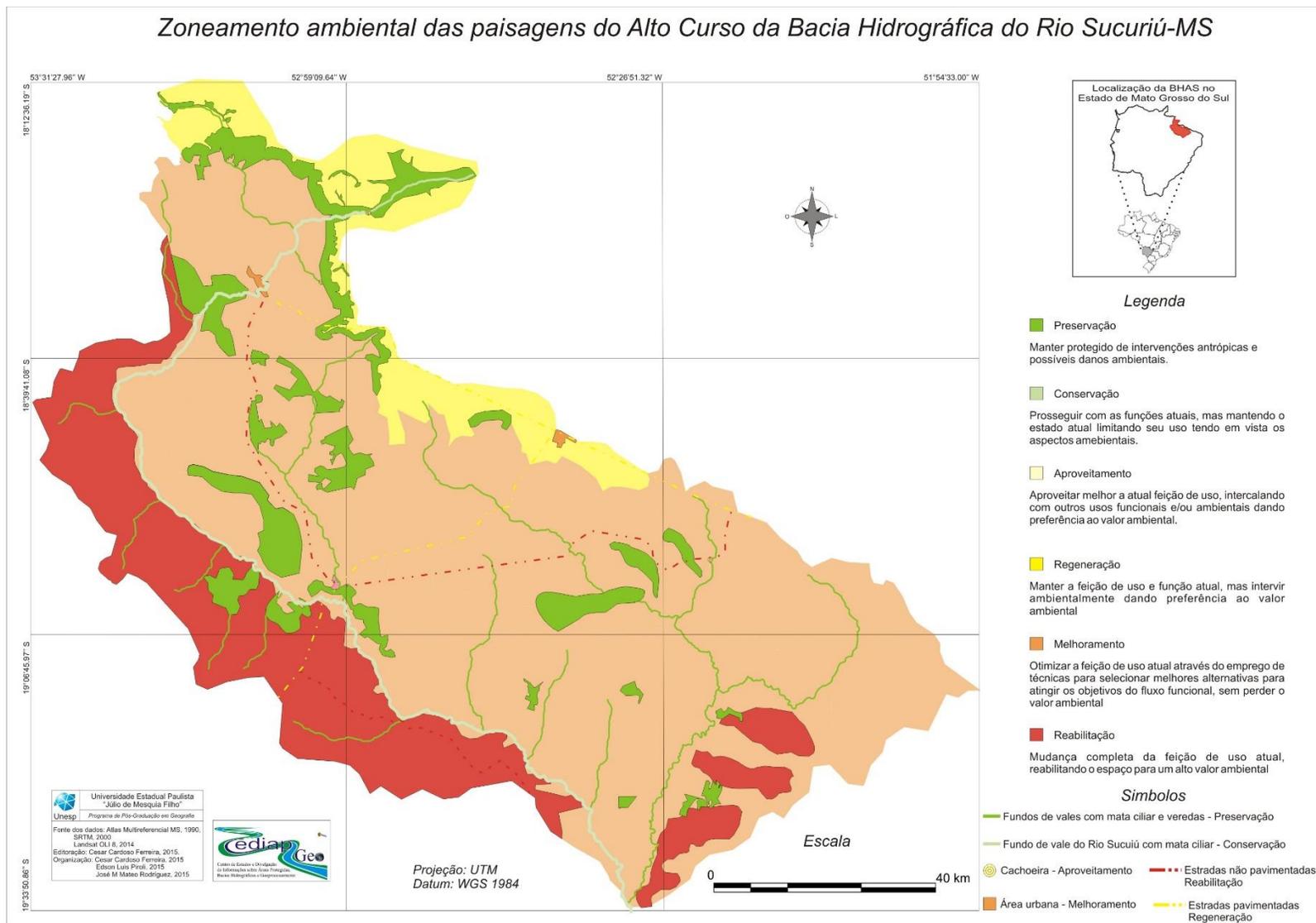


Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"

Programa de Pós-Graduação em Geografia

Fonte de dados: Atlas Multireferencial MS, 1990, SRTM, 2000 Landsat OLI 8, 2014 e descrição e registro campo, 2014.  
 Editoração: Cesar Cardoso Ferreira, 2015.  
 Organização: Cesar Cardoso Ferreira, 2015,  
 José M. Rodríguez, 2015 e Edson Luis Pirolli, 2015.

**Figura 69:** Matriz do zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar C. Ferreira.



**Figura 70:** Mapa de zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar C. Ferreira.

Associado ao zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú propõe-se o manejo da Bacia, baseado no uso do solo e na cobertura da terra, considerando as características fisiográficas predominantes, tendo em vista as alterações ambientais observadas em campo e na distribuição espacial da vulnerabilidade ambiental da Bacia, priorizando a conservação ambiental associada ao desenvolvimento agrícola e econômico.

O manejo integrado de Bacias Hidrográficas visa tornar compatível a produção com a preservação ambiental, buscando adequar a interveniência antrópica às características biofísicas dessas unidades naturais (ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva Bacia Hidrográfica), sob gestão integrativa e participativa, de forma que sejam minimizados impactos negativos e se garanta o desenvolvimento sustentado (SOUZA e FERNANDES, 2000).

Segundo Piroli (2002), o uso dos solos de acordo com sua capacidade é o ponto de partida para o desenvolvimento de atividades produtivas de maneira sustentada, atendendo a geração atual e perpetuando o potencial de produção de alimentos e matérias primas para as gerações vindouras e para os demais seres vivos.

Segundo Bertani e Lombardi Neto (1994), o desgaste e o empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas podem ser evitados com a utilização de práticas que aumentam a cobertura vegetal e a infiltração da água no perfil do solo e reduzem o escoamento superficial. Dessa forma, obtém-se como reflexo, a melhoria da quantidade e qualidade das águas, além da preservação da vida silvestre e melhoria do ambiente (GIBOSHI *et al*, 2006). A capacidade de uso da terra pode ser conceituada como a adaptabilidade da terra às diversas formas de utilização agrícola, sem que ocorra o depauperamento do solo pelos fatores de desgaste e empobrecimento, através do seu uso (LEPSCH *et al*, 1991). Portanto, antes de ser adotado um programa de conservação do solo, é necessário determinar a capacidade de uso da terra, que permite estabelecer bases para o seu melhor aproveitamento, sem sofrer depauperamento pelos fatores de degradação (GIBOSHI *et al*, 2006).

A partir destas premissas, foram elaboradas as propostas de manejo de uso da terra associadas ao zoneamento ambiental das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú apresentadas no quadro 10:

<b>Uso e cobertura da terra</b>	<b>Ações</b>	<b>Benefícios</b>
<i>Pastagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lotação adequada de gado com rotatividade de pastos;</li> <li>- utilização de espécies forrageiras adequadas;</li> <li>- isolamento das APP;</li> <li>- implantação de terraços em nível;</li> <li>- correção da fertilidade do solo;</li> <li>- adoção de sombreamento dos pastos;</li> <li>- uso de sistemas silvopastoris.</li> </ul>	Redução do pisoteio do gado e de erosões, redução de espécies invasoras, manutenção e preservação das APP, redução da compactação e da contaminação do solo, com aumento da infiltração e conforto térmico para os animais.
<i>Cultura temporária</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- adoção do plantio direto;</li> <li>- implantação da agricultura de precisão;</li> <li>- construção de terraços em nível;</li> <li>- rotação de culturas;</li> <li>- diversificação de culturas;</li> <li>- controle e uso adequado de agroquímicos;</li> <li>- adequação das culturas à capacidade de uso das terras;</li> <li>Adoção de técnicas de infiltração de água no solo.</li> </ul>	Redução da compactação do solo, aumento da infiltração de água, economia de insumos agrícolas, redução de erosões, manutenção da fertilidade e extinção da contaminação do solo.
<i>Cultura permanente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- intercalação de espécies no espaço;</li> <li>- rotatividade de espécies;</li> <li>- escalonamento da produção no tempo;</li> <li>- incentivos à criação de corredores ecológicos;</li> <li>- usos múltiplos dos plantios;</li> <li>- uso de sistemas agrosilvopastoris.</li> </ul>	Diversificação de uso e aumento de produtividade, promover a conectividade entre fragmentos de áreas naturais e usos múltiplos otimizando espaços improdutivos e impactados.
<i>Vegetação nativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preservação, conservação e recuperação;</li> <li>- atendimento da legislação relativa às APP e Reservas Legais;</li> <li>- usos múltiplos das áreas de florestas nativas;</li> <li>- implantação de corredores ecológicos;</li> <li>- implantação de sistema de monitoramento.</li> </ul>	Aumento da biodiversidade e da produtividade, com impacto positivo sobre a água, o solo, a fauna silvestre e o microclima regional.
<i>Água</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- preservação e recuperação das APP;</li> <li>- determinar áreas de infiltração e recarga dos aquíferos;</li> <li>- incentivar a ampliação das áreas de recarga;</li> <li>- Implantar projetos de saneamento básico das residências e áreas urbanas;</li> <li>- combater o assoreamento dos corpos d'água;</li> <li>- criar estações de monitoramento físico-químico e hidráulico dos principais recursos hídricos;</li> <li>- não implantar novas PCHs;</li> <li>- Incentivar os usos múltiplos das PCHs já existentes;</li> <li>- incentivar projetos de proteção e conservação das águas.</li> </ul>	Melhoramentos nas condições físico-químicas ambientais das águas e aumento de áreas destinadas ao lazer, com a proteção dos recursos hídricos, visando sua perpetuação em qualidade e quantidade.
<i>Urbano</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- implementação de redes de coleta e tratamento de esgoto;</li> <li>- implementação de redes de coleta e tratamento de água pluvial;</li> <li>- disciplinar o uso do solo urbano com aumento de áreas permeáveis;</li> <li>- implementação de galerias pluviais;</li> <li>- implementação de educação ambiental;</li> <li>- incentivar projetos de manejo de microbacias hidrográficas urbanas.</li> </ul>	Melhorar as condições de habitação, e as condições ambientais em áreas urbanas, protegendo os recursos naturais e a vida e o patrimônio das pessoas.

