



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS - MS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

Cesar Cardoso Ferreira

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A CRIAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE BANCO DE
DADOS GEOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SUCURIÚ - MS/BR**

**Três Lagoas – MS
Março, 2011**

CESAR CARDOSO FERREIRA

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A CRIAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE BANCO
DE DADOS GEOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SUCURIÚ - MS/BR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, nível mestrado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS - Campus de Três Lagoas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Helena Mirandola

**Três Lagoas – MS
Março, 2011**

Termo de aprovação

Cesar Cardoso Ferreira

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS A CRIAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE BANCO DE
DADOS GEOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SUCURIÚ - MS/BR**

*Dissertação apresentada como requisito parcial do grau de mestre em Geografia, da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela seguinte banca examinadora:*

Orientadora: Patrícia Helena Mirandola
Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul campus de Três Lagoas.

Arnaldo Yoso Sakamoto
Departamento de Ciências Humanas da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul campus de Três Lagoas.

Edson Luís Piroli
Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Campus Experimental de Ourinhos.

Suplente: Antonio Cezar Leal
Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente
Prudente.

Dedico este trabalho

Aos meus pais:

César Vilela Ferreira

Maria Cristina Cardoso Ferreira (em memória)

As minhas irmãs:

Sandra Cardoso Ferreira

Silvia Cardoso Ferreira

Ao meu Filho

Felipe Silva Cardoso Ferreira

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, pelo seu carinho e dedicação que me apoiou e ensinou 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 apoiar-me e incentivar-me em todos os momentos de minha vida;

Ao meu filho, criança linda e maravilhosa, minha felicidade! Mesmo pronunciando poucas palavras serviu-me de motivação em busca dos meus ideais.

As minhas irmãs Sandra e Silvia, pelo carinho e incentivo;

Aos meus Tios, Claudomiro e Cleire pelo apoio, incentivo e carinho;

A minha Orientadora, Prof^a Patrícia Helena Mirandola Avelino, pela dedicação, paciência, motivação, confiança e contribuição para a minha formação;

Ao meu Co-orientador, Prof^a Arnaldo Yoso Sakamoto, pelo apoio, dedicação, paciência, confiança e contribuição para a minha formação;

Os Professores do Programa pela dedicação e contribuição na minha formação em especial, Wallace Oliveira e Luiza Luciana Salvi;

A Franciele Gonçalves, por tudo que você representa em minha vida e neste trabalho sua participação foi fundamental “JSMF”;

Ao companheiro e irmão inseparável, Hermiliano Felipe Decco pelo apoio, companheirismo e aprendizado;

Aos colegas Geógrafos, Mônica de Lima, Ana Gabriela Bueno, Leandro Cazula, Laís Coelho Fábio Luis Leonel, Rodrigo Cacho, Fernando Brandão, Ismar Renan, Frederico Gradella, Mauro Henrique e aos futuros geógrafos Glauber e Suzane;

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudo.

A PROPP/UFMS - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pelo apoio.

Ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) pelo fornecimento das imagens orbitais do satélite LANDSAT 5, SRTM e pelo software Spring.

A Prefeitura Municipal de Costa Rica, pelo apoio;

Aos Funcionários da UFMS campus Três Lagoas pela dedicação e atenção, em especial Adalto (Ligeirinho);

A todos que direta ou indiretamente participaram na execução deste trabalho.

Obrigado!

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo diagnosticar, analisar e fornecer subsídios teóricos metodológicos e documentais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú/MS, com uso de Banco de Dados Geográficos apoiados em técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, para fins de Planejamento e Gerenciamento. A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está localizada na porção leste do Estado de Mato Grosso do Sul entre as coordenadas geográficas 18° 12'36.18'' a 20° 49'1.6'' S e 51° 38'2.79'' a 53° 31'27.96'' W. Os procedimentos operacionais para os processamentos dos dados orbitais, cadastrais e temáticos foram realizados em um ambiente de sistemas destinados à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, SIG. Além de entender a bacia hidrográfica como um sistema de entrada e saída de energia. A investigação realizada demonstrou a importância de se conhecer prévia e detalhadamente o meio físico das áreas estudadas. Além disso, a aplicação da metodologia apresentada revelou-se importante para a elaboração de estudos ambientais e planejamento, para a Bacia Hidrográfica do Sucuriú.

Resumé

Cette étude vise à diagnostiquer, analyser et fournir subventions théorique méthodologique et documentaire de la Sucuriú bassin de la rivière/MS, en utilisant une base de données géographique pris en charge par télédétection et les geotraitement, pour la planification et de gestion. Le bassin de la rivière Sucuriú est situé dans la partie orientale du Mato Grosso do Sul, à partir de coordonnées géographiques $18^{\circ} 12'36''0.18$ $20^{\circ} 49'1.6''$ S et $51^{\circ} 38'2''0.79$ à $53^{\circ} 31'27''0.96$ W. Les procédures opérationnelles pour le traitement des données orbitales, cadastrales et thématiques ont été réalisées dans un environnement de systèmes pour l'acquisition, le stockage, la manipulation, l'analyse et la présentation des données géoréférencées, ou du Système d'information géographique. Outre la compréhension du bassin avec un système d'entrée et de sortie de l'énergie. Recherche entrepris ont montré l'importance de connaître à l'avance et en détail l'environnement physique des zones étudiées. En outre, l'application de la méthodologie présentée s'est avéré important pour la préparation des études environnementales et de planification pour la Sucuriú bassin.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ANEXOS

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
1.3 OBJETIVOS.....	31
1.3.1 Objetivo geral.....	31
1.3.2 Objetivos específicos.....	31

CAPÍTULO II

2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	33
2.1 Abordagem Sistêmica.....	36
2.2 Vulnerabilidade.....	39
2.3 Planejamento.....	41
2.4 Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento.....	42
2.5 Geoprocessamento como ferramenta de análise.....	44
2.6 Sistema de Informação Geográfica.....	46
2.7 Banco de Dados Geográfico.....	48
2.8 Sensoriamento Remoto.....	51
2.8.1 Características básicas dos Sensores.....	54
2.8.2 Satélites: definições e modelos.....	55
2.8.3 Satélite LANDSAT.....	56

2.8.4 Missão SRTM.....	56
2.8.5 Imagens orbitais: sensores TM e SIR/SAR.....	58

CAPÍTULO III

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	61
3.1 Materiais.....	61
3.2 Procedimentos operacionais.....	62
3.2.1 Banco de Dados.....	62
3.2.2 Elaboração da melhor composição colorida e realce.....	63
3.2.3 Registro (georreferenciamento).....	64
3.2.4 Segmentação.....	65
3.2.5 Classificação Supervisionada.....	65
3.2.6 Eliminação de Ruídos.....	66
3.2.7 Filtragem.....	67
3.2.8 Elaboração dos Mapas Temáticos.....	68
3.3 Processo Analítico Hierárquico (AHP).....	71
3.4 Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL).....	72
3.5 Saídas “in loco”.....	73

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS.....	75
4.1 Diagnóstico Fisiográfico.....	75
4.2 Região da Bacia do Alto Sucuriú.....	77
4.2.1 Análise da Geologia da Bacia do Alto Sucuriú.....	77
4.2.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Alto Sucuriú.....	80
4.2.3 Análise da Pedologia da Bacia do Alto Sucuriú.....	86
4.2.4 Análise dos dados de Clima da Bacia do Alto Sucuriú.....	88
4.2.4.1 Precipitação da BHAS.....	88
4.2.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Alto Sucuriú.....	90
4.2.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Alto Sucuriú.....	94

4.2.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Alto Sucuriú.....	99
4.2.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Alto Sucuriú.....	104
4.3 Região da Bacia do Médio Sucuriú.....	111
4.3.1 Análise da Geologia da Bacia do Médio Sucuriú.....	111
4.3.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Médio Sucuriú.....	113
4.3.3 Análise da Pedologia da Bacia do Médio Sucuriú.....	115
4.3.4 Análise dos dados de Clima da Bacia do Médio Sucuriú.....	117
4.3.4.1 Precipitação na Bacia do Médio Sucuriú.....	117
4.3.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Médio Sucuriú.....	119
4.3.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Médio Sucuriú.....	123
4.3.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Médio Sucuriú.....	128
4.3.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Médio Sucuriú.....	132
4.4 Região da Bacia do Baixo Sucuriú.....	138
4.4.1 Análise da Geologia da Bacia do Baixo Sucuriú.....	138
4.4.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Baixo Sucuriú.....	140
4.4.3 Análise da Pedologia da Bacia do Baixo Sucuriú.....	142
4.4.4 Análise dos dados de Clima da Bacia do Baixo Sucuriú.....	144
4.4.4.1 Precipitação na Bacia do Baixo Sucuriú.....	144
4.4.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Baixo Sucuriú.....	146
4.4.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Baixo Sucuriú.....	150
4.4.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Baixo Sucuriú.....	154
4.4.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Baixo Sucuriú.....	158

CAPÍTULO IV

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	165
5.1 BIBLIOGRAFIA.....	173
5.2 ANEXOS.....	180

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AM - Automated Mapping

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

APA – Área de Preservação Ambiental

BHAS - Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú

BHMS - Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú

BHBS - Bacia Hidrográfica do Baixo 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

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

TM - Thematic Mapper

UTM - Universal Transversa Mercator

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Divisão Hidrográfica do Estado de Mato Grosso do Sul.....	25
Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.....	30
Figura 3: Geoprocessamento.....	45
Figura 4: Arquitetura de Banco de dados.....	49
Figura 5: Paradigma dos quatro universos.....	50
Figura 6: Faixa do Espectro eletromagnético.....	53
Figura 7: Componentes do radar SRTM.....	57
Figura 8: Cobertura da SRTM.....	57
Figura 9: Sistema SAR.....	59
Figura 10: Refinamento dos dados SRTM.....	62
Figura 11: Janela de contraste.	63
Figura 12: Janela de legenda (GLOBAL MAPPER 11).....	64
Figura 13: Janela de Registro	65
Figura 14: Janela de Segmentação	65
Figura 15: Janela de Classificação	66
Figura 16: Janela de Eliminação de Ruídos	67
Figura 17: Janela de Filtragem	68
Figura 18: Fluxograma do Método de Avaliação de Uso e Ocupação da Terra.....	69
Figura 19: Fluxograma da Nomenclatura da Cobertura Terrestre.....	69
Figura 20: Compartimentação da BHRs.....	76
Figura 21: Mapa Geológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	78
Figura 22: Mapa Geomorfológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	81
Figura 23: Mapa Pedológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	85
Figura 24: Estações Pluviométricas na Bacia do Alto Sucuriú.....	89
Figura 25: Rede de drenagem da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	91
Figura 26: Modelo Tridimensional da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	93
Figura 27: Curvas de nível da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	96
Figura 28: Modelo numérico de terreno da Bacia do Alto Sucuriú.....	99
Figura 29: Vulnerabilidade Ambiental da BHAS.....	103

Figura 30: Carta imagem TM da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	105
Figura 31: Chave de Interpretação da Bacia do Alto Sucuriú, 2010.....	107
Figura 32: Uso e ocupação da terra na Bacia do Alto Sucuriú, 2010.....	110
Figura 33: Mapa Geológico da Bacia do Médio Sucuriú/MS	112
Figura 34: Mapa Geomorfológico da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	114
Figura 35: Mapa Pedológico da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	116
Figura 36: Estações Pluviométricas na Bacia do Médio Sucuriú.....	118
Figura 37: Rede de drenagem da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	120
Figura 38: Modelo Tridimensional da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	122
Figura 39: Curvas de nível da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	124
Figura 40: Modelo numérico de terreno da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	127
Figura 41: Vulnerabilidade Ambiental da BHMS.....	131
Figura 42: Carta imagem LANDSAT TM da Bacia do Médio Sucuriú.....	133
Figura 43: Chave de Interpretação da Bacia do Médio Sucuriú, 2010.....	135
Figura 44: Uso e ocupação da terra na Bacia do Médio Sucuriú, 2010.....	137
Figura 45: Mapa Geológico da Bacia do Baixo Sucuriú/MS	139
Figura 46: Mapa Geomorfológico da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	145
Figura 47: Mapa Pedológico da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	143
Figura 48: Estações Pluviométricas na Bacia do Baixo Sucuriú.....	141
Figura 49: Rede de drenagem da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	147
Figura 50: Modelo Tridimensional da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	149
Figura 51: Curvas de nível da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	151
Figura 52: Modelo numérico de terreno da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	153
Figura 53: Vulnerabilidade Ambiental da BHBS.....	157
Figura 54: Carta imagem LANDSAT TM da Bacia do Baixo Sucuriú.....	159
Figura 55: Chave de Interpretação da Bacia do Baixo Sucuriú, 2010.....	160
Figura 56: Uso e ocupação da terra na Bacia do Baixo Sucuriú, 2010.....	163

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Vista da região das nascentes do Rio Sucuriú.....	92
Foto 2: Solo úmido na região das nascentes do Rio Sucuriú.....	92
Foto 3: Vista panorâmica da região das nascentes do Rio Sucuriú.....	97
Foto 4: Divisa dos Estados MS e GO na região das nascentes do Rio Sucuriú.....	97
Foto 5: Parque Municipal do Alto Sucuriú.....	108
Foto 6: Parque Estadual Nascentes do Taquari.....	108
Foto 7: Pastagem seca.....	134
Foto 8: Pastagem verde.....	134
Foto 9: MS 320.....	148
Foto 10: Ausência de mata ciliar e turbidez da água.....	148
Foto 11: Desbarracamento.....	162
Foto 12: Desbarracamento e assoreamento.....	162
Foto 13: Rodovia Estadual MS 377.....	183
Foto 14: Limite Municipal Três Lagoas/Inocência.....	183
Foto 15: Rio Sucuriú.....	183
Foto 16: Represa – Rio Sucuriú.....	183
Foto 17: Município de Inocência.....	183
Foto 18: Paraíso.....	183
Foto 19: Paisagem á margem direita do Rio Sucuriú.....	184
Foto 20: Rio Sucuriú.....	184
Foto 21: Algodão	184
Foto 22: Feno	184
Foto 23: Rodovia BR – 158.....	184
Foto 24: Ferrovia.....	184
Foto 25: Cultivo de Girassol.....	185
Foto 26: Cana-de-açúcar.....	185
Foto 27: Vegetação Natural.....	185
Foto 28: Mata ciliar.....	185
Foto 29: Eucalipto.....	185
Foto 30: Pastagem	185

Foto 31: Ponte Sobre o Rio Sucuriú – Costa Rica.....	186
Foto 32: Rio Sucuriú	186
Foto 33: Região de Nascente do Rio Sucuriú.....	186
Foto 34: Vista horizontal-Nascentes do Rio Sucuriú.....	186
Foto 35: Parque Natural Municipal do Alto Sucuriú.....	186
Foto 36: Cachoeira do Majestoso – Rio Sucuriú.....	186

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estatística da Geologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	80
Gráfico 2: Estatística Geomorfologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	83
Gráfico 3: Estatística Pedologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS.....	87
Gráfico 4: Perfil próximo a nascente da Bacia do Alto Sucuriú.....	95
Gráfico 5: Perfil próximo ao baixo curso da Bacia do Alto Sucuriú.....	97
Gráfico 6: Perfil Longitudinal na Bacia do Alto Sucuriú.....	98
Gráfico 7: Estatística da vulnerabilidade na Bacia do Alto Sucuriú.....	102
Gráfico 8: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Alto Sucuriú – 2010.....	109
Gráfico 9: Geologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	111
Gráfico 10: Geomorfologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	113
Gráfico 11: Pedologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.....	115
Gráfico 12: Perfil transversal próximo ao alto curso da Bacia do Médio Sucuriú.....	123
Gráfico 13: Perfil transversal próximo ao baixo curso da Bacia do Médio Sucuriú.....	125
Gráfico 14: Perfil Longitudinal na Bacia do Médio Sucuriú.....	125
Gráfico 15: Estatística da vulnerabilidade na Bacia do Médio Sucuriú.....	129
Gráfico 16: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Médio Sucuriú – 2010....	136
Gráfico 17: Geologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	138
Gráfico 18: Geomorfologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	140
Gráfico 19: Pedologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.....	142
Gráfico 20: Perfil transversal próximo ao alto curso da Bacia do Baixo Sucuriú.....	150
Gráfico 21: Perfil transversal próximo ao baixo curso da Bacia do Baixo Sucuriú.....	152
Gráfico 22: Perfil Longitudinal na Bacia do Baixo Sucuriú.....	152
Gráfico 23: Estatística da vulnerabilidade na Bacia do Baixo Sucuriú.....	155
Gráfico 24: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Baixo Sucuriú – 2010....	161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de vulnerabilidade.....	40
Tabela 2: Características SGBDs.....	50
Tabela 3: Taxonomia de Sistemas de Sensoriamento Remoto.....	52
Tabela 4: Principais características dos Satélites LANDSAT E SRTM.....	55
Tabela 5: Características do Sensor TM.....	58
Tabela 6: Características do sistema SIR/SAR.....	59
Tabela 7: Fatiamento das classes temáticas de vulnerabilidade.....	72
Tabela 8: Parâmetros morfométricos da Bacia do Alto Sucuriú.....	94
Tabela 9: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHAS.....	100
Tabela 10: Parâmetros morfométricos da Bacia do Médio Sucuriú.....	121
Tabela 11: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHMS.....	128
Tabela 12: Parâmetros morfométricos da Bacia do Baixo Sucuriú.....	148
Tabela 13: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHBS.....	154

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Regiões das Unidades de Planejamento no Mato Grosso do Sul.....	24
Quadro 2: Cores e classes do Uso e Ocupação da Terra.....	70
Quadro 3: Características do modelo de análise (Tricart, 1977).....	71
Quadro 4: Variáveis das Bacias Hidrográficas do Alto, Médio e Baixo Sucuriú.....	169

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I – ROTEIRO DETALHADO DAS ESTRADAS

ANEXO II – ROTEIRO DETALHADO DOS PONTOS DE ANÁLISE PRÉ-
DETERMINADOS

ANEXO III – MODELO DA PLANILHA DE CAMPO

ANEXO IV – FOTOS

ANEXO V - LINGUAGEM ESPACIAL PARA GEOPROCESSAMENTO ALGÉBRICO

**C
A
P
Í
T
U
L
O

I**

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (BHRS) que está inserida nos limites Estaduais de Mato Grosso do Sul. O Rio Sucuriú é afluente da margem direita do Rio Paraná que é afluente do Rio da Prata. A Bacia ocupa uma área de 25.062 km².

Baseados na Teoria Geral dos Sistemas, o ambiente estudado está estruturado da seguinte forma: a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (BHRS) é uma parte componente do Subsistema Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, que tem como Sistema a Bacia Hidrográfica do Rio do Prata.

O Governo do Estado de Mato Grosso do Sul elaborou o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-MS) ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), para análise e deliberação. O Plano foi elaborado pela Secretaria de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia (SEMACE) em conjunto com o Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) e contou com o apoio financeiro e técnico da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano/SRHU do Ministério de Meio Ambiente/MMA (PERH-MS, 2009).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos é um instrumento que estabelece diretrizes estratégicas para fundamentar e orientar a implementação da Lei Nº. 2.406 de 29 de janeiro de 2002, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH). O Plano trata dos aspectos de abrangência estadual relacionado à gestão de recursos hídricos e propõe programas que tem como objetivo alcançar o Cenário de Desenvolvimento Sustentável almejado para o ano de 2025 (PERH-MS, 2009).

No território de Mato Grosso do Sul configuram-se duas das 12 Regiões Hidrográficas do Brasil, conforme definidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2000): a Região Hidrográfica do Paraguai, constituída pela bacia do rio Paraguai, a oeste, e a Região Hidrográfica do Rio Paraná, constituída pela bacia do rio Paraná, a leste (PERH-MS, 2009).

A partir de decisão acordada entre a equipe de consultores do PERH-MS e a coordenação da SUPEMA/SEMACE, foram definidas as Unidades de Planejamento e

Gerenciamento (UPGs) de Mato Grosso do Sul, sendo nove na Região Hidrográfica do Rio Paraná e seis na Região Hidrográfica do Rio Paraguai.

Totalizam assim 15 UPGs, que conservaram a nomenclatura anteriormente utilizada para as Sub-bacias, pelo critério da toponímia do seu rio principal situadas em cada uma das Regiões respectivas (Quadro 1).

Quadro 1: Região das Unidades de Planejamento no Mato Grosso do Sul.

Regiões Hidrográficas do Rio Paraná	Regiões Hidrográficas do Rio Paraguai
UPG Iguatemi	UPG Correntes
UPG Amambai	UPG Taquari
UPG Ivinhema	UPG Miranda
UPG Pardo	UPG Negro
UPG Verde	UPG Nabileque
UPG Sucuriú	UPG Apa
UPG Quitéria	-
UPG Santana	-
UPG Aporé	-

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos, 2009. **Org.** Cesar Cardoso Ferreira.

A Região Hidrográfica do Paraná ocupa uma área total de 169.488,663 km², o que representa aproximadamente 47,46% da área do Estado. Nessa Região destacam-se os rios Aporé, Sucuriú, Verde, Pardo, Ivinhema, Amambai e Iguatemi, à margem direita do rio Paraná. A Região Hidrográfica do Paraguai em Mato Grosso do Sul ocupa uma área de 187.636,301 km², que representa 52,54% da área total do Estado. Destacam-se nessa Região os rios Taquari, Miranda, Negro e Apa, à margem esquerda do rio Paraguai (Figura 1).

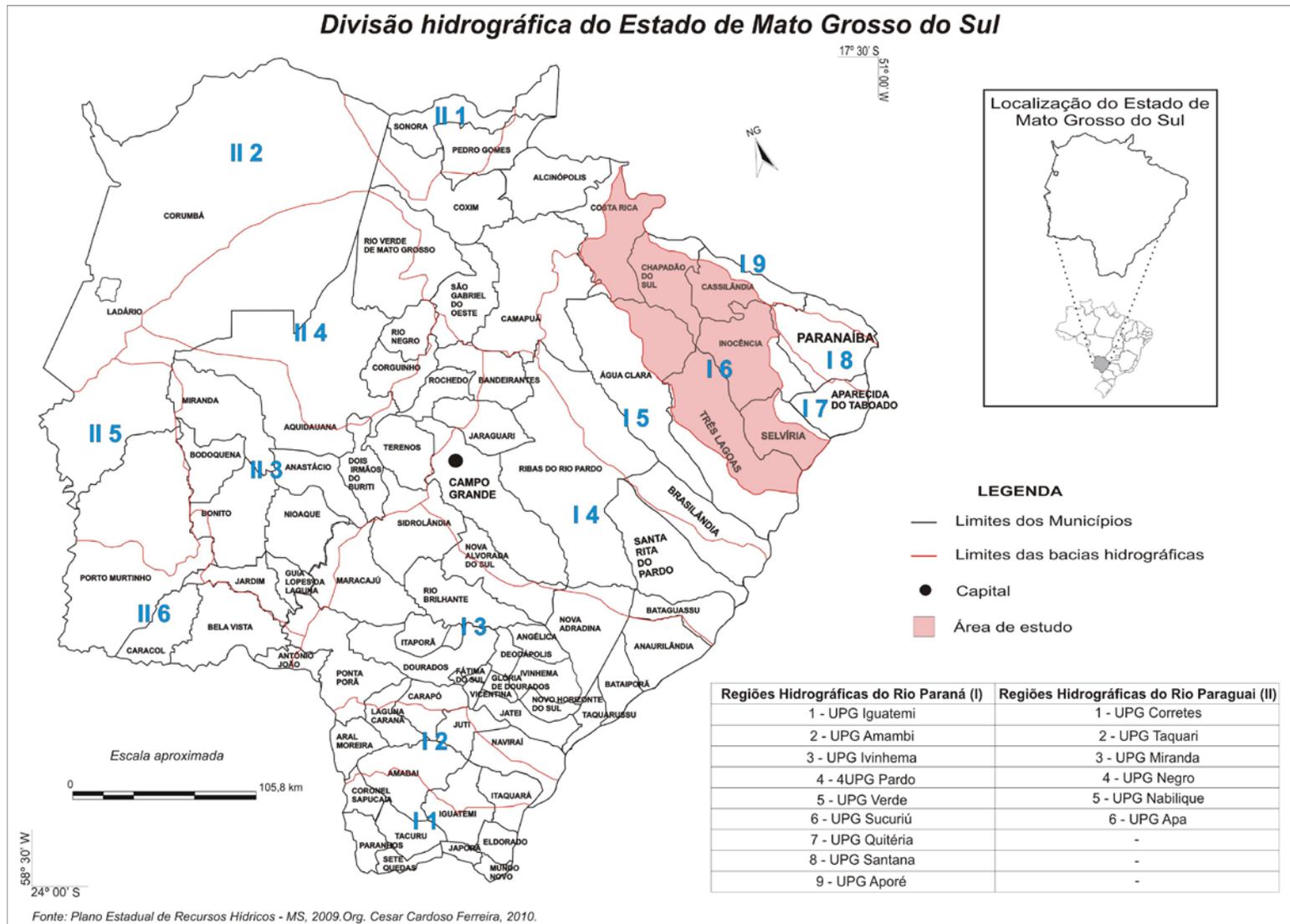


Figura 1: Divisão hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul, 2009.

Na Constituição Federal de 1988 encontram-se princípios e diretrizes que norteiam o amparo jurídico do meio ambiente e sua proteção (Capítulo VI, art. 225), considerando um bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, incumbindo tanto o poder público quanto os particulares do dever de conservá-lo e preservá-lo para as atuais e as futuras gerações.

Segundo o PERH-MS (2009), a Lei nº 2.406/2002 instituiu a Política Estadual dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, com os seguintes princípios:

- Água é um recurso natural limitado, bem de domínio público e dotado de valor econômico;

- Todos os tipos de usuários tem o acesso aos recursos hídricos, devendo a prioridade de uso observar critérios sociais, ambientais e econômicos;

- A bacia hidrográfica deverá ser adotada como unidade físico-territorial de implementação da Política Estadual dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos;

- A gestão dos recursos hídricos do Estado será descentralizada e deverá contar com a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade;

- O uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano e a dessedentação de animais.

O Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos instituído tem por finalidades:

- Assegurar, em todo o território do Estado, a necessária disponibilidade de água, para os atuais usuários e gerações futuras, em padrões de qualidade e quantidade adequados aos respectivos usos;

- Promover a compatibilização entre os múltiplos e competitivos usos dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

- Promover a prevenção e defesa contra os eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública ou prejuízos econômicos ou sociais;

- Incentivar a preservação, conservação e melhoria quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

A Bacia hidrográfica do Rio Sucuriú (BHRS) está situada na região hidrográfica do Rio Paraná, onde dos 78 municípios que compõem o Estado, 52 pertencem as Unidades das Regiões Hidrográfica do Paraná, dos quais 46 possuem toda a sua área territorial inserida nas Regiões e seis apenas parte de suas extensões.

A importância sócio-ambiental da área de estudo, a BHRS é de grande relevância, pois esta área abrange parte de sete municípios que fazem uso das águas do rio Sucuriú: Costa Rica, Chapadão do Sul, Água Clara, Cassilândia, Inocência, Três Lagoas e Selvíria.

Pelos aspectos apresentados a preocupação da presente pesquisa é de analisar a situação geoambiental BHRS e por meios de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e uso de banco de dados geográfico, prover subsídios para o planejamento da área.

A caracterização do meio físico da área de estudo tem como principal objetivo fornecer elementos para uma avaliação das potencialidades dos recursos naturais, bem como das fragilidades dos sistemas naturais e a presença de áreas degradadas, como subsídio para a elaboração do Gerenciamento da BHRS.

Com este enfoque, o diagnóstico do meio físico procurou apresentar elementos para a elaboração de diretrizes gerais e específicas voltadas para um desenvolvimento compatível com as particularidades do meio ambiente, contemplando a preservação e recuperação ambiental da bacia.

Com a base de dados da BHRS desenvolvida, foi possível conceber e implementar uma vasta gama de aplicações no gerenciamento de recursos hídricos, como por exemplo: monitoramento, índice da qualidade da água (IQA), representações cartográficas temáticas de uso e ocupação da terra, drenagem, estradas, topolinhas entre outros.

É importante frisar que, a concentração de dados estará em um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), facilitando a ação de gestores, planejadores e executores no uso dos dados a serem obtidos e gerados. A estrutura do SIG em banco de dados também permitirá a construção de uma base única com acesso geral e a atualização dos conjuntos de informações espaciais e não espaciais armazenados.

Tendo o SIG gratuito SPRING[®] desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) fica viável estudar ou analisar imagens orbitais, uma vez que também são fornecidas gratuitamente. Segundo Rosa (2003), imagens orbitais são produtos de engenhos enviados para órbita, onde se deslocam em formas geocêntrica, circular, heliosíncrona e sincronizada com o sol. Para Câmara (2000) o termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

Nessa perspectiva, a tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto, vem se impondo como uma ferramenta de rotina para a visualização, a análise da informação espacial, sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso do solo (planejamento urbano), análise e planejamento de transportes (redes de entradas e emergência), análise geodemográfica (localização de serviços), cartografia de redes de infra-estruturas (gás, água e energia elétrica) e em múltiplas aplicações de gestão de recursos naturais.

Um banco de dados corresponde fisicamente a um diretório onde são armazenados Modelos de Dados com suas definições de Categorias/Classes e projetos pertencentes ao banco. Os projetos são armazenados em subdiretórios juntamente com seus arquivos de dados: pontos, linhas, imagens orbitais e aéreas, imagens temáticas, textos, grades e objetos. Os dados orbitais, cadastrais e temáticos disponíveis no banco podem ser manipulados por métodos de processamento de imagens e de análise geográfica (CAMARA, 2005).

A utilização de um banco de dados tem colaborado decisivamente na organização e disponibilização de informações geográficas tais como mapas, gráficos e tabelas que são mantidas integradas no banco.

O banco de dados geográficos pode ser definido como: “sistema de gerência de bancos de dados geográficos que oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos” (CAMARA p.4, 2005).

Além disso, os dados a serem obtidos e gerados (orbitais, cadastrais e temáticos) contribuirão para a geração de um banco de dados geográfico que poderá ser associado às informações sócio-econômicas e ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú está localizada na porção leste do Estado de Mato Grosso do Sul entre as coordenadas geográficas 18° 12'36.18'' a 20° 49'1.6'' S e 51° 38'2.79'' a 53° 31'27.96'' W (Figura 2).

Com 32% da população nacional, a Região Hidrográfica do rio Paraná apresenta o maior desenvolvimento econômico do País com uma área de 879.860 Km². Em termos de área de drenagem a Bacia do Prata que tem como afluente o Rio Paraná, é a segunda bacia da América do Sul, depois da bacia Amazônica, com 3,1 milhões de km² e a quinta do mundo (ANA, 2001).

LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUCURIÚ-MS

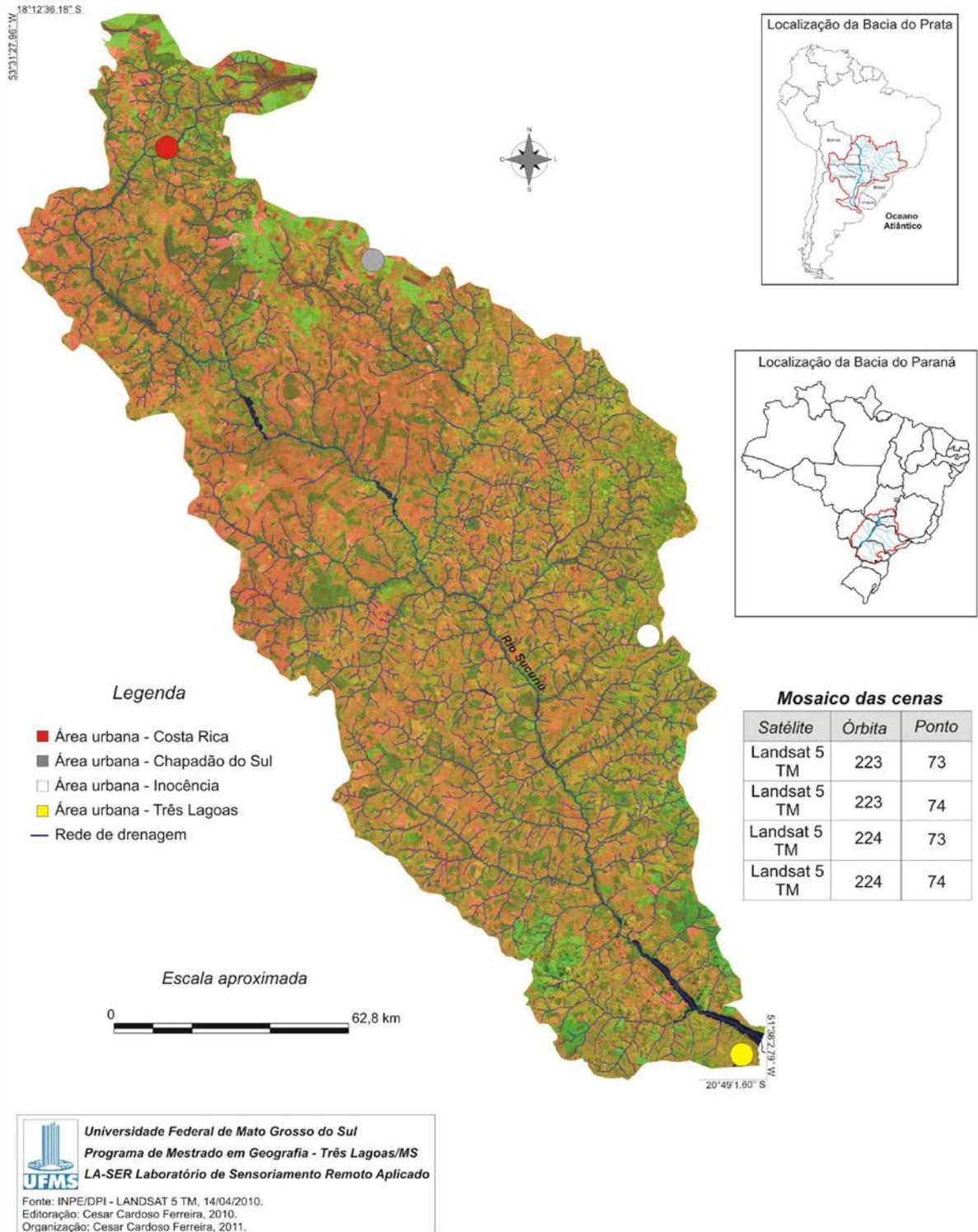


Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú/MS.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo geral

Diagnosticar, analisar, e fornecer subsídios teóricos – metodológicos e documentais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú/MS, com uso de Banco de Dados Geográficos apoiados em técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, para fins de Planejamento e Gerenciamento.

1.3.2 Objetivos específicos

Em termos específicos, podem ser alinhados os seguintes propósitos:

- Individualizar, hierarquizar e caracterizar a área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Sucuriú/MS;
- Levantar dados e informações básicas sobre atributos e propriedades dos componentes físicos, bióticos e históricos associados à Bacia Hidrográfica do Sucuriú/MS;
- Processar imagens orbitais para mapeamentos temáticos;
- Apontar ações e planos de preservação e conservação da área estudada.

Fornecer subsídios aos órgãos públicos estaduais e municipais envolvidos, no sentido de nortear o planejamento da área, a fim de evitar a total degradação do ambiente, bem como a adoção de medidas que minimizem os impactos já existentes.

**C
A
P
Í
T
U
L
O

II**

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta etapa apresenta uma breve discussão teórica dos principais temas abordados na pesquisa, na perspectiva de fundamentar as teorias e conceitos existentes além de servir de base para a interpretação dos dados coletados e gerados.

A base teórica metodológica adotada foi baseada nos seguintes temas: Planejamento, Técnicas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Elaboração de Banco de Dados Geográfico (Câmara, 2005), Modelo de análise para classificação ecodinâmica dos meios (Tricart, 1977), Análise de Bacia Hidrográfica como um sistema, conforme proposto por (Christofolletti, 1999) e por fim foi aplicado o Modelo de estudo de Fragilidade Ambiental desenvolvido por (Crepani et al, 1996).

A realização dos estudos de análise ambiental considerando as transformações possíveis em função dos projetos de uso da terra, nas suas diversas categorias, é exigência que se encaixa como medida preliminar em face da política de desenvolvimento sustentável. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.47)

Entende-se que, o diagnóstico ambiental como proposto neste trabalho, é uma ação que tem como finalidade gerar informações sobre determinada área a fim de subsidiar planos e medidas voltadas para o planejamento ambiental.

De acordo com Mendonça (1997), a importância de se conhecer prévia e detalhadamente a unidade de estudo, no caso a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, consiste em fornecer subsídios aos planejadores para a ordenação do espaço físico e a previsão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente que proporcione qualidade de vida a seus habitantes.

Nesse sentido entende-se que, os problemas ambientais brasileiros transcorrem de graves deficiências na metodologia de gestão que promove a utilização dos recursos naturais. Com raízes no final do século XIX, a questão ambiental emergiu após a Segunda Guerra Mundial, promovendo importantes mudanças na visão do mundo. Pela primeira vez a humanidade percebeu que os recursos naturais são finitos e que seu uso incorreto pode representar o fim de sua própria existência (CUNHA; GUERRA, 2003, p. 27).

Para Monteiro (1981), no início dos anos 80 a consciência em relação à questão “ambiental” no que tange as inúmeras alterações na natureza e a ocupação da terra foi debatida amplamente em todas as categorias.

A própria terminologia empregada ao termo meio ambiente relaciona tudo aquilo que está ao redor, nesta perspectiva o art. 3º, I, da Lei n. 6.938/81 define meio ambiente como:

I – um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológicas, que abrigam e regem a vida em todas as suas formas.

Um das principais justificativas do uso impróprio da terra está relacionado com o crescimento econômico não planejado, no Brasil, foram realizados alguns eventos científicos para a discussão e recomendações sobre a questão ambiental, dentre eles destacam-se: Agenda 21, Rio +10, eco-92, Protocolo de Kyoto entre outros, cujo objetivo era elaborar parâmetros para o uso e ocupação adequado da terra de forma sustentável ou ecologicamente equilibrada por meio de planos e/ou planejamentos.

Em consonância a essas discussões, o planejamento vem nos atender como um processo baseado em políticas, leis e administração de uma determinada área, ou seja, ordenando o uso e ocupação da terra.

De acordo com o CONAMA (1986), planejamento ambiental configura-se em ações e planos que visam minimizar quaisquer alterações de propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente causada por qualquer matéria ou energia.

Para Christofolletti (1999, p. 47) torna-se inerente salientar que os problemas ambientais em função da expressividade espacial subjacente, tornam-se questões inerentes à análise geográfica.

Com a publicação da Resolução nº. 1, de 23/01/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento.

Para que o planejamento ambiental seja aplicado de forma eficaz, é recomendado que se estabeleçam unidades básicas hidrográficas de planejamento, no que tange aos parâmetros ambientais. Assad e Sano (1993), enfatizam que as bacias hidrográficas são unidades de estudos e planejamento. Nesse sentido delimitou-se a área de estudo.

Christofoletti (1980), define a bacia hidrográfica como uma área limitada por divisores de água, dentro da qual são drenados os recursos hídricos, através de um curso de água, como um rio e seus afluentes. A área física, assim delimitada, constitui-se em importante unidade de planejamento.

Tendo as Bacias Hidrográficas como unidade de paisagem e estudo, fica viável estabelecer metas, diagnósticos e recomendações para o uso equilibrado da terra, pois na bacia a integração e modificação dos sistemas geo-ecológicos são sentidas por todos os proprietários e/ou ocupantes desta. No caso desta pesquisa, parte do diagnóstico ambiental foi elaborado por meio de geotecnologias.

O uso das geotecnologias é crescente no âmbito da análise geográfica e suas atribuições, resultados e produtos tem sido de fundamental importância para a pesquisa científica e trabalhos técnicos na área de assessoria e consultoria ambiental. No caso desta pesquisa as geotecnologias vêm nos atender com informações e dados obtidos por meio de sensores orbitais que obtém imagens da superfície terrestre, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que atualmente se faz presente nos estudos realizados nas universidades aumentando os usuários desse segmento.

As geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntos se constituem em ferramentas para tomada de decisão, ou seja, conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica, por exemplo, as imagens de satélite (ROSA, 2003).