**Quadro 10:** Propostas para o manejo no uso e cobertura da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. **Elaboração:** Cesar Cardoso Ferreira e Edson Luís Piroli.

Outra proposta de manejo voltada para as infraestruturas de transporte principalmente nas vias não pavimentadas do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é baseada no “Programa Melhor Caminho”, instituído pelo Decreto nº. 41.721 de 17 de abril de 1997, destinado à elaboração de convênios entre a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, o qual promove a readequação das plataformas das estradas rurais de terra, com ou sem a elevação do “greide estradal”, para a implantação de sistema de drenagem superficial eficiente;

Dotar os pontos de sangra da estrada (deságue), de estruturas que evitem a ocorrência de processos erosivos nas propriedades lindeiras, como terraços ou bacias de captação, favorecendo a infiltração das águas pluviais e a recarga do lençol freático.

Melhorar as condições de suporte e rolamento das pistas das estradas rurais com a execução de revestimento primário. Esse conjunto de propostas trará como benefícios:

- Estradas de terra com boas condições operacionais e de conforto, segurança e trafegabilidade aos usuários;

- Preservação dos recursos naturais – especialmente a água e o solo – reduzindo os efeitos dos processos erosivos e o assoreamento dos cursos d’água.

- Redução dos custos dos transportes dos insumos e da produção agrícola;

- Redução do custo de conservação e prolongamento da vida útil da estrada;

- Promoção da melhoria da qualidade de vida da população da região beneficiada;

- Transferência de tecnologias de conservação de estradas de terra às administrações municipais por meio de treinamentos.

Além destas, propõem-se que a cartografia da área de estudo seja melhorada em termos de escala, uma vez que a atualmente disponível no Estado de Mato Grosso do Sul, foi elaborada em escala de baixo detalhamento. Assim, propõe-se mapear os dados geoambientais do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em uma escala mais fina e com melhor detalhamento (1:50.000), a partir dos dados orbitais atualmente disponíveis.

Propõe-se também, a partir deste trabalho organizar um sistema de informação sobre os recursos hídricos, para o armazenamento e difusão de maneira descentralizada das informações geradas para toda a sociedade, que inclua e mantenha atualizado um banco de dados com todos os resultados de estudos já realizados e em realização, em especial na Bacia do Rio Sucuriú, visando orientar o processo de tomada de decisões.

Além do monitoramento hídrico, sugere-se a elaboração do cadastramento georreferenciado dos assoreamentos e processos erosivos encontrados na Bacia e associar estes dados aos planos de revitalização. Essa ação possibilitaria a intervenção e a solução dos problemas pontualmente.

Além das propostas supracitadas, cabe ressaltar que é de suma importância incentivar a participação de toda sociedade no planejamento, manejo e gestão das Bacias e dos recursos naturais, além disso, a orientação com suporte técnico aos proprietários rurais e urbanos. Também é necessário que em áreas urbanas existam equipes multidisciplinares destinadas aos diagnósticos e prognósticos ambientais.

## ***CAPITULO 7***



*Veredas*

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após as análises executadas na presente tese, se pode destacar a importância do conhecimento das características ambientais naturais como geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia e vegetação do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, pois, essas informações foram referência para a análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia e para a vulnerabilidade ambiental das paisagens.

A vulnerabilidade ambiental do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú foi gerada de forma integrada com a sobreposição dos dados cartográficos e o conjunto dos temas fisiográficos, que mesmo em escala de pouco detalhamento, conseguiram representar cartograficamente e quantitativamente características de áreas estáveis, intergrade, moderadamente instáveis e instáveis proporcionando interpretações espaciais sobre a fragilidade ambiental natural. As classes fisiográficas do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú determinadas como instáveis, como os neossolos, formação Caiuá, a formação Adamantina e a Santo Anastácio, tiveram essa determinação em função de sua pedogênese, pois, não existem formas de relevo no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú classificadas como instáveis implicando assim a morfogênese. Além disso, áreas de neossolos e com formações geológicas como Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, classificadas como instáveis, o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em alguns pontos apresenta-se conservada devido principalmente à criação e manutenção de unidades de conservação como por exemplo os parques ecológicos.

Estes estudos apontam que o Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú é uma área com diferentes graus de vulnerabilidade, que quando não observados nas definições do uso e da cobertura da terra e quando não manejada adequadamente, apresenta degradações ambientais importantes.

Nesse sentido, observou-se que o poder público administrativo tem deficiências em termos técnicos para revitalização e regeneração das áreas onde ocorreram degradações ambientais. Também se observou que nas prefeituras dos municípios inseridos no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú apresentam ausência e/ou deficiência de planos e metas para evitar ou minimizar problemas ambientais.

Deste modo, o zoneamento ambiental das paisagens é um importante dado para auxiliar tomadas de decisões referentes à gestão ambiental da área estudada e de outras Bacias Hidrográficas, uma vez que pode subsidiar o planejamento ambiental permitindo a definição de metas e planos baseados em ações que visam orientar o uso e cobertura da

terra e seu manejo em vista da vulnerabilidade ambiental natural de cada região de interesse.

Em relação à vegetação nativa, observou-se a presença de importantes fragmentos florestais, o que ocorre principalmente devido a ações públicas de conservação e preservação do meio ambiente. Essas ações são representadas principalmente por Parques e Áreas de Proteção Ambiental (APA). A classe vegetação nativa representa 2.469 km<sup>2</sup> da área total do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (22%). Nesse sentido, destaca-se que essas áreas já delimitadas como Parques e APA devem ter manutenção contínua e indica-se que novas áreas de proteção e conservação sejam criadas para ampliar a proteção dos recursos naturais. Além dessas áreas, a vegetação nativa está presente nas margens do rio Sucuriú e de seus afluentes e nas encostas e anfiteatros com altas declividades. Nesse caso, recomenda-se a sua manutenção via cumprimento da legislação ambiental federal e estadual.

Na região das principais nascentes do Rio Sucuriú, a vegetação é caracterizada como varjão (denominação local) ou vegetação típica de várzea, numa área plana sujeita a inundação, na divisa do Estado de Mato Grosso do Sul com o Estado de Goiás. O divisor de águas da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú nessa região de nascentes é o aterro de uma via não pavimentada. Ao redor das nascentes, são cultivadas em sistema intensivo, cana-de-açúcar, sorgo, algodão, soja e milho. Observou-se que o varjão não tem matas ciliares em toda sua extensão, o que coloca as primeiras nascentes do Sucuriú em risco.

Em relação à produção agropecuária, há também na área estudada o predomínio da pastagem que é realizada na maioria dos casos, em áreas com alto potencial de degradação em função da baixa instabilidade ambiental natural associada à falta de manejo. Observa-se que é de suma importância que nesse setor haja investimentos em tecnologias e técnicas que visem minimizar degradações ambientais para melhores condições produtivas e maior qualidade ambiental natural. Além disso, recomendam-se as práticas conservacionistas dos solos, pois o pisoteio do gado pode causar graves alterações no meio como: erosões, assoreamentos e, em alguns casos, arenização do solo, principalmente na porção oeste da Bacia, onde predominam solos arenosos.

No patamar alto, nas regiões planas, observou-se a concentração de culturas temporárias, tais como a soja, o algodão e o milho. Além disso, observou-se a ampliação

das áreas com cultivos de cana-de-açúcar. Com isso, novas usinas para o processamento dessa matéria prima estão sendo implantadas na região.

A produção dessas culturas tem na maioria dos casos alto investimento financeiro com uso de suportes tecnológicos que normalmente geram menores degradações ambientais, tendo em vista o manejo realizado no uso da terra. No entanto, observou-se que em alguns locais ocorrem degradações em função da não adoção de técnicas adequadas para o manejo, o que traz consequências negativas em termos ambientais e em termos econômicos para os proprietários rurais e para os municípios.

Outro agente potencializador para as degradações ambientais no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está associado às características produtivas que foram analisadas a partir dos aspectos econômicos levantados nas visitas técnicas realizadas nas prefeituras, no uso e cobertura da terra e nos dados sobre o PIB. De posse desses dados, é possível afirmar que com relação aos aspectos produtivos a maior parte da base econômica do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está voltada para o setor agropecuário no patamar baixo em áreas instáveis com registro de degradações ambientais. Além disso, outro aspecto econômico relevante é o setor industrial com destaque para a produção de energia elétrica com as pequenas centrais hidroelétricas (PCH).

As sete PCHs implantadas na área de estudo produzem baixa quantidade de energia tendo em vista, a capacidade de potência das PCH no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (151,53 MW), de manter, por exemplo: energia para o município de Campo Grande, caracterizando-as como com desenvolvimento econômico limitado e com benefícios restritos a uma pequena parcela de investidores, ou seja, é necessário mais estudo relacionado aos benefícios energéticos e alterações ambientais para a situação de produção de energia via hidrelétricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Ao mesmo tempo observou-se que as instalações das PCHs trouxeram importantes transformações ambientais, principalmente hídricas, tendo em vista a criação de reservatórios em setores fluviais de alta vazão. Além dos impactos no leito dos rios, devem-se frisar aqueles ocorridos às matas ciliares, que foram retiradas para o enchimento dos reservatórios. Esse fato interferiu no habitat das espécies animais e seccionou corredores ecológicos. Ainda como consequência das PCHs, apontam-se mudanças no solo, na água, no microclima e na relação da população local com seu patrimônio ambiental, uma vez que nas áreas onde as estruturas das PCHs foram instaladas o acesso da população passou a ser

limitado ou proibido, o que impede os moradores de pescarem ou coletarem produtos naturais tradicionais nas áreas.

Dessa forma, observou-se que os estudos de impactos ambientais para criação de novas PCH devem ser elaborados com maiores análises e melhores informações técnicas para avaliar a viabilidade sócio-ambiental desse tipo de empreendimento. Além disso, aponta-se como fundamental a participação da sociedade nos processos de decisão, via audiências públicas convocadas com tempo e esclarecimentos adequados, como exemplo, a possível instalação de uma PCH na localidade de Ponte de Pedras.

Após os estudos desenvolvidos nessa tese, se pode afirmar que a preocupação relacionada ao equilíbrio entre desenvolvimento econômico e ambiental deve estar associado à preservação e à conservação das paisagens naturais do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Como por exemplo, citam-se: as veredas, as matas ciliares, os anfiteatros, os remanescentes de cerrado, os rios e as cachoeiras. Essas unidades além de ter importantes funções ecológicas representam a possibilidade de interação entre homem e natureza com intuito, por exemplo, educacional e informacional.

A categoria paisagem como unidade de estudo teve grande importância para o entendimento da funcionalidade dos ambientes naturais e antrópicos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Com a definição das partes componentes da Bacia, as paisagens, obteve-se a base para o zoneamento ambiental das paisagens que permitiu a compreensão das restrições, potencialidades e reabilitações que ocorrem na área, o que possibilitou a elaboração de propostas pontuais para o manejo do uso da terra no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

A partir das análises desenvolvidas considera-se que a degradação das paisagens no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está diretamente associada à falta de planejamento da ocupação por parte do setor público. Isso ocorre também devido a pouca fiscalização ambiental, visando o cumprimento das leis federais, estaduais e municipais. Outro fator que contribuiu para a situação da área é a ausência de planos e metas coordenados por equipes técnicas especializadas com objetivo de implementar ações de monitoramento ambiental de recuperação de áreas degradadas e de conservação e preservação de paisagens naturais ainda não afetadas. Entende-se que a probabilidade de degradação está associada às formas de uso e cobertura da terra e desconsideração da vulnerabilidade ambiental natural regulamentada ou potencializada.

Destaca-se que foi de fundamental importância a abordagem sistêmica como apoio para a análise integrada aplicada para o zoneamento ambiental das paisagens na obtenção dos resultados e na correlação dos mesmos, além da associação de todos os resultados obtidos, que podem ser vistos de forma holística e servir de base para a elaboração das propostas de planejamento para o uso da terra do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Além disso, associado a base teórica metodológica o suporte tecnológico com geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG e cartografia digital permitiu a aplicação do método e a obtenção de resultados da pesquisa, ficando evidente sua eficiência, pois possibilitou a aquisição, manipulação, processamento e armazenamentos dos dados da área de estudo, que foram transformados em informações. Nesse sentido a utilização do modelo de análise proposto por Crepani *et al* (2001) e Rodriguez *et al* (2010) foram de suma importância, pois indicou quantitativamente e posteriormente espacialmente à vulnerabilidade ambiental da área de estudo e posteriormente possibilitou com base na geocologia das paisagens o zoneamento ambiental das paisagens do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Por fim, os estudos realizados demonstraram a importância de se conhecer prévia e detalhadamente o meio físico e antrópico das áreas analisadas. Além disso, a instabilidade ambiental associada ao uso e cobertura da terra com a falta de manejo causam significativos desordenamentos pontuais e gerais, relacionados às questões ambientais. Nesse caso, a partir da análise sistêmica integrada com modelagens ambientais associadas as geotecnologias em análises da paisagem no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, foi possível gerar seu zoneamento ambiental para fins de tomadas de decisão relacionadas à conservação e preservação dos recursos naturais e revitalização de áreas deficientes associadas à produção agrícola-industrial e aos espaços de lazer.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz, Nacib. **Geografia e planejamento**. In: 2 Geografia e Planejamento. Instituto de geografia da universidade de São Paulo. Edaneec: São Paulo, 1969.

ÁGUAS T. A. **Análise ambiental nas áreas de influência direta e indireta da PCH Costa Rica, no alto curso da bacia hidrográfica do rio Sucuriú – MS/2014**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, nível de Mestrado, em Geografia da UFMS/CPTL. Três Lagoas/MS 2015.

ALMEIDA, JOSIMAR, RIBEIRO.; **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade um desafio**. 2 ed. Rio de Janeiro: Thex, 1999.

ALMEIDA, J. R. et al. **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá, 1993.

ALMEIDA, L. F. R.; BROCH, S. A. O.; ALVES SOBRINHO, T. A **Gestão de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 2012, Bonito-MS. Anais XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2012.

ALMEIDA, T. MENESES, P. R. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012.

ALPHONCE, C.B. **Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries**. *Agricultural Systems*, v.53, n.1 1997.

ALVARENGA, S. R. **A análise das APAS como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente: o caso da APA Corumbataí - SP**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP. 1997.

ARAÚJO, A.B., AMARO, V.E. & VITAL, H. **Elaboração de Mapas de Vulnerabilidade Ambiental na Região de Grossos e Tibau do Norte, Porção Setentrional do Litoral do RN, a partir de Produtos Multitemporais de Sensoriamento Remoto**. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte/MG 2003.

ARGENTO, M. S. F. **A Planície Deltaica do Paraíba do Sul - Um Sistema Ambiental**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1979 (Dissertação de mestrado).

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informação Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Platina: Embrapa, 1993

ATLAS MULTIRREFERENCIAL. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul – SEPLAN. IBGE, 1990.

BARBOSA C. C. *et al.* **Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico**. Santos: INPE, 1998.

BARROS, M.A.; MOREIRA, M.A.; RUDORFF, B.F.T. **Processo analítico hierárquico na identificação de áreas favoráveis ao agroecossistema cafeeiro em escala municipal.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2007.

BEN F. **Utilização do método AHP em decisões de investimento ambiental.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE. 2006.

BEROUCHACHVILI, N. E. BERTRAND, G. **O Geossistema ou “Sistema Territorial Natural”.** In: Revue Géographie des Pyrenées et du Sud-ouest, 49 (2), Toulouse, 1978.

BEROUCHACHVILI, N. E. RADVANYI, J. **Les structures verticales des Géossistèmes.** *Revue Geographique des Pyrénées et du Sud-Ouest.* Tome 49, Fase 2, Toulouse, Tradução: Giacomini, A. T. B. 1978.

BERNARDI E. C. S. PANZIERA A. G. BURIOL G. A. SWAROWSKY A. **Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental.** *Disciplinarum Scientia.* Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2013.

BERTALLANFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas.** Petrópolis: Editora Vozes, 1977.

BECKER, B. K. & EGLER, C. A. **Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília: MMA/SAE. 1996.

BERTOLINI, D. LOMBARDI NETO, F. **Embasamento técnico do programa Estadual de microbacias hidrográficas.** In: Lombardi Neto, F.; Drugowich, M.I. (coords.). Manual técnico de manejo e conservação de solo e água. v. 1, CATI. Campinas: CATI. Manual Técnico, 38. 1994.