No caso deste trabalho o uso de geotecnologias baseou-se em materiais como: imagem de satélite, GPS, câmara fotográfica digital, hardware e software.

Em Sensoriamento Remoto, um satélite é um engenho colocado em órbita pelo homem de forma a obter informações da superfície da Terra ou de outro astro. Tais engenhos ou satélites possuem sensores de captação, que podem ser classificados como ativos ou passivos. Neste contexto, são passivos os sensores que não possuem fonte própria de radiação, estes geralmente utilizam a energia da radiação solar para imagear a superfície. Já os sensores

ativos possuem fonte própria de radiação eletromagnética, estes possuem um mecanismo que emite e captura radiação eletromagnética.

Para Girard (1999), *l'un des intérêts particuliers des images satellitaires est leur grand champ de vision qui permet de comparer des couleurs ou des niveaux de gris d'un bout à l'autre de la scène.*

O uso de imagens orbitais dos sensores SIR/SAR (Synthetic Aperture Radar/Spaceborne Imaging) Radar SRTM (Shuttle Radar Topography) e TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT 5 foram de fundamental importância para o banco de dados georreferenciado, tendo em vista a gama de informações oferecidas por esses dados orbitais, que processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) podem gerar novos dados cartográficos.

Com o *SPRING*[®], SIG gratuito desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) fica viável estudar ou analisar imagens orbitais, uma vez que também são fornecidas gratuitamente.

Para Câmara (2000), o termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

Nessa perspectiva, a tecnologia dos Sistemas Geográficos de Informação e Sensoriamento Remoto, vem se impondo como uma importante ferramenta para visualização e análise de dados espaciais, sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso da terra (planejamento urbano), análise e planejamento de transportes (redes de entradas e emergência), análise geodemográfica (localização de serviços), cartografia de redes de infraestruturas (gás, água e energia elétrica) e em múltiplas aplicações de gestão de recursos naturais.

2.1 Abordagem Sistêmica

A abordagem sistêmica analisa o ambiente de forma holística, analisando-o em suas diferentes formas e tempos, para uma análise integrada do ambiente é necessário entender o processo que desencadeia os efeitos, ou seja, entender o ambiente de forma integrada.

A Teoria dos Sistemas Gerais analisa o ambiente a partir de: Sistema, Subsistemas e Partes Componentes, permitindo através desta abordagem a compreensão das causas e efeitos ocorrida no ambiente de forma holística e integrada.

Segundo Bertalanffy (1977) apud Christofolletti (1999), “O pensamento sistêmico surge, na biologia, a partir da consideração dos organismos vivos como totalidades integradas. A idéia de que a natureza funciona como um sistema, já era considerado pelos biólogos no início do século XX, mas foram às concepções de Bertalanffy (1977) de um sistema aberto e de uma Teoria Geral de Sistemas que estabeleceram o pensamento sistêmico no âmbito da ciência”.

A abordagem sistêmica pode ser aplicada em várias ciências, pois, segundo Bertalanffy (1977), não só os aspectos gerais de várias ciências são iguais, os específicos também poderiam ser usados de forma sinérgica pelas outras.

A Nova Geografia provocou algumas mudanças na nova maneira de pensar e de se fazer pesquisa. Uma vez que tentou superar as dicotomias e os procedimentos metodológicos da Geografia Regional, ela desenvolveu-se procurando incentivar e buscar enquadramento maior da geografia no contexto científico global (MIRANDOLA-AVELINO, 2006).

Segundo Chirstofolletti (1999), a falta de teorias explicativas expostas na Geografia Tradicional foi muito criticada por inúmeros geógrafos. Assim, a nova Geografia se incumbiu de estimular o desenvolvimento de teorias relacionadas com as características da distribuição e arranjos espaciais dos fenômenos.

A abordagem sistêmica serve para o geógrafo como um instrumento conceitual que facilita tratar dos conjuntos complexos, como organização espacial. O fato de focalizar as questões geográficas sob a perspectiva sistêmica representou características que representam a nova Geografia (CHIRSTOFOLETTI, 1999).

No caso desta pesquisa toma-se a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú como unidade de estudo de forma sistêmica, com entrada e saída de energia e processos. A BHRS faz parte de um sistema maior, no qual se denomina de Bacia do Rio da Prata, que tem como subsistema a Bacia do Rio Paraná, onde deságua a Parte Componente BHRS.

Segundo Tricart (1981) cada um dos fenômenos incorporados num sistema, geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema ou subsistema. Nesse sentido, o sistema poderá apresentar subsistemas de acordo com a escala que se deseja analisar.

De acordo Christofolletti (1999, p. 6), uma das maneiras de se analisar os sistemas em seqüência é através da caixa branca, ou seja:

“A tentativa é feita no sentido de identificar e analisar as estocagens, fluxos e outros processos, a fim de obter conhecimento detalhado e claro de como a organização interna do sistema funciona a fim de transformar um input em output.”

Observa-se que a abordagem sistêmica vem sendo aplicada constantemente em problemas ambientais. Tricart (1981), afirma que o sistema é o melhor instrumento lógico de que se dispõem para estudar os problemas ambientais, definindo-o como: “um conjunto de fenômenos que se processam, mediante fluxos de matéria e energia, e que esses fluxos originam relação de dependência mútua entre fenômenos”.

“A perspectiva sistêmica permite a identificação da diversidade de interações dos níveis internos de uma paisagem, sua funcionalidade, seu estado e suas relações com o meio” (SOTCHAVA, 1977).

A introdução da abordagem sistêmica na ciência geográfica, de acordo com os conceitos da Teoria Geral dos Sistemas, baseia-se na criação de modelos e quantificação dos elementos da paisagem, abrindo um novo caminho para o entendimento do funcionamento dos ambientes. Assim Christofolletti (1999), ressalta que à totalidade encontra-se a concepção e a análise da complexidade. Os sistemas ambientais apresentam grande diversidade de elementos, encadeados, em interação, com fluxos e retroalimentação compondo uma entidade organizada.

De acordo com Bertalanfy (1977), a abordagem sistêmica apresenta seis características básicas:

- 1) São compostas por diversos subsistemas;
- 2) Estão sujeitas a mudanças em cadeia;
- 3) Estão em constante interação com o meio ambiente;
- 4) Possuem objetivos ou funções múltiplas;

- 5) Funcionamento condicionado imposto pelo ambiente;
- 6) Seus limites sofrem interferência de outras organizações.

Deste modo, tem-se uma visão da totalidade da realidade, de acordo com Troppmair (2004) “devido a grande complexidade de inter-relações entre homem e natureza, entre fenômenos e elementos em seus diversos níveis, tais estruturas organizacionais devem ser compreendidas dentro de uma concepção holística ou sistêmica”.

2.2 Vulnerabilidade

De acordo com Sporn e Ross (2004) estudos relativos à vulnerabilidade 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.

A geração de cartas de vulnerabilidade foi desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica preconizada por Tricart (1977), baseado em sua obra ecodinâmica, onde se desenvolveu um modelo de análise ambiental associando valores para a classificação do ambiente. Segundo o modelo de análise elaborado por Tricart, 1977 os valores próximos de 1 significam Estabilidade, já os valores próximos de 2 são interpretados como intermediário denominado pelo autor de Intergrades, e por fim os valores próximos de 3 caracterizam-se como Instáveis.

De acordo com Tricart, 1977 p.32

O conceito de unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. Baseia-se no instrumento lógico de *sistemas*, e enfoca as relações mutuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente.

Nesse modelo proposto por Tricart (1977), podemos classificar áreas de acordo com seu grau de fragilidade em função da intensidade dos processos apoiados em dados fisiográficos como geologia, geomorfologia e pedologia.

Para Tricart (1977), a noção de *estabilidade* aplica-se ao modelado, à interface atmosfera-litosfera. Os processos mecânicos atuam pouco e sempre de modo lento. O termo *intergrade* foi tomado do vocabulário dos geólogos para designar uma transição. Estes meios, com efeito, asseguram a passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis. Nos meios *instáveis*, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outro elemento está subordinado (Tabela 1).

Tabela 1: Valores de vulnerabilidade

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

Fonte: Crepani 1996. **Org.** Cesar Cardoso Ferreira.

Segundo Tricart 1977,

Com efeito, esta não consiste na intervenção em um meio inerte, como sugere o termo inventário, ainda freqüentemente usado. A ação humana é exercida em uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, demais a mais, a complexidade. (p. 35)

De acordo com Tricart, (1977, p.33) “a maneira dinâmica de abarcar os problemas permite, por seguinte, introduzir critérios de ordenação e gestão do território”.

Com base nesse modelo de Tricart 1977, o INPE com intuito de gerar subsídios para o Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia desenvolveu uma metodologia para analisar e representar Vulnerabilidade Natural à Erosão. Esta metodologia consiste primeiramente na elaboração de um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem, ou Unidades Territoriais Básicas (UTB's), obtido através da análise e interpretação de imagem TM- LANDSAT. O segundo passo é associar a este mapa preliminar de unidades homogêneas, obtido através das imagens, as informações temáticas pré-existent (SPORL e ROSS, 2004).

Para que se analise uma unidade de paisagem natural é necessário que se conheça sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como a natureza da cobertura

vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações serão fornecidas pela Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Climatologia e Fitogeografia e precisam ser integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente à sua ocupação (CREPANI *et al*, 1996).

Por fim, entende-se que, a classificação da Bacia hidrográfica do rio Sucuriú em áreas estáveis, intergrades e instáveis apoiará tomadas de decisão referente ao planejamento da mesma.

2.3 Planejamento

As primeiras informações históricas sobre planejamento do espaço descrevem aldeias ligadas a práticas da pesca ou agricultura. Nelas, a ordenação do território levava em consideração aspectos ambientais como topografia e micro clima (SANTOS, 2004).

A primeira tentativa ou o primeiro exemplo de planejamento ocorreu no governo de João Goulart com o Plano Trienal onde ações inter-relacionadas de diferentes setores da administração pública foram estabelecidas, para que essas atuações ocorram é implantado o Ministério de Planejamento (MORAES, 1994).

O termo planejamento compreende vastas atividades. Para Ab'sáber (1969, p. 11-12) planejamento significa:

A grande prévia consiste em se saber o que é planejamento. Planejar significa elaborar planos de melhoria. Significa encontrar diretrizes para corrigir os espaços mal organizados e improdutivo. Significa encontrar meios e propiciar condições para interferir nos setores menos favoráveis de uma estrutura ou de uma conjuntura.

Segundo Pires & Santos (1995) *apud* Rocha e Santos (2000) em estudos de interação entre o meio ambiente e o desenvolvimento, definem o planejamento ambiental como:

Planejamento ambiental é um processo de planificação que busca soluções para os problemas e as necessidades humanas, visando metas e objetivos: maximização da qualidade ambiental, produção sustentada com o desenvolvimento e aproveitamento dos recursos naturais dentro dos limites da capacidade de suporte ambiental e minimização dos riscos de impactos ambientais.

De acordo Assad e Sano (1993), para que o gerenciamento e planejamento em recursos hídricos sejam aplicados de forma eficaz, é recomendado que se estabeleçam unidades básicas hidrográficas de planejamento, no que tange aos parâmetros ambientais.

Enquanto unidade espacial de gestão, calcada na questão dos recursos hídricos em um contexto amplo de planejamento ambiental, uma bacia hidrográfica deve ser estudada através de uma metodologia sistêmica e holística, baseada na interdisciplinaridade, que permita a investigação de suas paisagens, identificando os impactos ambientais resultantes das ações sócio-espaciais.

No que se refere ao conceito de planejamento ambiental, Almeida *et al.* (1993, p.14) diz que este “consiste em um grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação”, ou ainda “um conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões e uso dos territórios planejados”. Para Rodriguez (1994, p.583/4), este tem como principal objetivo “garantir de forma completa, as condições ecológicas para o desenvolvimento efetivo da produção social, e todas as atividades da população, através do uso racional e da proteção dos recursos do meio ambiente”.

Em relação ao planejamento e gestão, Almeida (1999, p.13) descreve que, “o processo de planejamento é continuado na gestão, ao pôr em prática as determinações do plano”. Desta forma entende-se que, os subsídios gerados nesta pesquisa deverão servir de apoio para os gestores da área estudada.

É importante salientar que, para que um planejamento seja aplicado de forma eficaz é de fundamental importância o levantamento de dados característicos da área de interesse, proporcionando um maior entendimento da dinâmica geográfica desenvolvida.

Com os aspectos apresentados, o planejamento é visto como um processo baseado em políticas, leis, administração e ações técnicas de uma determinada área, ou seja, ordenando o uso e ocupação da terra.

2.4 Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento

A Bacia Hidrográfica é um sistema naturalmente definido, onde seus elementos inter-relacionam dinamicamente entre os componentes físicos, biológicos e socioeconômicos. Pela

sua distribuição espacial, apresentam, na maioria dos casos diferentes paisagens que, em geral, representam diferentes estágios de sua evolução no sistema, subsistema e partes componentes (RODRIGUES, CARVALHO, 2005).

Christofolletti (1980), caracteriza a bacia hidrográfica como uma área limitada por divisores de água, dentro da qual são drenados os recursos hídricos, através de um curso de água, como um rio e seus afluentes. A área física, assim delimitada, constitui-se em importante unidade de planejamento.

A Bacia Hidrográfica é considerada como a unidade natural na qual o elemento integrador é representado pelos canais fluviais ou de drenagem natural, cujo referencial é a água. Todavia, uma bacia hidrográfica, embora constituída de um sistema natural complexo, não é um sistema ambiental único. Por isto, é necessário considerar as questões socioeconômicas regionais que, na maioria dos casos, não respeitam os limites dos divisores de água (ROSS & PRETTE, 1998).

É importante frisar que, a constituição Federal de 1988, nos artigo 20, do cap. VI, da lei 8.171, sobre a política agrícola, estabelece que: “as Bacias Hidrográficas constituem unidades básicas de planejamento de uso da conservação e da recuperação dos recursos naturais” (BRASIL, 1991 *in* SOARES FILHO, 2005).

Além disso, a Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política de Recursos Hídricos na qual se adota a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo da interação entre a rede de drenagem e as populações locais, o que envolve o uso desses recursos e os impactos das atividades humanas para os usos múltiplos atuais e futuros da água.

Para Moraes (2001, p. 5), a bacia hidrográfica é interpretada como uma unidade de estudo para planejamento.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo permite o planejamento dos recursos hídricos, pois nesta pode-se levantar dados como de clima, relevo, geologia, hidrologia, uso e ocupação da terra e a qualidade da água, possibilitando assim a caracterização, classificação, os diagnósticos, prognósticos e o zoneamento ambiental do sistema.

A implantação de sistemas integrados de gerenciamento de bacias hidrográficas, descentralizados, tem sido a solução mais indicada e promissora para gestão em recursos hídricos.

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

2.5 Geoprocessamento como ferramenta de análise

Com o desenvolvimento da tecnologia espacial, principalmente no período da Guerra Fria, surge o geoprocessamento, o qual vem nos atender em seguida como ferramenta para análise geográfica. De acordo com Câmara (2001, p. 3), o início da introdução do geoprocessamento no Brasil:

A introdução do Geoprocessamento no Brasil inicia-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80. A vinda ao Brasil, em 1982, do Dr. Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (o Canadian Geographical Information System), incentivou o aparecimento de vários grupos interessados em desenvolver tecnologia, dentre eles UFRJ, INPE e CpQD/TELEBRAS.

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo da tecnologia de Informática, na segunda metade deste século, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do Geoprocessamento (CÂMARA, 2001).

Nesse contexto, o termo Geoprocessamento denota a utilização de técnicas de GPS, Sensoriamento remoto, SIG e Cartografia digital para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente nas áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Comunicações, Transportes, Energia, Planejamento Urbano e Regional (CAMARA e MONTEIRO, 2001).

Rosa (2003), define a ferramenta geoprocessamento como um conjunto de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial. Essas técnicas são destinadas para *coleta* (cartografia, fotogrametria, topografia convencional, Sensoriamento Remoto, sistema global

de posicionamento e levantamento de dados alfanuméricos) *armazenamento* (relacional, hierárquico e orientado a objetos), *tratamento* (modelagem de dados, geoestatística, aritmética lógica, funções topológicas e redes) e uso *integrado de informação espacial* (CADD – Computer-Aided Drafting and Design, AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management, LIS – Land Information Systems e GIS – Geographic Information Systems).

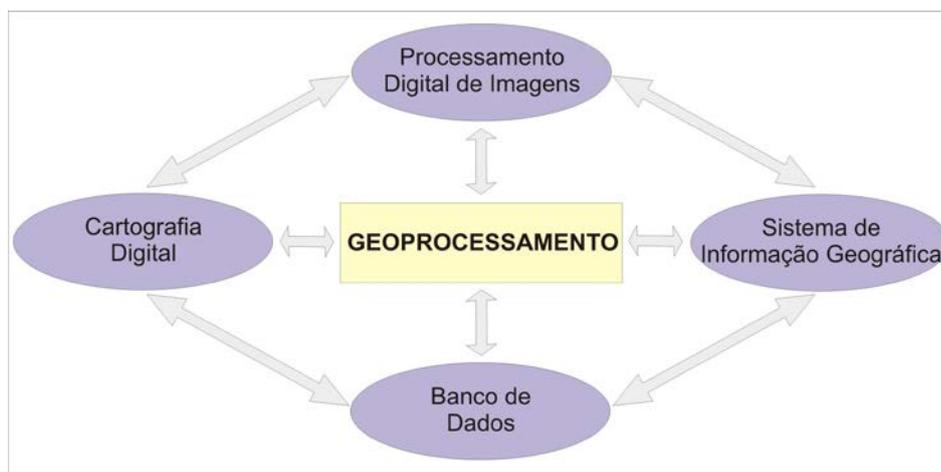


Figura 3: Geoprocessamento. Fonte: ROSA, 2003. Org. Cesar Cardoso Ferreira

Esta ferramenta é muito utilizada em trabalhos com dados espaciais, como é o caso dos recursos hídricos, pois permite a extração de dados da imagem sobre a bacia e a sua organização, em um banco de dados georreferenciado, o que facilita a modelagem hidrológica e estudo dos recursos hídricos.

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

Por meio de Sistema de Informação Geográfica com banco de dados georreferenciados, o geoprocessamento vem norteando suas necessidades, a exemplo temos a evolução de dados orbitais gratuitos no Brasil fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), além de empresas privadas que comercializam imagens orbitais, que atualmente se fazem presente no mercado.

Em um país como o Brasil, que possui uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias

de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente. (MIRANDOLA-AVELINO, 2006).

Com os aspectos apresentados o geoprocessamento é uma ferramenta que auxilia vários campos técnicos e científicos públicos e privados em projetos e pesquisas de forma eficaz e precisa.

2.6 Sistema de Informação Geográfica

Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) surgiram na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Estes sistemas, no entanto, eram muito difíceis de usar, pois não existiam monitores gráficos de alta resolução, os computadores necessários eram excessivamente caros, e a mão de obra tinha que ser altamente especializada. Além disto, a capacidade de armazenamento e a velocidade de processamento eram muito baixas.

Ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Foi então que a expressão Geographic Information System foi criada. A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje (CÂMARA 2001).

De acordo com Câmara (2001), Sistemas de Informação Geográfica são ferramentas computacionais para Geoprocessamento que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Torna ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos, como salienta.

O mesmo autor em sua obra “Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica” (1996) define SIG, como sistemas de informação construídos especialmente para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para tratá-los. Dados geográficos são coletados a partir de diversas fontes e armazenados nos chamados bancos de dados geográficos (CAMARA, *et al*, 1996).

Para Bonham-Carter (1994, p. 1), o SIG é caracterizado como:

A geographic information system, or simply GIS, is a computer system for managing spatial data. The word geographic implies that locations of the data items are known, or can be calculated, in terms of geographic coordinates (latitude, longitude).

Os SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento, tais como otimização de tráfego, controle cadastral, gerenciamento de serviços de utilidade pública, demografia, cartografia, administração de recursos naturais, monitoramento costeiro, controle de epidemias, planejamento urbano. A utilização de SIGs facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final.

Para Câmara (2000), O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

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.

Atualmente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), se fazem presentes nos estudos realizados em universidades aumentando os usuários deste segmento. Queiroz (2002) elucida a “popularização” dos SIG’s em academias está consolidada.

A evolução dos SIGs está atrelada à progressão dos recursos da informática. O aumento da capacidade de armazenamento e processamento, a diminuição dos custos de hardware e software e, particularmente, a melhoria da interface com o usuário foram responsáveis diretos pela incorporação da tecnologia nos segmentos de pesquisa e ensino. (p.115).

Segundo Christofletti (1999, p.29), “Na atualidade, os SIGs incorporam muitos princípios relacionados com o manejo de banco de dados relacionais, algoritmos gráficos poderosos, interplotação, zoneamento e análise de redes simplificadas”

Além disso, os SIGs possibilitam de forma rápida, a geração de mapas temáticos e relatórios. As atualizações gráficas e cadastrais são feitas diretamente no SIG através do banco de dados, sendo que seu uso passa a ser vital e imprescindível, facilitando, por exemplo, o cadastro imobiliário, a atualização de novos imóveis, loteamentos ou correções de

áreas, possibilitando assim um maior controle e planejamento, além de uma política mais justa na cobrança do IPTU.

Nessa perspectiva, a tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto, vem se impondo como uma ferramenta de rotina para a visualização e análise da informação espacial, sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso da terra (planejamento urbano), análise e planejamento de transportes (redes de entradas e emergência), análise geodemográfica (localização de serviços), cartografia de redes de infra-estruturas (gás, água e energia elétrica) e em múltiplas aplicações de gestão de recursos naturais.

2.7 Banco de Dados Geográfico

Um banco de dados corresponde fisicamente a um diretório onde foram armazenadas tanto o Modelo de Dados, com suas definições de Categorias e Classes, quanto os projetos pertencentes ao banco. Os projetos são armazenados em subdiretórios juntamente com seus arquivos de dados: pontos, linhas, imagens orbitais e aéreas, imagens temáticas, textos, grades e objetos. Os dados orbitais, cadastrais e temáticos a serem disponíveis no banco podem ser manipulados por métodos de processamento de imagens e análise geográfica (CAMARA, 2005).

A utilização de um banco de dados tem colaborado decisivamente na organização e disponibilização de informações geográficas em mapas, gráficos e tabelas que são mantidas de forma integrada no banco.

O banco de dados geográfico pode ser definido como: “sistema de gerência de bancos de dados geográficos oferece armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos” Câmara (2005, p.4). O termo sistemas de informação geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um sistema de informação convencional é sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos.

Segundo Câmara, *et al*, 2005, no nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. (Figura 4)

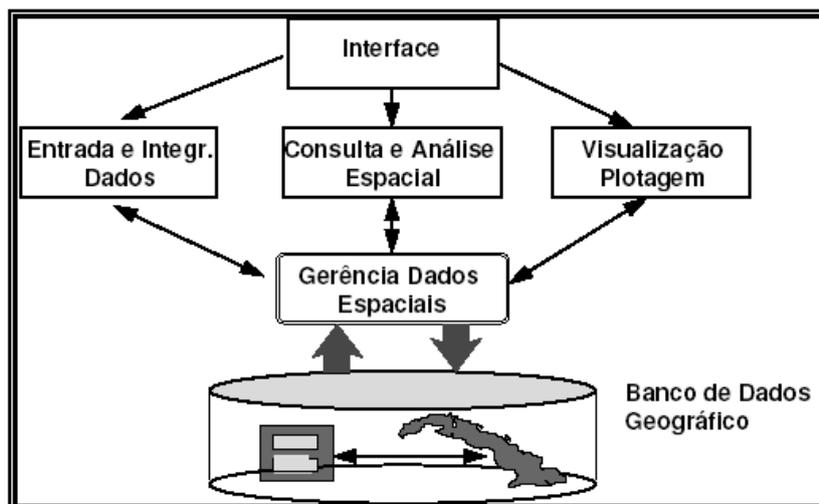


Figura 4: Arquitetura de Banco de dados.

Fonte: Câmara, 1996.

A estrutura do SIG em banco de dados também permite a construção de uma base única com acesso geral e a atualização dos conjuntos de objetos espaciais e não espaciais armazenados.

Segundo Lisboa e Iochpe (2001), o componente de armazenamento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), denominado sistema de banco de dados geográficos, estrutura e armazena os dados de forma a possibilitar a realização das operações de análise e consulta.

Um banco de dados pode ser mantido manualmente ou por computador e sempre é povoado com dados para um propósito específico, ou seja, contém elementos da aplicação e informações que circulam por ela (LISBOA e IOCHPE, 2001).

Com a base de dados desenvolvida é possível conceber e implementar várias aplicações no gerenciamento de recursos hídricos, como por exemplo: monitoramento, índice da qualidade da água (IQA), representações cartográficas temáticas de uso e ocupação da terra, drenagem, estradas, toponímas entre outros. É importante frisar que, a concentração dos dados estará em um software, facilitando a ação de gestores, planejadores e executores no uso dos dados a serem obtidos e gerados já descritos nos objetivos.

Ao longo dos anos, as implementações de um sistema de gerência de banco de dados (SGBD) seguiram diferentes arquiteturas, distinguindo-se principalmente pela estratégia adotada para armazenar e recuperar dados espaciais. Mais recentemente, tais arquiteturas evoluíram para utilizar, cada vez mais, recursos de SGBDs (QUEIROZ e FERREIRA, 2006).

De acordo com Queiroz e Ferreira (2006), SGBD oferece serviços de armazenamento, consulta e atualização de bancos de dados. A tabela 2 resume os requisitos mais importantes para SGBDs

Tabela 2: Características SGBDs

Requisitos	Definições
Facilidade de uso	A modelagem do banco de dados deve refletir a realidade das aplicações, e o acesso aos dados deve ser feito de forma simples.
Correção	Os dados armazenados no banco de dados devem refletir um estado correto da realidade modelada.
Facilidade de Manutenção	Alterações na forma de armazenamento dos dados devem afetar as aplicações o mínimo possível.
Confiabilidade	Atualizações não devem ser perdidas e não devem interferir umas com as outras.
Segurança	O acesso aos dados deve ser controlado de acordo com os direitos definidos para cada aplicação ou usuário.
Desempenho	O tempo de acesso aos dados deve ser compatível com a complexidade da consulta.

Fonte: Queiroz e Ferreira (2006). **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Para compreendermos que a transposição da realidade para o computador, ou seja, a representação, requer uma série complexa de mediações. Precisamos primeiramente dar nomes às entidades da realidade, o paradigma dos quatro universos é uma forma de compreensão dessa realidade.

Apoiado em Câmara, *et al*, (2005), para abordar o problema fundamental da Geoinformação, que é a produção de representações computacionais do espaço geográfico, usamos o paradigma dos quatro universos, proposto inicialmente por Gomes e Velho (1995) e adaptado para a geoinformação por Câmara (1995). Este paradigma distingue quatro passos entre o mundo real e sua realização computacional (Figura 5).

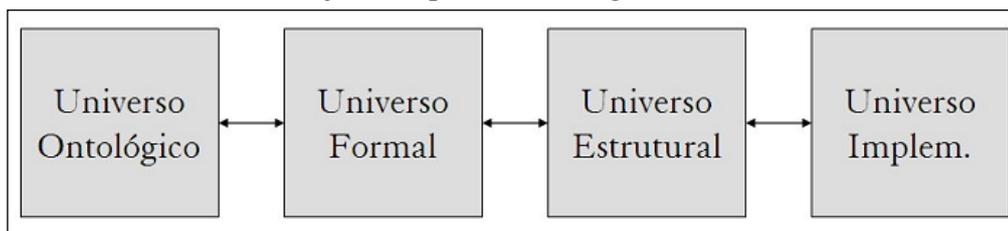


Figura 5: Paradigma dos quatro universos. **Fonte:** Câmara, *et al*, 2005

As percepções do mundo real são materializadas em conceitos que descrevem a realidade (SMITH, 2003 apud CÂMARA, *et al*, 2005). O universo ontológico inclui os conceitos da realidade a serem representados no computador, como os tipos de solo, elementos de cadastro urbano, e caracterização das formas do terreno (CÂMARA, *et al*, 2005)

O universo formal inclui modelos lógicos ou construções matemáticas que generalizam os conceitos do universo ontológico (CÂMARA, *et al*, 2005)

O universo estrutural é onde as diversas entidades dos modelos formais são mapeadas para estruturas de dados geométricas e alfanuméricas, e algoritmos que realizam operações. As estruturas de dados são os elementos básicos de construção dos sistemas computacionais. (CÂMARA, *et al*, 2005).

O universo de implementação completa o processo de representação computacional. Neste universo, realizamos a implementação dos sistemas, fazendo escolhas como arquiteturas, linguagens e paradigmas de programação. (CÂMARA, *et al*, 2005).

Considerando a importância e contribuição da construção de um banco de dados, vale ressaltar que os dados obtidos e gerados (orbitais, cadastrais, numéricos e temáticos) contribuem para a geração de um banco de dados geográfico que poderá ser associado às informações sócio-econômicas e ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

2.8 Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto é uma tecnologia de coleta aplicada à obtenção de imagens à distância sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominadas sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmaras são colocados a bordo de aeronaves ou de satélites de Sensoriamento Remoto - também chamados de satélites de observação da Terra (NOVO, 2008).

Antes do advento dos satélites de Sensoriamento Remoto, o uso de fotografias aéreas era muito comum e até hoje estas fotografias são insubstituíveis para muitas aplicações. Entretanto, notamos que com o avanço tecnológico as imagens dos sensores de satélites de Sensoriamento Remoto estão se aproximando da qualidade das fotografias aéreas (NOVO, 2008).

Inúmeras são as ferramentas utilizadas para auxiliar os processos de avaliação ambiental e gestão de Bacias Hidrográficas, no qual o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas são nos dias de hoje, as ferramentas utilizadas com maior frequência. Estes são utilizados para fornecer de forma clara, quantificada e circunstanciada o conjunto de impactos previsíveis e imprevisíveis de um empreendimento ou atividade.

Sendo o Sensoriamento Remoto uma importante ferramenta no que diz respeito ao monitoramento e quantificação de áreas, esta vem dar uma importante contribuição aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Pelos aspectos supracitados, entende-se que Sensoriamento Remoto pode ser definido como o conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto, sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor.

Existem diversos sistemas de aquisição de dados, tais como câmaras fotográficas aerotransportadas, satélites, sistemas de radar, sonar ou microondas (Tabela 3). Os sistemas podem ser ativos, como é o caso dos sistemas de microondas, que registram a diferença de frequência entre o sinal emitido por elas e o sinal recebido da superfície (efeito “Doppler”), ou passiva e ativa, como é o caso de câmaras fotográficas, que registram a reflectância ou emitância de uma superfície.

Tabela 3: Taxonomia de Sistemas de Sensoriamento Remoto.

TAXONOMIA DE SISTEMAS DE SENSORIAMENTO REMOTO					
Plataforma de gravação	Modo de gravação	Meio de gravação	Cobertura espectral	Resolução espectral	Resolução espacial do solo
Satélite/ Shuttle	Passivo (Visível)	Analógico	Visível/ Ultravioleta	PAN 1 Banda	Muito baixa > 250 m
Avião/Balão			Infravermelho refletido	Multiespectral 2-20 Bandas	Baixa 50-250m
	Estacionário	Ativo (Laser,radar)	Digital	Infravermelho termal	Hiperespectral 20-250 Bandas
Microondas				Ultraespectral > 250 Bandas	Alta 4-10 m
					Muito alta 1-4 m
					Ultra-alta < 1m

Fonte: Ehlers *et. al.*, 2002 apud Blaschke & Kux, 2007. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

A absorção, incidência, reflexão, emissão de ondas eletromagnéticas pela superfície terrestre e a interpretação de seus padrões de reflectância fazem parte do campo de atividades do Sensoriamento Remoto com várias aplicações para diferentes disciplinas da ciência e atividades humanas, entre as quais muitas estão relacionadas ao planejamento (ROSA, 2003).

Os comprimentos de onda da radiação eletromagnética podem ser tão pequenos que são medidos em sub-unidades como o nanômetro ($1\text{nm} = 0.000000001\text{m}$) ou o micrometro ($1\mu\text{m} = 0.000001\text{m}$). Por outro lado as frequências podem ser tão altas que são medidas em Gigahertz ($1\text{Ghz} = 1.000.000.000$ de ciclos por segundo) ou Megahertz ($1\text{MHz} = 1.000.000$ de ciclos por segundo) (ROSA, 2003).

Os diferentes tipos de ondas de radiação eletromagnética são apresentados em um gráfico denominado Espectro Eletromagnético, que foi construído com base nos comprimentos de onda (ou frequências) das radiações conhecidas (ROSA, 2003).

O espectro está dividido em regiões ou bandas cujas denominações estão relacionadas com a forma com que as radiações podem ser produzidas ou detectadas (Figura 6).

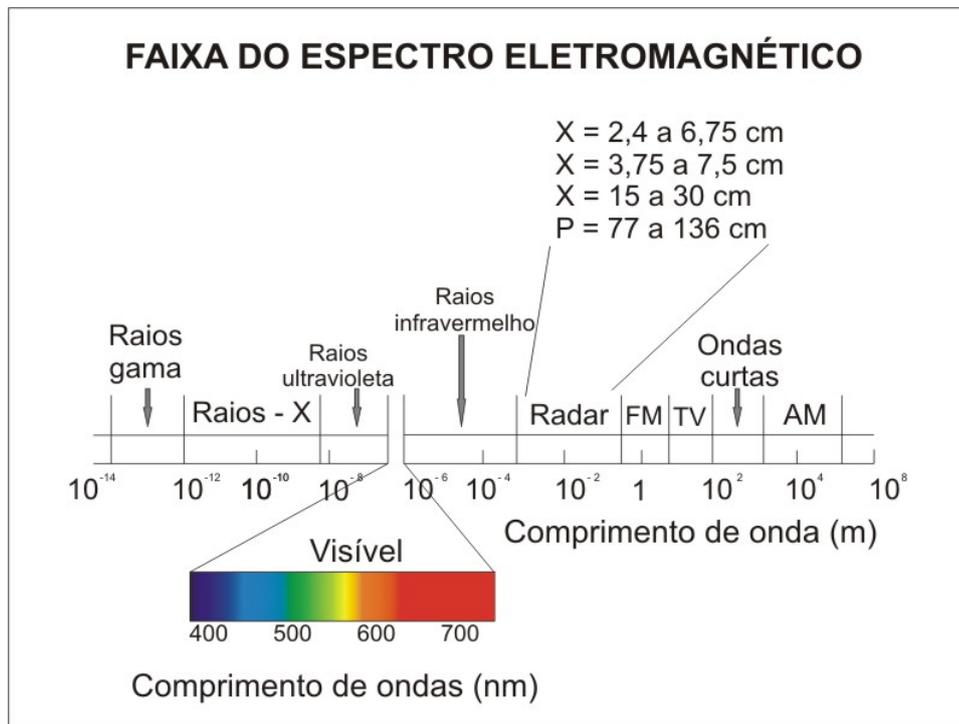


Figura 6: Faixa do Espectro eletromagnético. **Fonte:** Adaptado de Florenzano 2002. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Deste modo, podemos destacar algumas bandas do espectro e suas características mais notáveis:

a) A pequena banda denominada **luz** compreende o conjunto de radiações para as quais o sistema visual humano é sensível;

b) A banda do **ultravioleta** é formada por radiações mais energéticas que a luz (tem menor comprimento de onda); é por isso que penetra mais profundamente na pele, causando queimaduras quando fica exposto à radiação solar.

c) A banda de **raios X** é mais energética que a ultravioleta e mais penetrante; isso explica porque é utilizada em medicina para produzir imagens do interior do corpo humano.

d) As radiações da banda **infravermelha** são geradas em grande quantidade pelo Sol, devido à sua temperatura elevada; entretanto podem também ser produzidas por objetos aquecidos (como filamentos de lâmpadas).

e) Os conjuntos de radiações geradas pelo Sol, se estendem de 300 até cerca de 3000nm e essa banda é denominada **espectro solar**.

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.

Pelos aspectos apresentados, conclui-se que o Sensoriamento Remoto tem muito a contribuir para o desenvolvimento de mapas temáticos, melhoramento de previsões meteorológicas, monitoramentos ambientais, estimativas, identificação de áreas degradadas e atualização da cartografia existente, além de apoiar tomadas de decisões em processos de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos.

2.8.1 Características básicas dos Sensores

Segundo Novo (2008), existem diversas definições das propriedades básicas de um sensor, levando a diferentes valores. Estas propriedades podem ser resumidas como:

- *resolução espectral*, dada pelo número de bandas do espectro eletromagnético capturadas pelos sensores;

- *resolução radiométrica*, dada pela capacidade do sensor de diferenciar níveis de energia do alvo (quantização);
- *resolução espacial*, dada pela área espectralmente confiável da superfície terrestre observada instantaneamente por cada sensor;
- *resolução temporal*, dada pelo intervalo de tempo entre duas tomadas de imagem;
- *campo instantâneo de visão ou IFOV* (“instantaneous field of view”), correspondendo ao ângulo sólido relativo à visada de um elemento de imagem;
- *campo angular de visão*, correspondendo à varredura completa de um sensor;
- *cobertura espectral*, dada pela localização espectro eletromagnético das bandas;
- *função de espalhamento pontual, PSF* (“point spread function”); dada função de propagação do ponto.
- *função de resposta temporal*.

2.8.2 Satélites: definições e modelos

Em Sensoriamento Remoto um satélite é um engenho colocado em órbita pelo homem de forma a obter informações da superfície da Terra ou de outro astro. Para o presente trabalho fez-se uso de imagens orbitais dos satélites LANDSAT e SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) (Tabela 4).

Tabela 4: Principais características dos Satélites LANDSAT E SRTM.

Características	LANDSAT 5	SRTM
Origem/País	E.U.A.	E.U.A.
Modo de Gravação	Passivo	Ativo
Cobertura espectral	Infravermelho Ultravioleta	Microondas
Nº. de bandas	7	2
Altitude	705 km	233 km

Fonte: Rosa, 2003. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

De acordo com Rosa (2003) após o advento dos satélites para estudos ambientais deram um salto enorme em termos de qualidade, agilidade e número de informações, principalmente nos países em desenvolvimento foram os grandes beneficiados desta tecnologia.

2.8.3 Satélite LANDSAT

A série LANDSAT (Land Remote Sensing Satellite) foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro satélite da série começou a operar em 1972 e a última atualização ocorreu em 1999 com o lançamento do LANDSAT-7.

Atualmente o satélite LANDSAT-5 lançado em 1984 e o único em operação, leva a bordo o sensor TM (Thematic mapper) que capta imagens da superfície terrestre, contribuindo assim para o mapeamento temático da mesma. Os satélites da série LANDSAT deslocam-se de norte para sul em órbita geocêntrica, circular quase polar.

A antena de recepção do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) localizada em Cuiabá capta, desde os anos 70, imagens de todo território nacional, o que representa um extraordinário acervo de dados sobre nosso país (EMBRAPA, 2008).

2.8.4 Missão SRTM

A maioria das informações sobre o projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) relatadas a seguir foram retiradas do sítio do JPL (Jet Propulsion Laboratory) da NASA (National Aeronautics and Space Administration). De acordo com Valeriano (2004), o projeto advém de cooperação entre a NASA e a NIMA (National Imagery and Mapping Agency), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália.

A missão usou o mesmo instrumento utilizado em 1994 no programa Spaceborne Imaging Radar-C/X-Band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR), a bordo do ônibus espacial Endeavour. Porém o arranjo foi projetado para coletar medidas tridimensionais da superfície terrestre através de interferometria.

Para tanto, a nave foi munida de um mastro de 60 m, em cuja extremidade foram instaladas antenas para bandas C e X, além de melhorados os dispositivos de controle e navegação (Figura 7).