BINOTTO, D. **Proposta de Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Arroio Jacutinga, Município de Ivorá-RS .** 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2012.

BORDALLO, C. L. A **A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento dos recursos hídricos.** NUMA/UFPA. Belém. 1995.

BONHAN-CARTER, Graeme. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS.** Canadá. 1994.

BRASIL, **Lei N° 9.433,** de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentada o inciso XIX do art. 21 da constituição Federal, e altera o art. 1° da Lei n° 8.001, de 12 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRAZ, A. M.; SOKOLOWSKI, H. G. S.; FERREIRA, L. A.; RODRIGUEZ, J. M. M. **Diagnóstico ambiental e planejamento da paisagem sob uma perspectiva sistêmica: estudo da mineração de areia e brita no Rio Paraná, município de Três Lagoas (MS).**

Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas, v. 1, p. 121-155, 2015.

BRITTO, M. C. & FERREIRA, C. C. M. **Paisagem e as diferentes abordagens geográficas**. Revista de Geografia - PPGeo - v. 2, nº 1 2011.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, C.B.; CASANOVA, M.A.; HERMELY, A.; MAGALHÃES, G. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas, Instituto de Computação/UNICAMP. 1996.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. de.; MEDEIROS, J. S. **Representações computacionais do espaço: um diálogo entre a geografia e a ciência da informação**. São José dos Campos: DPI/INPE, 2000.

CÂMARA, G. MONTEIRO, V. M. A. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2001.

CÂMARA, G. ORTIZ M. J. **Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral**. Divisão de Processamento de Imagens – DPI Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2002.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2002. (Acessado em: [www.dpi.inpe.br/gilberto/livro](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro))

CÂMARA, et al. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: Mundo Geo, 2005.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1996.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 2. ed. 1995.

COLLINS, M. G.; STEINER, F. R.; RUSHMAN, M. J. **Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements**. Environmental Management, Phoenix, Arizona, EUA, v. 28, n. 5 2001.

CONDE, M. L. *et al.* **Qualidade da água em cachoeiras turísticas da região de Botucatu - SP: avaliação preliminar**. In XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Porto Alegre. 2000.

CORRÊA, LÚCIA SALSA. **História e Fronteira: O sul de Mato Grosso (1870 – 1920)**. Campo Grande: UCDB, 1999.

CONWAY, T. M. e LATHROP, R. G. **Alternative land use regulations and environmental impacts: assessing future land use in an urbanizing watershed**. *Landscape and Urban Planning*, v. 71, n. 1 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Editora Hucitec/EDUSP, 1975.

CHRISTOFOLETTI, A. **A morfologia de bacias de drenagem**. Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978.

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

CHRISTOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. **Uso de sensoriamento remoto no zoneamento ecológico-econômico**. Salvador: INPE, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE, São José dos Campos, SP, 2001.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and general systems theory**. In: U.S. Geol. Survey Prof. Paper, (500-B): p.1-10. 1962.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, M. F. da. **Modelagem e implementação de Banco de Dados Geográficos para Apoio a Tomada de Decisão – Caso Maracajú**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Sistemas e Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, 2005.

CURRAN, P. J. **Principles of remote sensing**. Longman Scientific & Technical, Singapore, 1995.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS**. Presidente Prudente. Dissertação – Mestrado – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. 1998.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas. 2009.

DINIZ C. R., SILVA I. B. da **Metodologia científica**. Campina Grande; Natal: UEPB/UFRN - EDUEP, 2008.

EASTMAN, J. R.; JIN, W.; KYEM, P.A.K.; TOLEDANO, J. **Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v.61, n.5, May, 1995.

FEREIRA, C. C. GONÇALVES, F., SAKAMOTO, A. Y. MIRANDOLA-AVELINO, Patrícia Helena. **Urban Area Analysis at Drainage Basin of Pitangueiras Stream, in**

**Barretos City, São Paulo State, Brazil, Using Actives (SRTM) and Passives (LANDSAT ETM+) Orbitals Sensing.** In: ELEVENTH URSI COMMISSION F TRIENNIAL OPEN SYMPOSIUM ON RADIO WAVE PROPAGATION AND REMOTE SENSIN. Rio de Janeiro-RJ. Anais 2007.

**FERREIRA, C. C. GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO: Processamento de Imagens Orbitais de Sensores Passivos (CCD e TM) e Ativos (SRTM) como Subsídio para o Gerenciamento da Bacia Hidrográfica das Pitangueiras/SP.** Monografia do Curso de Bacharelado em Geografia – UFMS, campus de Três Lagoas, 2008.

**FERREIRA, C. C. Geotecnologias aplicada a criação e organização de banco de dados geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Sucuriú - MS/BR.** Mestrado em Geografia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2011.

**FERREIRA, O. de V. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados.** GeoTextos, vol. 6, n. 2, dez. 2010.

**FERREIRA, R. A. A pesquisa científica nas ciências sociais: caracterização e procedimentos.** Recife, PE: UFPE, 1998.

**FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo. Oficina de textos, 2002.

**FLORENZANO, T. G. (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

**FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto.** São Paulo, 3ª edição. Oficina de Textos, 2011.

**FUINI L. L. A Abordagem sistêmica e a questão da dicotomia físico/social na ciência geografia.** Ciência Geográfica - Bauru - XV - Vol. XV: Janeiro/Dezembro - 2011

**GAMARRA. R. M. Identificação de fitofisionomias e análise da fragmentação da vegetação na região do Parque Natural Municipal do Salto do Sucuriú, utilizando imagem de alta resolução.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – Campo Grande. 2008.

**GARCIA, G. J.; Marchetti. D.A.B. Princípios de Fotogrametria e Fotointerpretação.** Ed. Nobel. São Paulo, 1986.

**GIBOSHI M. L.; RODRIGUES L. H. A.; NETO F.L. Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental On-line version ISSN 1807-1929 - ol.10 no.4 Campina Grande Oct./Dec. 2006.

**GIRARD, M. Cl.; GIRARD C. M. Traitementdesdonnés de télédétection.** Paris. 1999.

GONÇALVES, F. **Geotecnologias aplicadas na avaliação do uso e ocupação da terra e nos parâmetros indicadores de qualidade da água na Bacia hidrográfica Água Tirada – Três Lagoas/MS.** Monografia do Curso de Bacharelado em Geografia – UFMS, campus de Três Lagoas, 2008.

GUERRA A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

HORD, R. Michael. **Remote Sensing.** Canada. 1940.

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação.** Brasília. 1990.

IBGE. **Manual Técnico do Uso da Terra.** Ed. 3, n. 7. Rio de Janeiro, 2013.

IMASUL - Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Gestão ambiental em Mato Grosso do Sul: conceitos e práticas.** Dourados, MS: UEMS, 2014.

IZIPPATO. F. J. **Diretrizes para análise ambiental com uso de geotecnologias na Bacia Hidrográfica do Córrego do Pinto, Três Lagoas/MS.** Dissertação de Mestrado em Geografia. UFMS: Três Lagoas/MS, 2013.

JORGE F. N. e UEHARA, F. N. **Águas de superfície.** In: OLIVEIRA A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998.

JÚNIOR J. F. P. e RODRIGUES S. C. **O Método de análise hierárquica – ahp – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Piedade (MG).** Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 23 2012.

KOCH, A. Heipke, C. Lohmann, P. **Analysis of SRTM DTM methodology and practical results.** ISPRS, Commission IV, WG IV/6. Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications. Ottawa, 2002.

KUX, H e BLASCHKE, T. **Sensoriamento Remoto e Sig Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

LEAL, A.C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca - Campinas - São Paulo.** Rio Claro. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - 1995.

LEAL, A.C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo.** Campinas, Tese (Doutorado em Geociências – Área de concentração em Administração e Política de Recursos Minerais) – Inst. de Geociências – UNICAMP, 2000.

LEAL A. C. GARCIA R. M. **PLANEJAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS: estudo aplicado à bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu, Sandovalina – São Paulo.** Anais ENG ISBN 978-85-99907-02-3- Porto Alegre - RS, 2010.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4a Aproximação. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

LISBOA, J. F.; IOCHPE, C. **Modelagem de Banco de Dados Geográficos.** XX Congresso Brasileiro de Cartografia. Porto Alegre, 2001.

LUCHIARI A. **Os produtos do sensoriamento remoto nos mapeamentos de uso e cobertura da terra.** In: Panorama da Geografia Brasileira. V2. São Paulo: Anna Blume, 2006.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro.** São Paulo: Malheiros, 2000.

MACHADO, E. V. **Urbanização & turismo na contemporaneidade da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis –SC.** In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 10, 1996, Recife. Anais. Recife: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 1996.

MACHADO, L. A. **Infra-estrutura em nível de propriedade.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TURISMO RURAL, 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1999.

MANOSSO F. C. **Estudo integrado da paisagem nas regiões norte, oeste e centro-sul do Estado do Paraná: relações entre a estrutura geocológica e a organização do espaço.** Boletim Geográfico. Maringá, v. 26/27, n. 1, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARGULES, C. R. e PRESSEY, R. L. **Systematic conservation planning.** Nature. 2000.

MATOS T. G. C. R.; SCHOMMER P. C. **Gestão ambiental e mudança organizacional: um estudo longitudinal (1971-2009) em uma companhia de saneamento brasileira.** Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 20-36, maio/ago. 2013.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction.** 3 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

MENDONÇA, F. *et al.* **O espaço geográfico em análise.** In: RA'E GA. v.1 Curitiba: Departamento de Geografia/UFPR, 1997.

MENESES, P. R. e ALMEIDA T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. CNPq. UNB. Brasília 2012.

MENEZES, P. M. L. e FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

MIARA, M. A. e OKA-FIORI, C. **Análise por múltiplos critérios para a definição de níveis de fragilidade ambiental um estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Carará, Ponta Grossa/PR**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 13, p. 85-98, Editora UFPR. 2007.

MCCORMICK, B. H.; DEFANTI, T. A.; BROWN, M. D. **Visualization in Scientific Computing. Computer Graphics** (edição especial), v. 21, n. 6. 1987.

MGE-PC-1, **Reference guide**. Huntsville, USA. Intergraph Corporation, 1992.

MIRANDA V. C. E. **Filosofia y médio ambiente: una aproximación teórica**. México D. F. Ed. Taller Abierto, 1997.

MIRANDOLA - AVELINO, P. H. **Análise Geo - Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: Um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso - Brasil**. Tese de Doutorado em Geografia do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. **A questão ambiental no Brasil (1960-1980)**. São Paulo: IGEOG-USP, (Séries Teses e Monografias n°42) 1981.

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Paulo: RIMA, 2001.

MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências Humanas**. São Paulo: Hucitec, 1994.

MOREIRA. C. V. R. e NETO A. G. P. **Clima e Relevo**. IN: OLIVEIRA, A. M.; BRITO, S. N. Geologia de Engenharia, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1° ed. São Paulo, 1998.

MOREIRA F. R.; CÂMARA G.; FILHO R. A. **Técnicas de Suporte a Decisão para Modelagem Geográfica por Álgebra de Mapas**. Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas Ação "Métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental" INPE 2001.

MORAES M. E. B e FERREIRA B. N. **Proposição metodológica de zoneamento ambiental para bacias hidrográficas. o caso da bacia hidrográfica do rio Almada, Bahia, Brasil**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.3, N.4, p. 1229-1241, 2012.

MORAES, M. E. B. e LORANDI, R. **Aplicação da abordagem analítica na elaboração de uma proposta de zoneamento ambiental para bacia do Rio Bonito (SP)**. Geografia, Rio Claro (SP), v.30, n.1, p. 95- 114, 2003.

NASCIMENTO, W. M. e VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas – Três Lagoas-MS, nº 07, ano 5, 2008.

NETO, M. R. **Considerações sobre a paisagem enquanto recurso Metodológico para a geografia física**. Caminhos de geografia - Revista *on line* v. 9, n. 26. Uberlândia, 2008.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

OLIVEIRA, W. **Os impactos socioambientais motivados pela UHE Porto Primavera no município de Anaurilândia – MS**. Tese de doutorado. Presidente Prudente: UNESP, 2003.

OLIVEIRA K. P. C.; SILVA P. A.; SIGNORINI R. **Estudos gerais para projeto de pequenas centrais hidrelétricas com enfoque nas avaliações hidrológicas**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Curso de Engenharia Civil da Universidade Anhembi Morumbi. 2010.

OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. **Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos**. *Amibi-Agua*, 5:217-225, 2010.

ORTIZ, L. S. **Energias renováveis sustentáveis: uso e gestão participativa no meio rural**. Lúcia Schild Ortiz (coord.) – Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil, 2005.

PAGOTTO, C. S.; SOUZA, P. R. de. **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú : subsídios à conservação e ao manejo do Cerrado**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006.

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

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. Programa de Mestrado–Doutorado em Geografia FCT – UNESP Campus de Presidente Prudente–SP Programa de Mestrado em Geografia UEM – Maringá–PR, 1998.

PEREIRA, K. N. **Avaliação da Fragilidade Ambiental na Microbacia do Ribeirão de Imaruí/SC: uma análise comparativa entre o modelo da Fragilidade Empírica dos Ambientes e o Método da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE)**. Santa Catarina, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

PINTO, A. L.; SILVA, E. A.; GOMES, C. A. de Q.; FERREIA, C. C.; GONÇALVES, F.; SILVA, C. A. de A. S.; DE PAULO, L. **Relatório parcial do projeto condições de uso, ocupação e manejo do solo, socioeconomia e qualidade das águas superficiais da bacia do rio Sucuriú, no município de Três Lagoas-MS**, em atendimento a licença operacional no 365/2004 e a licença de instalação no 140/2001, do IBAMA/DF. PETROBRÁS, UFMS. Três Lagoas-MS, agosto de 2008.

- PIRES NETO, A. **Diagnóstico ambiental da Amazônia Legal** – nota técnica, 1993.
- PIRES, J. S. R. e SANTOS, J. E. **Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. CIÊNCIA HOJE, Rio de Janeiro, v. 19. 1995.
- PIROLI, E. L. **Análise do uso da terra na microbacia do arroio do meio – Santa Maria – RS, por sistema de informações geográficas e imagem de satélite** – Ciência Rural, vol.32 no.3 ISSN 0103-8478. Santa Maria Junho 2002.
- PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na Determinação da Capacidade e Avaliação do uso da Terra no Município de Botucatu-SP**. Tese. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu – SP 2002.
- PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento** - Ourinhos : Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.
- PIROLI E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo**. Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente no conjunto de disciplinas Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Ourinhos – SP Abril de 2013.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. **Gestão de Bacias Hidrográficas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 44-60, 2008.
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Brasília: UNB, 1997.
- QUEIROZ, G. R. e FERREIRA, K. R. **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos**. INPE – GeoBrasil, 2006.
- QUIRINO P. B. ROCHA M. B. MOURA L. M. M. **Paraíso das Águas... e o lixo? IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 4, 2013.
- RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. **The shuttle radar topography-a new class of digital elevation models acquired by space borne radar- ISPRS**. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v.57 2003.
- RELATÓRIO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul – SEMAC e IMASUL, 2008.
- REMPEL, C. **A ecologia de paisagens e suas ferramentas podem aprimorar o zoneamento ambiental? O caso da região política do vale do Itaguari**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2009.

ROBERTO M. R. e CARVALHO E. A. **Interdisciplinaridade da Cartografia Digital na Educação**. Sociedade e Território, Natal, v. 26, nº 2 - 72, jul./dez. 2014.

ROCHA, J. S. M. **Área de proteção ambiental (APA) de Osório Morro da Borússia**. Osório: Prefeitura Municipal de Osório, 1995.

RODRIGUES, A. C.; FERRONATO, M. Z. **Breve discussão sobre os métodos científico, dedutivo, indutivo e hipotético-dedutivo**. Disponível em: [www.partes.com.br/reflexao/sobremetodos.asp](http://www.partes.com.br/reflexao/sobremetodos.asp) 2010.

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

RODRIGUEZ, J. M. M. e SILVA, E. V. **A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica**. Mercator -Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

RODRIGUEZ e CARVALHO. **Bacias - Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gestão Geoambiental: Uma Proposta Metodológica** - Revista Fluminense de Geografia 2 revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Niterói ano 1 ISSN 1980-9018- jul/dez de 2005.

RODRIGUEZ, J. M. M. **Planificación Ambiental**. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela. 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma análise ambiental**. 4. ed. Fortaleza: Ed. UFC, 2010.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. **Planejamento em Bacias Hidrográficas**. In SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Orgs.). Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas. Tomo 1 – Planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Fortaleza: Editora UFC, 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. Fortaleza: Ed. UFC, 2013.

ROUGERIE, G. e BEROUCHACHVILI, N. **Géossistèmes et Paysages, Bilan et Méthodes**. Paris: A. Colin. 1991

ROSA, R. e BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed. Uberlândia: EDUFU, 2003.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74. 1994.

ROSS, J. e PRETTE, M. **Recursos hídricos e bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental**. Revista do Departamento de Geografia da FFLCH – USP: N° 12, 1998.

SÁ. F. F.; FILHO J. F. C.; FRANCISCO P. R. M.; JÚNIOR J. M. B. **Sistema de informações geográficas (SIG) para a gestão ambiental de bacias hidrográficas**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill. 1980

SALES, V. C. **Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica**. Geosp – Espaço e Tempo, n. 16, p. 125-141, 2004.