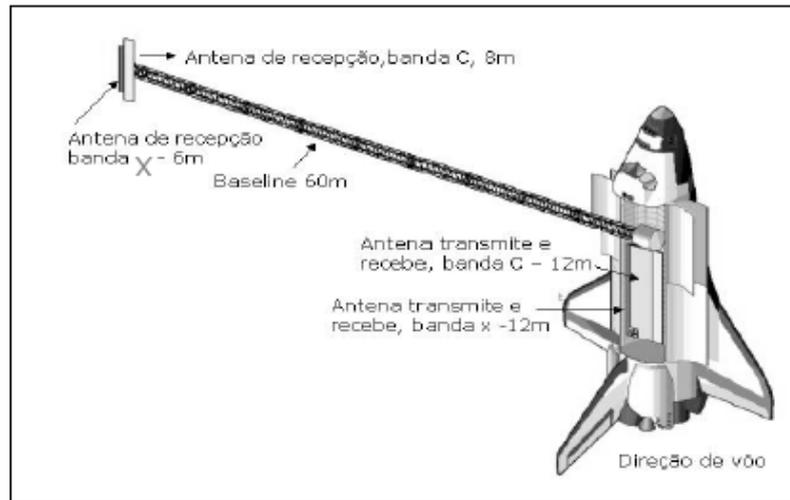


Figura 7: Componentes do radar SRTM. **Fonte:** Rabus et al (2003).

Segundo Valeriano (2004) a cobertura foi feita em 80% da área terrestre do planeta, entre latitudes 60o N e 56o S. Nesta área, foram realizadas de uma a quatro passagens. Um conjunto menor de dados foi coletado sobre água para calibração. (Figura 8)

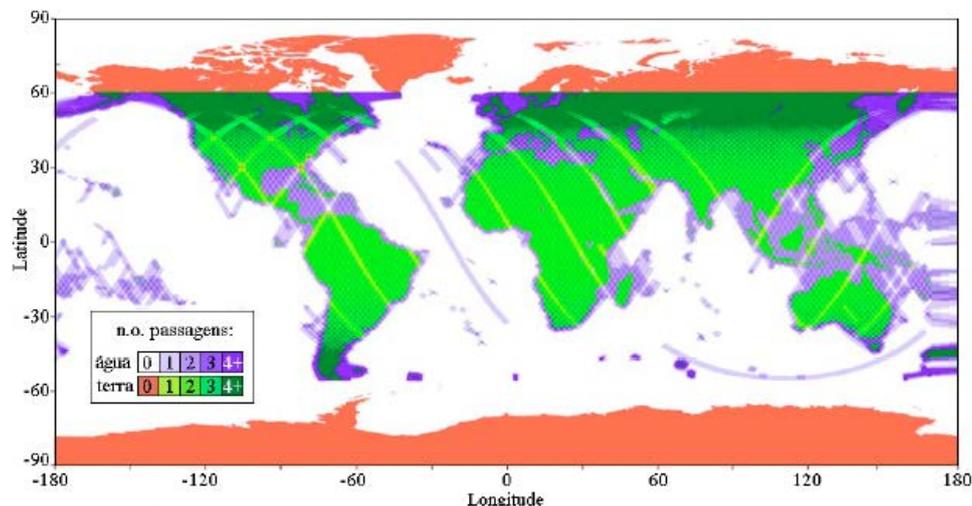


Figura 8: Cobertura da SRTM. **Fonte:** Sial e Rogez, (2001).

O sobrevôo da SRTM ocorreu no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000, durante o qual foram percorridas 16 órbitas por dia, num total de 176 órbitas. O sobrevôo foi concluído com a coleta de 12TB de dados que vêm sendo processados para a formação de Modelos Digitais de Elevação (MDE).

2.8.5 Imagens orbitais: sensores TM e SIR/SAR

Quanto à fonte de energia os sensores podem ser *ativos* como, por exemplo, Synthetic-Aperture Radar e Shuttle Imaging Radar, onde o sensor emite sua própria energia e recebe a resposta dos alvos atingidos, ou *passivos*, limitando-se a receber a energia electromagnética proveniente dos alvos da superfície da terra, seja esta refletida pelos raios solares ou emitida pela própria superfície. O sensor Thematic Mapper é um exemplo de sensor passivo.

No satélite LANDSAT 5 o sistema sensor é denominado de TM (Thematic Mapper), com sete bandas espectrais (Tabela 5).

Tabela 5: Características do Sensor TM.

SENSOR THEMATIC MAPPER			
Banda	Faixa Espectral (µm)	Resolução Espacial(m)	Área Imageada (km)
1	0,45 – 0,52 (B)	30 x 30	185 x 185
2	0,52 – 0,60 (G)	30 x 30	
3	0,63 – 0,69 (R)	30 x 30	
4	0,76 – 0,90 (IR)	30 x 30	
5	1,55 – 1,75 (IR)	30 x 30	
6	10,40 – 12,50 (IR)	120 x 120	
7	2,08 – 2,35 (IR)	30 x 30	

Fonte: Rosa, 2003. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

As imagens da missão SRTM são recepcionadas por uma antena secundária, germano-italiana do sistema X-SAR (Synthetic-aperture radar) operando na banda X com comprimento de onda de 3,1 cm com função de recepção, colocada na extremidade de uma haste de 60 metros de comprimento fora da nave, configurando a linha de base interferométrica que garante a observação a partir de dois pontos ligeiramente diferentes (Figura 9) (KOCH, HEIPKE & LOHMANN, 2002).

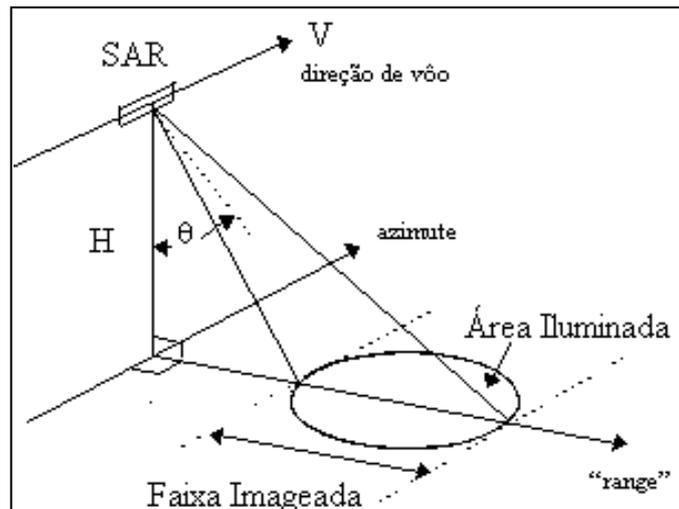


Figura 9: Sistema SAR
Fonte: INPE, 2008.

Outra antena consiste em um sistema americano, o SIR-C (Shuttle Imaging Radar) operando na banda C com comprimento de onda de 6,0 cm colocada no compartimento de carga da nave com função de transmissão e recepção (Tabela 6).

Tabela 6: Características do sistema SIR/SAR.

ANTENAS DE RECEPÇÃO SIR-C E SAR-X			
Banda	Comprimento de onda (cm)	Resolução Espacial(m)	Área Imageada (km)
C	6,0	90 x 90	111
X	3,1	90 x 90	111

Fonte: Valeriano, 2004. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Segundo VALERIANO (2004), grande parte do território nacional é provida de mapeamento em escalas demasiadamente generalizadas para várias utilizações da informação topográfica. Por este aspecto, pode-se considerar o dado SRTM a melhor informação topográfica já disponibilizada para grande parte de nosso território. A resolução de 90m representa um avanço importante em relação à alternativa até então disponível, os dados RADARSAT-1, com resolução quilométrica.

Pelos aspectos apresentados, nota-se que a contribuição dos satélites de observação da superfície terrestre é de fundamental importância para o entendimento das dinâmicas e modificações ambientais.

**C
A
P
Í
T
U
L
O**

III

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

3.1 Materiais

Para a realização da pesquisa foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 do sensor TM bandas 3, 4 e 5, do ano de 2010 órbitas pontos 223/073, 223/74, 224/73 e 224/74 e imagens do radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) do ano de 2000. Os critérios utilizados para selecionar as imagens foram: disponibilidade, percentual de nuvens e proximidade das datas de saída de campo. Além das imagens orbitais fez-se uso dos dados pluviométricos do Banco de Dados da ANA (Agência nacional das Águas) do período de 1983 a 2006 das estações de Costa Rica, Indaiá, Inocência, São José do Sucuriú, Garcias e Porto Velho para cálculos de médias mensais e precipitações totais médias anuais.

Além disso, utilizou-se um receptor Garmin Electronic Map GPS (Sistema de Posicionamento Global) para demarcar pontos de georreferenciamento e para auxílio na reclassificação das imagens dos sensores passivos, câmera fotográfica digital para registros *in loco*, software's GLOBAL MAPPER 11[®] ILWIS[®] 3.0, ARC VIEW[®] 3.0 e SPRING[®] desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para processar as imagens orbitais, além de software's como CORELDRAW[®] 12, e AUTO CAD[®] 2006 .

É importante frisar que tais documentos foram utilizados tanto em gabinete como em trabalhos de campo. A base cartográfica do Diretório de Serviços Geográfico (DSG) possui escala de 1:100.000 e as imagens orbitais de resolução de 30m (sensor TM) e 30m (SRTM).

Segundo Valeriano (2008), os dados SRTM, na forma em que foram disponibilizados para nosso continente, apresentam resolução horizontal (i.e., resolução espacial) de 3 arco-segundos (~90m) e resolução vertical de 1m. Toda a aquisição dos dados SRTM foi planejada a suprir mapeamentos em escalas entre 1:100.000 e 1:250.000.

Os dados de resolução de (~90m) foram refinados da resolução espacial original de 3 arco-segundos para 1 arco-segundo (~30m) por krigagem. Esse procedimento elaborado pelo projeto de Produtividade em Pesquisa “Modelagem de dados topográficos SRTM” desenvolvido no INPE (Figura 10).

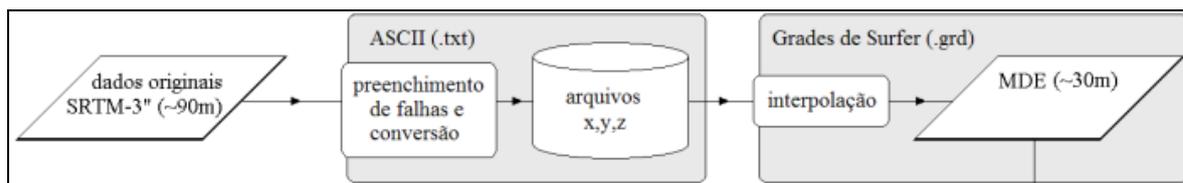


Figura 10: Refinamento dos dados SRTM **Fonte:** Valeriano, 2008.

Os dados fisiográficos como: geologia, geomorfologia, pedologia e climatologia foram baseados no Atlas Multifereencial do Mato Grosso do Sul, elaborado pela Secretaria de Planejamento no ano de 1990.

Esses dados fisiográfico foram digitalizados, quantificados e tabulados em ambiente de SIG. Posteriormente esses dados foram classificados pelo *modelo de análise dos meios* de Tricart 1977, proposto em Ecodinâmica, conforme discutido no capítulo anterior.

3.2 Procedimentos operacionais

Os procedimentos operacionais para os processamentos dos dados orbitais, cadastrais e temáticos foram realizados em um ambiente de sistemas destinados à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, Sistema de Informação Geográfica. A primeira etapa dos procedimentos operacionais foi a criação de um banco de dados, projeto, categoria (modelos: imagem, cadastral, MNT e temático) e planos de informações.

3.2.1 Banco de dados

De acordo com Lisboa e Lochpe (2001), os dados armazenados em um banco de dados devem respeitar as regras da aplicação, definidas pelas restrições de integridade.

A versão do SPRING[®] utilizada trabalha com três gerenciadores (SGDB), Dbase, Oracle e Access, no caso da presente pesquisa o gerenciador que nos melhor atendeu foi o Dbase.

O gerenciador DBase não precisa estar instalado no computador, pois a instalação do SPRING[®] já provê as ferramentas necessárias para trabalhar com tabelas em Dbase. O SPRING[®] trabalha de forma nativa com os gerenciadores de banco de dados, e em qualquer

dos bancos, o usuário fará o acesso aos bancos diretamente através das interfaces do Spring® não sendo necessária nenhuma operação no nível do gerenciador.

3.2.2 Elaboração da melhor composição colorida e realce

Foi aplicado um realce *Equalizar Histograma*, verificando os valores máximo e mínimo reais de nível de cinza (NC) da imagem, observando os valores significativos (que abrangem o corpo principal da imagem) para estes limites (Figura 11).

Além disso, foi executado um realce linear com perda proposital de informação do corpo da imagem, em prol de um melhor contraste. Tal tarefa foi realizada para cada uma das 3 bandas do LANDSAT 5.

Na imagem SRTM foi elaborada um gradiente de cores “ Atlas Shader” para a representação altimétrica, tal procedimento foi realizado no software Global Mapper 11 (Figura 12).

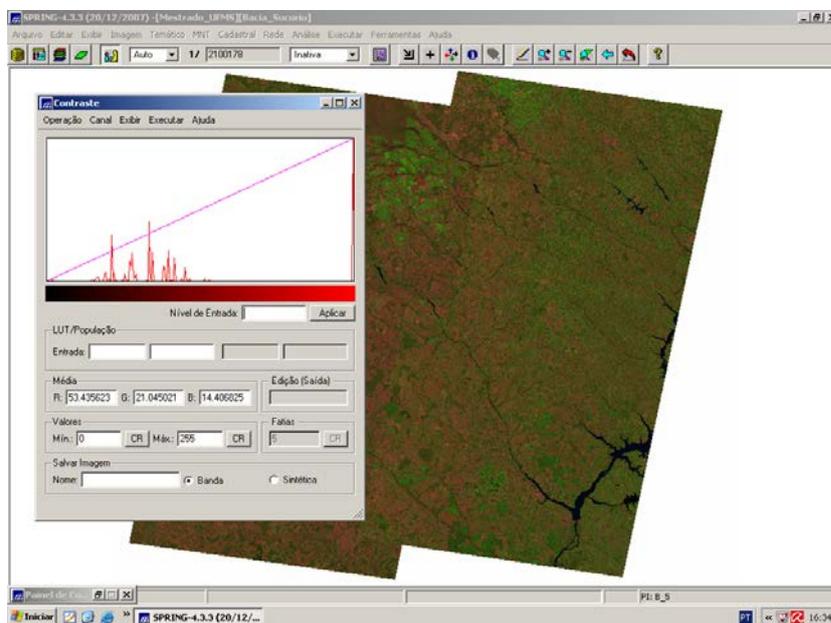


Figura 11: Janela de contraste.

Fonte: SPRING®. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

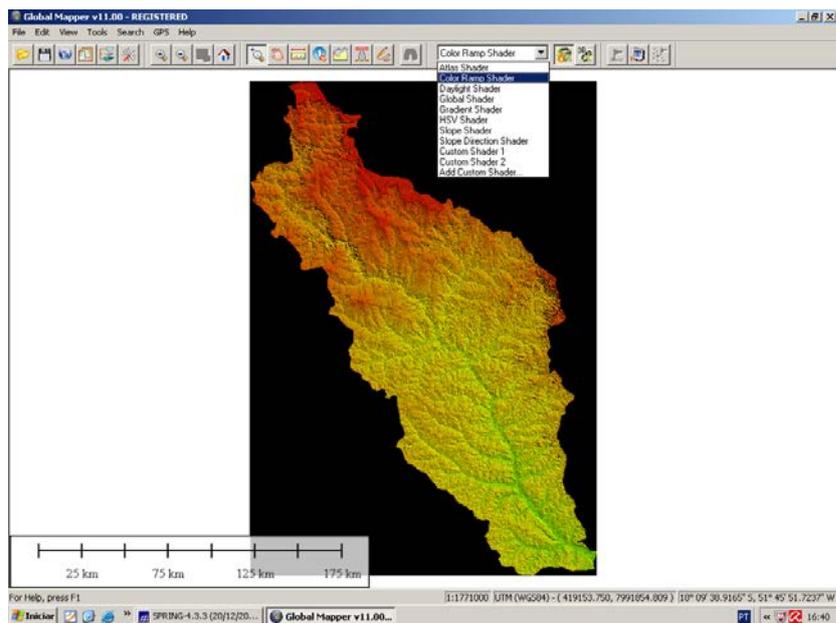


Figura 12: Janela de legenda (GLOBAL MAPPER 11).

Fonte: SRTM, 2010. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.2.3 Registro (georreferenciamento)

Registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (aeronave ou satélite) (Figura 13).

As imagens não estavam georreferenciadas em um sistema de projeção cartográfica. O módulo para georreferenciamento, também conhecido como Registro de Imagens, disponível nos softwares de processamento de imagens orbitais, tais como o SPRING[®], possibilita a efetuação desta função. Ao passar por este processamento a imagem pode ser integrada a outros tipos de informações (mapas vetoriais ou matriciais). O interpolador utilizado foi o “vizinho próximo”. Este interpolador deve ser usado quando se deseja manter os valores dos níveis de cinza da imagem sem gerar valores intermediários, este interpolador preserva as estatísticas da imagem.

Ao georreferenciar cada uma das imagens cada um dos seus pontos (ou pixels), passa a estar atrelado a um par de coordenadas, de um sistema de projeção. Neste caso, foram utilizadas como referência espacial uma base em papel (cartas topográficas do DSG), pontos de controle coletados “in loco” e imagens orbitais já georreferenciadas.

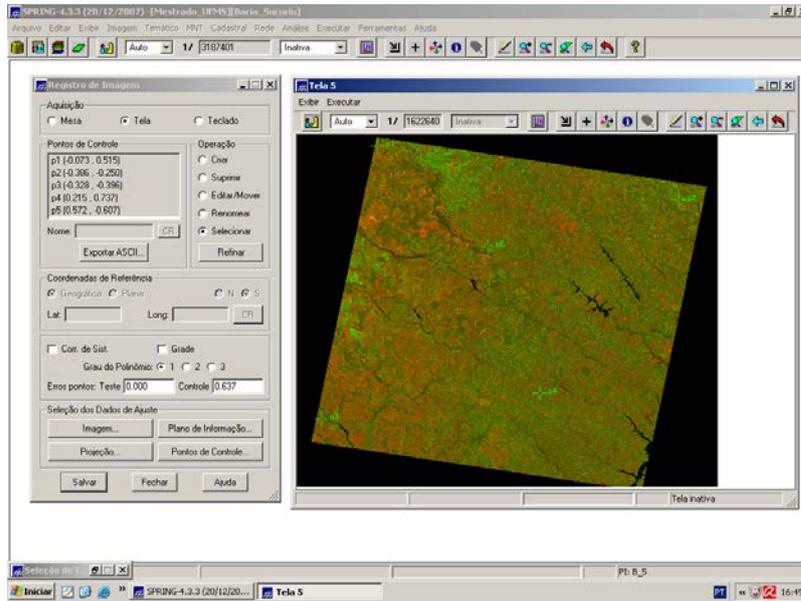


Figura 13: Janela de Registro.

Fonte: SPRING®. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.2.4 Segmentação

Nesta etapa, divide-se a imagem de satélite em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação dos objetivos. Neste caso regiões são os conjuntos de “pixels” apresentado na imagem. A divisão em porções consiste basicamente em um processo de crescimento de regiões, de detecção de bordas ou de detecção de bacias (Figura 14).

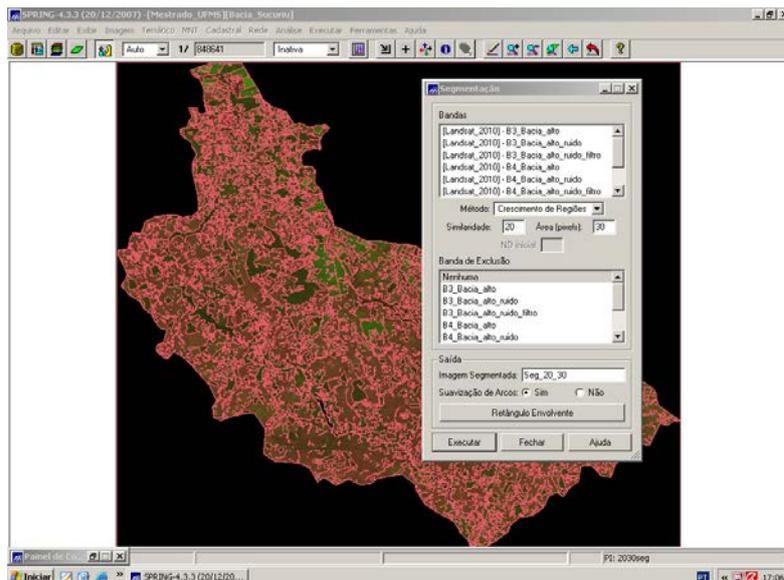


Figura 14: Janela de Segmentação.

Fonte: SPRING®. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.2.5 Classificação Supervisionada

A técnica empregada foi à classificação com segmentação, neste processo utilizou-se o método de crescimento de regiões, com similaridade 24 e área (pixels) 30 ou menor caso não seja detectados todas as feições do ambiente. Depois da segmentação foi utilizado o classificador *Bhattacharya* com limiar de aceitação de 99,9% de aceitação para o mapeamento do uso e ocupação da terra (Figura 15).

O Classificador *Bhattacharya* trabalha com a distância denominada distância de Bhattacharya, que é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades dessas classes (MATHER, 2004).

Após esse primeiro mapeamento foi realizada uma saída de campo para (re) classificar a imagem a fim de sanar possíveis confusões da análise visual.

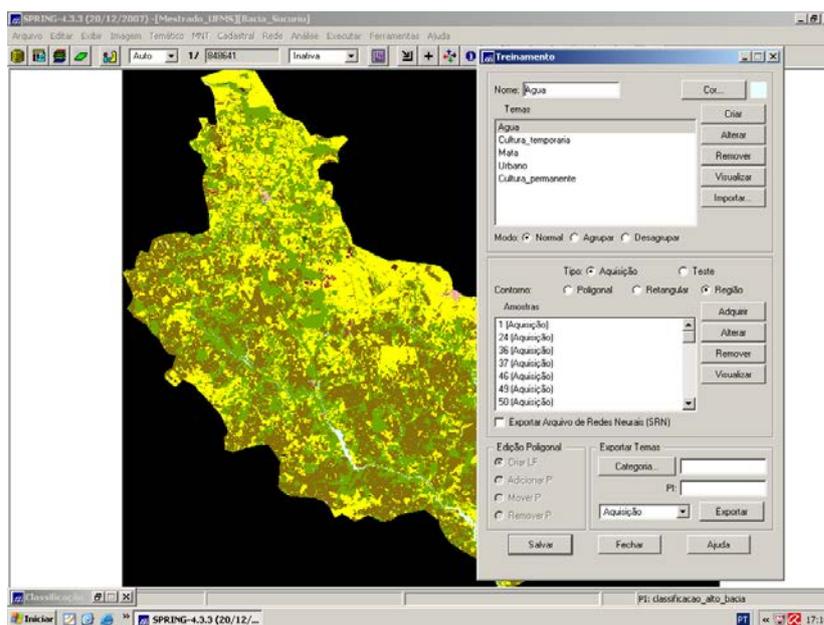


Figura 15: Janela de Classificação.

Fonte: SPRING®. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.2.6 Eliminação de Ruídos

No processo de geração de imagens, alguns ruídos são inseridos nas imagens. Geralmente, os pixels com ruído aparecem como pontos, com níveis de cinza bem diferentes da sua vizinhança (escuros (pretos) ou saturados (brancos)). Estes pontos ruidosos podem

aparecer distribuídos aleatoriamente ou de forma sistemática (listras verticais e horizontais). As causas podem ser falhas de detetores, limitações do sistema eletrônico do sensor, entre outras.

Assim, a função eliminação de ruído no SPRING[®], tem como objetivo eliminar ou reduzir os pontos de ruído na imagem.

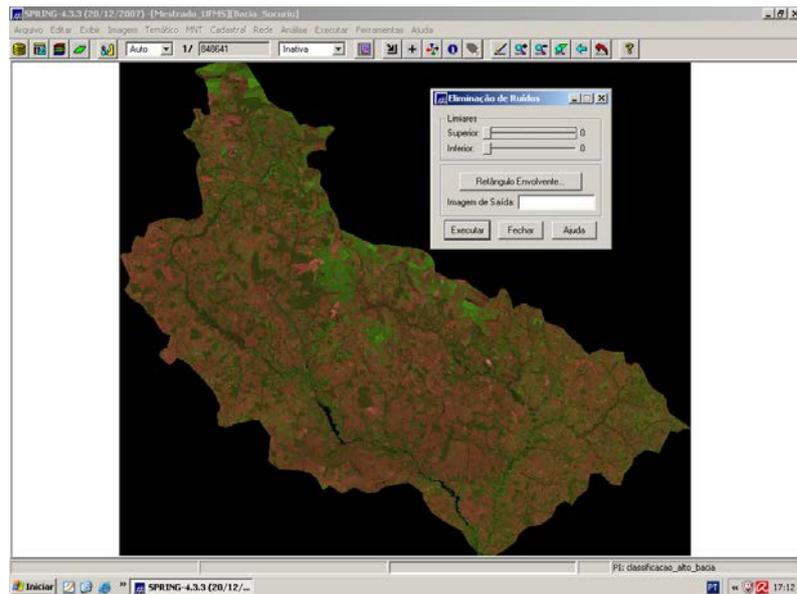


Figura 16: Janela de Eliminação de Ruídos).

Fonte: SPRING[®]. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.2.7 Filtragem

As técnicas de filtragem são transformações da imagem "pixel" a "pixel", que não dependem apenas do nível de cinza de um determinado "pixel", mas também do valor dos níveis de cinza dos "pixels" vizinhos, na imagem original.

O processo de filtragem é feito utilizando-se matrizes denominadas máscaras que são aplicadas sobre a imagem. No caso da pesquisa utilizou-se filtro linear passa baixa de 3x3.

Após essa etapa as imagens orbitais resultam com aparência um pouco mais homogêneas, facilitando sua interpretação.

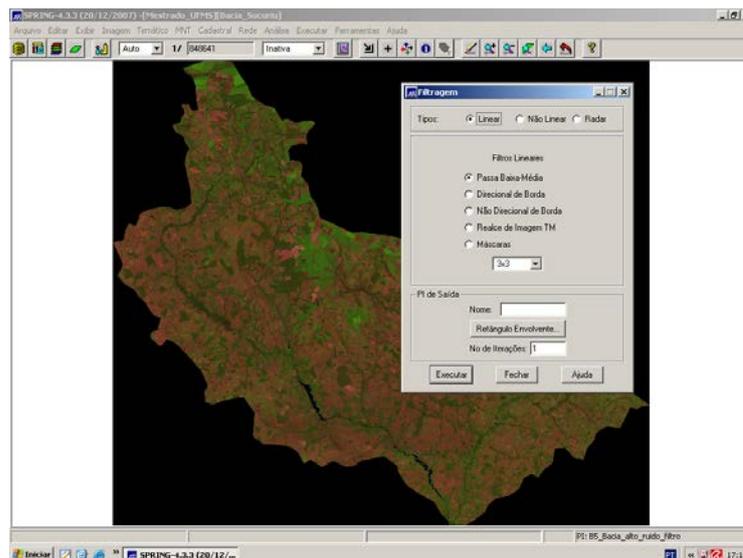


Figura 17: Janela de Filtragem
Fonte: SPRING®. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

3.3.8 Elaboração dos Mapas Temáticos

Os mapas temáticos: características fisiográficas, uso e ocupação da terra e modelagem numérica de terreno na Bacia do Rio Sucuriú foram elaborados em gabinete com suporte do SIG.

Segundo Luchiari 2006, existem dois modos para produção de mapas, sendo um deles a interpretação visual de imagens onde o homem desempenha papel de extração de informações baseado na percepção do intérprete. O outro modo consiste no tratamento digital, que abrange um conjunto de rotinas computacionais. Apesar de distintos, esses modos apresentam inter-relações. No caso desse trabalho fez-se uso dessa inter-relação.

No caso da categoria modelo numérico de terreno, foi criada a grade de declividade ou exposição e efetuou-se o fatiamento da mesma para obter um mapa temático que represente os intervalos de declividade/exposição conforme desejado.

Os dados fisiográficos foram scaneados, georreferenciados, digitalizados, classificados e quantificados. A legenda desses dados foi mantida conforme o documento original encontrado no Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul, 1990.

No que diz respeito ao levantamento para mapeamento de uso e ocupação da terra, utilizou-se o método proposto pelo IBGE no Manual do Uso da Terra. O manual apresenta o

desenho esquemático dos fluxos existentes no processo de levantamento e classificação da Cobertura e do Uso da Terra no IBGE (Figura 18).

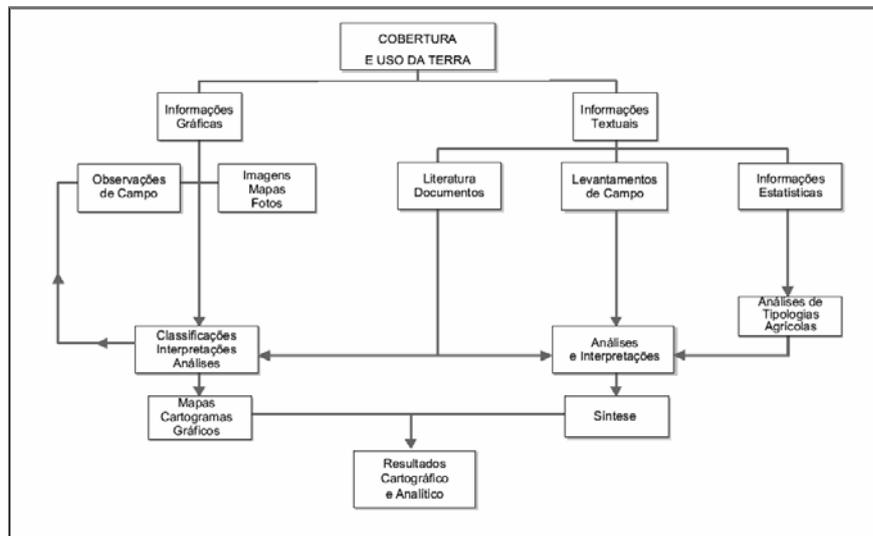


Figura 18: Fluxograma do Método de Avaliação de Uso e Ocupação da Terra. **Fonte:** IBGE, 2006.

Além disso, nessa bibliografia (Manual do Uso da Terra), a legenda proposta foi tomada no presente trabalho. A construção de uma nomenclatura do uso e cobertura da terra precisa estar adequada para mapear a diversidade do território considerado e deve ser compatível com a escala, o tamanho da menor área a ser mapeada, a fonte básica de dados e com as necessidades dos virtuais usuários.

A nomenclatura do Uso e da Cobertura da Terra foi concebida partindo do esquema teórico da cobertura terrestre, que abrange os dois primeiros níveis hierárquicos propostos. O terceiro nível que representa o uso propriamente dito, não se encontra representado na figura ilustrativa (Figura 19) do modelo por comportar inúmeras possibilidades.

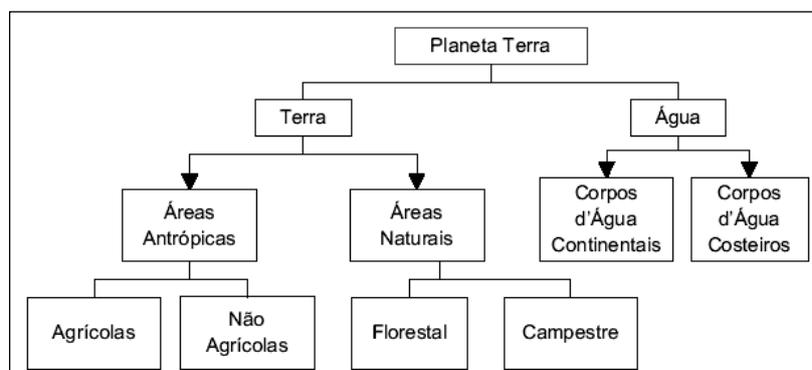


Figura 19: Fluxograma da Nomenclatura da Cobertura Terrestre. **Fonte:** IBGE, 2006.

A partir dessa abstração, a nomenclatura para o Levantamento do Uso e da Cobertura da Terra foi organizada segundo três níveis hierárquicos, comportando desdobramentos para níveis de maior detalhe dependendo da escala de trabalho. Para essa nomenclatura foi associada às cores da legenda (Quadro 2).

Quadro 2: Cores e classes do Uso e Ocupação da Terra

Nível I	Nível II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpos d'água continentais
	4.2	Corpos d'água costeiros

Fonte: IBGE, 2006.

Além do mapeamento de uso e ocupação da terra, por meio dos dados fisiográficos (geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima) aplicou-se o modelo de análise ecodinâmico proposto por Tricart (1977) gerando uma tabela. Nesse modelo, podemos classificar áreas de acordo com seu grau de fragilidade em função da intensidade dos processos apoiados em dados fisiográficos. Essas informações podem ser melhores visualizadas no quadro 3.

Quadro 3: Características do modelo de análise (Tricart, 1977).

<i>Unidades da Paisagem</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Grau de vulnerabilidade</i>	<i>Peso</i>
GEOLOGIA	Grau de coesão das rochas	Estável	1
		Intergrades	2
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3
GEOMORFOLOGIA	Amplitude do relevo, densidade e grau de dissecação (índices Morfométricos)	Estável	1
		Intergrades	2
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3
PEDOLOGIA	Maturidade dos solos, processos erosivos, lixiviados e desenvolvimento.	Estável	1
		Intergrades	2
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3
CLIMA	Pluviosidade (<i>Input</i>)	Estável	1
		Intergrades	2
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3
VEGETAÇÃO	Densidade	Estável	1
		Intergrades	2
		Moderadamente instáveis	2,5
		Instável	3

Fonte: TRICART, 1977 adaptado por SAKAMOTO, 2010. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

A partir dessa tabela acima, elaborou um mapa utilizando como legenda a cor verde para áreas estáveis, amarelo para áreas intergrades, vermelho para áreas instáveis e a cor laranja representa meios entre intergrades e instáveis.

3.3 Processo Analítico Hierárquico (AHP)

Para gerar o mapa de vulnerabilidade foi realizado o Analytic Hierarchy Process (AHP), onde foram cruzados planos de informações atribuindo pesos para cada classe desses planos.

Neste procedimento, os diferentes fatores que influenciam a vulnerabilidade ambiental são comparados com critério de importância e atribuídos ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala de pesos pré-definida.

No caso deste trabalho essa etapa baseou-se nos procedimentos metodológicos proposto por CREPANI *et al* (1996), onde os fatores comparados têm a mesma importância, ou seja, são iguais (Equação 1).

$$V = \frac{V_{gl} + V_{gm} + V_{pd} + V_{cl} + V_{vg}}{5}$$

Onde: V=Vulnerabilidade, V_{gl}=Variável geologia, V_{gm}=Variável geomorfologia, V_{pd}=Variável pedologia V_{cl}=Variável clima e V_{vg}=Variável vegetação.

O processo analítico hierárquico foi desenvolvido por Saaty (1978) propondo uma metodologia de auxílio com multicritério para tomada de decisão.

3.4 Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL)

Após o AHP foi utilizada a programação LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) para gerar um modelo numérico de terreno (MNT) com os valores da vulnerabilidade ambiental conforme as unidades fisiográficas das classes temáticas (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação) da área.

A Álgebra de Mapas compõe uma linguagem especializada para realizar operações que tem tanto um sentido matemático quanto cartográfico e espacial. Estas operações podem ser agrupadas em três grandes classes: pontuais, vizinhança e zonais (BARBOSA et al, 1998).

De acordo com Barbosa et al 1998, o conceito de zonalidade é utilizado em operadores de análise espacial, cujas restrições espaciais são definidas por áreas. A importância teórica deste conceito é dupla: permite materializar num SIG os conceitos de unidade de paisagem e área-unidade permitindo por exemplo a ligação entre dados do meio físico-biótico e dados sócio-econômicos, essencial para estudos de ordenação do território.

Com o MNT de valores de vulnerabilidade da área de estudo, realizou-se o procedimento de fatiamento desse modelo, com valor variável conforme as classes temáticas de vulnerabilidade que corresponde aos intervalos das cotas (Tabela 7). O fatiamento consiste em gerar uma imagem temática a partir de uma grade retangular.

Tabela 7: Fatiamento das classes temáticas de vulnerabilidade

GRAU DE VULNERABILIDADE (CLASSES)	INTERVALO DE CLASSES
ESTÁVEL	0 – 1
INTERGRADE	1.00001 – 2
MODERADAMENTE INSTÁVEL	2.00001 – 2.5
INSTÁVEL	2.500001 - 3

Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

Desta forma, um Plano de Informação da categoria numérica originará um Plano de Informação de categoria temática representando um aspecto particular do modelo numérico de terreno, conseqüentemente cada fatia deve ser associada a uma classe temática.

3.3 Saídas “in loco”

Os trabalhos de campo visam identificar os tipos de uso e cobertura da terra, contidos nos padrões de imagem e identificados em gabinete, correlacionar padrões de imagem previamente selecionados com a verdade terrestre e coletar dados e informações através da aplicação de entrevistas e/ou questionários. Nesse sentido de acordo com Luchiari (2006, p.154), “o trabalho de campo preliminar visa eliminar as inconsistências surgidas nos testes iniciais”.

É importante frisar que antes de saída in loco, em gabinete compartmentou-se a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em: Bacia do Alto Sucuriú, Bacia do Médio Sucuriú e Bacia do Baixo Sucuriú. Conforme essa divisão foram elaborados roteiros detalhados das estradas, para auxílio na locomoção (Anexo I), Roteiro detalhado dos pontos de análise pré-determinados, com intuito de identificar objetos encontrados na imagem do sensor TM. Neste roteiro encontra-se as seguintes informações: Quilometragem do veículo, coordenadas geográfica, descrição dos objetos e observações (Anexo II).

As informações coletadas em campo foram descritas e organizadas em uma planilha com as seguintes lacunas: Quilometragem do veículo utilizado, pontos, coordenadas geográfica, identificação das fotos e descrição do uso e ocupação da terra ao redor (ANEXO III).

A opção por coleta de pontos de controle em campo com receptores GPS navegação (Garmim) foi necessária para garantir um desvio máximo de 10 metros nas coordenadas dos pontos de apoio e de controle, além de permitir a emissão de um relatório dos desvios para cada um dos pontos após o processamento diferencial. Esse processo foi redigido imediatamente após o retorno do campo, sistematizando as informações anotadas na caderneta de campo, complementando-as com dados extraídos de fichas e transcrições de fitas.

Os relatórios de campo representam importante subsídio na elaboração dos mapas e do relatório final. Após o regresso de cada operação de campo foram legendadas as documentações fotográficas, contendo descrição do uso e da cobertura, localização, data e autoria da foto.

Por fim, *in loco*, foi realizado um levantamento foto-descritivo, onde as classes de uso e ocupação da terra foram fotografadas e georreferenciadas.

**C
A
P
Í
T
U
L
O**

IV

4 RESULTADOS

4.1 Diagnóstico fisiográfico

O diagnóstico ambiental da BHRS foi baseado nos dados fisiográficos encontrados no Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul (AMR-MS, 1990) e no mapeamento atual do uso e ocupação da terra, elaborado por meio de imagem orbital do sensor TM no ano de 2010. Entende-se que, para que ocorra um planejamento de forma eficaz, é de fundamental importância a manipulação dos dados da área transformando-os em informações que de alguma maneira venha organizar espaços mal distribuídos e planejados.

Para um melhor compreensão foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú sua compartimentação em alto, médio e baixo curso. Essa divisão foi baseada principalmente nos aspectos geomorfológicos, geológico, hipsométricos e hidrográficos.

A análise dos aspectos morfológicos identificados nos modelos de terreno permitiu realizar preliminarmente sua compartimentação em três grandes unidades que correspondem: 1) Unidade Geomórfica Alto Curso; 2) Unidade Geomórfica Médio Curso; 3) Unidade Geomórfica Baixo Curso.

A região do alto Sucuriú é caracterizada pelas zonas das cabeceiras de drenagem do rio Sucuriú e dos afluentes do alto curso, sendo do tipo dentrítica, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais. A Unidade Geomórfica Médio Curso está representada por área com alta densidade de drenagem e marcada por substrato ligado as Formações Adamantina, Serra Geral e Santo Anástácio. Na unidade de relevo do baixo curso, o relevo é mais suave, mais baixo, com uma menor densidade de canais e com vales com formato de fundo chato sendo influenciados pela represa Jupia no Rio Paraná (Figura 20).

COMPARTIMENTAÇÃO DA BACIA DO RIO SUCURIÚ

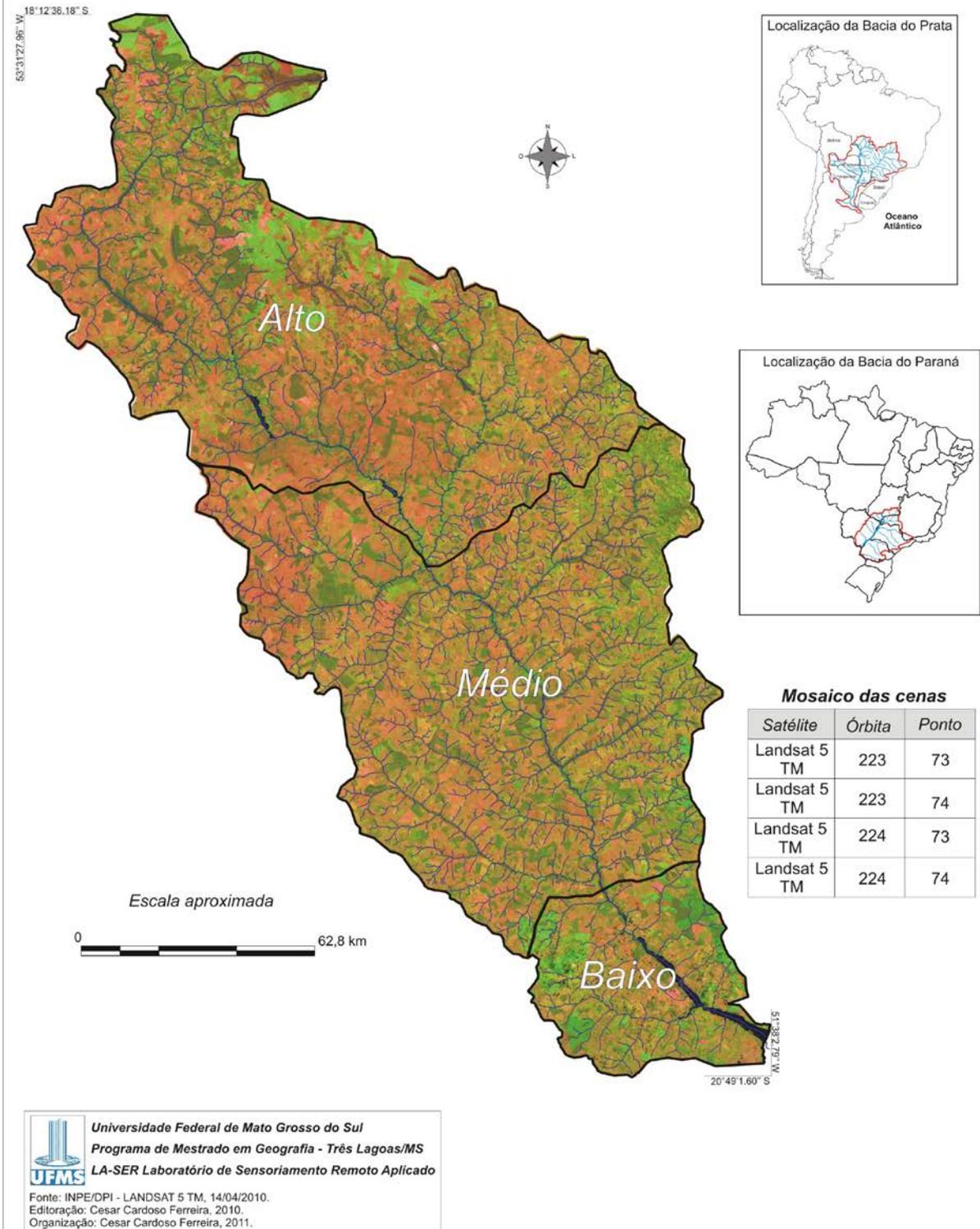


Figura 20: Compartimentação da BHRS. **Fonte:** Landsat TM 2010. **Org:** César Cardoso Ferreira.

4.2 Região da Bacia do Alto Sucuriú

A região da Bacia do Alto Sucuriú encontra-se ao nordeste do Estado do Mato Grosso do Sul e possui uma área de 11.193 km², abrangendo partes dos municípios de Costa Rica, Chapadão do Sul, Água Clara, Cassilândia e Paranaíba.

4.2.1 Análise da Geologia da Bacia do Alto Sucuriú

Na região da Bacia do Alto Sucuriú encontram-se as seguintes formações geológicas: Caiuá, Serra Geral, Santo Anastácio, cobertura de Detrito Laterítico, Adamantina e Botucatu (Figura 21).

Predomina na região da Bacia do Alto Sucuriú a formação *Caiuá* com 52,19% da área total. Essa Formação é representada por uma característica de uniformidade litológica, que se observa tanto no oeste paulista como no norte paranaense. Com espessura não superior a 1,50 m, visualizam-se 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 *Serra Geral* encontra-se próxima aos principais rios na Região da Bacia do Alto Sucuriú com 20,82% da área total. Essa formação faz parte da região superior do Grupo São Bento, mostrando assim uma expressiva área de ocorrência. Litologicamente, as exposições dos derrames basálticos são constituídas por rochas de cores verdes e cinza-escuro, localmente vítreas, granulação fina a média, afanítica, ocasionalmente porfirítica; quando alteradas superficialmente adquirem coloração amarelada, com amígdalas preenchidas por quartzo, calcita ou nontronita (AMR-MS, 1990).

A disjunção colunar e esfoliação esferoidal, estruturas típicas de derrames espessos ocorrem também em corpos intrusivos ocupando uma posição aproximadamente média a alta na sucessão dos derrames, quando costumam por vezes mostrar diaclasamentos poligonais. A presença de arenitos intertrapeados, sugerindo origem eólica e às vezes sub-aquosos são evidenciados com certa frequência ao longo das faixas de domínio do basalto pertencente à Formação Serra Geral (AMR-MS, 1990).

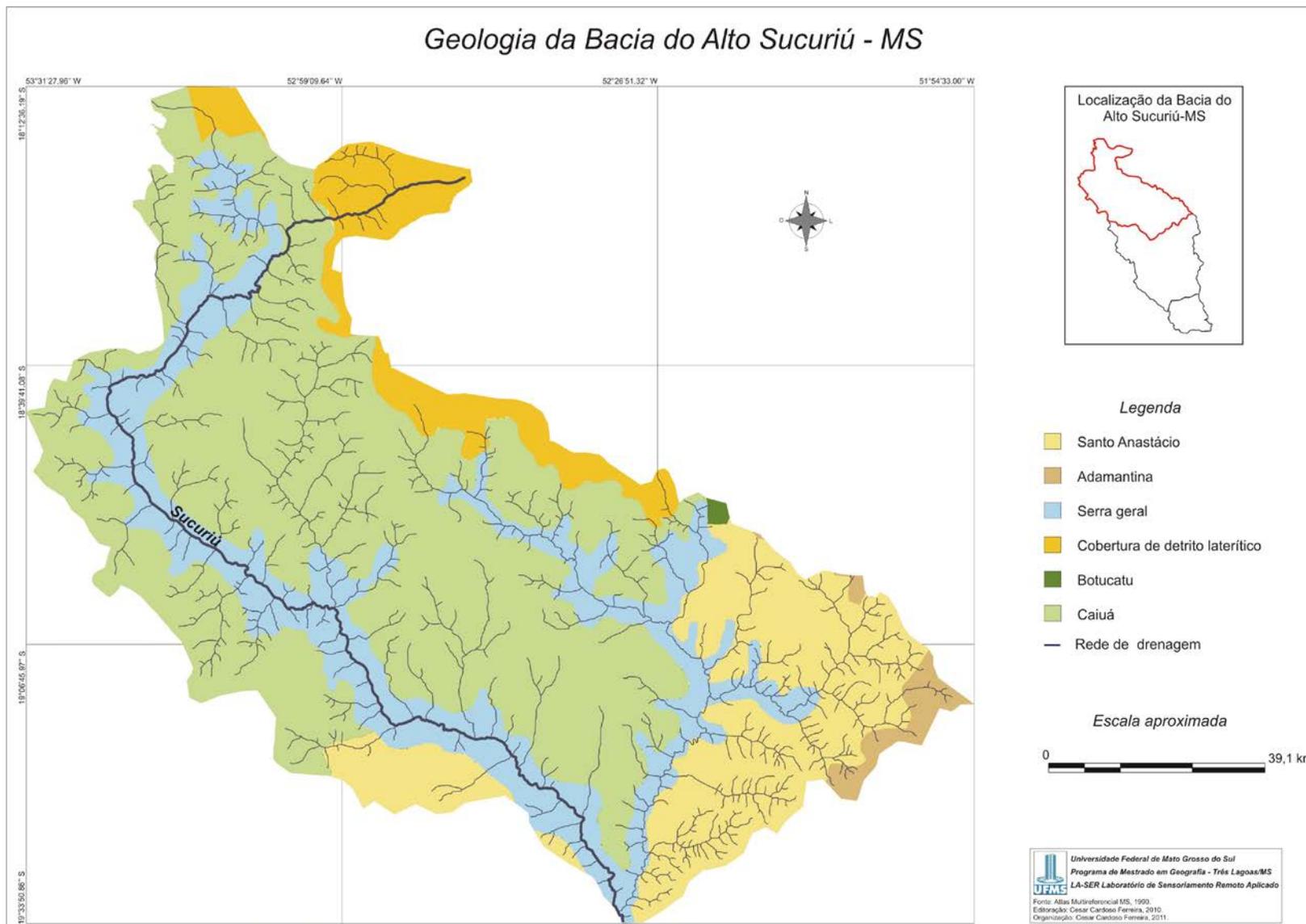


Figura 21: Mapa Geológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS

Encontrado na porção sul da Bacia do Alto Sucuriú 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 parte inferior da Formação Santo Anastácio, destaca-se um arenito cinza-pardo, vermelho-arroxeadado ou creme, encontrando-se sempre envolto por uma película limonitizada (AMR-MS, 1990).

A granulação é predominantemente fina e esporadicamente média a grosseira, mostrando a presença de um cimento síltico e carbonático, que gradativamente vai aumentando; detecta-se sempre tênues intercalações síltico-argilosas, tornando-se mais espessas para cima. Superiormente, observou-se arenito fino a médio, creme-avermelhado ou pardacento com cimento silicoso e carbonático mais frequente.

Na porção leste da Bacia do Alto Sucuriú com 7,46% da área total a cobertura de *Detrito Laterítico* apresenta-se em grandes áreas aplainadas, localizadas em cotas superiores a 800 m, são reconhecidas em grande parte da região Centro-Oeste. De uma maneira geral, estas superfícies foram consideradas primeiramente como sendo constituída por um pavimento detrito-laterítico, contendo em sua parte superior um solo homogêneo vermelho-escuro.

Apresenta intensa atividade química ascendente e/ou descendente, através de veios de lixiviação irregulares e entrecruzados. Geralmente, algumas rochas alteradas têm coloração amarelo-ocre, denotando o início de laterização. Nesta porção inferior, nota-se a intensa migração arenosa e substituição argilo-ferruginosa, que gradativamente vai substituindo a rocha, evidenciando o fenômeno da pedogenização.

Localizada ao sul da Bacia do Alto Sucuriú com 1,63% da área total a Formação *Adamantina* constitui-se essencialmente por arenitos finos a médios de colorações variando entre cinza-róseo, cinza-esbranquiçado a amarelo-esbranquiçados. Os grãos médios apresentam-se sub-arredondados, enquanto os grãos mais finos são predominantemente sub-angulosos.

Geralmente estes arenitos apresentam uma matriz argilosa e pouco consistente, imprimem uma condição mais dinâmica ao pacote rochoso, caracterizando a presente unidade.

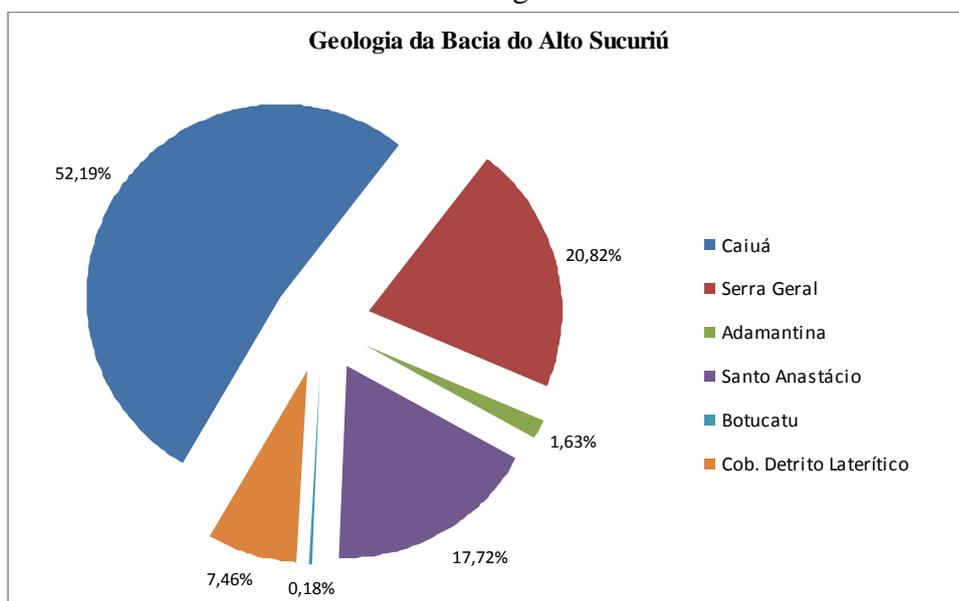
Com a menor representatividade, a formação *Botucatu* localiza-se na porção leste da Bacia do Alto Sucuriú com 0,18% da área total. Litologicamente a Formação Botucatu

caracteriza-se por arenitos finos a muito finos, bem selecionados, apresentando feições evocativas de “micropontamentos”, o que muitas vezes caracteriza processos de abração eólica (impacto entre os grãos carregados pelo vento).

A presença nestas rochas de grãos foscos, associados a estratificações cruzadas planares de grande porte, tende a confirmar a presença de transporte e deposição eólica em ambiente desértico. Muitas vezes tais rochas mostram-se bastante silicificadas, porém, é comum seu alto poder de desagregação, causando em decorrência os típicos areões (AMR-MS, 1990).

Para melhor visualização das porcentagens das formações geológicas encontradas na Bacia do Alto Sucuriú segue o gráfico 1:

Gráfico 1: Estatística da Geologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

4.2.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Alto Sucuriú

Na região da Bacia do Alto Sucuriú encontram-se as seguintes unidades geomorfológicas: Divisores Tabulares, Rampas Arenosas, Chapadão das Emas, Modelado de acumulação de Inundação, Modelado de acumulação fluvial e Patamares Aporé (Figura 22).

Predomina-se na região da Bacia do Alto Sucuriú a unidade *Divisor Tabular* com 67,55% da área total. A presente unidade contorna grande extensão das rampas arenosas dos Planaltos Interiores. Passa suavemente sem ruptura de declive, da cota dos 500m nas rampas arenosas dos planaltos interiores para a cota dos 400m na presente unidade.

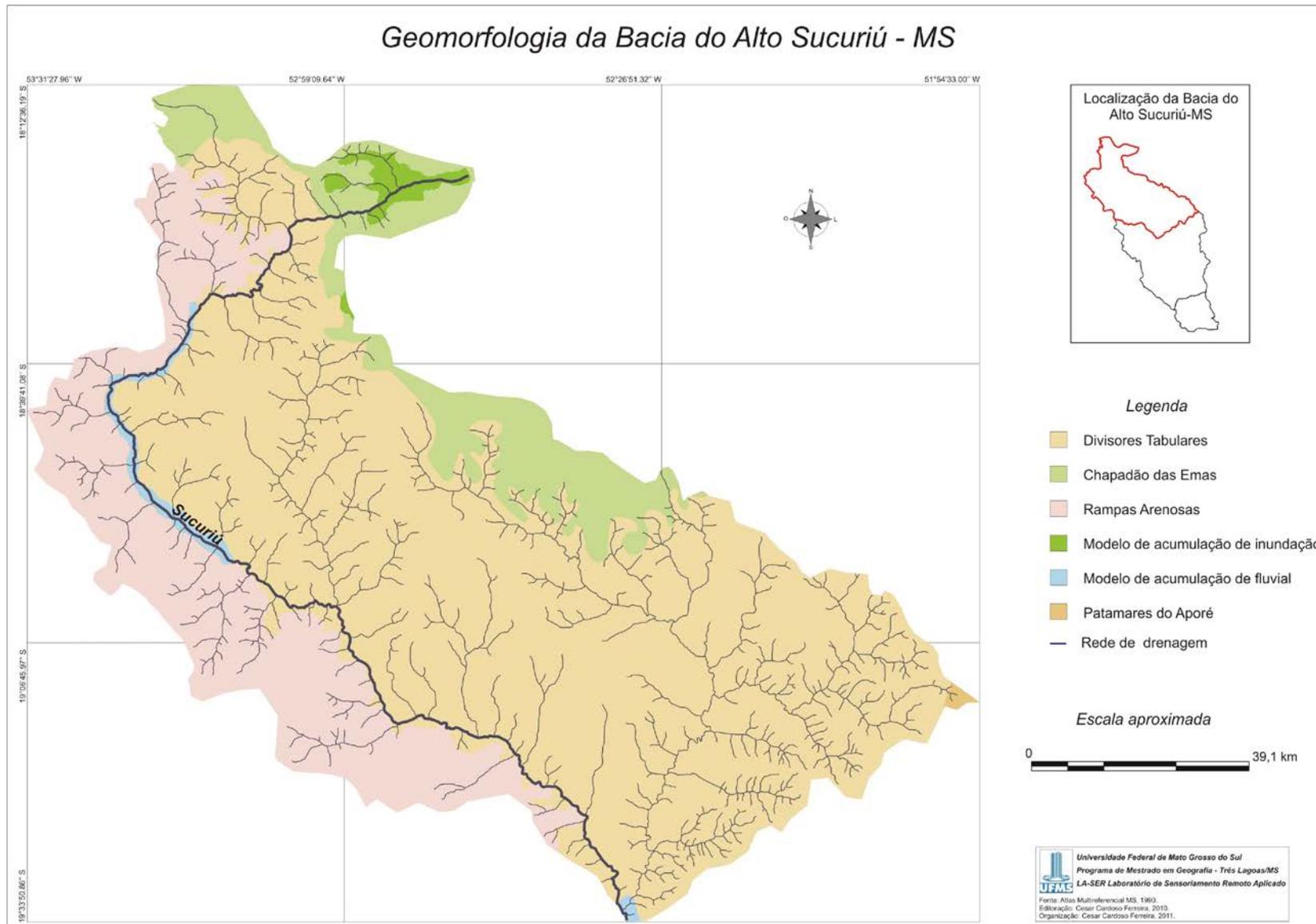


Figura 22: Mapa Geomorfológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS.

Em alguns trechos a drenagem apresenta-se encaixada. Em toda a unidade corta rochas do Grupo Bauru e alcança as rochas basálticas da formação Serra Geral. O direcionamento NO-SE e o padrão paralelo da rede de drenagem evidenciam uma adaptação das linhas de fraturamento (AMR-MS, 1990).

O relevo apresenta-se, via de regra, plano nos interflúvios e dissecados nas áreas mais próximas aos rios, configurando estreitos divisores tabulares que se adaptam as cabeceiras de seus afluentes da drenagem principal, com desníveis de 50 a 80m entre os topos planos e as áreas dissecadas. A norte da unidade do rio Sucuriú, os modelados planos assumem maior expressão.

A unidade *Rampas Arenosas* encontra-se na porção oeste da Bacia do Alto Sucuriú com 19,85% da área total. Esta unidade constitui uma das maiores do Estado e apresenta homogeneidade de características, no que diz respeito a geomorfologia, geologia, solos e vegetação (AMR-MS, 1990).

As altitudes que nos interflúvios a norte chegam a 700m e nos vales a 500m, a sul e sudeste decrescem para 450m nos interflúvios e 320m nos vales. Esse fato é reflexo da epirogenese (conjunto de processos que resultam no movimento da crosta terrestre) positiva na borda ocidental da bacia (AMR-MS, 1990).

Predominam nesta unidade, modelados planos nos topos, esculpidos em rochas do grupo Bauru, e modelados de dissecação do tipo tabular ao longo dos vales, onde o processo erosivo fluvial expôs os basaltos da formação Serra Geral (AMR-MS, 1990).

A rede de drenagem flui para o Rio Paraná, num direcionamento geral SSE, cujos rios principais apresentam um padrão paralelo, e seus afluentes um padrão dentrítico. Nas cabeceiras de drenagem de primeira ordem observa-se, uma freqüência de rios maiores do que nas demais áreas, resultando em um relevo mais dissecado nas bordas dos interflúvios (AMR-MS, 1990).

Localizado na porção leste da Bacia do Alto Sucuriú 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 as cabeceiras de alguns rios, como o Taquari, Sucuriú, Araguaia entre outros.

Na região das nascentes do Rio Sucuriú encontra-se a unidade *Modelado de acumulação de Inundação* com 1,12% da área total da Bacia do Alto Sucuriú. Esta 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).

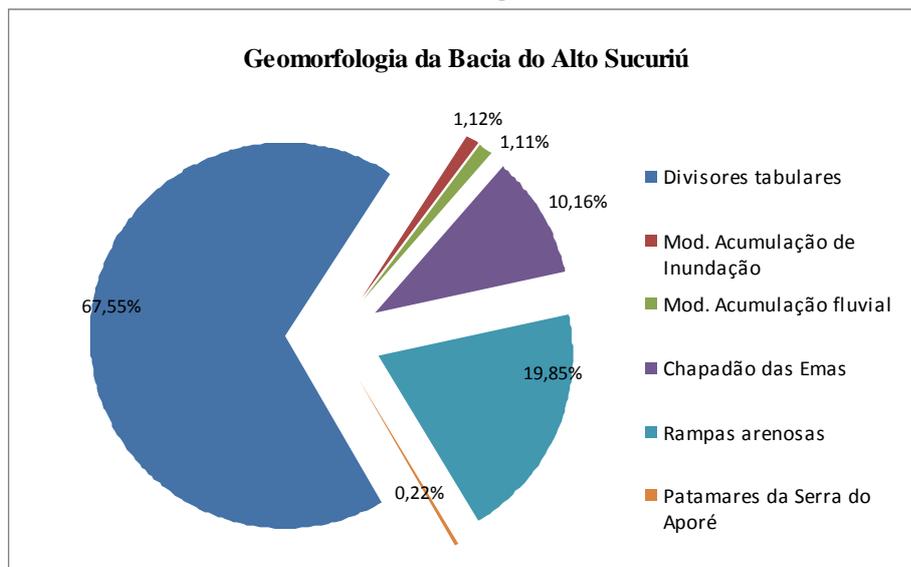
O *Modelado de acumulação Fluvial* está localizada na porção norte ao redor do rio Sucuriú com 1,11% da área total. Esta unidade é caracterizada por uma área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas.

Com a menor representatividade, a unidade *Patamares da Serra Aporé*, localiza-se na porção sul da Bacia do Alto Sucuriú com 0,22% da área total. O presente conjunto é constituído por litologias cretáceas do Grupo Bauru, cujo modelado de dissecação talhou nas rochas da Formação Adamantina, formas tabulares e conexas, enquanto que nas rochas da Formação Marília, em posição altimétrica mais elevada, esculpiu modelados planos (AMR-MS, 1990).

A parte mais elevada da unidade constitui a Serra do Aporé, a qual se configura um topo plano, com altimetrias que atingem 750 metros e apresenta sedimentos terciário-quartenários constituídos por areias, siltes e argilas já pedogeneizados, originando Latossolos Vermelho-Escuros (AMR-MS, 1990).

Para melhor visualização das porcentagens das unidades geomorfológicas encontradas na Bacia do Alto Sucuriú segue o gráfico abaixo:

Gráfico 2: Estatística da Geomorfologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

4.2.3 Análise da Pedologia da Bacia do Alto Sucuriú

Na região da Bacia do Alto Sucuriú encontram-se os seguintes solos: Latossolo vermelho escuro, Areias Quartzosas, Latossolo roxo, Podzólico vermelho amarelo, Podzólico vermelho escuro, Solos litólicos e Glei pouco húmico* (Figura 23).

Predomina na região da Bacia do Alto Sucuriú o solo *Latossolo vermelho escuro* com 48,44% da área total. São solos minerais, não hidromórficos, altamente intemperizados e caracterizam-se por apresentar um horizonte B latossólico. Em geral são profundos e acentuadamente drenados, freáveis e porosos. São desenvolvidos a partir dos mais diversos materiais originários, os que implica na ocorrência de solos com diferentes classes texturais (AMR-MS, 1990).

Os solos *Areias Quartzosas* encontram-se na porção oeste e sul com 31,89% da área total da Bacia do Alto Sucuriú. São solos minerais não hidromórficos, textura arenosa, profundos pouco desenvolvidos, excessivamente drenados, normalmente distribuídos de materiais facilmente intemperizáveis (AMR-MS, 1990).

Apresentam baixa retenção de umidade grande lixiviação, soma e saturação de bases expressivas, elevada saturação com alumínio trocável e quase sempre fortemente ácidos. São solos formados de sedimentos do Quaternário, ou arenito diversos encontrados geralmente em relevo suave ondulado (AMR-MS, 1990).

Com 9,39% da área total da Bacia do Alto Sucuriú, o *Latossolo roxo* encontra-se próximo aos principais rios. São solos minerais, não hidromórficos caracterizados por apresentar0 B latossólico (Bl) com teores de óxido de ferro superior a 18%. São bastante intemperizados, normalmente são solos profundos e muito profundos, acentuadamente drenados, friáveis, muito porosos e permeáveis, com baixa susceptibilidade à erosão (AMR-MS, 1990). Apresentam pequena diferenciação entre horizontes, estrutura fraca muito pequena e pequena granular, com aspecto maciço, no qual as partículas do solo são fortemente atraídas pelo ímã, característica de suma importância na identificação desses solos no campo (AMR-MS, 1990). Independente do material originário apresenta boas propriedades físicas, sem impedimentos ao desenvolvimento das raízes e manejo, permitindo o emprego de qualquer implemento agrícola, visto serem encontrados normalmente em relevo plano e suave ondulado.

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

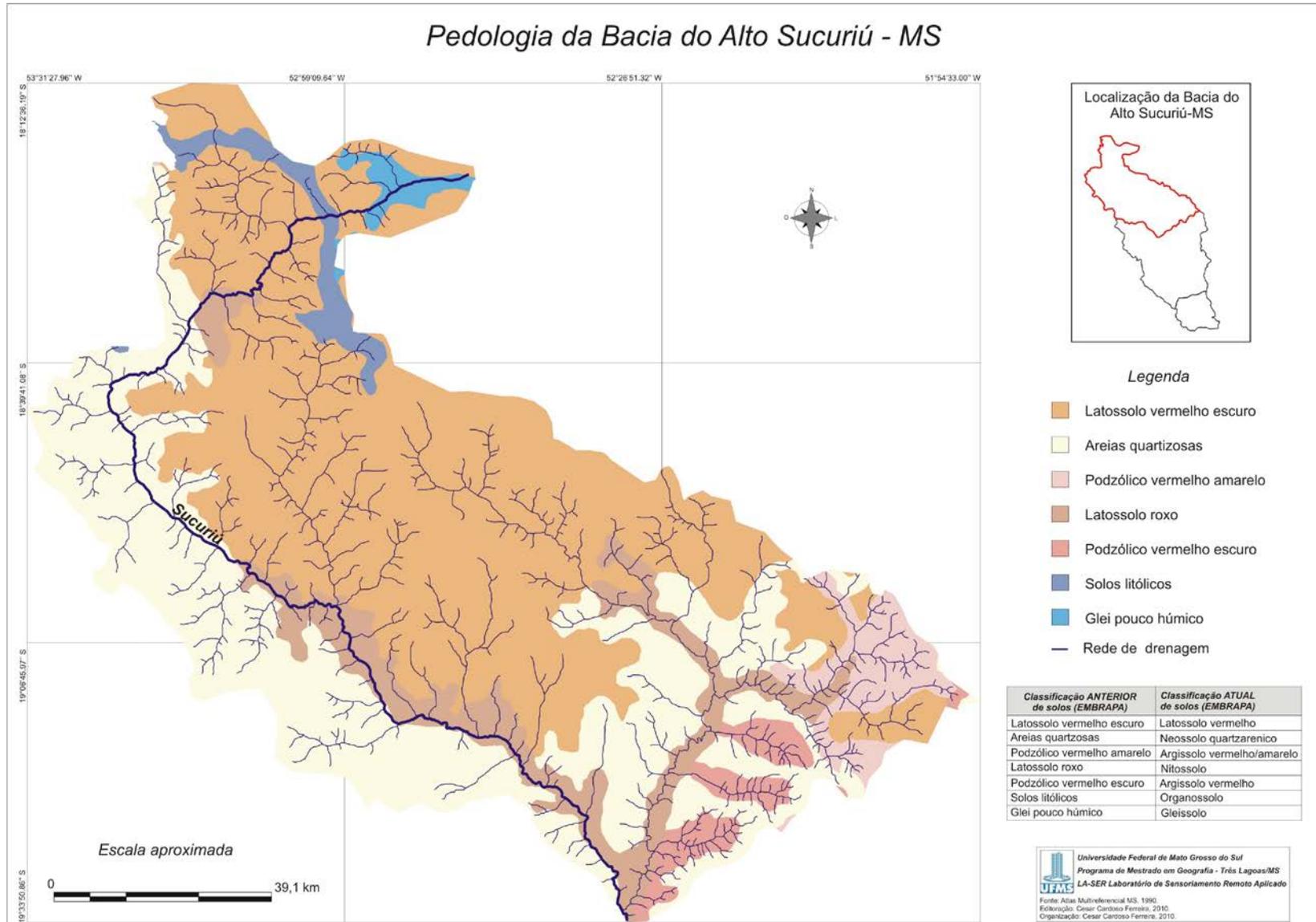


Figura 23: Mapa Pedológico da Bacia do Alto Sucuriú/MS.

Localizado na porção sul da Bacia do Alto Sucuriú com 3,80% os solos *Podzólicos vermelho amarelo* são minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundo e geralmente bem drenados, em alguns casos com drenagem moderada. Caracterizam pela diferença textural significativa entre os horizontes A e Bt, e presença de cerosidade no horizonte sub-superficial (AMR-MS, 1990).

Quanto a fertilidade, varia bastante, com argila de atividade alta e baixa, com textura predominantemente arenosa/média, média/argilosa apresentando relevo variável, erosão não aparente, formados principalmente pela decomposição de arenitos e siltitos (AMR-MS, 1990).

Os solos *Podzólicos vermelho escuro* correspondem a 2,94% da área total, localizando-se ao sul da Bacia do Alto Sucuriú. São solos minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundo e geralmente bem drenados. Caracterizam pela diferença textural significativa que, na maioria das vezes, apresentam horizonte A e Bt, e presença de cerosidade no horizonte sub-superficial, tanto nas superfícies verticais como nas horizontais (AMR-MS, 1990).

São desenvolvidos a partir de matérias de origem diversa, excluindo rochas básicas e ultrabásicas. Quando não apresenta um expressivo teor de argila entre os horizontes A e Bt, distinguem-se da Terra Roxa Estruturada por possuírem, em grande parte do Bt, valores e cromas mais elevados nos matizes mais elevados que 2,5YR (AMR-MS, 1990).

Esses solos variam muito em relação a fertilidade, tendo desde álico até eutrófico, argila de atividade baixa, com textura predominante arenosa/média encontrados em relevo variável, erosão não aparente e ligeira, formado pela decomposição de matérias diversas do Pré Cambriano (AMR-MS, 1990).

Com 2,42% da área total da Bacia do Alto 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 (AMR-MS, 1990).

As propriedades que possuem estão bem relacionadas com a rocha matriz, sendo, portando bastante diversificadas. Normalmente esses solos apresentam teores elevados de materiais primários facilmente decomponíveis e blocos de rochas semi-intemperizadas de diversos tamanhos (AMR-MS, 1990).

Referidos solos podem ser álicos, distróficos ou eutróficos, apresentando geralmente textura média cascalhenta ou argila cascalhenta, em relevo suave ondulado ou até fortemente ondulado, erosão moderada a forte, formados pela intemperização de basaltos, dacitos, rioclitos, e outros materiais (AMR-MS, 1990).

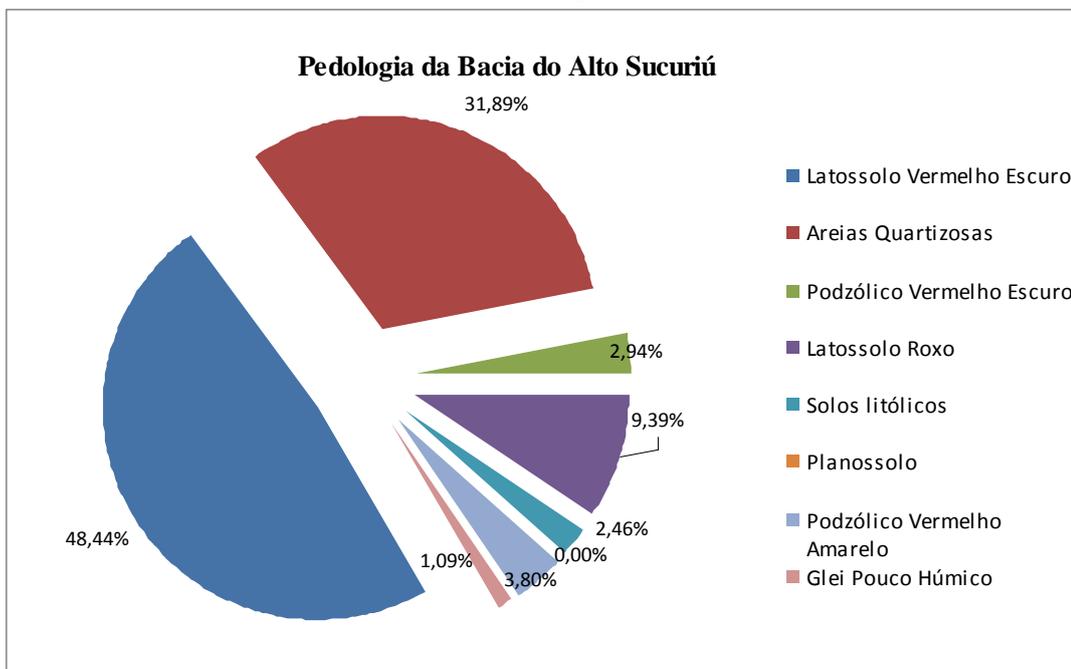
Com a menor representatividade, os solos *Glei pouco húmico*, localizam-se na região das nascentes do rio Sucuriú com 0,22% da área total da Bacia do Alto Sucuriú. São solos minerais, hidromórficos, medianamente desenvolvidos, profundos, caracterizados por possuírem horizonte glei dentro de 60 cm, a partir da superfície.

Esta unidade pedogenética é semelhante ao Glei Húmico, diferenciando-se apenas, por possuir um horizonte A, com cores mais claras e com conteúdo de carbono orgânico inferior a 4% nos primeiros 20 cm (AMR-MS, 1990).

Compreendem solos álicos ou eutróficos, com argila de atividade alta ou baixa, textura média, encontrados em relevo plano, erosão não aparente, formados de sedimentos do Quaternário sob vegetação de Savana (AMR-MS, 1990).

Para melhor visualização das porcentagens dos tipos de solos encontradas na Bacia do Alto Sucuriú segue o gráfico abaixo:

Gráfico 3: Estatística da Pedologia da Bacia do Alto Sucuriú/MS



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

4.2.4 Análise de Dados do Clima da Bacia do Alto Sucuriú

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 da Bacia do Alto Sucuriú apresentam-se os seguintes tipos de variações mesoclimáticas: úmido e úmido a sub-úmido. A temperatura média anual nesta 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).

4.2.4.1 Precipitação da BHAS

Com a abordagem sistêmica tomada neste trabalho, entende-se que a precipitação é uma das entradas (*input*) de energia no sistema Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú.

De acordo com Chistofolletti (1987), cada sistema aberto que recebe (*input*) energia e massa na forma, por exemplo, a precipitação. Essas entradas causam transformações no interior do sistema, pois perdem (*output*) massa e energia como água e sedimentos que são deslocados para áreas de elevação menores que as oriundas.

Além da análise acima, foi realizado no período de 1983 a 2006 em duas estações na BHAS: estação Costa Rica locada nas coordenadas 18° 32' 49.9'' S e 53° 08' 7'' W e a estação Indaiá locada nas coordenadas 18° 59' 48.1'' S e 52° 35' 13.9'' W (Figura 24).

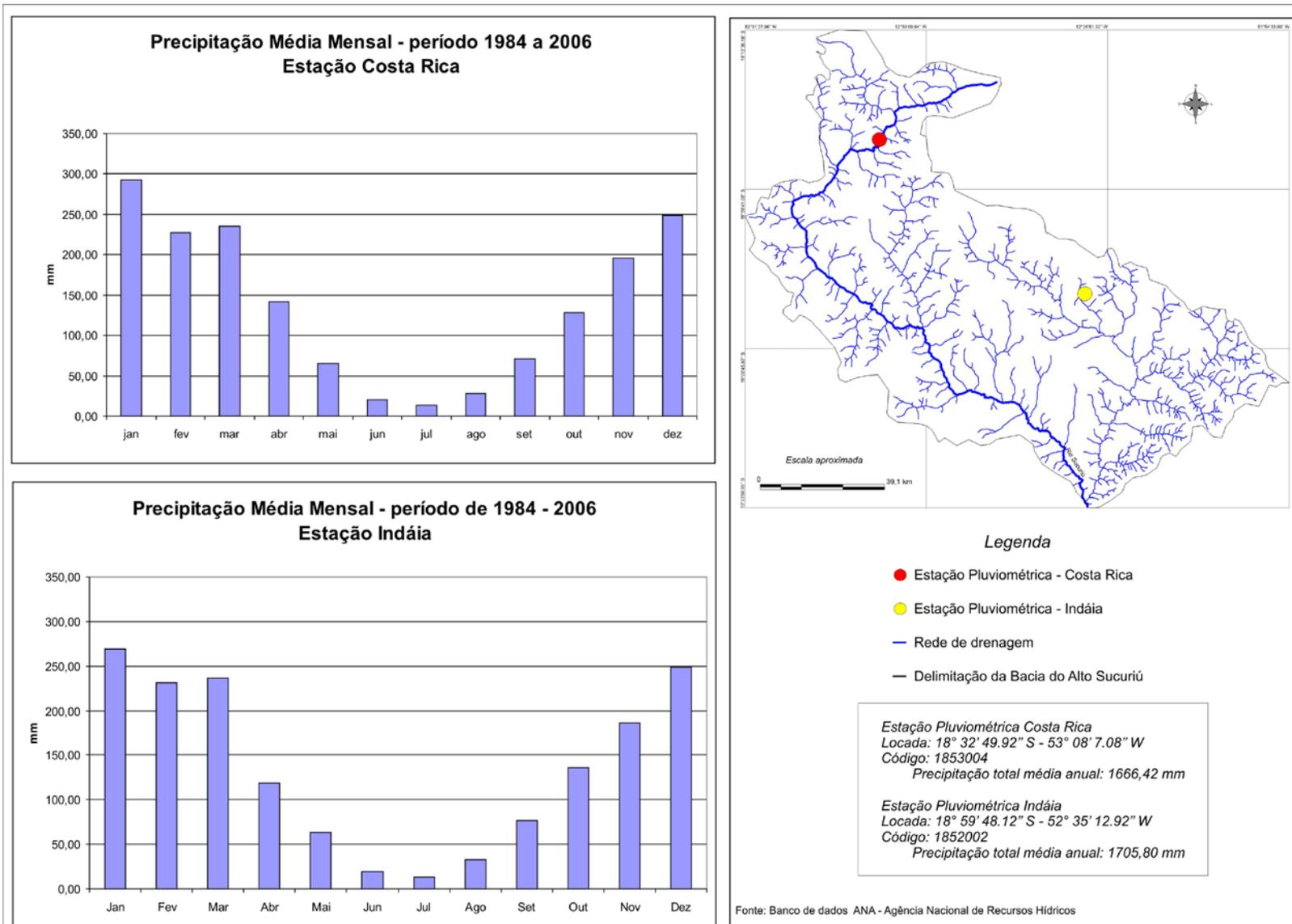


Figura 24: Estações Pluviométricas na Bacia do Alto Suciuriú. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

4.2.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Alto Sucuriú

A classificação da drenagem é influenciada pelas características e disposição geológicas e geomorfológicas de onde a Bacia está englobada. Neste caso a drenagem da Bacia estudada é classificada por Christofolletti (1980), como sendo drenagem *dentrítica*, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais (Figura 25).