SANCHEZ, M. C. **“Conteúdo e eficácia da Imagem Gráfica”**. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro. 1981.

SANTANA D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Documento 30. 2003.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Editora: oficina de Textos. São Paulo, 2004.

SANTOS R. F. **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007.

SAKAMOTO, A. Y.; FERREIRA C. C.; GONÇALVES F. **Avaliação ambiental da margem esquerda do rio Sucuriú na fazenda barra do Sucuriú - Pontal do Faia – MS**. Encontro Nacional de Geógrafos. Anais. Porto Alegre, 2010.

SAUSEN, T. M. E AVILA, J. **O Curso Internacional em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas: Uma Experiência de 16 anos**. In: 4ª Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto, 2004, São Leopoldo. Anais da 4ª Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto, 2004.

SEMAC - **PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO DO SUL**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul – SEMAC e IMASUL, 2009.

SEMAC – Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia SUPLAN – Superintendência de Planejamento COERES - Coordenadoria de Estudos Regionais e Estatística. **Produto interno bruto municipal 2005 – 2011**. Campo Grande 2013.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia - **SEMAC – Produto interno Bruto dos Municípios 2005 - 2011**, Mato grosso do Sul. 2013.

SETTI, A. e AUGUSTO. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília: ANAEEL, ANA. 2001.

SIAL, D. e ROGEZ F. **SRTM As-Flown Mission Timeline**. 1 ed. Washington: NASA, 2001.

SILVA R. de A. PIRES E. V. R. IZIPPATO F. J. MIRANDOLA P. H. **Geoprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra e APPs de nascentes no rio Indáia Grande – Chapadão do Sul/Cassilândia/Inocência (MS)**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1497 – 1508, 2012.

SILVA A. S. **Monitoramento hidrossedimentológico da bacia hidrográfica do alto rio Sucuriú (MS) contribuinte da PCH Costa Rica**. Monografia apresentada no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. 2012.

SILVA, C. A. e NUNES, F. P. **Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais... Natal, INPE, 2009.

SILVA. E. V e RODRIGUEZ, J. M. M. **Geoecologia da Paisagem: Zoneamento e Gestão Ambiental em Ambientes Úmidos e Subúmidos**. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, 2011.

SILVA, E. V. e RODRIGUEZ, J. M. M. **Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 4-17, 2014.

SILVA, J. S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental; estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT**. 307 f. Tese (Doutorado). Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2003.

SILVA, M. H. S. **Análise da Paisagem do Pantanal da Nhecolândia: estudo de caso das lagoas salitradas sob a perspectiva do Modelo GTP (Geossistema –Território – Paisagem)** - Tese de doutorado – UNESP Presidente Prudente - 2012.

SIQUEIRA, R. M. B. e SILVA G. H. **A bacia hidrográfica como unidade de estudo e o funcionamento dos ecossistemas fluviais**. Boletim da Associação Brasileira de Limnologia – 2011.

SCHENINI, P. C. **Gestão empresarial sócio ambiental**. Florianópolis: NUPEGEMA. 2005.

SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão: AHP e Macbeth**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1995.

SOARES FILHO, C. V. **Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM 11., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994.

SOARES, A. F. **Análise sócio ambiental para a preservação da microbacia do Córrego Laranja Doce, Dourados-MS**. Dourados-MS: UFMS/CPGD, 2005.

SPÖRL, C. e ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. GEOUSP – Espaço e Tempo. São Paulo, SP. N°15. 2004.

SPÖRL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais artificiais** - Tese Doutorado - USP São Paulo 2007.

SOUZA, E. R. e FERNANDES, M.R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais**. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 207: 15- 20, 2000.

SOUSA I. B. e JORDÃO B. G. F. **Geotecnologias como recursos didáticos em apoio ao ensino de cartografia nas aulas de geografia do ensino básico** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 16, n. 53 Mar/2015

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia - Contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: UNESP, 2004.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia USP. (Métodos em Questão, 16). 1977.

STORE, R. e KANGAS, J. **Spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS -based habitat suitability modelling**. LandscapeandUrban Planning, n. 55, p. 79–93, 2001.

TABARELLI, M. e SILVA, J. M. C. **Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. In: Araújo et al. (ed.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

TAYLOR, D. R. F. **Geographical Information Systems: The microcomputer and modern cartography**. Oxford, England, Pergamon Press, 1991.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 2ª ed., Editora da Universidade. 1993.

TUNDISI, J. G. **A bacia hidrográfica como unidade de pesquisa, Gerenciamento e Planejamento.** São Carlos, USP, CDCC, 1996.

TURNER, A. K. **The role of three-dimensional geographic in information systems in subsurface characterization for hydrogeological applications.** Hants-UK: British, 1989.

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

TRICART, J. L. F. **Paisagem & Ecologia.** F.F.L.C.H. – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 1981.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** 6º ed. Rio Claro: Divisa, 2004.

UEHARA, T.H.K. Desempenho de projetos de gestão ambiental pública: parcerias entre o Estado de São Paulo e organizações sem fins lucrativos. 2010. 230 p. **Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental)** – Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VALE, C. C. **Teoria Geral do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e com o Estudo da Paisagem.** Revista Entre-Lugar. UFGD. Dourados, MS: ano 3, n.6, 2012.

VALENTE, R. O. A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG.** Tese (Doutorado - Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP, Piracicaba, 2005.

VALERIANO, M. M. **Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2004.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente.** São Paulo: Pioneira. 1995.

VEIGA, J. B. **Formação e manutenção de pastagens. In: VEIGA, J. B. (Ed.). Criação de gado leiteiro na Zona Bragantina.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2005.

VERDUM, R. **Perceber e Conceber Paisagem. In: Paisagem: leituras, significados e transformações.** VERDUM, R. et. al.(organizadores). Porto Alegre Editora da UFRGS, 2012.

VERDUM, R. *et al.* **Paisagem: leituras, significados e transformações.** Porto Alegre: UFRGS, 2012.

VERDUM R. e FONTOURA L. F. M. **Temáticas rurais: do local ao regional.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

VICENTE L. E. **Geoprocessamento Aplicado a Gestão Territorial: Uma Proposta de Abordagem Sistêmica para o meio Urbano de Presidente Prudente**. Dissertação de Mestrado. UNESP - Presidente Prudente. 2001

VICENTE, L. E. e PEREZ FILHO, A. **Abordagem Sistêmica e Geografia**. Revista Geografia, v. 28, n. 03, 2003.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONOMICO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL – **ZEE-MS** - Contribuições Técnicas, Teóricas, Jurídicas e Metodológicas Volume I. 2014.

YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. Rev. Adm. Pub., v.27, n.2, p.5-18, 1993.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos – SP**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, 2006.

#### *Sites Consultados*

ANA Agencia Nacional das Águas - Dados referentes às Bacias Hidrográficas Brasileiras. Disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br). Acesso em 2014.

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica - Dados sobre PCHs Disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br) Acesso em 2014.

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução nº. 1, de 23/01/1986, 1986. Disponível em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em 2014.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - GeoCidades dados de municípios. Disponível em [www.cidades.ibge.gov.br](http://www.cidades.ibge.gov.br) Acesso 2014

INPE/DPI Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Divisão de Processamento de Imagens <http://www.dpi.inpe.br/> Acesso em de 2014.

NASA Dados referentes às imagens do satélite LANDSAT 8. Disponível em <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 2014.

PORTAL PCH - Etapas de Implantação de uma PCH Disponível em: [www.portalpch.com.br](http://www.portalpch.com.br) Acesso em 2014.

ONU Organização das Nações Unidas – Informações cartográficas Disponível em: <http://nacoesunidas.org/> Acesso em 2015

ACI Associação Cartográfica Internacional - Informações históricas sobre a cartografia Disponível em: <http://icaci.org/> Acesso em 2015

## ANEXO I – Lei N° 2.679, criação do Município de Paraíso das Águas

Republica-se por incorreção.

Publicada no Diário Oficial n° 6.092, de 30 de setembro de 2003, página 1.

LEI N° 2.679, DE 29 DE SETEMBRO DE 2003.

*Cria o Município de PARAÍSO DAS ÁGUAS, com desmembramento parcial das áreas dos Municípios de Costa Rica, Água Clara e Chapadão do Sul.*

**O GOVERNADOR DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL.**

Faço saber que a Assembléia Legislativa decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Fica criado o Município de PARAÍSO DAS ÁGUAS, com sede no Distrito denominado PARAÍSO, desmembrado das áreas dos Municípios de Costa Rica, Água Clara e Chapadão do Sul.