A densidade de drenagem ($D=\Sigma l/A$) constitui um dos parâmetros que representa os padrões de uma Bacia, sendo definida como: o somatório de todos os comprimentos de cursos d'água obtidos na Bacia (3.080,06 km) divididos pela área da Bacia (11.193,00 km²), sendo assim, a área estudada possui uma densidade de 0,275 km/km². Christofolletti (1969), destaca que valores menores que 7,5 km/km² apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km² apresentam média densidade. Já valores acima de 10,0 km/km², apresentam alta densidade hidrográfica, no caso a área de estudo, a Bacia do Alto Sucuriú apresenta baixa densidade de drenagem.

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 & Cunha (1998), que caracteriza a Bacia do Alto Sucuriú sendo exorreica, pois possui uma drenagem hierarquizada, dirigindo-se até o mar.

Assim como a drenagem, os rios individuais também recebem classificações considerando o escoamento do curso da água, podemos atribuir a este, como sendo um rio conseqüente, pois seu curso foi determinado pela declividade da superfície formando um curso em direção a superfície rebaixada.

O conjunto da área drenada recebe uma classificação denominada de hierarquia fluvial, para Horton apud Christofolletti (1980), os critérios para ordenação dos cursos de água são: os canais de 1ª ordem são os que não possuem tributários, os de 2ª ordem recebem apenas os tributários de 1ª ordem e os de 3ª ordem recebem dois ou mais tributários de 2ª ordem, mas também podem receber os de 1ª ordem, os de 4ª ordem recebem tributários de 3ª ordem e também os de ordem inferior e assim segue a seqüência hierárquica dos rios. Nesse sentido o curso principal da Bacia do Alto Sucuriú é classificado como de 7ª ordem.

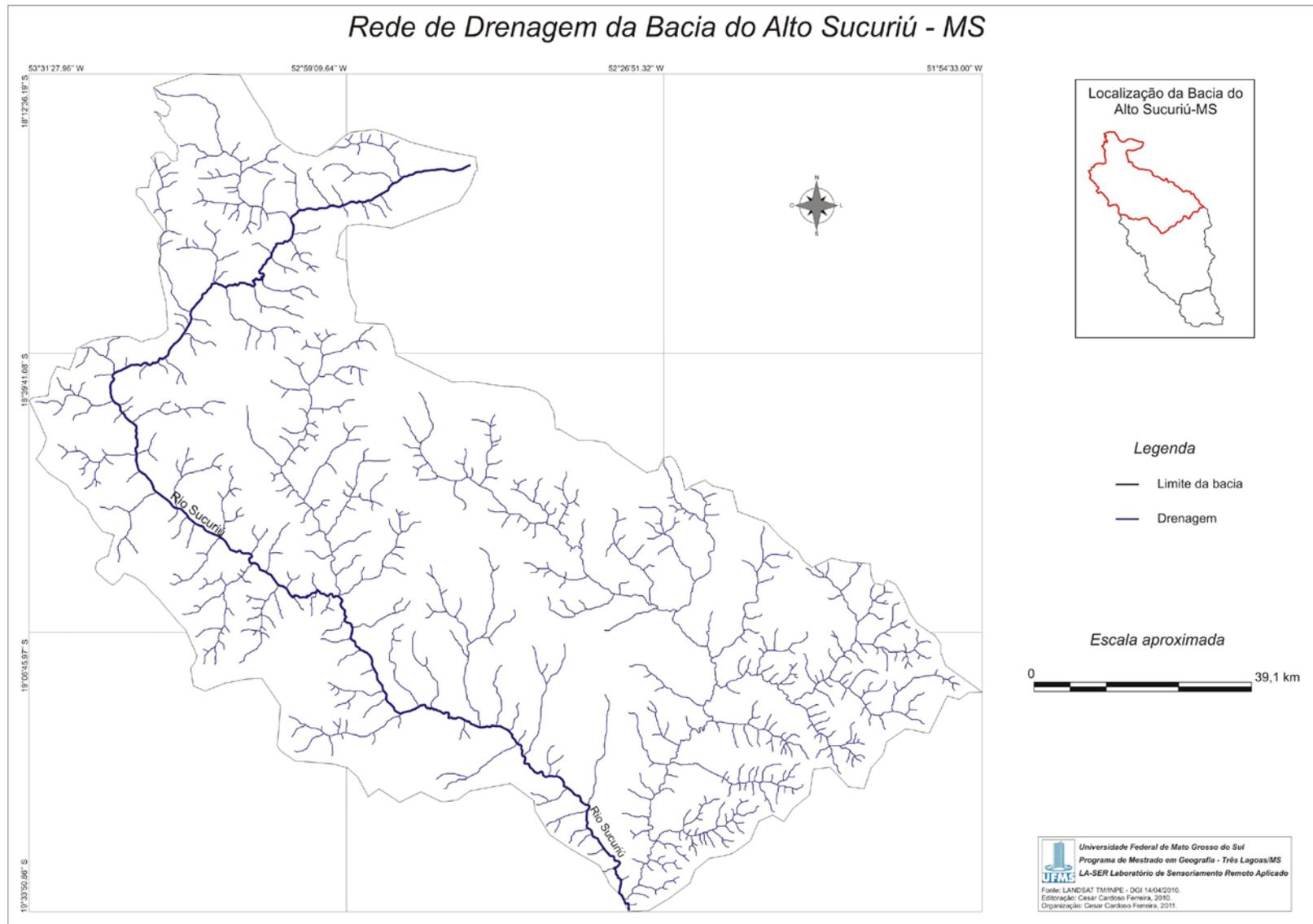


Figura 25: Rede de drenagem da BHAS/MS.

Além disso, foi analisado o coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro da Bacia (631,6 km) e a área da Bacia já citada acima. Sendo assim a área estudada possui um coeficiente de compacidade de *0,0561 km*. Este coeficiente é um numero adimensional que varia com a forma da Bacia, independentemente do seu tamanho, quanto mais irregular for a Bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade. (JORGE e UEHARA, 1998).

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 (Fotos 1 e 2).



Foto 1: Vista da região das nascentes do Rio Sucuriú.



Foto 2: Solo úmido na região das nascentes do Rio Sucuriú.

Para melhores condições de análise das feições morfológicas da área, foi elaborado o modelo digital do terreno tridimensional da BHAS (Figura 26). Segundo Tuner (1989 p.115):

“Most DEM’s use either gridded elevation matrices, or triangular meshes (TIN’s) to allow for these terrain representations. In these cases, the elevation, or Z – coordinate, is treated as a dependent variable. Some systems allow the draping of another mapped feature, such as soils or land cover data, onto an isometric view of a topographic elevation surface, thereby creating an illusion of a 3-dimensional scene.”

A representação da superfície pode ser calculada através de uma equação matemática ou por um conjunto. O método matemático consiste em calcular uma função tridimensional capaz de representar as formas complexas da superfície com variações de inclinação (ROSA, 2003).

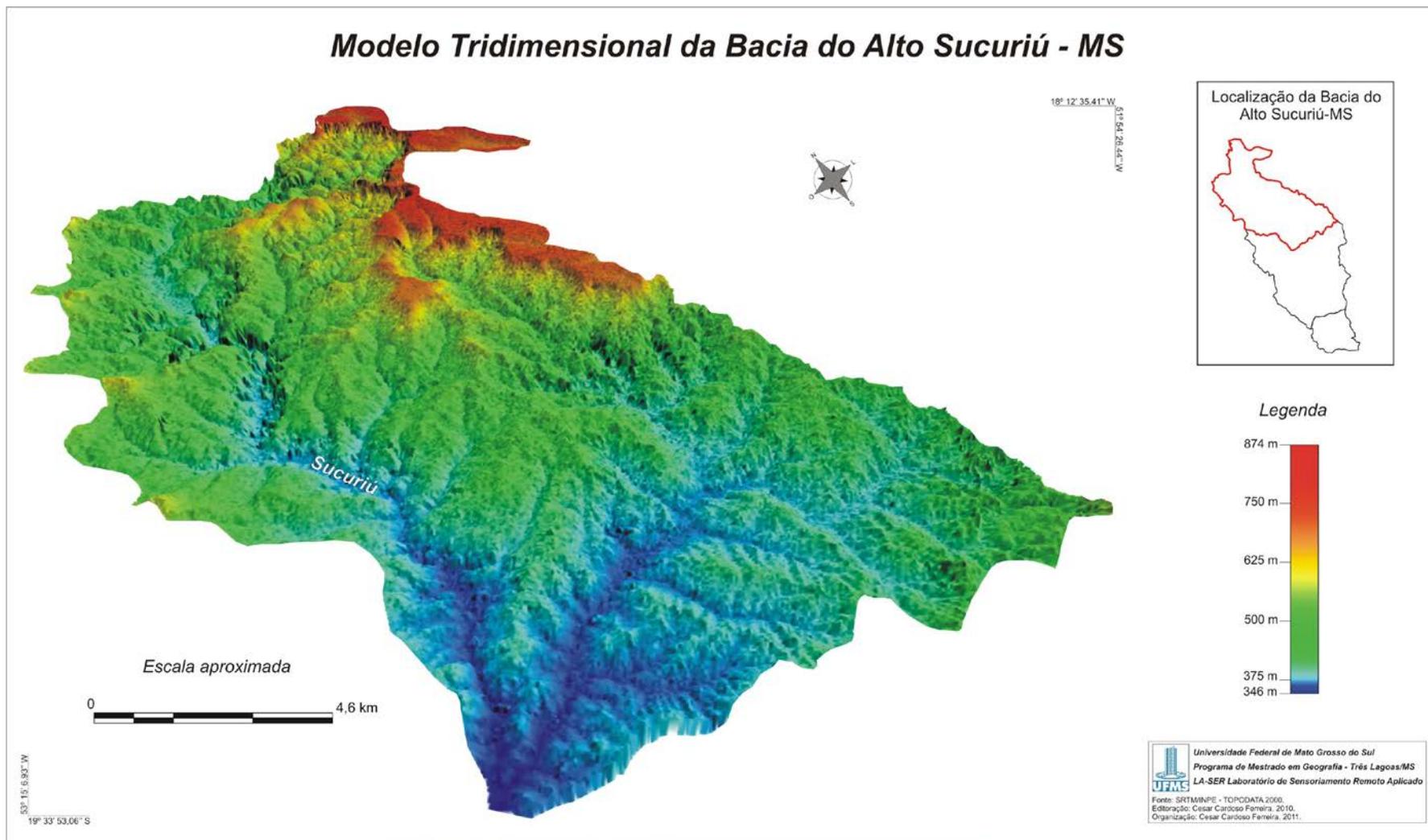


Figura 26: Modelo Tridimensional da BHAS

Os resultados das caracterizações morfométricas realizadas neste sub-capítulo podem ser melhores visualizadas na tabela abaixo:

Tabela 8: Parâmetros morfométricos da Bacia do alto Sucuriú.

Parâmetro	Valor e Unidades
Área	11.193 km ²
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 ^a
Densidade de drenagem	0,275 km/km ²
Densidade hidrográfica	0,051 canal/km ²
Coefficiente de compactidade	0,0561 km

Fonte: SRTM **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Por fim, a drenagem da Bacia do Alto Sucuriú é caracterizada pelas formas do terreno e formações geológicas. Em sua grande parte apresenta-se preservadas pelas matas ciliares, porém, alteradas em algumas áreas principalmente pelo uso e ocupação da terra realizado de forma não planejada.

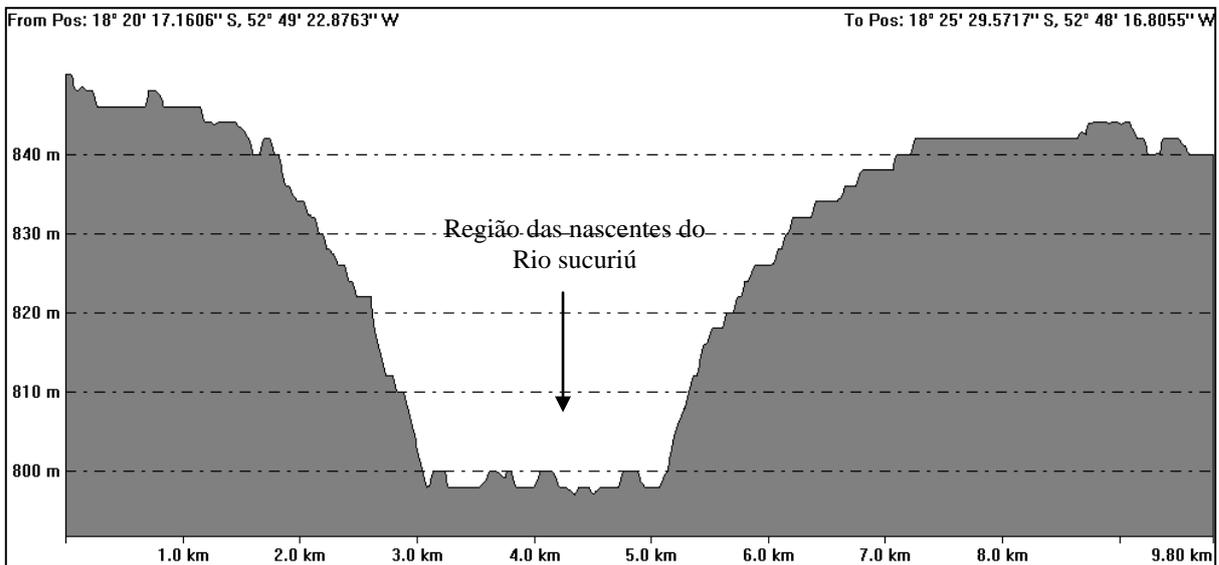
4.2.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Alto Sucuriú

A identificação e análise hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú possibilitaram a observação e constatação da variação altimétrica do relevo, fato importante na análise de processos relativos à dinâmica de uso e ocupação da terra. Ainda nessa perspectiva, a elaboração de perfis longitudinais e transversais sobre a área torna possível uma melhor identificação da configuração geomorfológica da vertente e sua relação com a dinâmica do escoamento superficial, segundo Mendonça (1997).

A hipsometria nos indica por meio de pontos cotados e curvas de nível o conhecimento topoaltimétrico da área (Figura 27). Os perfis nos mostram pontualmente e/ou localmente as características morfométricas traçadas.

O gráfico 4 representa o perfil transversal traçado próximo da nascente do Rio Sucuriú abrangendo uma distância de 9,8 km. Neste perfil a altimetria variou de 850,07 a 787m (Imagem SRTM), apresentando uma amplitude de 53,07m.

Gráfico 4: Perfil próximo a nascente da Bacia do Alto Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

Com base na amplitude de acordo com Moreira & Neto (1998), o perfil transversal traçado próximo a nascente do Rio Sucuriú (Fotos 3 e 4) apresenta uma classificação de forma de relevo como uma *Colina Suavemente Ondulada*.

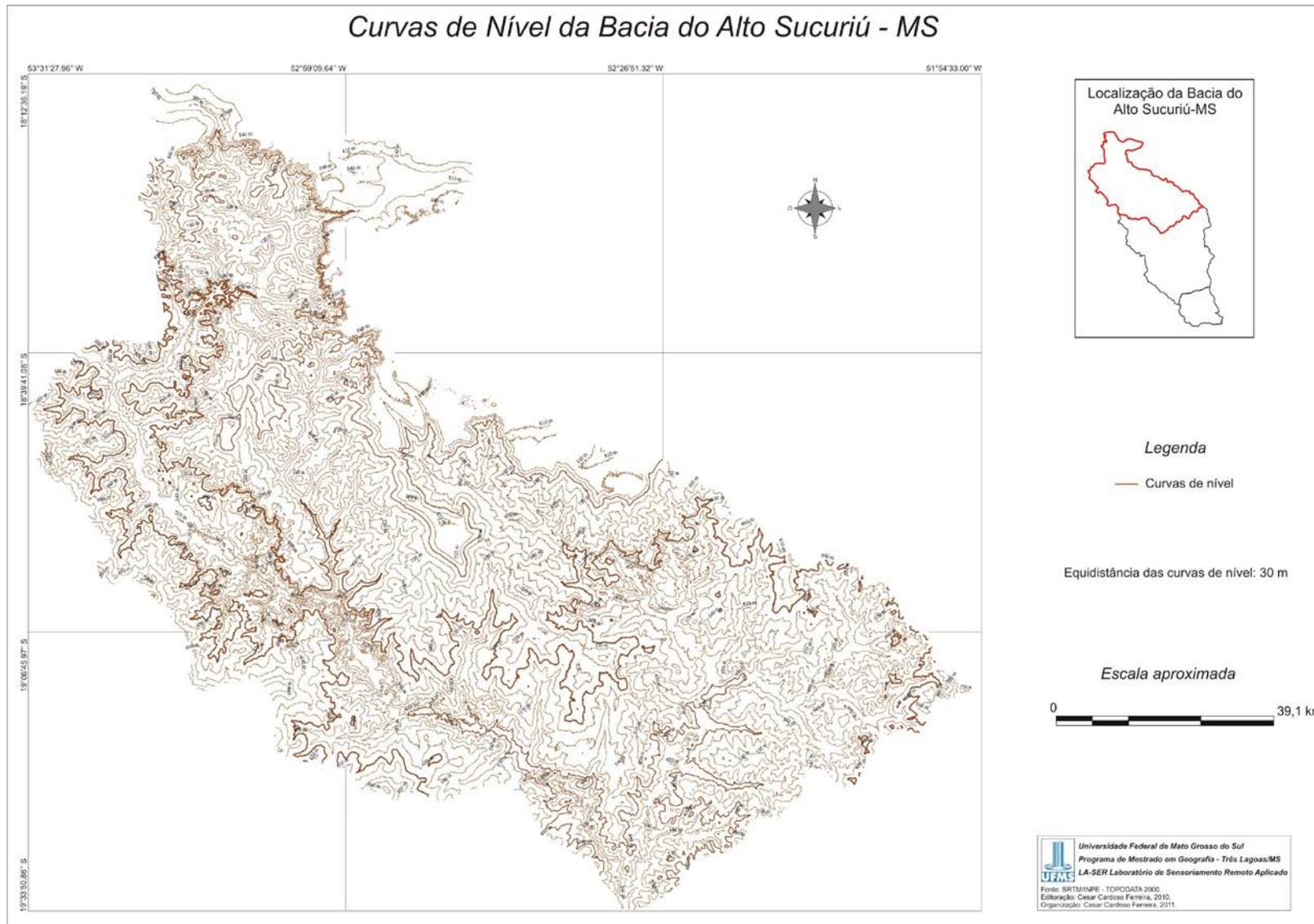


Figura 27: Curvas de nível da Bacia do Alto Sucuriú/MS



Foto 3: Vista panorâmica da região das nascentes do Rio Sucuriú

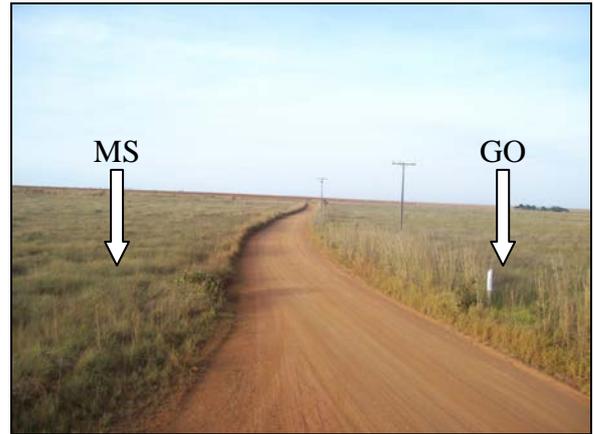
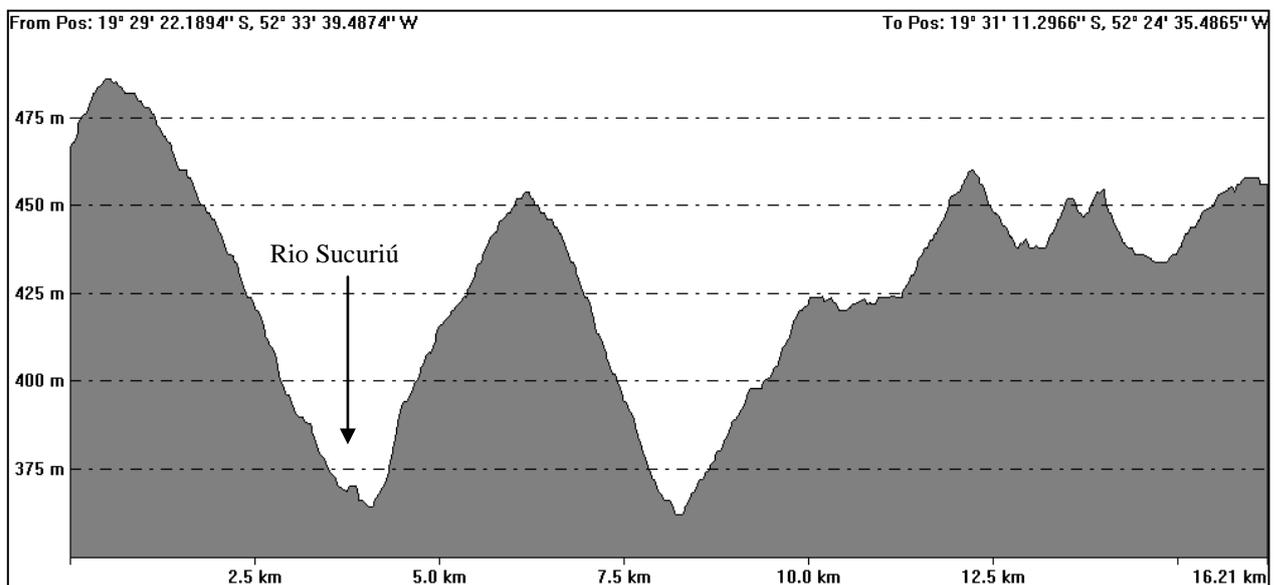


Foto 4: Divisão dos Estados MS e GO na região das Nascentes do Rio Sucuriú

O gráfico 5 representa o perfil transversal traçado próximo ao baixo curso hidrográfico principal da Bacia do Alto Sucuriú abrangendo uma distância de 16,21 km. Neste perfil a altimetria variou de 486,15 a 369,7 m, apresentando uma amplitude de 116,45 m.

Gráfico 5: Perfil próximo ao baixo curso da Bacia do Alto Sucuriú.

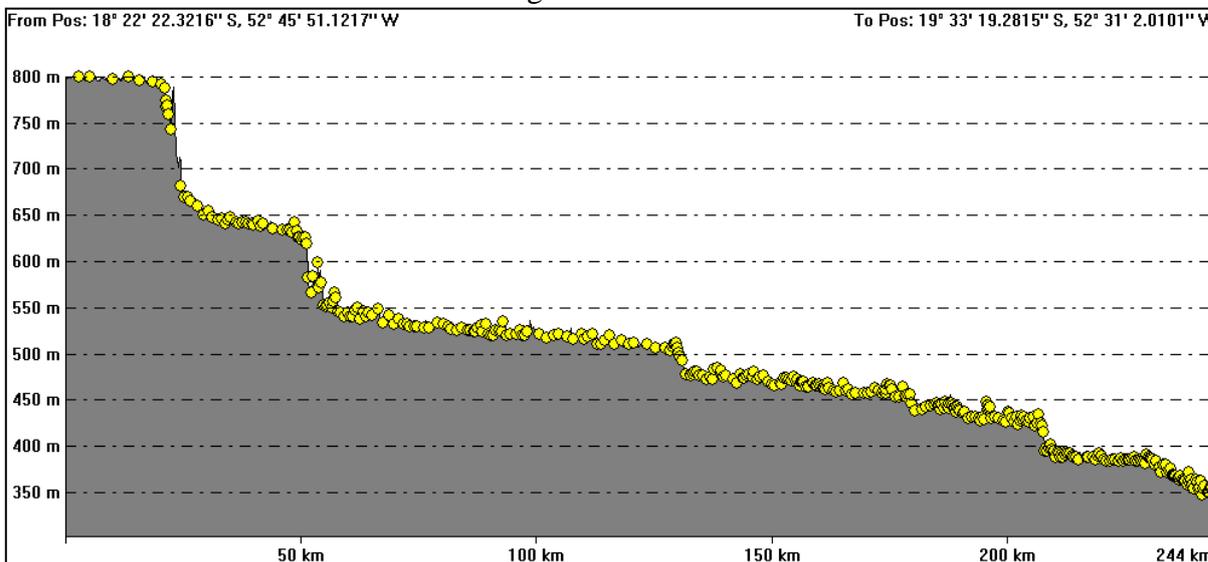


Fonte: SRTM, 2000. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Tal perfil transversal traçado próximo ao baixo curso da Bacia do Alto Sucuriú tem como classificação da forma de relevo com base na amplitude uma *Colina Dissecada*. (MOREIRA & NETO, 1998).

O gráfico 6 representa o perfil longitudinal, relação entre a altimetria e o comprimento do Rio Sucuriú na Bacia do Alto Sucuriú.

Gráfico 6: Perfil Longitudinal na Bacia do Alto Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

O comprimento do curso principal dessa compartimentação hidrográfica é de aproximadamente 257,5 km com uma altimetria variando de 348,7m no baixo curso à 800m no seu alto curso, portanto com uma amplitude de 451,3m.

De acordo com Moreira & Neto (1998), tal perfil longitudinal traçado no Rio Sucuriú é classificado com base na amplitude como *Montanha dissecada*.

Para a realização de tais perfis acima, fora feito o modelo numérico de terreno (MNT) da Bacia do Alto Sucuriú (Figura 28), tal procedimento realizou-se com base em imagem de Radar SRTM (Shuttle Radar Topography) no ano de 2000, imagem essa refinada de 90 m de resolução para 30 m, procedimento realizado pelo projeto TOPODATA/INPE.

Para Tucci (1993), o MNT mais simples constitui-se numa grade digital de células quadradas onde em cada nó possui altitude registrada. A obtenção de MNT pode ser feita por meio de imagens de Radar, com limite de resolução.

A informação topográfica é geralmente dada por mapas, que apresentam curvas de níveis e pontos cotados (referencias de nível). Para automatizar os cálculos e para completar a informação foi desenvolvida a técnica de modelo numéricos de terreno (MNT ou Digital Terrain Model DTM). Na Bacia do Alto Sucuriú o valor máximo de elevação é de 874 m e o valor mínimo de elevação é de 346 m.

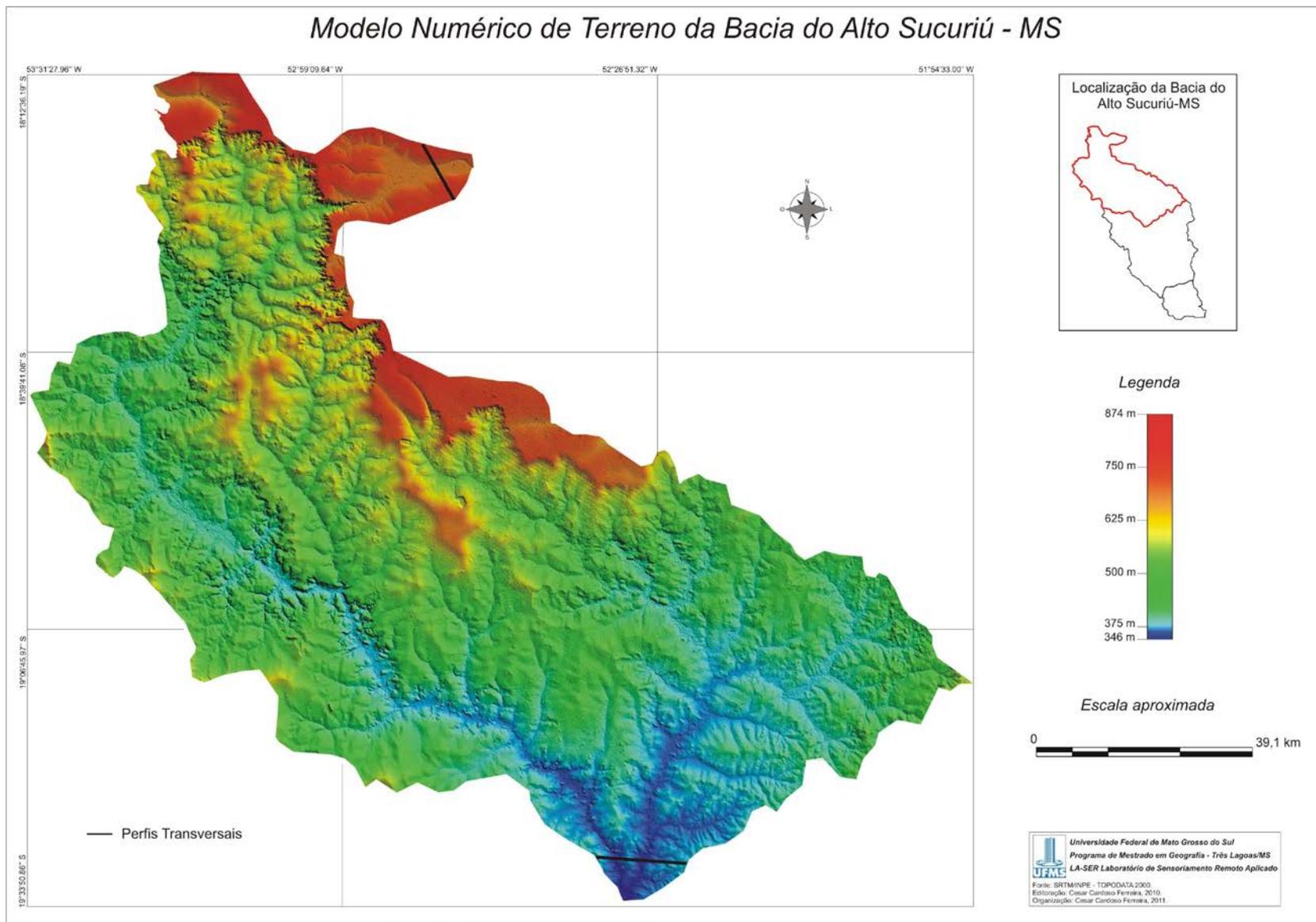


Figura 28: Modelo numérico de terreno da Bacia do Alto Sucuriú.

4.2.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Alto Sucuriú

Como já citado foi adotado o modelo de análise dos meios proposto por Tricart em 1977. No caso da Bacia do Alto Sucuriú, a Geomorfologia foi classificada conforme a amplitude do relevo e densidade de grau de dissecação. A vulnerabilidade Geológica foi classificada conforme o grau de coesão das rochas. No caso da Pedologia seu grau de vulnerabilidade foi classificado conforme a maturidade dos solos e lixiviação. A vulnerabilidade vegetativa foi classificada conforme sua densidade. Por fim, a vulnerabilidade do clima foi avaliada conforme a precipitação, ou seja, a entrada (*input*) de energia no sistema. Essas informações são apresentadas na Tabela abaixo:

Tabela 9: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHAS.

Região	Geologia	Situação	Geomorfologia	Situação	Pedologia	Situação	Vegetação	Situação	Clima	Situação
Alto 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: AMR-MS 1990. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Na tabela 9, a cor vermelha representa meios instáveis, a cor amarela representa meios intergrades, a cor verde representa meios estáveis e a cor laranja representa meios intermediários entre intergrade e instáveis denominados de Moderamente instável.

A Bacia do Alto Sucuriú apresenta feições geológicas de alto grau de vulnerabilidade como: Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, que somadas totalizam 71,54% da BHAS. Desta maneira, entende-se que, quase 1/3 da área estudada apresenta formas geológicas de baixo grau de coesão.

Em relação a geomorfologia a BHAS não apresenta formas de alto grau de vulnerabilidade, porém formas como: 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% da BHAS.

A distribuição espacial pedológica da BHAS apresenta dois tipos de solos de alto grau de vulnerabilidade: Solos Litólicos e Areias Quartzozas, classificados como meios instáveis, que somados totalizam 34,95% da BHAS. Entende-se que, menos da metade da área estuda apresenta tipos de solos de alto grau de risco a processos erosivos.

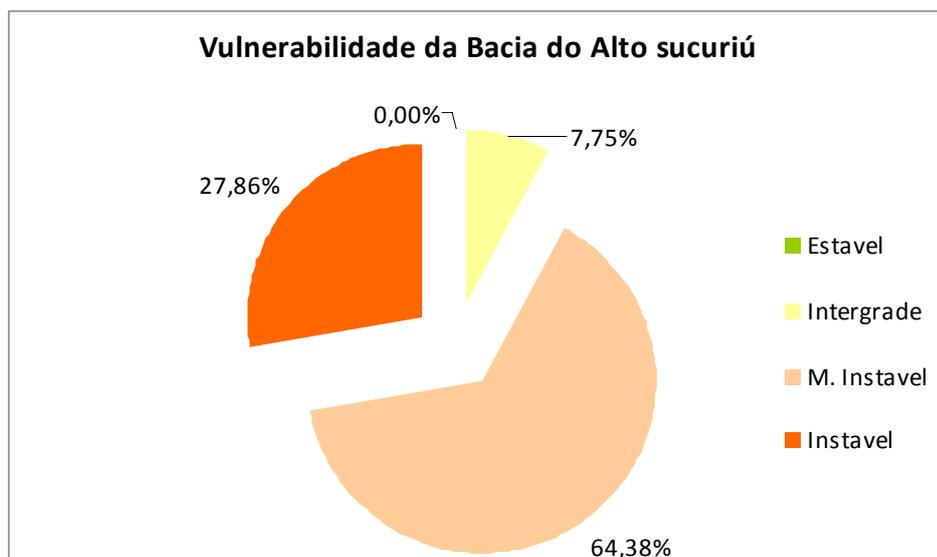
A Vegetação da BHAS foi classificada conforme sua densidade caracterizada por quatro classes: Alta densidade, Média densidade, Baixa densidade e Muito baixa densidade. Constatou-se que, cerca de 82% da área total da BHBS é caracterizada na vegetação de baixa densidade, 15% de média densidade, 3% de alta densidade. Não foi constatada muito baixa densidade vegetativa.

A precipitação foi caracterizada por 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 da BHAS na estação Costa Rica foi de aproximadamente 1666,42 mm e na estação de Indáia foi de aproximadamente 1705,80 mm.

Com o cruzamento dos dados temáticos supracitados e a ponderação de suas classes temáticas obteve-se a Vulnerabilidade Ambiental conforme seus aspectos analisados. A Vulnerabilidade Ambiental 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 km², 879 km² Intergrade, Moderadamente Instável 7.205 km² e Instável 3.121 km².

Pelos dados apresentados no parágrafo anterior entende-se que, áreas consideravelmente frágeis e vulneráveis ambientalmente podem somar mais da metade da área de estudo, se somarmos os estados *instáveis* e *moderamente instáveis* ocorre em aproximadamente 92% da área total estudada (Gráfico 7).

Gráfico 7: Estatística da Vulnerabilidade da BHAS



Fonte: Landsat TM 2010, AMR-MS 1990, Tricart 1977. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

As áreas Instáveis concentraram-se na borda oeste e sul da bacia. Isso se deve a predominância de areias quartzosas (neossolo quartzarenico) de fácil desagregação e deslocamento e a formação geológica Caiuá de baixa coesão, ambas classes temáticas classificadas como instáveis. As áreas intergrades concentraram-se em parte nas margens do Rio Sucuriú, na borda leste e norte da bacia, tal locação é devida à formação geológica cobertura de detritos lateríticos que apresentam boa coesão, unidade geomorfológica Chapadão das Emas de baixa amplitude e a presença de Latossolos vermelho escuro profundos, porosos, bem drenados e permeáveis (Figura 29).

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 por 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 (Figura 29).

Desta forma, sugere-se uma atenção maior nessa área da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tendo em vista que, esse estado de vulnerabilidade torna o ambiental susceptível a alterações ambientais. É importante frisar que, recomenda-se a refinação da escala e atualização dos dados utilizados para uma avaliação mais apurada.

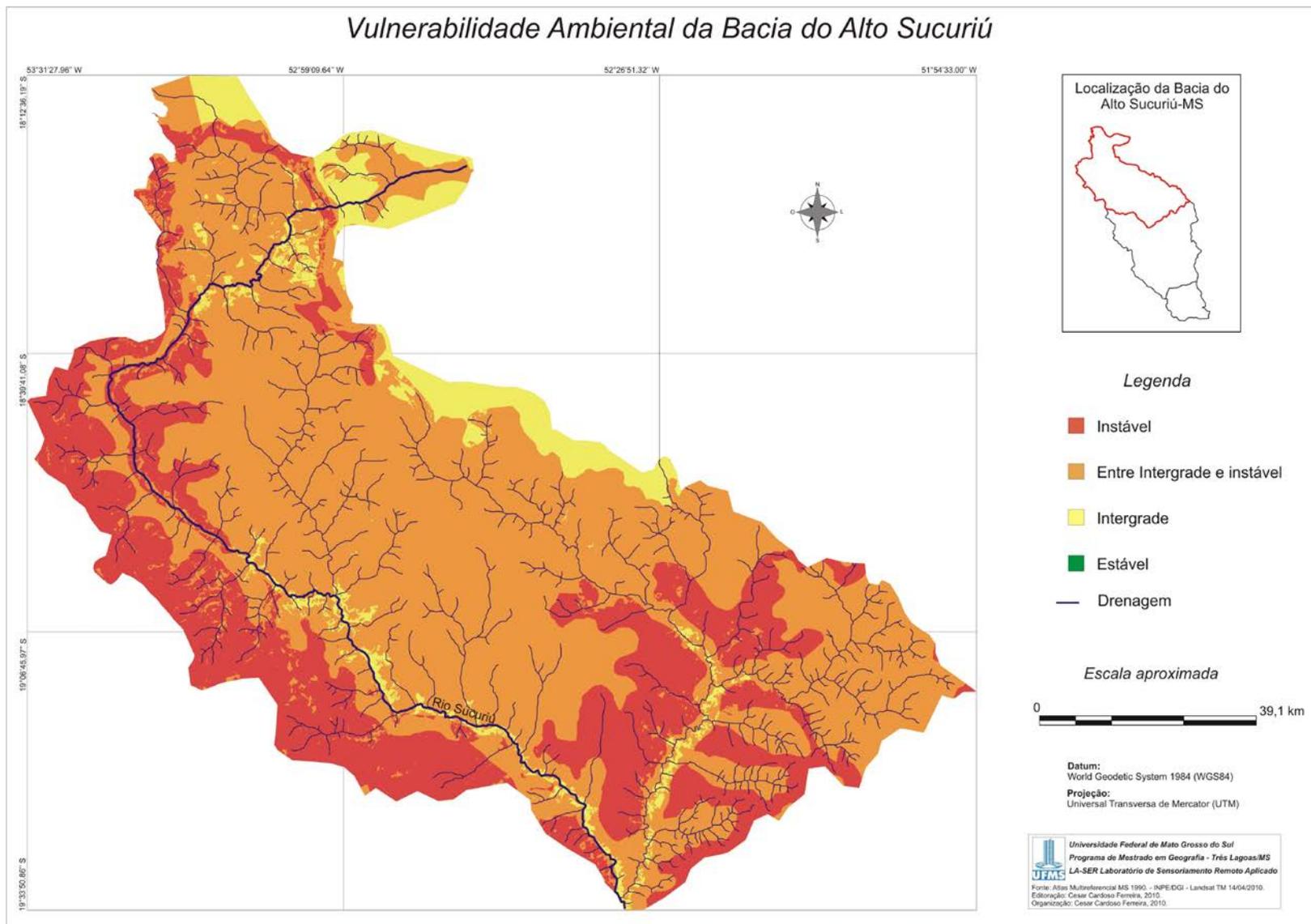


Figura 29: Vulnerabilidade Ambiental da BHAS.