Art. 2º São os seguintes os limites do Município de Paraíso das Águas: partindo da barra do Córrego Lajeado no Rio Sucuriú; por este abaixo até a ponte da Estrada Municipal Ponte de Pedra; daí segue por esta estrada até o entroncamento com a Rodovia MS-316, nas proximidades da Fazenda Brasil; daí segue em linha reta até a cabeceira do Córrego sem denominação, afluente da margem direita do Rio Paraíso, ponto de coordenadas geográficas aproximadas Lat. 18°52'30" e Long. 53°06'29"; daí segue pelo afluente abaixo até a barra no Rio Paraíso; por este acima até a barra do afluente sem denominação de sua margem esquerda, ponto de coordenadas geográficas aproximadas Lat. 18°47'51" e Long. 53°02'43"; daí segue pelo afluente acima até a sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta até a confluência das nascentes do Córrego Bonito; por este acima até sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta, rumo leste, até a Rodovia MS-425, ponto de coordenadas geográficas aproximadas Lat. 18°47'08" e Long. 52°53'43"; daí segue pela Rodovia, sentido Paraíso, até o entroncamento com a Rodovia BR-060; daí segue em linha reta até a mais alta cabeceira do Córrego do Macaco; por este abaixo até a barra no Rio Sucuriú; por este abaixo até a barra do Córrego Cervo; por este acima até sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta até a mais alta cabeceira do Córrego Lajeado; por este abaixo até a barra no Ribeirão Cangalha; por este acima até a barra do Córrego da Cangalhinha; por este acima até sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta até a mais alta cabeceira do Córrego Careca; por este abaixo até a barra no Ribeirão Cervo; por este abaixo até a barra do Córrego Cabeceira Curta; daí segue em linha reta até a barra do Córrego Queixada no Rio São Domingos; daí segue pelo Córrego acima até a sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta até a mais alta cabeceira do Córrego da Invernada; por este abaixo até a barra no Rio Verde; por este acima até a barra do Ribeirão Mutuca; por este acima até a barra do Córrego Mutuquinha; por este acima até sua mais alta cabeceira; daí segue em linha reta até a mais alta cabeceira do Córrego Lajeado; daí segue em linha reta até o espigão divisor de águas dos Rios Verde e Sucuriú, ponto de coordenadas geográficas aproximadas Lat. 19°00'23" e Long. 53°24'07"; daí segue pelo referido espigão até o ponto mais próximo da barra do Córrego Lajeado no Córrego Lajeado, ponto de coordenadas geográficas Lat. 18°56'38" e Long. 53°22'55"; daí segue em linha reta até a referida barra; daí segue pelo Córrego Lajeado abaixo até a barra no Rio Sucuriú, ponto inicial desta descrição.

Art. 3º O Município de PARAÍSO DAS ÁGUAS pertencerá à Comarca de Costa Rica.

Art. 4º O Município de PARAÍSO DAS ÁGUAS será constituído por dois Distritos, o de Alto Sucuriú (Pouso Alto) e o de Bela Alvorada (Camas) e o seu centro urbano é a atual sede do Distrito de Paraíso.

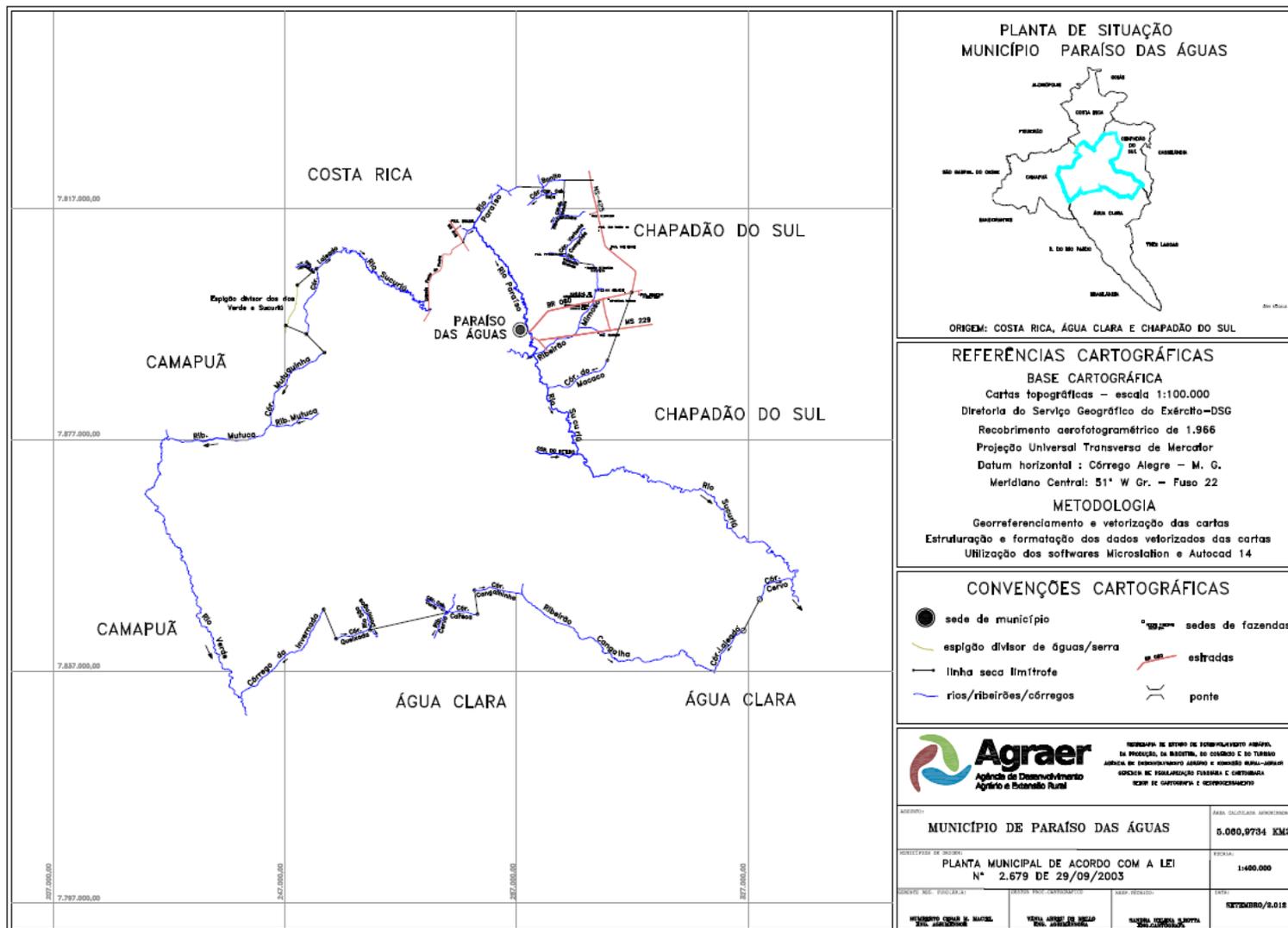
Art. 5º Será atribuído 40% (quarenta por cento) do produto de arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - ICMS, ao Município PARAÍSO DAS ÁGUAS, sendo 30% (trinta por cento) proveniente do Município de Água Clara, 6% (seis por cento) do Município de Costa Rica e 4% (quatro por cento) do Município de Chapadão do Sul.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Campo Grande, 29 de setembro de 2003.

**JOSÉ ORCÍRIO MIRANDA DOS SANTOS**  
Governador

## ANEXO 2 – Mapa dos limites do Município de Paraíso das Águas



**ANEXO 3 - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico**  
**Vulnerabilidade do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú**

```
{
// Pesos a ser aplicados
// Clima_Sucuriu = 0.000
// Geologia_sucuriu = 0.000
// Geomorfologia_Sucuriu = 0.000
// Pedologia_Sucuriu = 0.000
// vegetação_tematico = 0.000

// Razao de consistência
// CR = 0.000

// Programa em LEGAL
// Este programa deve ser completado
// pelo usuario para incluir os dados
// apresentados entre os sinais de <>

// Definicao dos dados de entrada

Tematico var1 ("Clima_Sucuriu");
Tematico var2 ("Geologia_sucuriu");
Tematico var3 ("Geomorfologia_Sucuriu");
Tematico var4 ("Pedologia_Sucuriu");
Tematico var5 ("vegetação_tematico");

Tabela tab1 (Ponderacao);
tab1 = Novo (CategoriaIni = "Clima_Sucuriu" ,
            "Umido":0.25,
            "Umido_sub_umido":0.2);

Tabela tab2 (Ponderacao);
tab2 = Novo (CategoriaIni = "Geologia_sucuriu" ,
            "Caiua":0.3,
            "Serra_Geral":0.25,
            "Adamantina":0.3,
            "Santo_Anastacio":0.3,
            "Botucatu":0.25,
            "Cobertura_Dendritica_Lateritica":0.2);

Tabela tab3 (Ponderacao);
tab3 = Novo (CategoriaIni = "Geomorfologia_Sucuriu" ,
            "Divisores_tabulares":0.25,
            "Mod_Acum_Inundação":0.25,
            "Mod_Acum_Fluvial":0.25,
            "Chapadão_Emas":0.2,
```

```

        "Rampas_Arenosas":0.2,
        "Patamares_Apore":0.25);

Tabela tab4 (Ponderacao);
tab4 = Novo (CategoriaIni = "Pedologia_Sucuriu" ,
        "Latosolo_Vermelho_Escuro":0.1,
        "Areias_Quartizosas":0.3,
        "Podzólíco_Vermelho_Escuro":0.2,
        "Latosolo_Roxo":0.1,
        "Solos_litólícos":0.3,
        "Planossolo":0.2,
        "Podzólíco_Vermelho_Amarelo":0.2,
        "Glei_Pouco_Úmido":0.2);

Tabela tab5 (Ponderacao);
tab5 = Novo (CategoriaIni = "vegetação_tematico" ,
        "alta":0.1,
        "media":0.2,
        "baixa":0.25,
        "muito_baixa":0.3);

// Definicão do dado de saída

Numerico var6 ("Vulnerabilidade_AltoSucuriu");

// Recuperação dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="clima_class_alto-T");
var2 = Recupere (Nome="Geologia_class-T_rec_Bacia");
var3 = Recupere (Nome="geomorfologia_class-T");
var4 = Recupere (Nome="Pedologia_class-T_Bacia_alto");
var5 = Recupere (Nome="ndvi");

// Criação do dado de saída

var6 = Novo (Nome="Vulnerabilidade_AS", ResX=30, ResY=30, Escala=1000000,

        Min=0, Max=1

// Geração da média ponderada

var6 = 0.200*(Pondere(var1, tab1)) + 0.200*(Pondere(var2, tab2))+ 0.200*(Pondere(var3,
tab3))+ 0.200*(Pondere(var4, tab4))+ 0.200*(Pondere(var5, tab5));
}