4.2.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Alto Sucuriú

A identificação da ocupação e uso da terra constitui-se em importante elemento para um estudo ligado à temática ambiental, pois o dado mais atualizado sobre uma determinada área auxiliará, dentre outros, identificar e localizar os agentes responsáveis pelas suas condições ambientais.

Segundo (MENDONÇA, 1997), a importância de se conhecer o uso e ocupação da terra, consiste em fornecer subsídios ao planejamento para a ordenação do espaço físico e a previsão dos elementos relativos às necessidades humanas, de modo a garantir um meio ambiente que proporcione qualidade de vida a seus habitantes.

Através das atividades de Planejamento, por outro lado, foram definitivamente abertos os contatos entre técnicos e cientistas de diferentes especialidades. Uma certa terminologia de trabalho foi criada e passou a ser domínio comum. Termos como, estudos básicos, diagnósticos, diagnóstico setorial, pólos de crescimento, pólos de desenvolvimento, propostas, projetos, pré-projetos, implantação de planos, potencial de recursos, capacidade de uso da terra, recursos renováveis, rendimentos decrescentes, vantagens competitivas (etc., etc.) [...]. (AB'SABER, 1969, p.22).

Além disso, a descrição do uso e ocupação da terra pode promover indicações de uso da terra inadequado, assim, orientar o planejamento ambiental da Bacia Alto Sucuriú, deste modo agenciar e/ou orientar o “uso adequado da terra”.

O produto desta etapa baseou-se em análise do mapa de uso e ocupação da terra gerada a partir das imagens LANDSAT 5 TM processadas no software SPRING[®] (Figura 30). O sistema LANDSAT 5 foi desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva que leva a bordo o sensor TM.

Em um primeiro momento interpretou-se visualmente a imagem orbital do sensor TM (B3r, B4g e B5b) considerando-se a coloração verde claro de textura lisa como culturas temporárias ou permanente conforme as análises in loco, as cores rosas claro esverdeadas e marrom avermelhado de textura lisa entenderam-se como culturas permanentes, cores rosas rugosas como áreas construídas, cores azuis de textura lisa escuros entendem-se como corpos aquáticos continentais e cores verde texturas rugosas interpretou-se como mata.

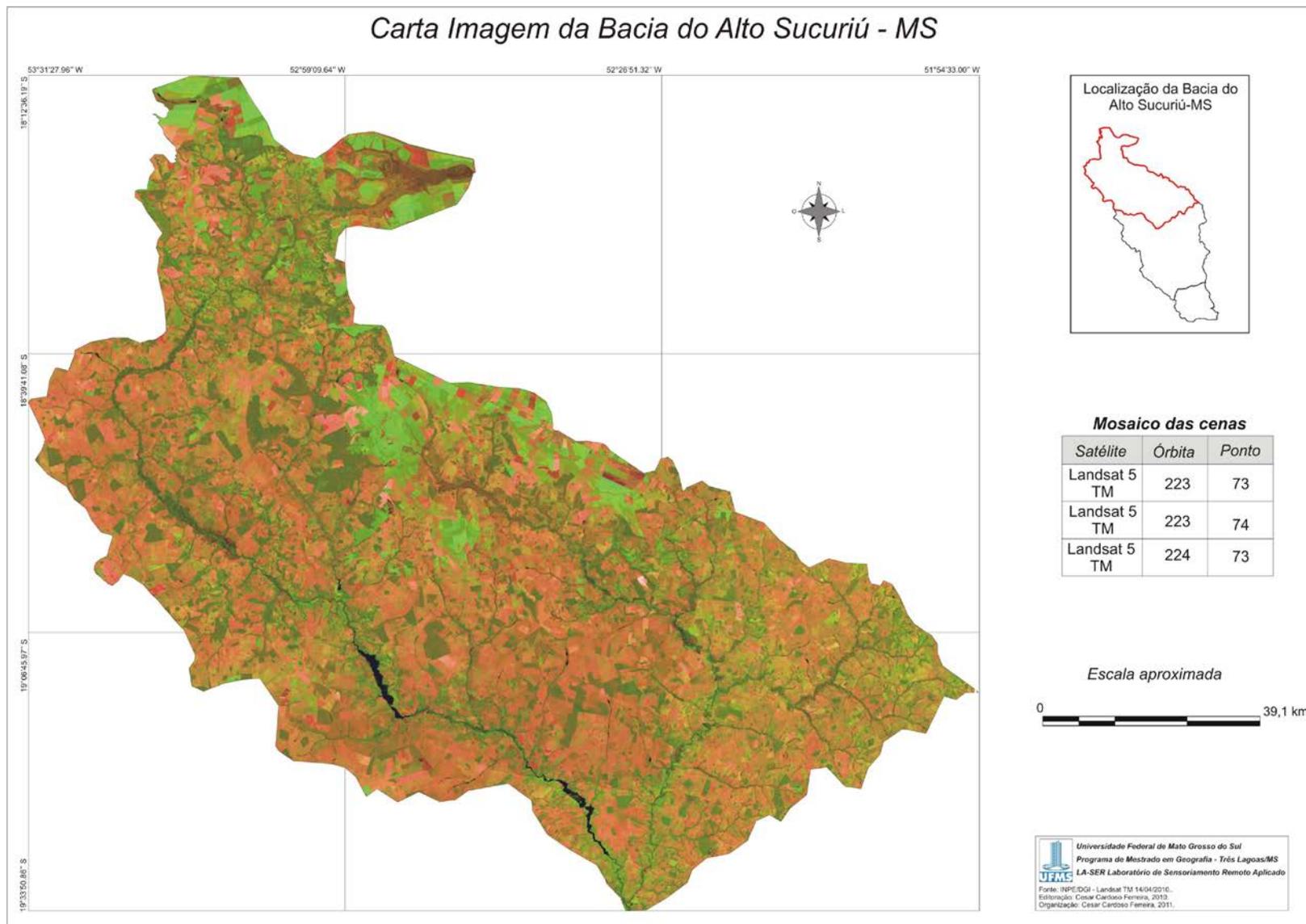


Figura 30: Carta imagem TM da Bacia do Alto Sucuriú/MS.

A carta imagem nos permite visualizar os alvos conforme suas reflectâncias e conseqüentemente com a interpretação desses alvos podemos determinar classes de uso e ocupação da terra.

Para Rosa (2003), a tonalidade nas imagens orbitais está relacionada com a intensidade da radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos alvos.

Em relação às formas dos componentes nas imagens, ou seja, os alvos da superfície terrestre apresentam formas geométricas conhecidas e bem definidas.

De acordo com Florenzano (2002, p. 42), [...] elementos básicos de análise e interpretação, a partir dos quais se extraem informações de objetos área, ou fenômenos. Esses elementos são: tonalidade, textura, tamanho e forma.

No caso deste trabalho fez-se uso das chaves de interpretação voltadas para o mapeamento do uso da terra. Entende-se como chave de interpretação a descrição do conjunto de elementos básicos como já supracitado, que caracterizam um determinado alvo da superfície terrestre (Figura 31).

Segundo Luchiari (2006), “a chave de interpretação consiste num conjunto de descrições para reconhecer nas imagens as categorias de uso e cobertura da terra”. (p.154)

Segundo a Sociedade Americana de Fotogrametria, “Fotointerpretação é o ato de examinar imagens fotográficas com o fim de identificar objetos e determinar seus significados”.

De acordo com Garcia e Marchetti (1982), a interpretação de Imagens ou Fotointerpretação “é a arte de examinar as imagens dos objetos nas fotografias e de deduzir a sua significação”.

Para Moreira (2001), a fotointerpretação refere-se ao conjunto de todos os processos envolvendo a análise visual de imagens fotográficas.

Por meio da chave de interpretação da imagem orbital do sensor TM da Bacia do Alto Sucuriú e das saídas de campo, foram definidas cinco classes temáticas: urbano, culturas temporárias, culturas permanentes, água e mata. Esses dados temáticos foram quantificados e a partir disso foi feita a análise estatística.

Chave de interpretação da BHAS

Classe - Urbano

 B3r-B4g-B5b	Textura: - Rugosa	 	Área construída - Urbanizada - Ruas - Casas - Edificações
	Forma: - Irregular		
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	Tonalidade: - Vermelho escuro - Rosa claro		

Classe - Culturas permanentes

 B3r-B4g-B5b	Textura: - Lisa - Lisa média (pasto)	 	Área cultivada - permanente - Eucalipto - Pastagem
	Forma: - Regular		
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	Tonalidade: - Verde escuro+marrom - Verde claro+rosa		

Classe - Culturas temporárias

 B3r-B4g-B5b	Textura: - Lisa	 	Área cultivada - Temporária - Algodão - Cana-de-açúcar - Girassol
	Forma: - Regular		
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	Tonalidade: - Verde escuro+marrom - Verde claro+rosa		

Classe - Água

 B3r-B4g-B5b	Textura: - Lisa	 	Corpos d' água - Continentais - Rios - Represas - Lagos
	Forma: - Irregular		
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	Tonalidade: - Azul escuro - Azul claro		

Classe - Mata

 B3r-B4g-B5b	Textura: - Rugosa	 	Área vegetada - vegetação natural - Cerrado - Matas ciliares
	Forma: - Irregular		
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	Tonalidade: - Verde escuro - Verde claro		

Org. Cesar Cardoso Ferreira, 2010.

Figura 31: Chave de Interpretação da Bacia do Alto Sucuriú, 2010. **Org.:**Cesar Cardoso Ferreira.

Na Bacia do Alto Sucuriú predomina a classe culturas permanentes representada em sua maior parte pela pastagem com 52,45% da área, em seguida a classe Mata com 29,68% da área total. Essa porcentagem da classe Mata deve-se ao fato de Costa Rica possuir cerca de 70% da área total do município como áreas de proteções ambientais representadas por unidades de preservação como: Parque Natural Municipal do Alto Sucuriú, Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari, Parque Nacional das Emas entre outros (Fotos 5 e 6).

É importante destacar que, a assinatura espectral da pastagem em períodos de estiagem é similar à de solo exposto, a diminuição de água no sistema ocasiona a “secagem” das gramíneas, deixando-as com aspectos amarelados e dispostos espaçadamente nos pastos (GONÇALVES, 2008).

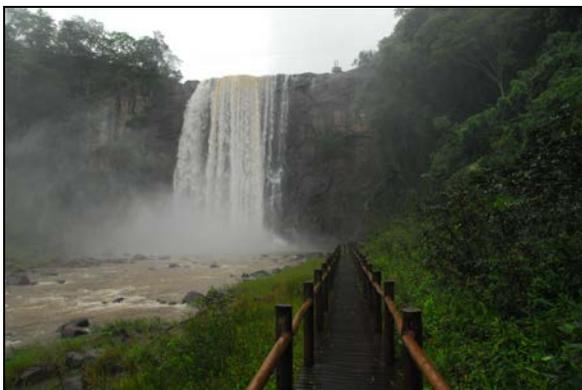


Foto 5: Parque Municipal do Alto Sucuriú.
Fonte: Ferreira, 2010.



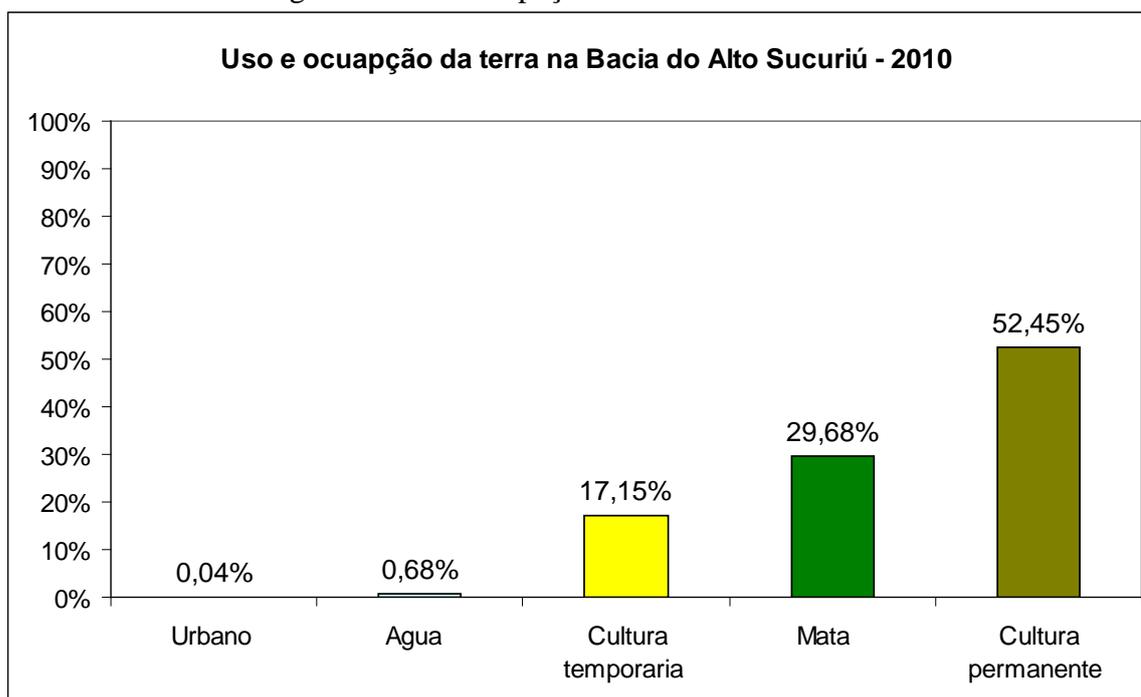
Foto 6: Parque Estadual das Nascentes do Taquari.
Fonte: PM Costa Rica, 2010.

Com 17.15% da área total da Bacia do Alto Sucuriú, a classe cultura temporária é representada principalmente por soja, algodão, sorgo e cana-de-açúcar e milho. Essa classe ocorre em sua maior parte no município de Chapadão do Sul, considerado um pólo agrícola no Estado de Mato Grosso do Sul.

A classe urbano aparece com menor porcentagem, pois são áreas com pequena representatividade na imagem, ou seja, essa classe é representada por pequenas malhas urbanas tais como: Inocência, Paraíso, Chapadão do Sul e Costa Rica.

Por meio da quantificação dos dados estatísticos elaborou-se um gráfico, para auxiliar compreensão da diferença de classes do mapa de uso e ocupação da terra.

Gráfico 8: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Alto Sucuriú – 2010.



Fonte: Imagens Landsat TM 2010. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Entende-se que os baixos valores da classe água se devem principalmente pela largura estreita em alguns trechos do canal principal e a densa mata ciliar cobrindo o rio devido às copas das árvores. Desta forma esses alvos muitas vezes não são imageados pelo sensor orbital utilizado devido sua resolução espacial de 30m, no entanto pode-se visualizar tal classe principalmente nos represamentos do canal principal, onde a classe água aparece em maior área.

Além disso, em grande parte da rede de drenagem nota-se a existência de mata ciliar, a qual se define como sendo uma floresta localizada as margens dos rios, córregos, lagos e lagoas, e neste caso esta recobre o curso de água.

No mapeamento de uso e ocupação da terra no ano de 2010, pode-se observar nitidamente a predominância do uso da terra como cultura permanente, no caso pastagem. Além disso, percebeu-se que a porção leste da área possui forte presença de culturas temporárias. Nessa região localiza-se o município de Chapadão do Sul.

A classe mata encontra-se em grande parte na região norte da Bacia do Alto Sucuriú e em quase todo o percurso do rio Sucuriú. A classe mata é caracterizada por vegetação como cerrado, mata ciliar e campo sujo (Figura 32).

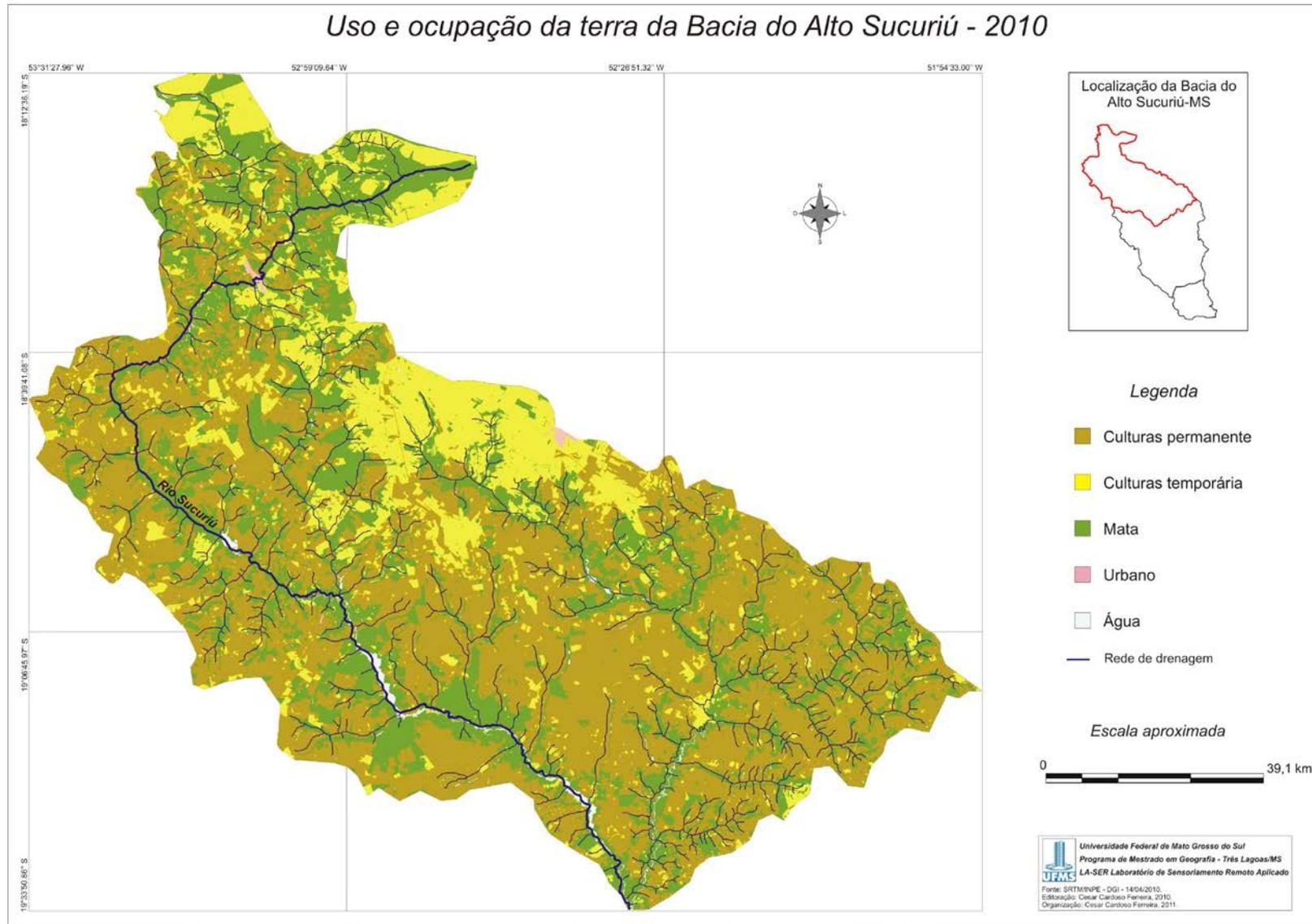


Figura 32: Uso e ocupação da terra na Bacia do Alto Sucuriú, 2010.

4.3 Região da Bacia do Médio Sucuriú

A região da Bacia do Médio Sucuriú encontra-se ao leste do Estado do Mato Grosso do Sul e possui uma área de 11.318 km², abrangendo partes dos municípios de Chapadão do Sul, Água Clara, Cassilândia, Três Lagoas, Inocência e Selviria (Figura 20).

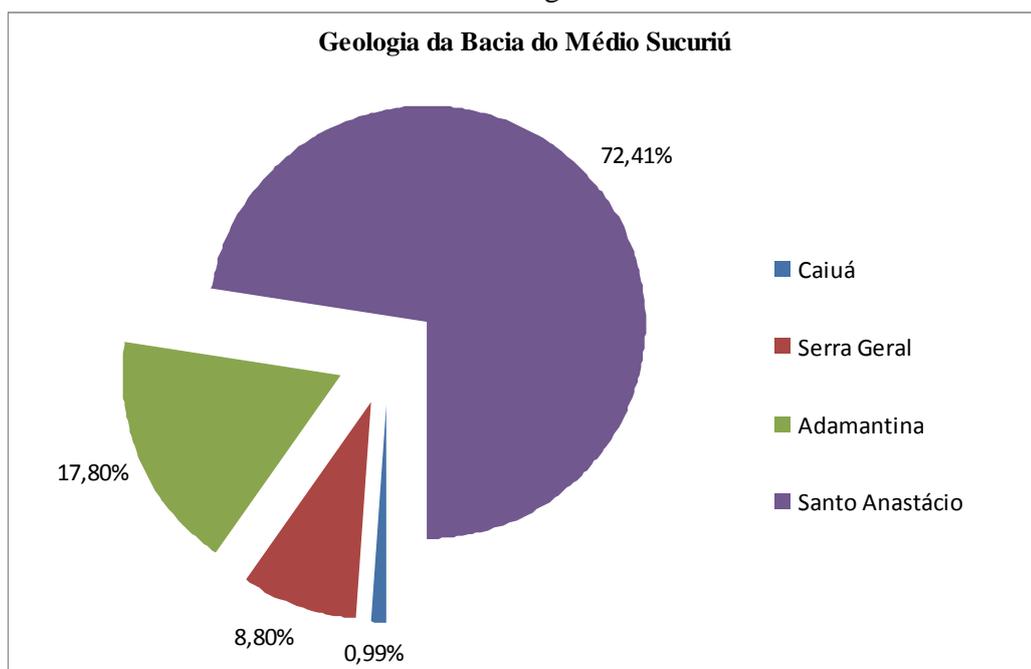
4.3.1 Análise da Geologia da Bacia do Médio Sucuriú

Na região da Bacia do Médio Sucuriú encontram-se as seguintes formações geológicas: Santo Anastácio, Adamantina, Serra Geral e Caiuá (Figura 33).

Predomina na região da Bacia do Médio Sucuriú a formação *Santo Anastácio* com 72,41% da área total. A formação *Adamantina* encontra-se em sua maior parte a leste da Bacia do Médio Sucuriú com 17,80% da área total. A formação *Serra Geral* encontra próxima aos principais rios na Bacia do Médio Sucuriú com 8,80% da área total. Com a menor representatividade, a formação *Caiuá* localiza-se ao extremo norte da Bacia do Médio Sucuriú com 0,99% da área total. Essas Formações já foram caracterizadas anteriormente.

Para visualização das porcentagens das formações geológicas encontradas na Bacia do Médio Sucuriú segue o gráfico abaixo:

Gráfico 9: Estatística da Geologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

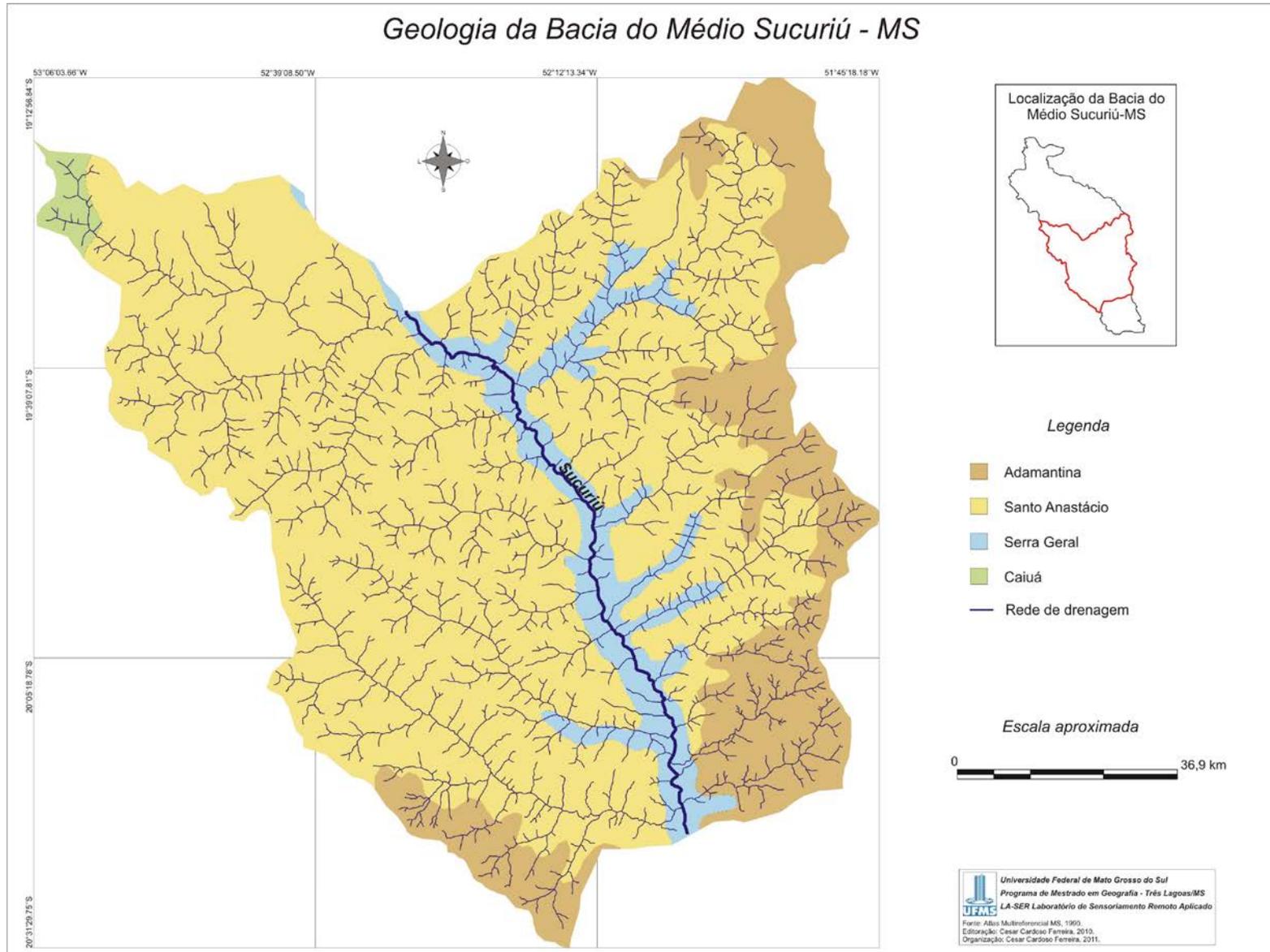


Figura 33: Geologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

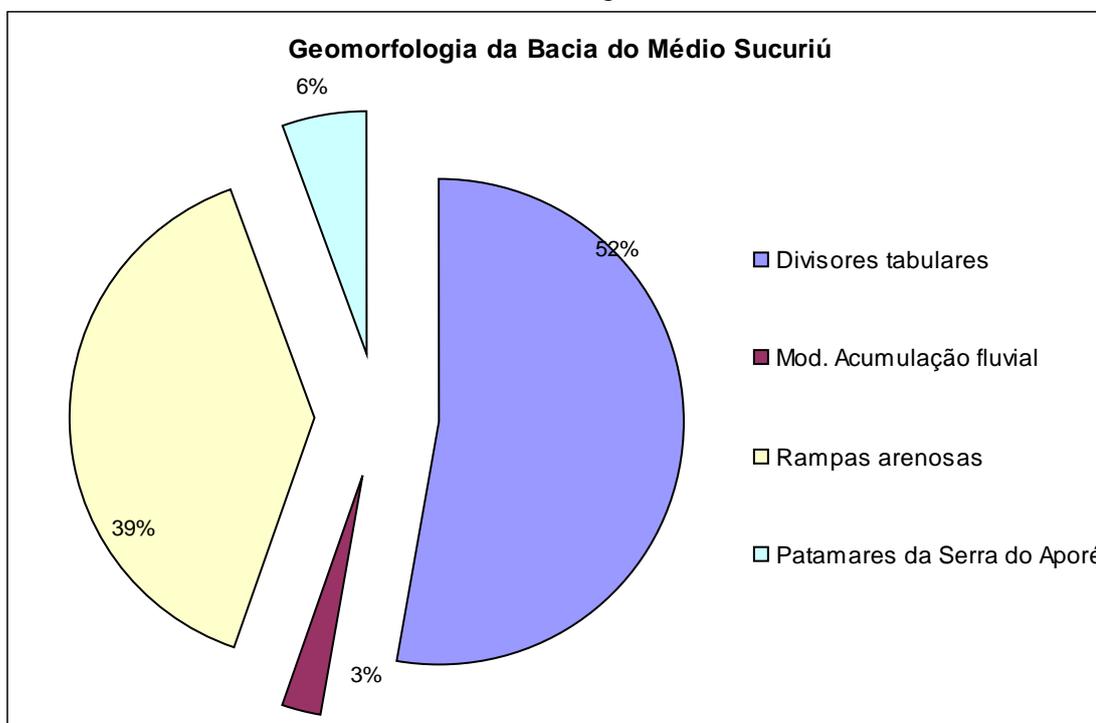
4.3.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Médio Sucuriú

Na região da Bacia do Médio Sucuriú encontram-se as seguintes unidades: Divisores Tabulares, Rampas Arenosas, Patamares Aporé e Modelado de acumulação Fluvial (Figura 34).

Predomina na região da Bacia do Médio Sucuriú a unidade *Divisor Tabular* com 52% da área total. A unidade *Rampas Arenosas* encontra-se na porção oeste da Bacia do Médio Sucuriú com 39% da área total. A unidade *Patamares da Serra Aporé*, localiza-se na porção sul da Bacia do Médio Sucuriú com 6% da área total. Com a menor representatividade a unidade *Modelado de acumulação Fluvial* está localizada na porção norte ao redor do rio Sucuriú com 3% da área total. Esta unidade é caracterizada por uma área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Essas Formações já foram caracterizadas anteriormente.

O gráfico 10 demonstra as porcentagens das unidades geomorfológicas encontradas na Bacia do Médio Sucuriú, onde pode-se observar essas divisões, servindo de apoio a possíveis parâmetros de ocupação da área:

Gráfico 10: Estatística da Geomorfologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

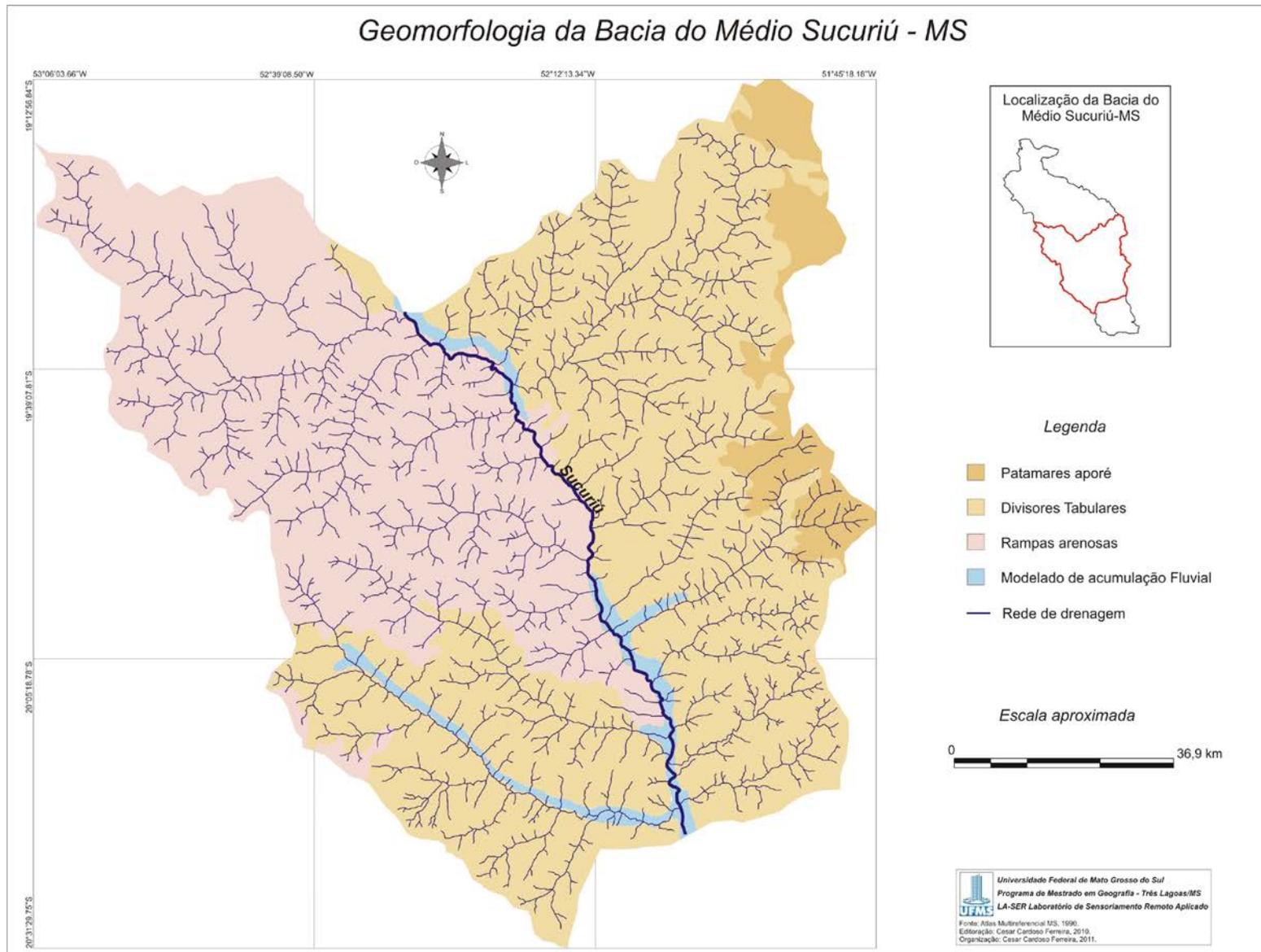


Figura 34: Mapa Geomorfológico da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

4.3.3 Análise da Pedologia da Bacia do Médio Sucuriú

Na região da Bacia do Médio Sucuriú encontram-se os seguintes solos: Areias Quartzosas, Latossolo vermelho escuro, Podzólico vermelho amarelo, Podzólico vermelho escuro, Latossolo roxo e os Planossolos* (Figura 35).

Predomina na região da Bacia do Médio Sucuriú o solo *Areias Quartzosas* com 46,41% da área total. O solo *Latossolo vermelho escuro* encontram-se em sua maior parte na porção sul com 24,54% da área total da Bacia do Médio Sucuriú. Com 13,97% da área total da Bacia do Médio Sucuriú, o *Podzólico vermelho amarelo* encontra-se a nordeste da área de estudo. Localizado na porção leste da Bacia do Médio Sucuriú com 10,33% os solos *Podzólicos vermelho escuro* são minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, profundos e geralmente bem drenados, em alguns casos com drenagem moderada. Os solos *Latossolo roxo* correspondem a 3,26% da área total, localizando-se próximo ao canal principal na porção norte da área. Com a menor representatividade, os solos *Planossolos*, localizam-se na região sul do rio Sucuriú com 1,55% da área total da Bacia do Médio Sucuriú. Os Planossolos são solos minerais, hidromórficos geralmente pouco profundos a profundos, tendo como característica principal a mudança textural abrupta entre o horizonte A e Btg, que apresenta cores que denunciam a existência da redução e mosqueado, em decorrência da drenagem que apresenta. Em virtude da deficiência de drenagem que apresentam, são utilizados normalmente com pastagem natural. Para visualização das porcentagens dos tipos de solos encontradas na Bacia do Médio Sucuriú segue o gráfico a seguir:

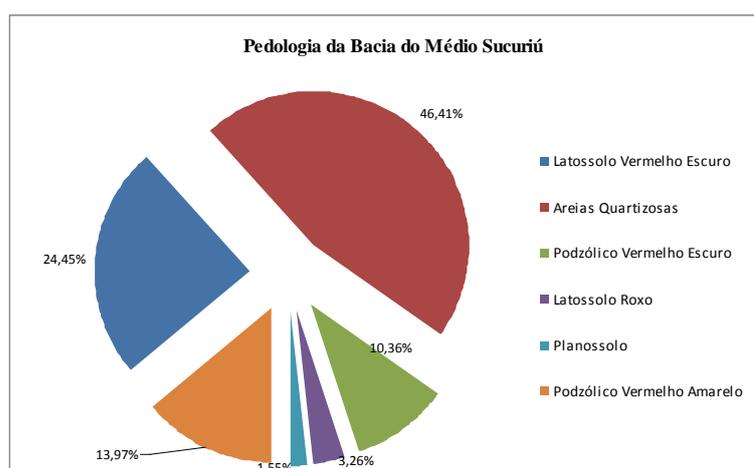


Gráfico 11: Estatística Pedologia da Bacia do Médio Sucuriú/MS. Fonte: AMR-MS, 1990.

* Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossolo quartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos) e Planossolos (Planossolos).

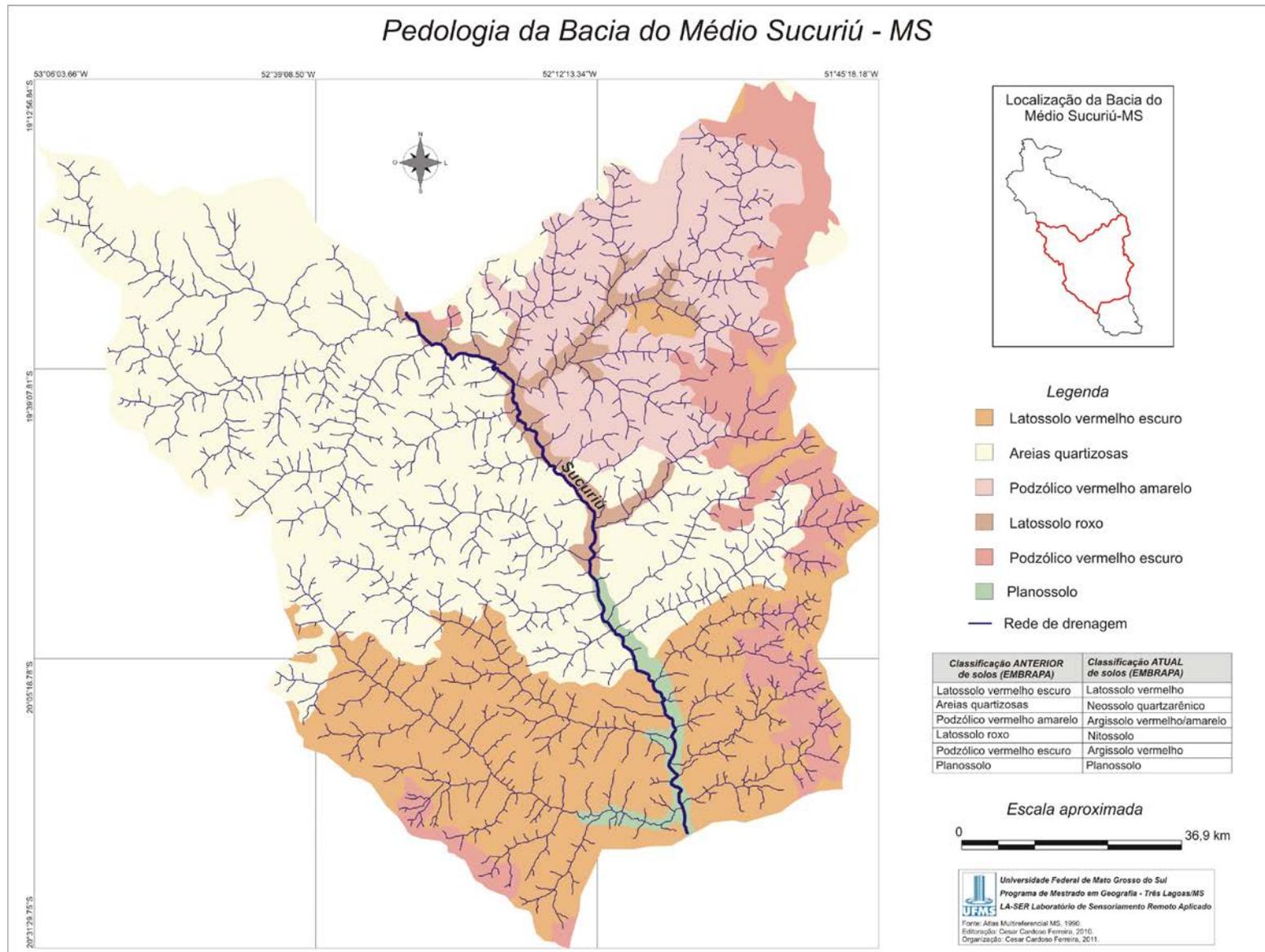


Figura 35: Mapa Pedológico da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

4.3.4 Análise dos dados de Clima da Bacia do Médio Sucuriú

Segundo o Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul 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 da Bacia do Médio Sucuriú encontram-se os seguintes solos A temperatura média anual nesta região varia de 22° C a 23° C.

Com valores efetivos de umidade anual variando de 0 a 30% o clima *sub-úmido* apresenta precipitação pluviométrica anual variada ente 1200 a 1500mm, excedente hídrico anual de 400 a 800 durante 2 meses e deficiência hídrica de 500 a 650mm durante 5 meses (AMR-MS, 1990).

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).

4.3.4.1 Precipitação na Bacia do Médio Sucuriú

Conforme a abordagem sistêmica adotada neste trabalho, entende-se que a precipitação é uma das entradas (*input*) de energia no sistema Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú.

Além da análise acima, foi realizado um cálculo da precipitação total média anual no período de 1983 a 2006 em duas estações na BHAS: estação Costa Rica locada nas coordenadas 18° 32' 49.9'' S e 53° 08' 7'' W e a estação Indaiá locada nas coordenadas 18° 59' 48.1'' S e 52° 35' 13.9'' W (Figura 36).

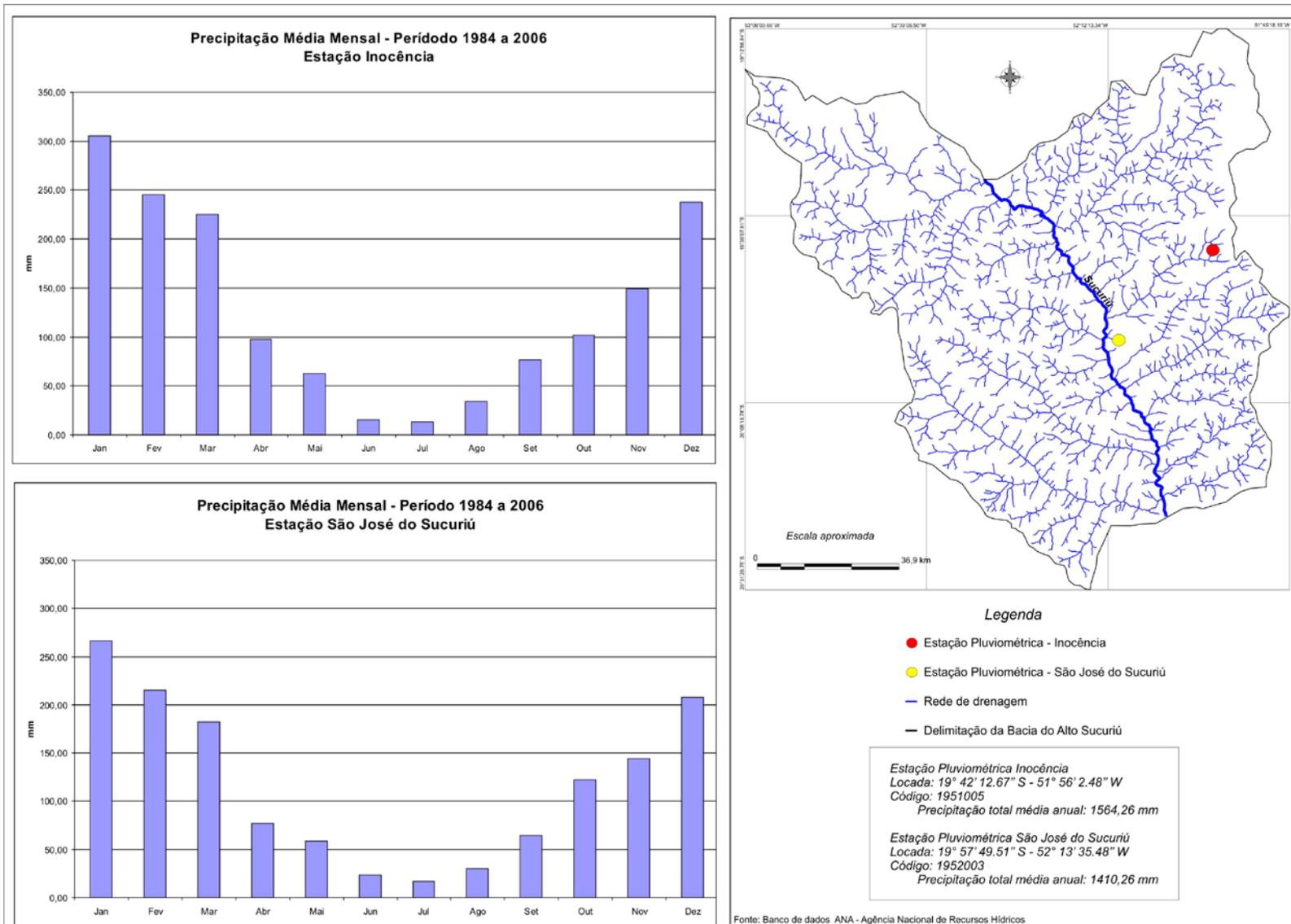


Figura 36: Estações pluviométricas da Bacia do Médio Sucuriú. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

4.3.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Médio Sucuriú

A classificação da drenagem é influenciada pelas características e disposição geológicas e geomorfológicas de onde a Bacia está englobada. Neste caso a drenagem da bacia estudada é classificada por Christofolletti (1980), como drenagem *dentrítica*, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais (Figura 37).

A densidade de drenagem ($D=\Sigma l/A$) constitui um dos parâmetros que representa os padrões de uma bacia, sendo definida como: o somatório de todos os comprimentos de cursos d'água obtidos na bacia (4.297,9024 km) divididos pela área da bacia (11.318,00 km²), sendo assim a área estudada possui uma densidade de *0,379 km/km²*.

De acordo com Christofolletti (1969), valores menores que 7,5 km/km² apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km² apresentam média densidade. Desta forma drenagem da Bacia do Médio Sucuriú caracteriza-se como baixa densidade.

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 & Cunha (1998), que caracteriza a Bacia do Médio Sucuriú como sendo exorreica, pois possui drenagem hierarquizada, dirigindo-se até o mar.

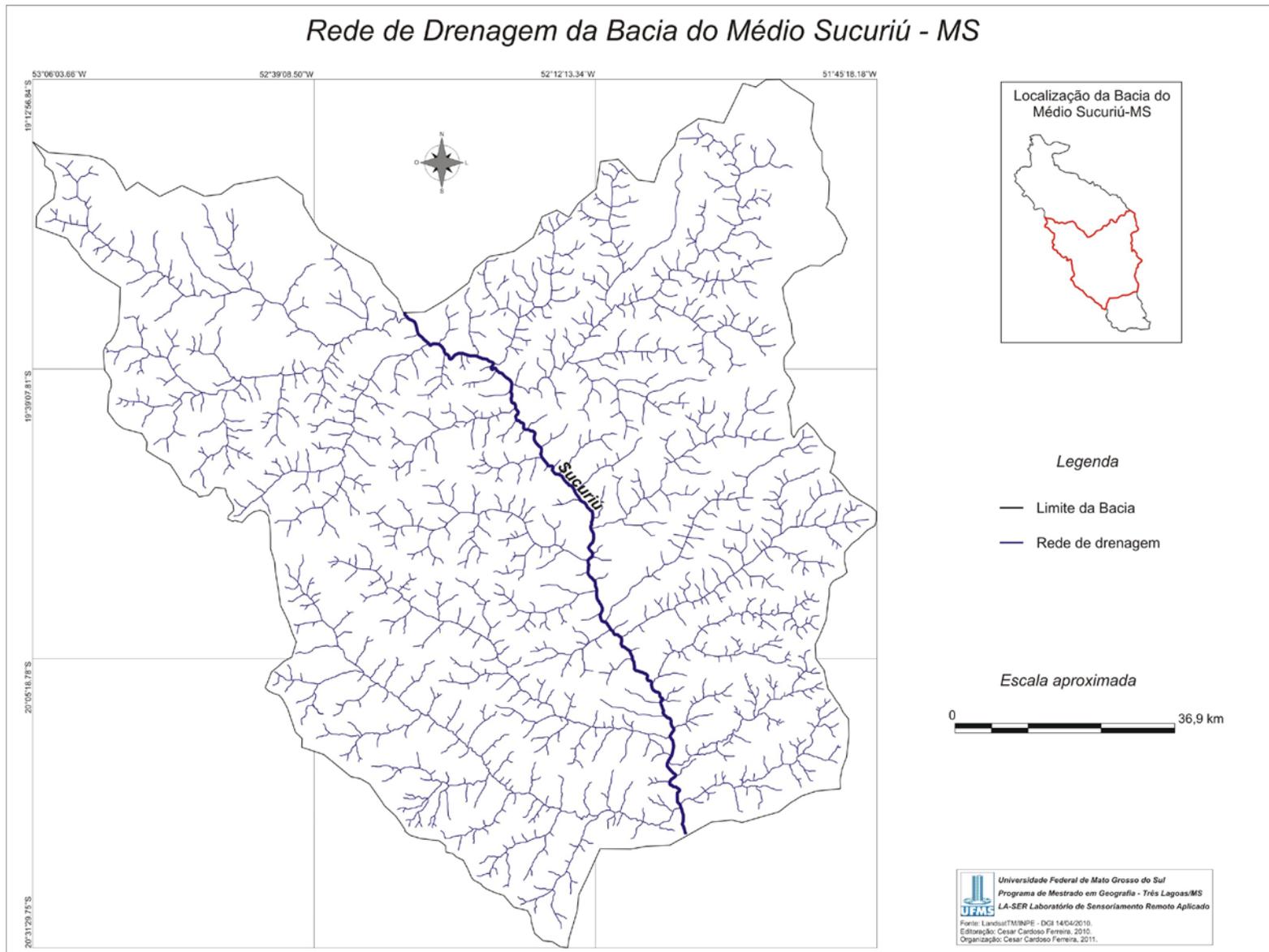


Figura 37: Rede de drenagem da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

Assim como a drenagem os rios individuais também recebem classificações considerando o escoamento do curso da água, podemos atribuir a este, como sendo um rio conseqüente, pois seu curso foi determinado pela declividade da superfície formando um curso em direção a superfície rebaixada.

A Hierarquia fluvial, da Bacia do Médio Sucuriú conforme Horton apud Christofolletti (1980), é classificado como de 6ª ordem, por receber um afluente de 5ª ordem. Além disso, foi analisado o coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro da Bacia (580,9 km) e a área da Bacia já citado acima. Sendo assim a área estudada possui um coeficiente de compacidade de 0,0513 km (Tabela 10). Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho, quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade (JORGE e UEHARA, 1998).

Tabela 10: Parâmetros morfométricos da Bacia do Médio Sucuriú.

Parâmetro	Valor e Unidades
Área	11.318 km ²
Perímetro	580,9 km
Comprimento do canal principal	122,44 km
Comprimento total da drenagem	4.297,90 km
Altitude Máxima	788 m
Altitude Mínima	280 m
Ordem	6ª
Densidade de drenagem	0,379 km/km ²
Densidade hidrográfica	0,094 canal/km ²
Coeficiente de compacidade	0,05131 km

Fonte: SRTM 2000. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Com base na disposição em relação à altitude e amplitude, o rio principal da Bacia do Médio Sucuriú pode ser caracterizado como *conseqüente*, pois, o curso é determinado pela declividade do terreno, coincidindo, em geral, com o mergulho das camadas geológica.

Para melhores condições de análise das feições morfológicas da área, foi elaborado o modelo digital do terreno tridimensional da Bacia do Médio Sucuriú (Figura 38).

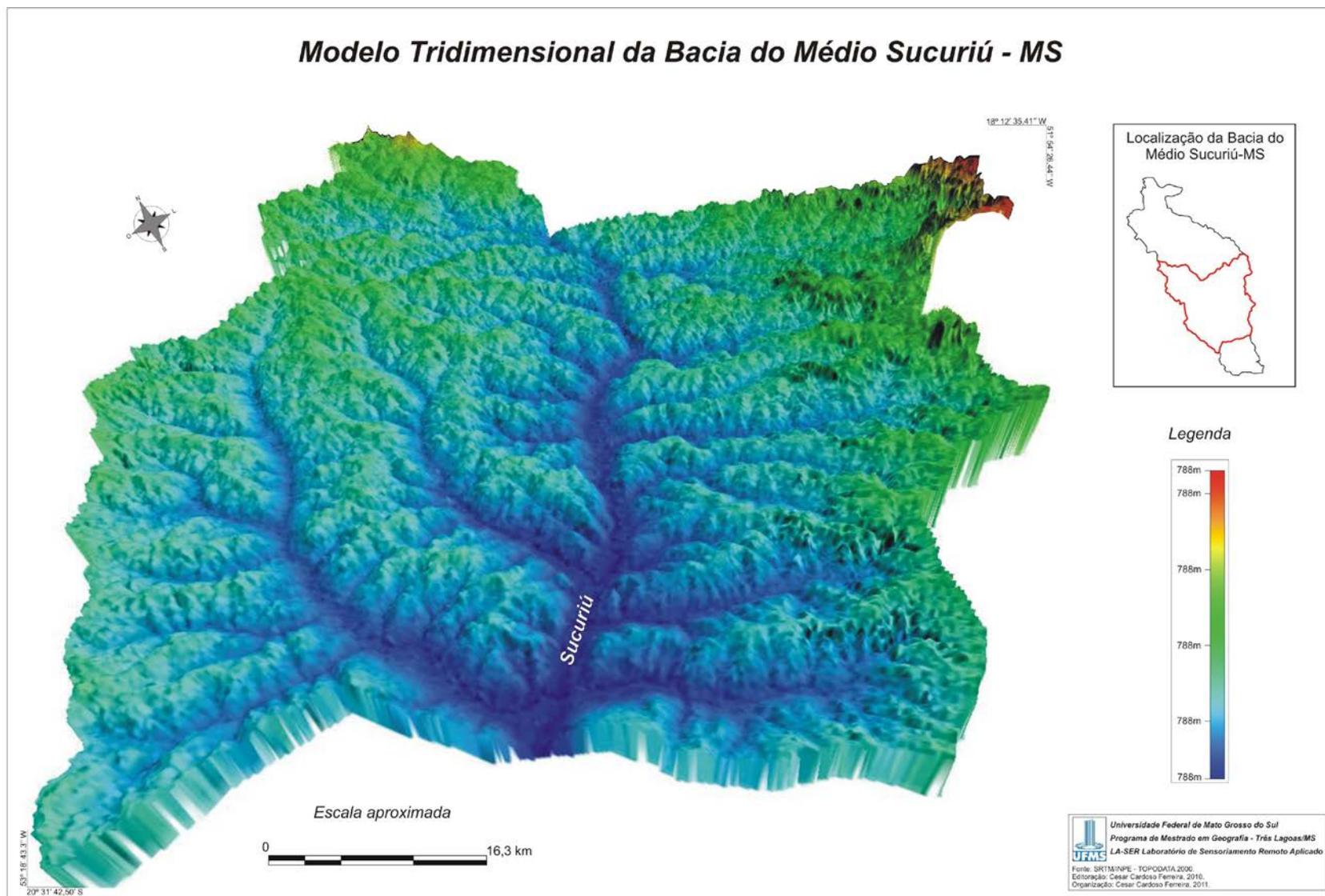


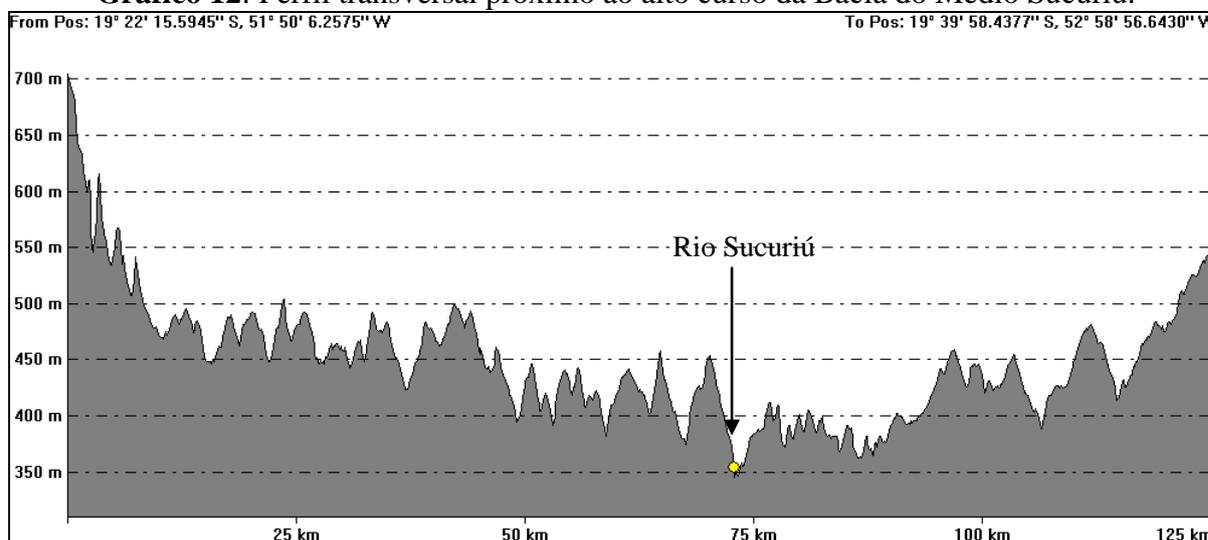
Figura 38: Modelo tridimensional da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

4.3.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Médio Sucuriú

A hipsometria representa o relevo por meio de curvas de nível, no caso da Bacia do Médio Sucuriú essas curvas (linhas) foram geradas a partir de imagens de radar (SRTM), distribuídas espacialmente com equidistância de 30m (Figura 39).

O gráfico 12 representa o perfil transversal traçado próximo ao alto curso da Bacia do Médio Sucuriú, abrangendo uma distância de 125 km. Neste perfil a altimetria variou de 700 a 350m (Imagem SRTM), apresentando uma amplitude de 350m (Figura 40).

Gráfico 12: Perfil transversal próximo ao alto curso da Bacia do Médio Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. **Org.** Cesar Cardoso Ferreira.

Com base na amplitude, o perfil transversal traçado próximo ao alto curso da Bacia do Médio Sucuriú apresenta uma classificação de forma de relevo como uma *Montanha suave* (MOREIRA & NETO, 1998).

O gráfico 13 representa o perfil transversal traçado próximo ao baixo curso hidrográfico da Bacia do Médio Sucuriú com uma distância de 40,1 km. Neste perfil a altimetria variou de 450 a 283 m, apresentando uma amplitude de 167 m.

Com uma amplitude de 167m do perfil transversal traçado próximo ao alto curso da Bacia do Médio Sucuriú, classifica a forma do relevo como um *Morro Suavemente Ondulado*. (MOREIRA & NETO, 1998).

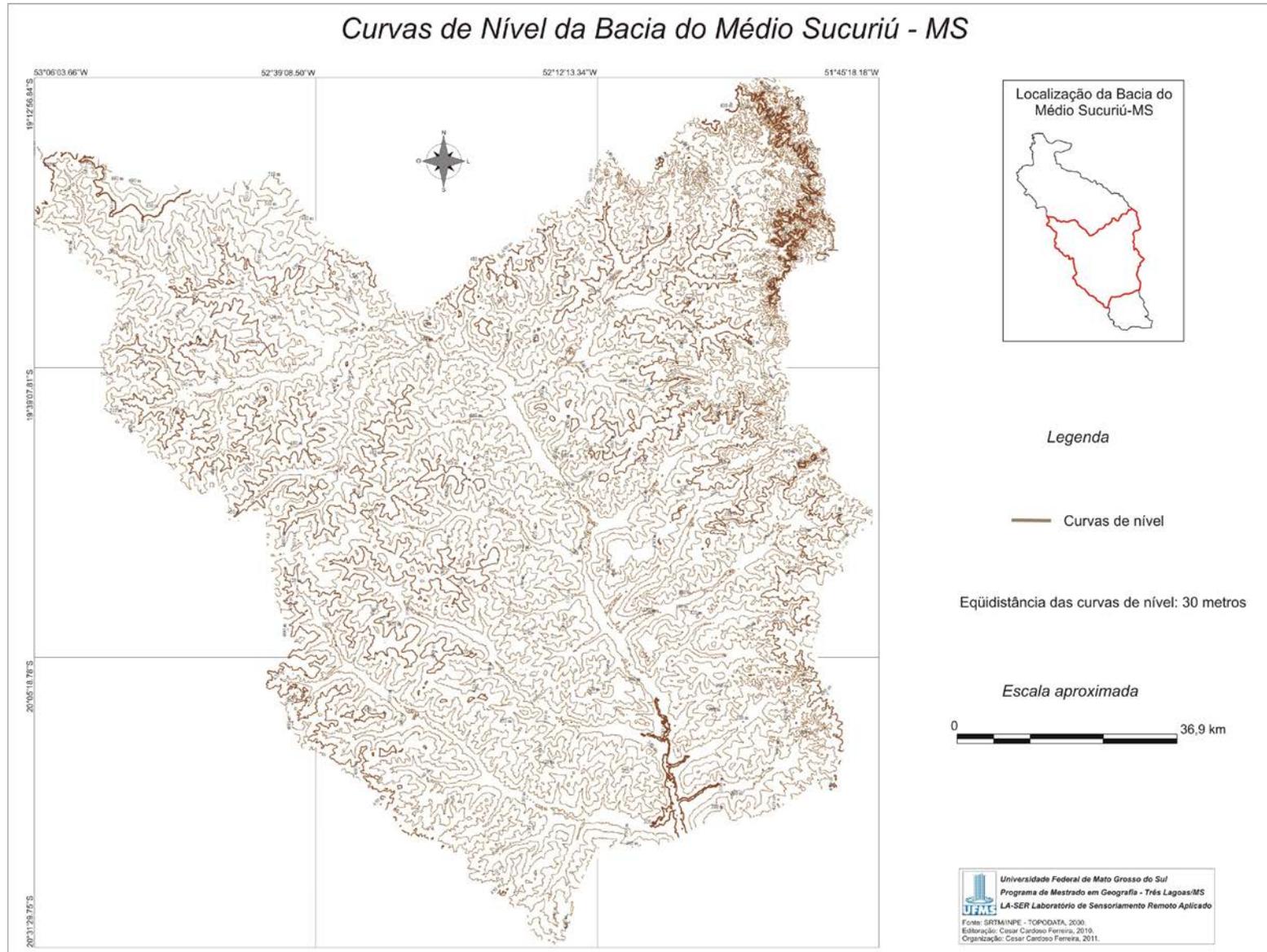
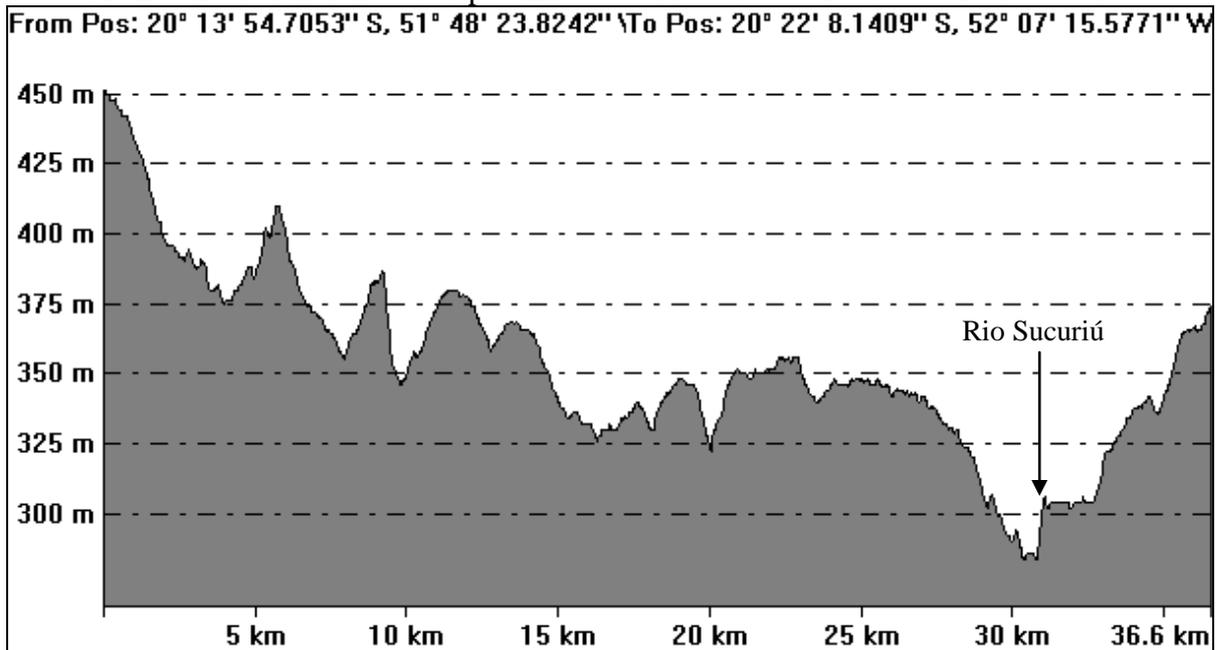


Figura 39: Curvas de nível da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

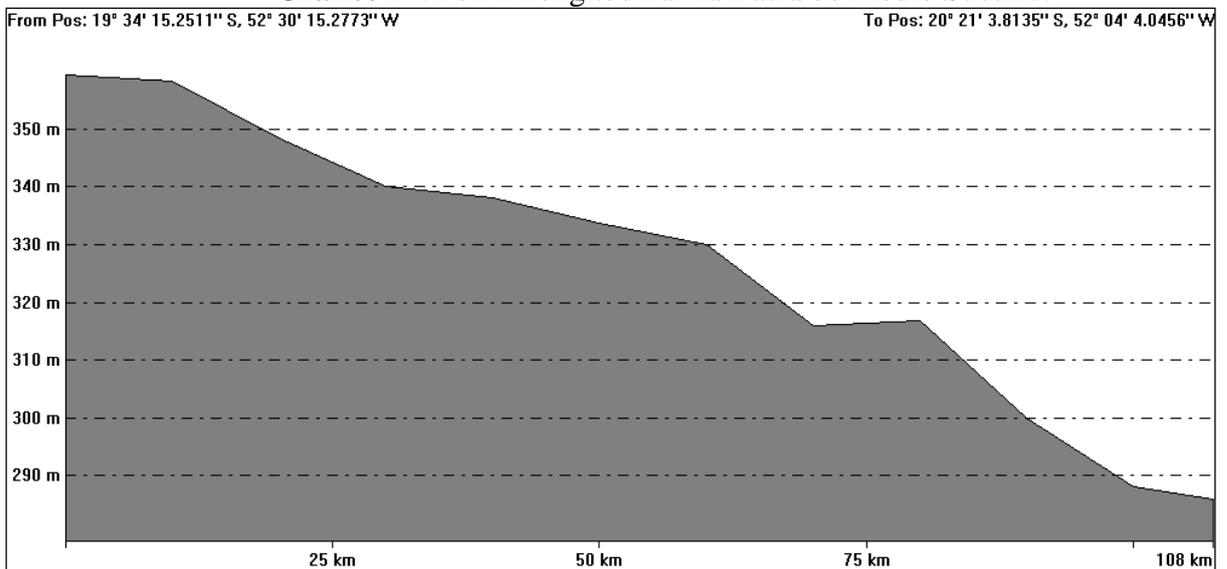
Gráfico 13: Perfil transversal próximo ao baixo curso da Bacia do Médio Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

O gráfico 14, representa o perfil longitudinal, ou seja, a relação entre a altimetria e o comprimento do curso principal da Bacia do Médio Sucuriú.

Gráfico 14: Perfil Longitudinal na Bacia do Médio Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

O comprimento do curso principal da Bacia do Médio Sucuriú é de aproximadamente 122,44 km com uma altimetria variando de 280m no baixo curso à 788m no seu alto curso, portanto com uma amplitude de 508m.

De acordo com Moreira & Neto (1998), tal perfil longitudinal traçado no curso principal na Bacia do Médio Sucuriú é classificado com base na amplitude, a forma de relevo de *Montanha dissecada*.

Nesta etapa a confecção e realização dos perfis acima, fora feito por meio do modelo numérico de terreno (MNT) da Bacia do Médio Sucuriú (Figura 40), com base em imagem de Radar SRTM (Shuttle Radar Topography) no ano de 2000, refinada de 90 m de resolução para 30 m, procedimento realizado pelo projeto TOPODATA/INPE.

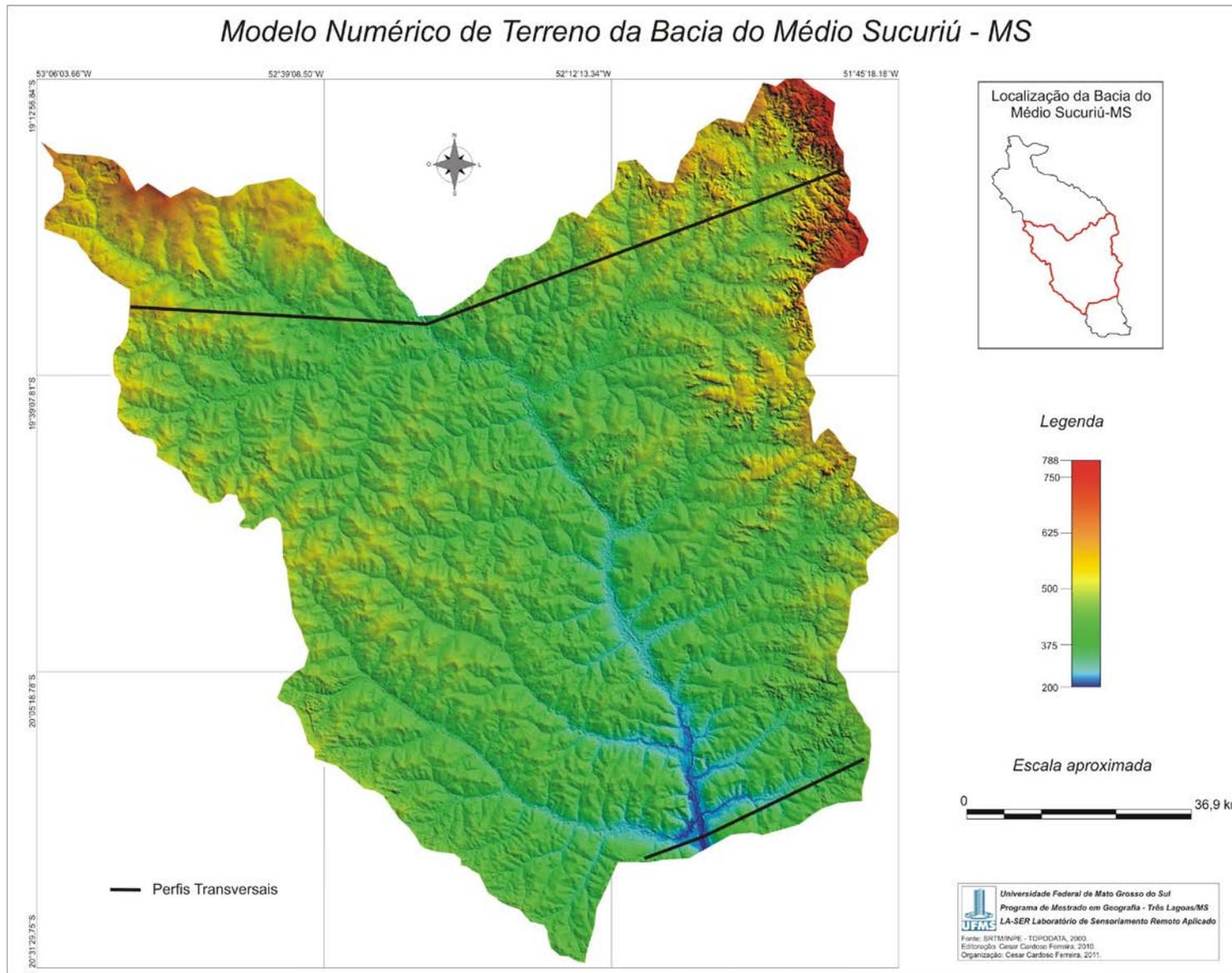


Figura 40: Modelo numérico de terreno da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

4.3.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Médio Sucuriú.

A Bacia do Médio Sucuriú apresenta feições geológicas de alto grau de vulnerabilidade como: Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, que somadas totalizam 90,2% da área total. Desta maneira, entende-se que, quase o total da área estuda apresenta formas geológicas de baixo grau de coesão.

A geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú (BHMS) não apresenta formas de alto grau de vulnerabilidade, porém formas como: Modelado de Acumulação Fluvial, Divisores Tabulares e Patamares Aporé são classificadas como meios intermediários entre intergrades e instáveis, que somados totalizam 61% da área total.

A distribuição espacial pedológica da Bacia do Médio Sucuriú apresenta um tipo de solo de alto grau de vulnerabilidade: Areias Quartzozas, classificada como meio instável, que ocupa cerca de 46,41% da área total. Entende-se que, quase a metade da área estuda apresenta tipo de solo de alto grau de vulnerabilidade a processos erosivos.

A Vegetação da BHMS foi classificada conforme sua densidade caracterizada por quatro classes: Alta densidade, Média densidade, Baixa densidade e Muito baixa densidade. Constatou-se que, cerca de 50% da área total da BHMS é caracterizada de vegetação com densidade Muito baixa, 33% de média densidade, 17% de alta densidade e não foi constatada baixa densidade vegetativa. A precipitação 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 da BHMS na estação Inocência foi de aproximadamente 1.564,26 mm e na estação de São João do Sucuriú foi de aproximadamente 1.410,26 mm.

Tabela 11: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHMS.

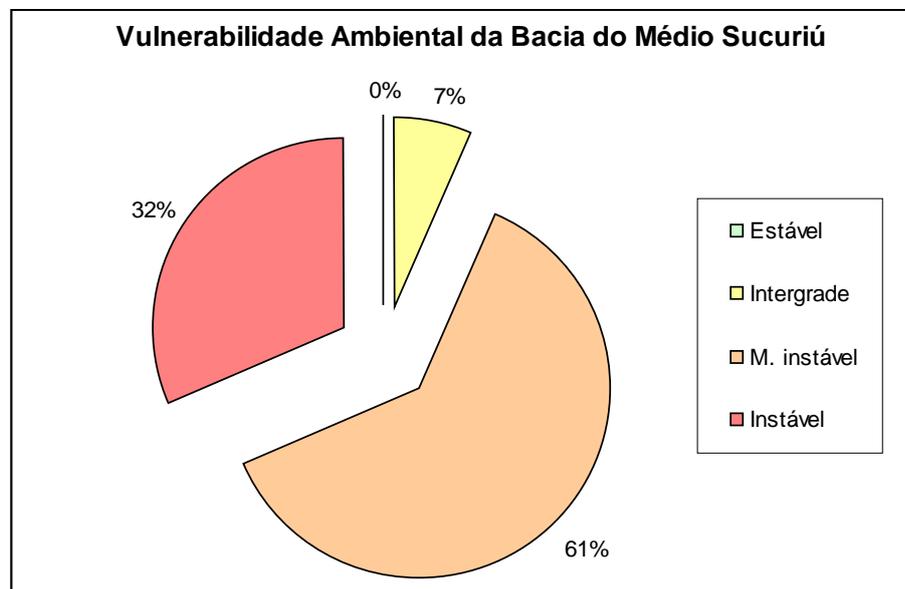
Região	Geologia	Situação	Geomorfologia	Situação	Pedologia	Situação	Vegetação	Situação	Clima	Situação
Médio Sucuriú	Caiuá	3	Rampas Arenosas	2	Latossolo Vermelho Escuro	1	Alta densidade	1	Úmido	2,5
	Serra Geral	2,5	Divisores Tabulares	2,5	Latossolo Roxo	1	Média densidade	2	Úmido Sub Úmido	2
	Santo Anastácio	3	Modelado de Acumulação Fluvial	2,5	Areias Quartzozas	3	Baixa densidade	2,5		
	Adamantina	3	Patamares Aporé	2,5	Podzólico Vermelho Escuro	2	Muito Baixa densidade	3		
					Podzólico Vermelho Amarelo	2				
					Planossolo	2				

Fonte: AMR-MS 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

Com a Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú observou-se que sua maior parte com aproximadamente 61% da área é classificada como Moderadamente Instável, 32% como Instável, 7% como Intergrade e a classe estável não foi quantificada, isso deve-se ao polígonos de valore até 1 não cruzarem entre si.

Desta forma, podemos afirmar que, com a sistematização dos dados acima consideramos que, a Bacia do Médio Sucuriú encontra-se em sua maior parte com aproximadamente 93% em estado de Moderadamente Instável e Instável (Gráfico15).

Gráfico 15: Estatística da Vulnerabilidade Ambiental da BHMS



Fonte: Landsat TM 2010, AMR-MS 1990, Tricart, 1977. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

As áreas Instáveis concentraram-se no centro e norte da BHMS, isso se deve a predominância de areias quartzosas (neossolo quartzarenico) de fácil desagregação e deslocamento e a formação geológica Caiuá no extremo norte, Santo Anastácio localizada no centro e norte caracterizados com feições de baixa coesão, ambas classes temáticas classificadas como instáveis. As áreas intergrades concentraram-se em parte nas margens do Rio Sucuriú, na borda leste e norte da bacia, tal localização é devida 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 (Figura 41).

As áreas Moderadamente Instáveis são encontradas na região central e sul da BHMS. Nessas áreas a geomorfologia é classificada com os Patamares Aporé e Divisores Tabulares. Outro aspecto que contribuiu na classificação dessa área como Moderadamente Instável é a geologia, caracterizada com a unidade Serra Geral, área sujeita a deposição de materiais provenientes de áreas superiores. Em menor quantidade as áreas Intergrade são encontradas próximo as margem dos principais cursos d'águas, isso deve-se a alta densidade vegetativa locada nessas áreas (Figura 41).

Desta forma, sugere-se uma atenção maior nessa área da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tendo em vista, que esse estado de vulnerabilidade torna o ambiente susceptível a alterações.