```

#### ANEXO 4 - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico

Probabilidade de degradação do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú

```
// Pesos a ser aplicados
// Uso_ocupação_2014 = 0.750
// Vulnerabilidade = 0.250

// Razao de consistência
// CR = 0.001

// Programa em LEGAL
// Este programa deve ser completado
// pelo usuario para incluir os dados
// apresentados entre os sinais de <>

// Definicao dos dados de entrada

Tematicovar1("Uso_ocupação_2014");
Tematicovar2("Vulnerabilidade");

Tabela tab1(Ponderacao);
tab1 = Novo (CategoriaIni = "Uso_ocupação_2014" ,
            "Urbano":0.3,
            "Mata":0.1,
            "Agua":0.3,
            "Cultura_temporaria":0.2,
            "Cultura_permanente":0.25,
            "Pastagem":0.3);

Tabela tab2(Ponderacao);
tab2 = Novo (CategoriaIni = "Vulnerabilidade" ,
            "intergrade":0.2,
            "instavel":0.3,
            "Moderamente":0.25,
            "estavel":0.1);

// Definicao do dado de saida
Numericovar3("Prioridades3");
// Recuperacao dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="Classificação5-T");
var2 = Recupere (Nome="BHAS");

// Criacao do dado de saida

var3 = Novo (Nome="Prioridades3", ResX=30, ResY=30, Escala=100000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media ponderada

var3 = 0.750*(Pondere(var1, tab1)) + 0.250*(Pondere(var2, tab2));
```

## ANEXO V - Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2013 IBGE Chapadão do Sul

### Leis e planejamento municipal – Chapadão do Sul

<i>Leis</i>	<i>Existência</i>	<i>Ano</i>
Plano diretor	Não	-
O município está elaborando o Plano Diretor	Sim	-
Legislação sobre zona e/ou área de interesse social	Não	-
Legislação sobre zona e/ou área de interesse especial	Não	-
Lei de perímetro urbano	Sim, com legislação específica	2012
Legislação sobre parcelamento do solo	Sim, com legislação específica	1996
Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo	Sim, com legislação específica	2010
Legislação sobre solo criado	Não	-
Legislação sobre contribuição de melhoria	Sim, com legislação específica	2006
Legislação sobre operação urbana consorciada	Não	-
Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança	Não	-
Código de obras	Sim, com legislação específica	1989

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

### Alagamentos e processos erosivos - Chapadão do Sul

O município foi atingido em suas áreas urbanas por alagamentos (2) nos últimos 5 anos	Sim
O município foi atingido em suas áreas urbanas por processo erosivo (3) acelerado nos últimos 5 anos	Não

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

### Órgão gestor do meio ambiente - Chapadão do Sul

<i>Caracterização do órgão gestor do meio ambiente no município</i>	<i>Secretaria municipal em conjunto com outras políticas</i>
Estatutários	3
Celetistas	0
Somente comissionados	2
Estagiários	0
Sem vínculo permanente	0
Recursos humanos – Total	5

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

### Conselho Municipal de meio ambiente - Chapadão do Sul

Conselho Municipal de Meio Ambiente - existência	Sim (desde 2011)
O conselho é paritário	Sim
Consultivo	Sim
Deliberativo	Sim
Normativo	Não
Fiscalizador	Não
Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses	7
Fundo Municipal de Meio Ambiente - existência	Sim

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

### Agenda 21, legislação ambiental e comitê de Bacia - Chapadão do Sul

Iniciou o processo de elaboração da Agenda 21 local	Não
Estágio atual da agenda local	Não aplicável
Fórum da Agenda 21 local realizou reunião nos últimos 12 meses	Não aplicável
Legislação específica para tratar de questão ambiental	Sim
A legislação está organizada sob forma de:	Lei de criação de Unidades de Conservação
Faz parte de comitê de bacia hidrográfica	Sim

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

### Uso sustentável - Chapadão do Sul

O governo municipal está implementando alguma iniciativa na área de consumo sustentável	Não
Redução do uso de sacolas plásticas	Não aplicável
Sustentabilidade ambiental das instituições públicas, como a Agenda Ambiental na Administração-A3P	Não aplicável
Redução do consumo de água ou energia elétrica	Não aplicável
Uso de critério ambiental em compra ou concorrência pública	Não aplicável
Outras iniciativas	Não aplicável

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

## ANEXO VI - Perfil dos Municípios Brasileiros - Gestão Pública 2013 IBGE Costa Rica

**Quadro 12:** Leis e planejamento municipal – Costa Rica

<i>Leis</i>	<i>Existência</i>	<i>Ano</i>
Plano diretor – existência	Sim	-
O município está elaborando o Plano Diretor	Não	-
Legislação sobre zona e/ou área de interesse social	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	-
Legislação sobre zona e/ou área de interesse especial	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	-
Lei de perímetro urbano	Sim, com legislação específica	1985
Legislação sobre parcelamento do solo	Sim, com legislação específica	2006
Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo	Sim, com legislação específica	2006
Legislação sobre solo criado	Não	-
Legislação sobre contribuição de melhoria	Sim, com legislação específica	2001
Legislação sobre operação urbana consorciada	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	-
Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	-
Código de obras	Sim, com legislação específica	1994

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

**Quadro 13:** Alagamentos e processos erosivos - Costa Rica

O município foi atingido em suas áreas urbanas por alagamentos (2) nos últimos 5 anos	Não
O município foi atingido em suas áreas urbanas por processo erosivo (3) acelerado nos últimos 5 anos	Sim

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

**Quadro 14:** Órgão gestor do meio ambiente - Costa Rica

<i>Caracterização do órgão gestor do meio ambiente no município</i>	<i>Secretaria municipal em conjunto com outras políticas</i>
Estatutários	3
Celetistas	0
Somente comissionados	1
Estagiários	0
Sem vínculo permanente	6
Recursos humanos - Total	10

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

**Quadro 15:** Conselho Municipal de meio ambiente - Costa Rica

Conselho Municipal de Meio Ambiente – existência	Sim (desde 1991)
O conselho é paritário	Sim
Consultivo	Sim
Deliberativo	Não
Normativo	Não
Fiscalizador	Não
Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses	4
Fundo Municipal de Meio Ambiente – existência	Sim

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

**Quadro 16:** Agenda 21, legislação ambiental e comitê de bacia - Costa Rica

Iniciou o processo de elaboração da Agenda 21 local	Não
Estágio atual da agenda local	Não aplicável
Fórum da Agenda 21 local realizou reunião nos últimos 12 meses	Não aplicável
Legislação específica para tratar de questão ambiental	Sim
A legislação está organizada sob forma de:	Diversas leis
Faz parte de comitê de bacia hidrográfica	Sim

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.

**Quadro 17:** Uso sustentável - Costa Rica

O governo municipal está implementando alguma iniciativa na área de consumo sustentável	Não
Redução do uso de sacolas plásticas	Não aplicável
Sustentabilidade ambiental das instituições públicas, como a Agenda Ambiental na Administração-A3P	Não aplicável
Redução do consumo de água ou energia elétrica	Não aplicável
Uso de critério ambiental em compra ou concorrência pública	Não aplicável
Outras iniciativas	Não aplicável

Fonte: IBGE, 2013 Org: Cesar C. Ferreira.