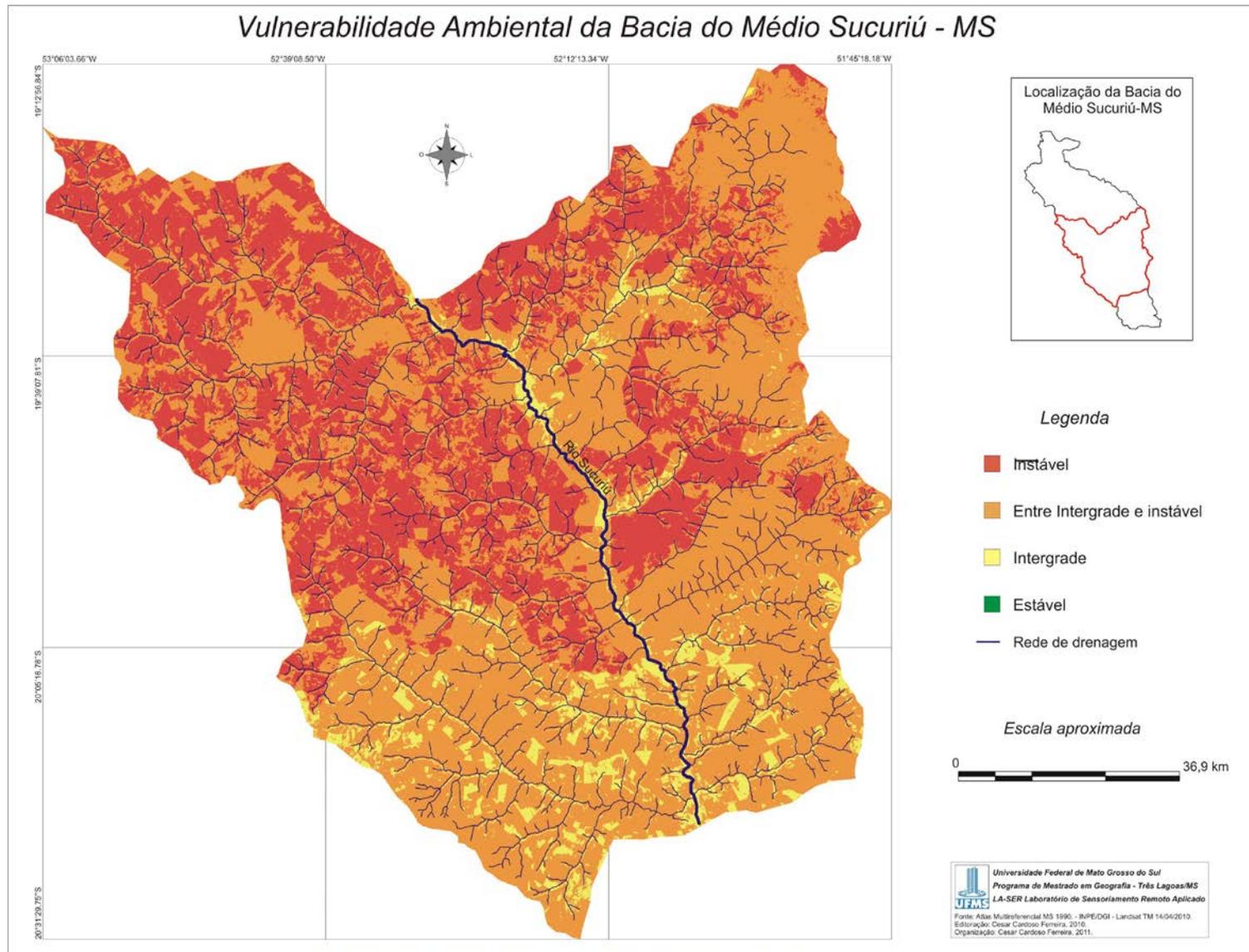


Figura 41: Vulnerabilidade Ambiental da Bacia do Médio Sucuriú.

4.3.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Médio Sucuriú

O conhecimento sobre o uso da terra ganha relevância pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionado e trazido à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável (IBGE, 2006).

De acordo com Luchiari (2006), “Um dos primeiros levantamentos que demarcam o início dos mapeamentos do uso e cobertura da terra, no campo da ação da geografia, foi realizado na Grã-Bretanha entre 1930 e 1933”. O mesmo autor afirma que no Brasil, por volta da década de 60 iniciaram-se trabalhos referentes ao uso e ocupação da terra.

Além disso, a descrição do uso e ocupação da terra pode promover indicações do mau uso da terra, assim, orientar planejamento ambiental da Bacia do Médio Sucuriú, deste modo orientar o “uso adequado da terra”.

O avanço da tecnologia espacial tornou disponíveis produtos de satélites imageadores da terra como marco de uma nova era dos estudos de Uso da Terra, pois ao mesmo tempo em que lhe dá uma nova metodologia de pesquisa, revela a concepção teórica que orienta a apreensão espacial e temporal do uso da terra no seu conjunto para a gestão da apropriação do espaço geográfico global ou local (IBGE, 2006).

O produto desta etapa baseou-se em análise do mapa de uso e ocupação da terra gerada a partir das imagens LANDSAT 5 TM processadas no software SPRING[®]. Em um primeiro momento interpretou-se a imagem orbital (B3r, B4g e B5b) a coloração verde claro de textura lisa considerou-se culturas temporárias ou permanente conforme as análises in loco, as cores rosas claro esverdeado e marrom avermelhado de textura lisa entendeu-se como culturas permanentes, cores azuis de textura lisa escuros entendeu-se como corpos aquáticos continentais e cores verde texturas rugosas interpretou-se como mata (Figura 42).

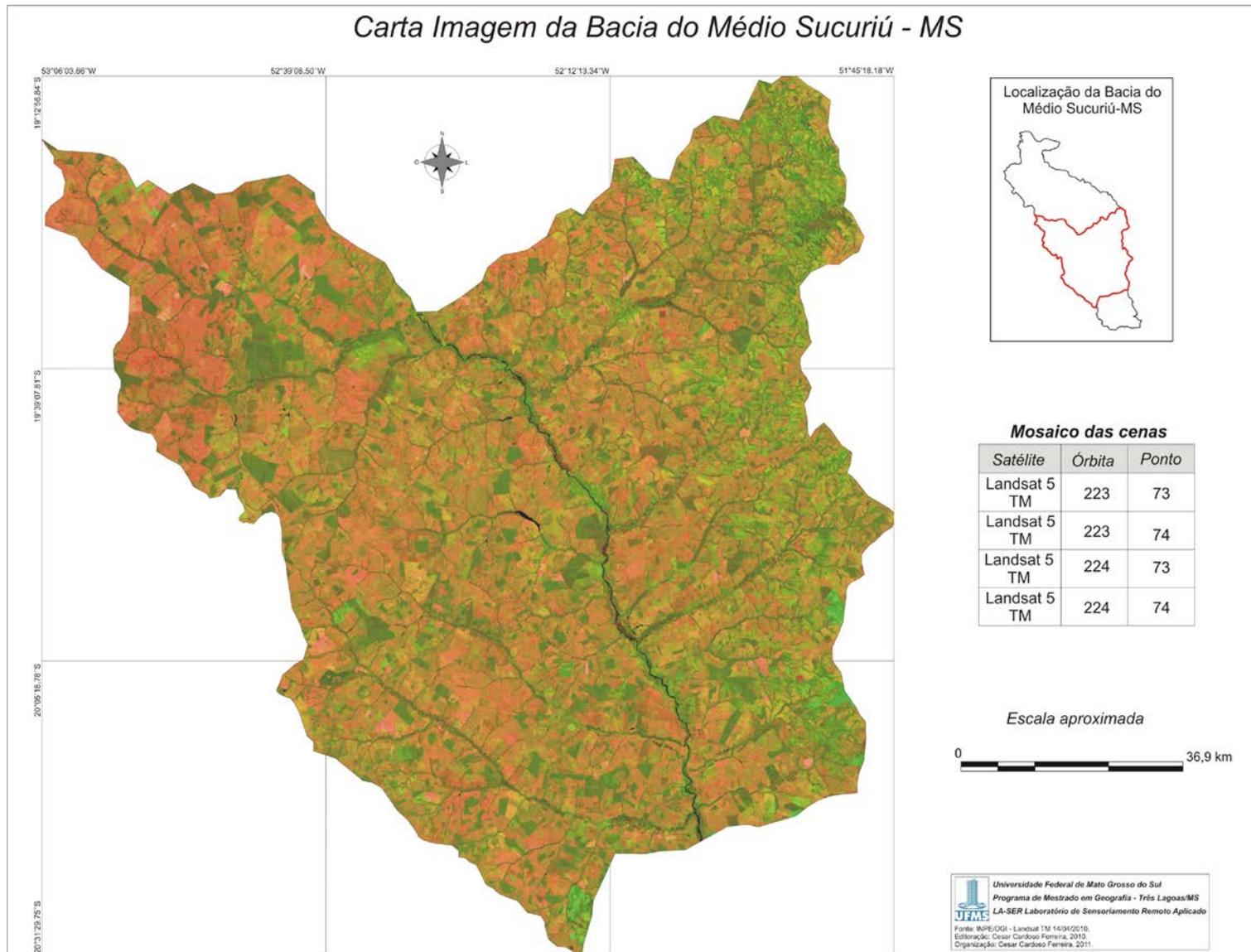


Figura 42: Carta imagem LANDSAT TM da Bacia do Médio Sucuriú.

Para classificar a imagem orbital utilizada, é importante trabalhar com elementos básicos da interpretação de imagens orbitais. Para Florenzano, (2002, p. 41), “Interpretar fotografias é identificar objetos nelas representados e dar um significado a esses objetos [...] a partir da análise de uma imagem ou fotografia, estamos fazendo a sua interpretação”.

A interpretação de imagens orbitais tem como objetivo extrair informações úteis sobre os alvos contidos na área imageada por algum sistema sensor. Na interpretação visual de imagens de satélites, fundamentalmente utiliza-se o critério espectral para agrupar os diferentes alvos contidos na cena em distintas classes temáticas. Para auxiliar essa interpretação elabora-se uma chave de interpretação baseada na cor, textura, forma e tamanho.

Nesta etapa fez-se uso das chaves de interpretação voltadas para o mapeamento do uso da terra. Entende-se como chave de interpretação a descrição do conjunto de elementos básicos como já supracitado, que caracterizam um determinado alvo da superfície terrestre (Figura 43).

Por meio da chave de interpretação da imagem orbital do sensor TM da Bacia do Médio Sucuriú e das saídas de campo, foram definidas quatro classes temáticas: culturas temporárias, culturas permanentes, água e mata. Esses dados temáticos foram quantificados e a partir disso foi feita a análise estatística.

Na Bacia do Médio Sucuriú predomina a classe culturas permanentes representada em sua maior parte pela pastagem com 61,38% da área (Foto 7 e 8), em seguida a classe Mata com 26,34 da área total.



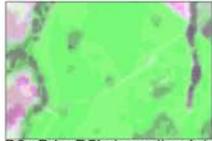
Foto 7: Pastagem seca.



Foto 8: Pastagem verde.

Chave de interpretação da BHMS

Classe - *Culturas permanentes*

 B3r-B4g-B5b	<p><i>Textura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lisa - Lisa média (pasto) 	 	<p><i>Área cultivada - permanente</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Eucalipto - Pastagem
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	<p><i>Forma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Regular <p><i>Tonalidade:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verde escuro+marrom - Verde claro+rosa 		

Classe - *Culturas temporárias*

 B3r-B4g-B5b	<p><i>Textura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lisa 	 	<p><i>Área cultivada - Temporária</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Algodão - Cana-de-açúcar - Girassol
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	<p><i>Forma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Regular <p><i>Tonalidade:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verde escuro+marrom - Verde claro+rosa 		

Classe - *Água*

 B3r-B4g-B5b	<p><i>Textura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lisa 	 	<p><i>Corpos d' água - Continentais</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rios - Represas - Lagos
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	<p><i>Forma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Irregular <p><i>Tonalidade:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Azul escuro - Azul claro 		

Classe - *Mata*

 B3r-B4g-B5b	<p><i>Textura:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rugosa 	 	<p><i>Área vegetada - vegetação natural</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerrado - Matas ciliares - Campo sujo
 B3r-B4g-B5b (equalizado)	<p><i>Forma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Irregular <p><i>Tonalidade:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verde escuro - Verde claro 		

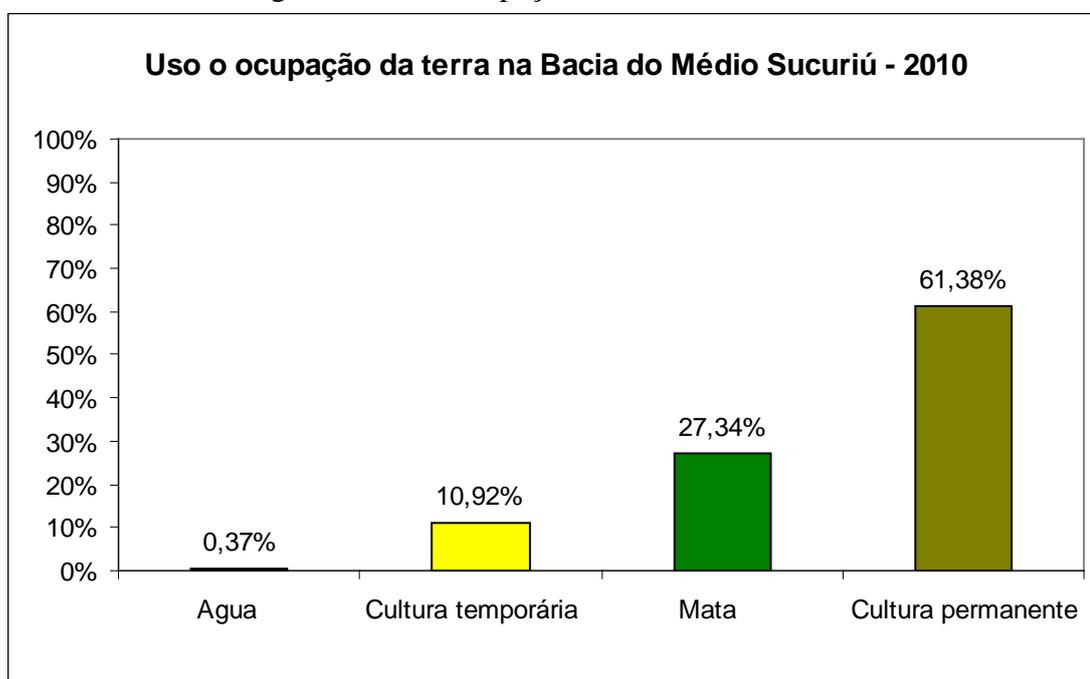
Org. Cesar Cardoso Ferreira, 2010.

Figura 43: Chave de interpretação da Bacia do Médio Sucuriú. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Com 10.92% da área total da Bacia do Médio Sucuriú, a classe cultura temporária é representada principalmente por cana-de-açúcar. A classe água é mapeada e quantificada devida principalmente às represas e açudes encontradas ao longo da rede de drenagem da Bacia do Médio Sucuriú. A classe urbano não foi representada na Bacia do médio Sucuriú, porém, é importante registrar a presença da cidade de Inocência na região, por motivos de escala este não foi mapeado.

Por meio da quantificação dos dados estatísticos elaborou-se um gráfico, para maior compreensão da diferença dos mapas de uso e ocupação da terra.

Gráfico 16: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Alto Sucuriú – 2010.



Fonte: Landsat TM, 2010. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

No mapeamento de uso e ocupação da terra no ano de 2010 da Bacia do Médio Sucuriú, pode-se observar nitidamente a predominância do uso da terra como cultura permanente, no caso pastagem. Além disso, percebeu-se que na área como um todo a presença de culturas temporárias.

A classe mata encontra-se em grande parte concentrada na região nordeste da Bacia do Médio Sucuriú e em quase em todo o percurso da rede de drenagem. A classe mata é caracterizada por vegetação como cerrado, mata ciliar e campo sujo. A água apresenta em sua maior parte no curso principal no caso o rio Sucuriú, isso se deve a largura do rio e áreas de reservatório (Figura 44).

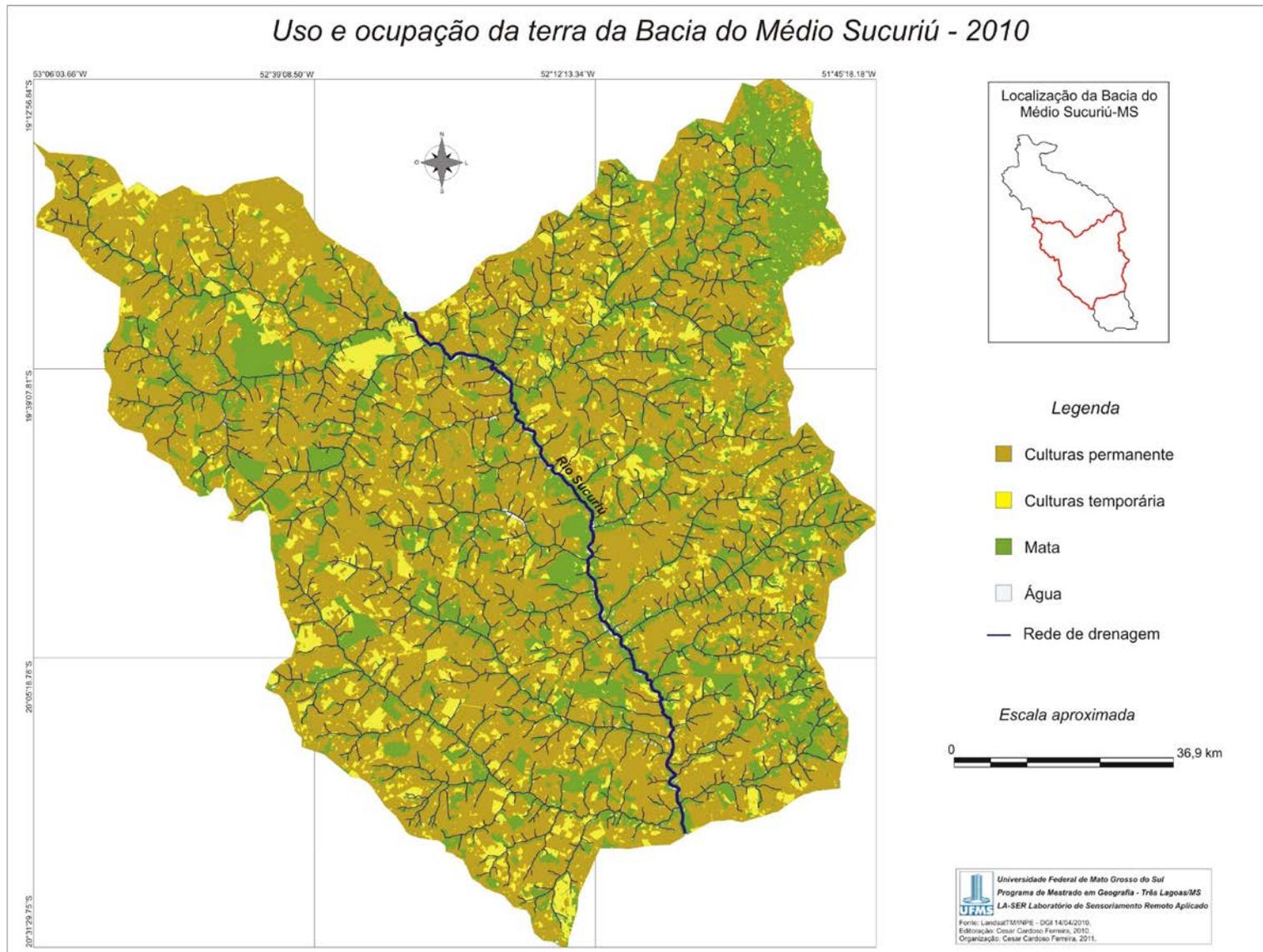


Figura 44: Uso e ocupação da terra na Bacia do Médio Sucuriú, 2010.

4.4 Região da Bacia do Baixo Sucuriú

A região da Bacia do Baixo Sucuriú encontra-se ao sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul e possui uma área de aproximadamente 2.552 km², abrangendo partes dos municípios de Três Lagoas e Selviria (Figura 20).

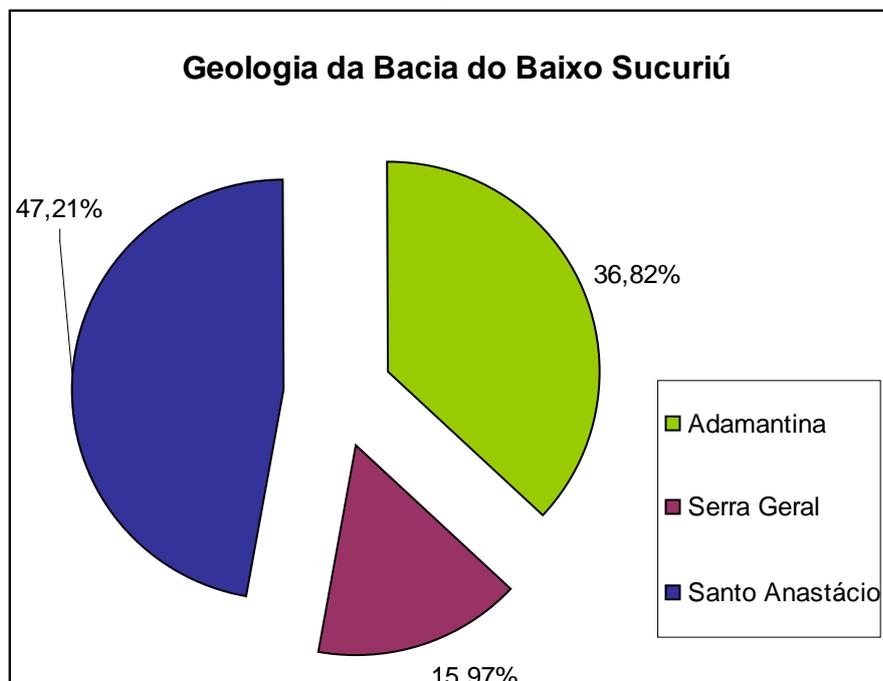
4.4.1 Análise da Geologia da Bacia do Baixo Sucuriú

Na região da Bacia do Baixo Sucuriú encontram-se as seguintes formações geológicas: Santo Anastácio, Adamantina e Serra Geral (Figura 45).

Predomina na região da Bacia do Baixo Sucuriú a formação *Santo Anastácio* com 47,21% da área total. A formação *Adamantina* encontra-se nas porções leste e oeste da Bacia do Baixo Sucuriú com 36,82% da área total. A formação *Serra Geral* localiza-se próxima às margens do Rio Sucuriú com 15,97% da área total. Essas Formações já foram caracterizadas anteriormente.

Para melhor visualização das porcentagens das formações geológicas encontradas na Bacia do Baixo Sucuriú segue o gráfico abaixo:

Gráfico 17: Estatística da Geologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

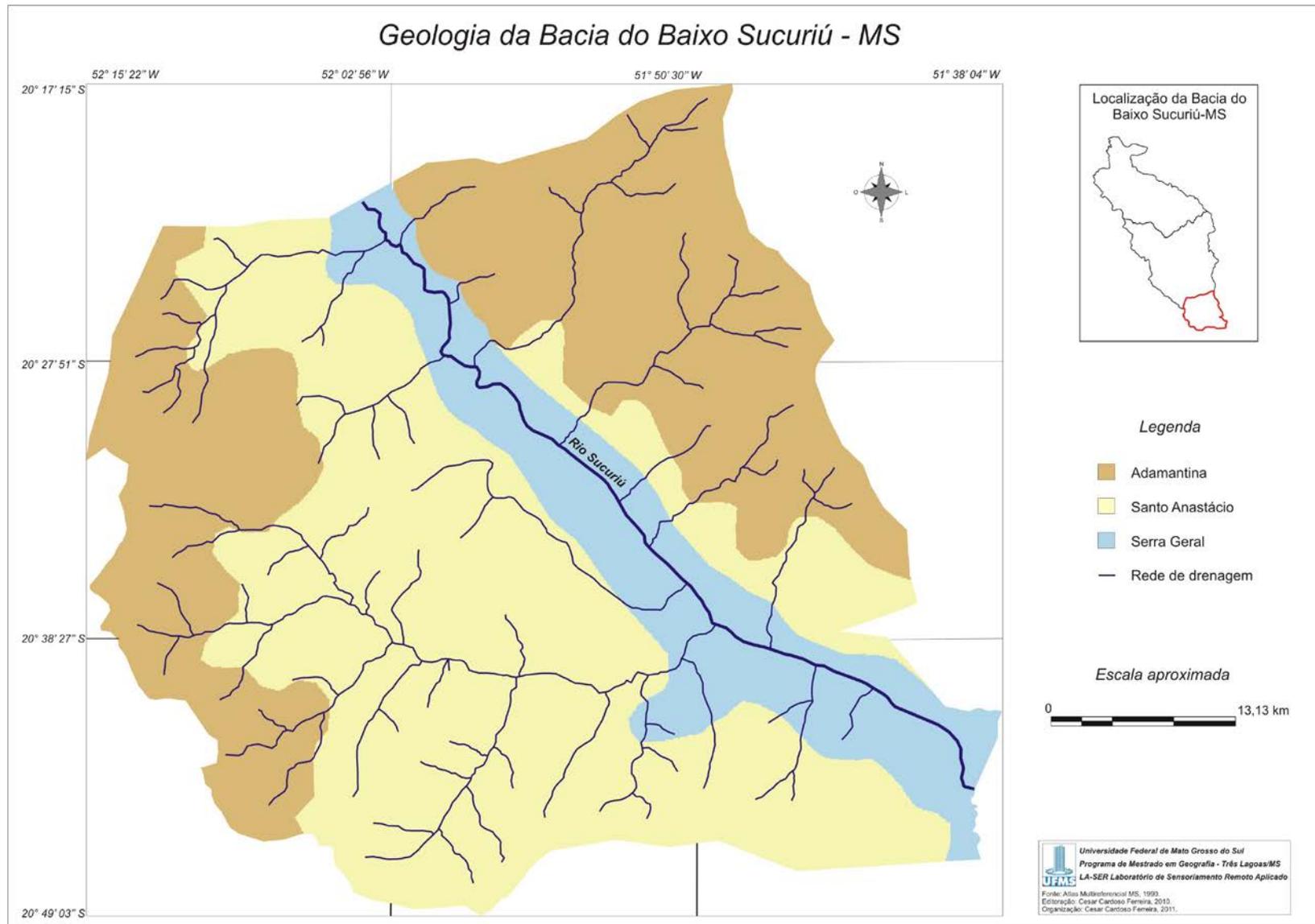


Figura 45: Geologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.

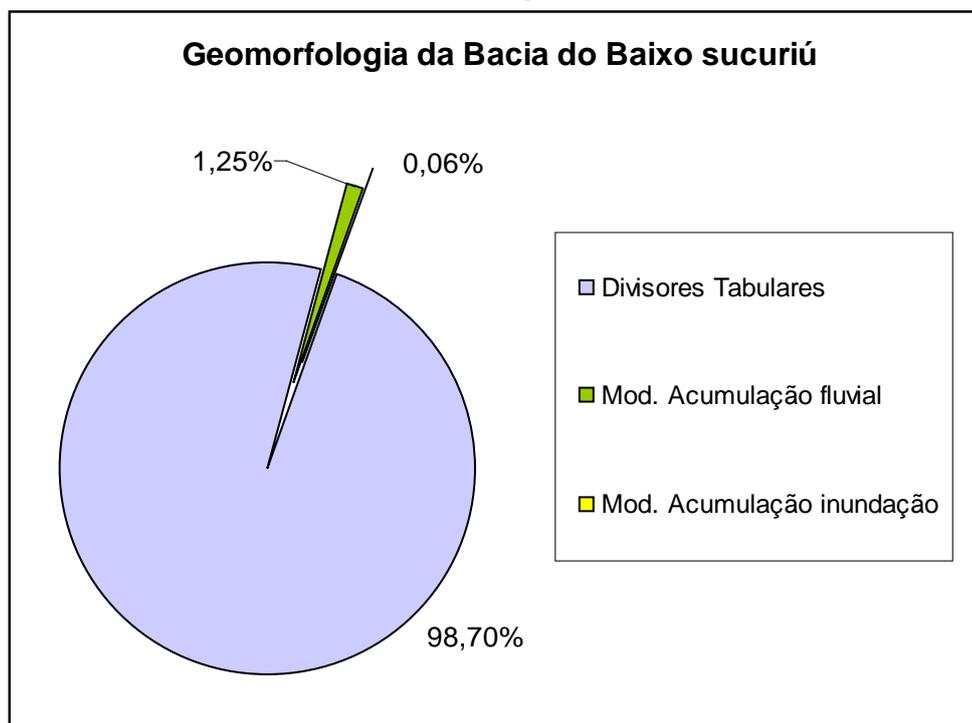
4.4.2 Análise da Geomorfologia da Bacia do Baixo Sucuriú

Na região da Bacia do Baixo Sucuriú encontram-se as seguintes unidades: Divisores Tabulares, Modelado de acumulação Fluvial e Modelado de acumulação Inundação (Figura 46).

Predomina na região da Bacia do Baixo Sucuriú a unidade *Divisor Tabular* com 98,7% da área total. A unidade *Modelado de acumulação Fluvial* encontra-se na porção norte as margens do Rio Sucuriú com 1,25% da área total. Esta unidade é caracterizada por uma área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Com a menor representatividade a unidade *Modelado de acumulação de Inundação* está localizada na borda sudoeste com 0,06% da área total. Essas Formações já foram caracterizadas anteriormente.

O gráfico 18, demonstra as porcentagens das unidades geomorfológicas encontradas na Bacia do Baixo Sucuriú, onde podemos observar essas divisões, servindo de apoio a possíveis parâmetros de ocupação da área:

Gráfico 18: Estatística da Geomorfologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

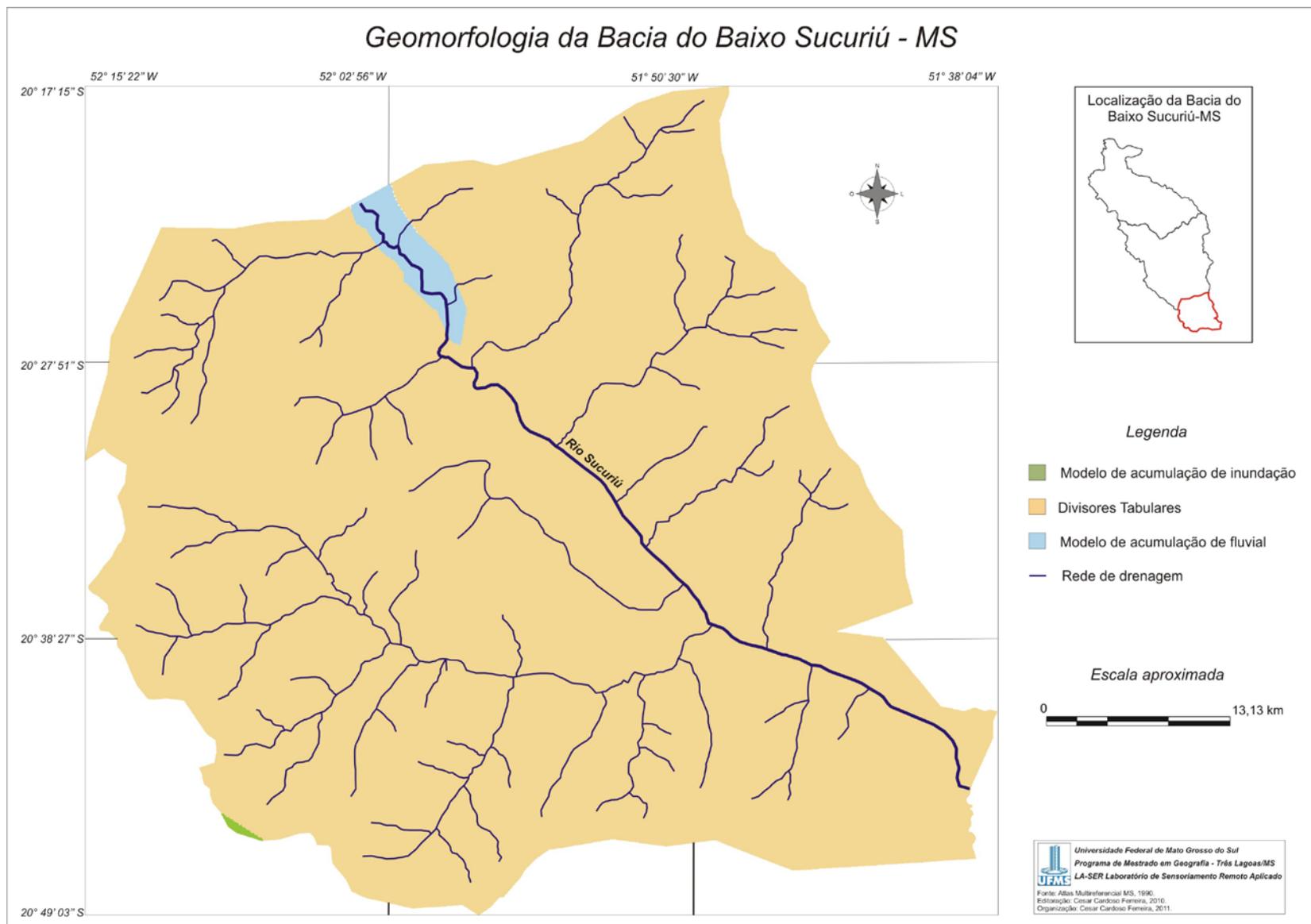


Figura 46: Mapa Geomorfológico da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.

4.4.3 Análise da Pedologia da Bacia do Baixo Sucuriú

Na região da Bacia do Baixo Sucuriú encontram-se as seguintes solos: Areias Quartzosas, Latossolo vermelho escuro, Podzólico vermelho amarelo e os Planossolos* (Figura 47).

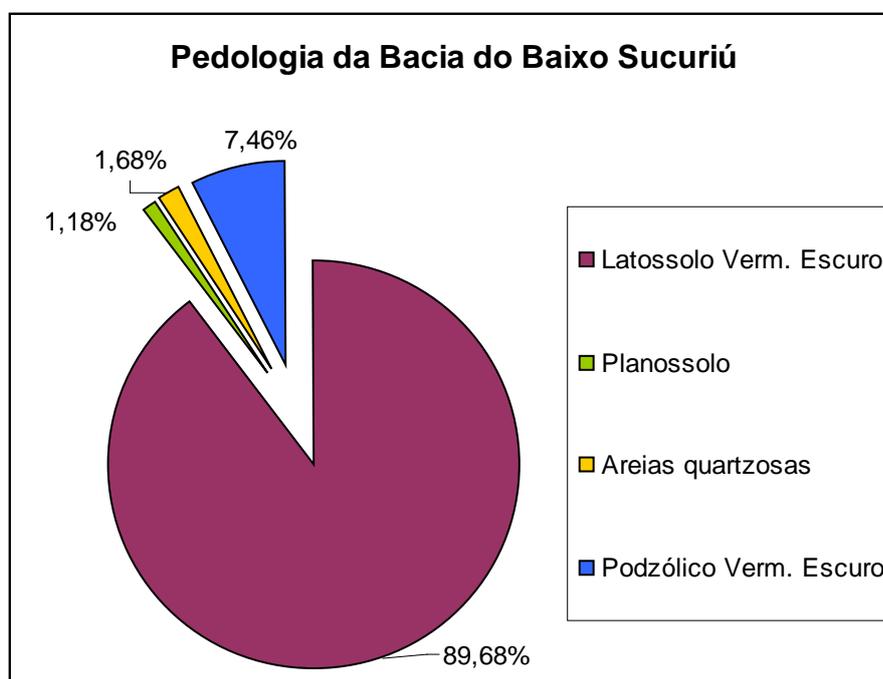
Predomina na região da Bacia do Baixo Sucuriú o solo *Latossolo vermelho escuro* com 89,68% da área total. Os solos *Podzólicos vermelho escuro* encontra-se em parte na borda oeste e a nordeste representada por 7,46% da área total da Bacia do Baixo Sucuriú.

Localizado na porção norte da Bacia do Baixo Sucuriú com 1,68% as *Areias Quartzosas* são representadas por duas manchas a margem direita do Rio Sucuriú.

Com a menor representatividade, os solos *Planossolos*, localizam-se na região norte às margens do rio Sucuriú com 1,18% da área total da Bacia do Baixo Sucuriú.

Para visualização das porcentagens dos tipos de solos encontradas na Bacia do Médio Sucuriú segue o gráfico abaixo:

Gráfico 19: Estatística da Pedologia da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.



Fonte: AMR-MS, 1990. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

* Nova classificação dos solos EMBRAPA (2006): Areias quartzosas (Neossolo quartzarênico), Latossolo (Latossolo), Podzólico (Argissolos) e Planossolos (Planossolos).

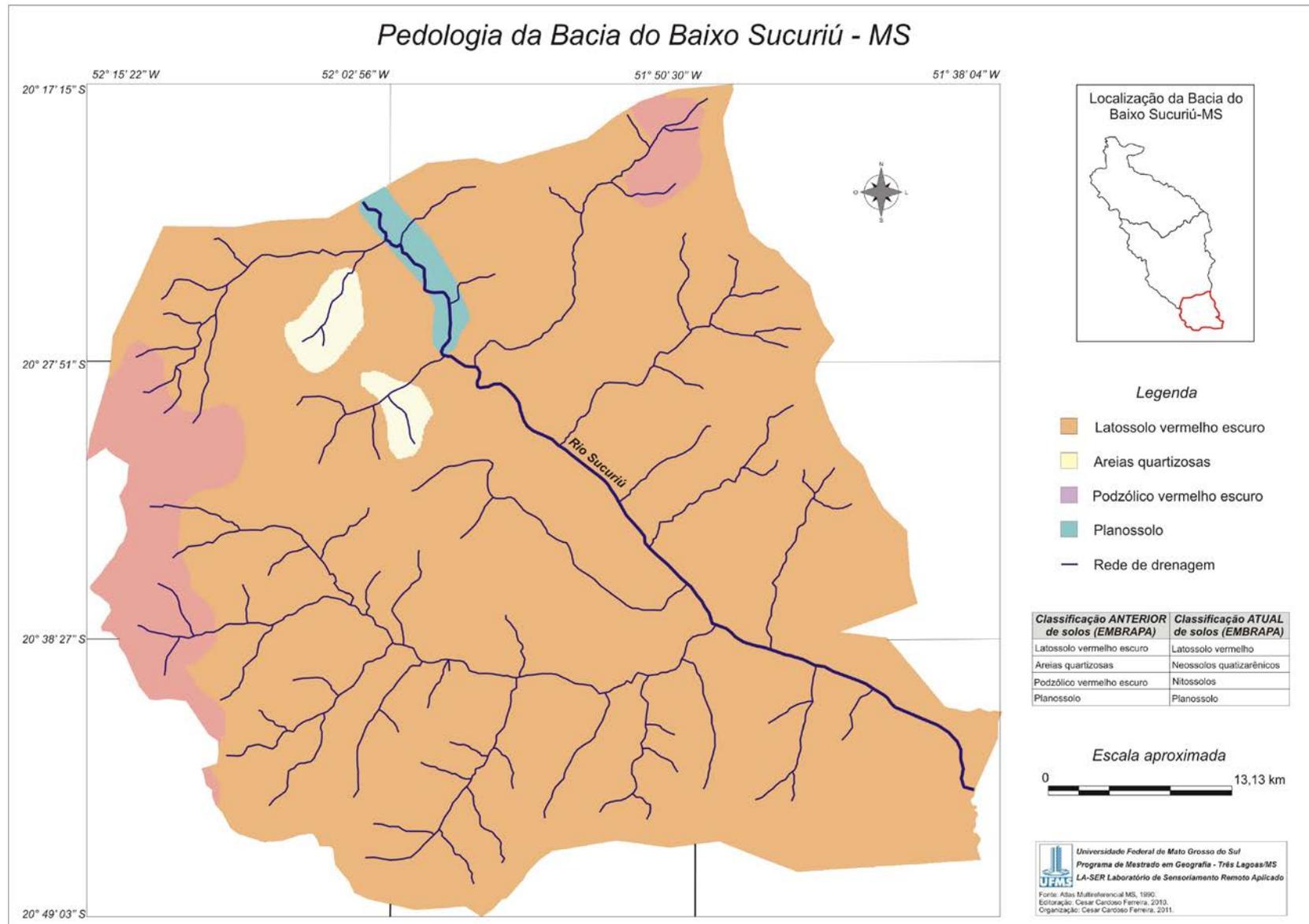


Figura 47: Mapa Pedológico da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.

4.4.4 Análise dos dados de Clima da Bacia do Baixo Sucuriú

Segundo o Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul 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 da Bacia do Baixo Sucuriú apresenta os seguintes tipos de variações mesoclimáticas: úmido a sub-úmido e sub-úmido. A temperatura média anual nesta região varia de 22° C a 23° C.

Com valores efetivos de umidade anual variando de 0 a 30% o clima *sub-úmido* apresenta precipitação pluviométrica anual variada entre 1200 a 1500mm, excedente hídrico anual de 400 a 800 durante 2 meses e deficiência hídrica de 500 a 650mm durante 5 meses (AMR-MS, 1990).

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).

4.4.4.1 Precipitação na Bacia do Baixo Sucuriú

Conforme a abordagem sistêmica adotada neste trabalho, entende-se que a precipitação é uma das entradas (*input*) de energia no sistema Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú (BHBS).

Além da análise acima, foi realizado um cálculo da precipitação total média anual no período de 1983 a 2006 em duas estações na BHBS: estação Garcia locada nas coordenadas 20° 36' 11.7'' S e 52° 13' 7.4'' W e a estação Porto Velho locada nas coordenadas 20° 47' 3.6'' S e 52° 21' 52.6'' W. Nessa estação não foi calculado o ano de 1997 por falta de dados, além disso sua localização fica fora dos limites da BHBS, foi adotada essa estação por estar mais próxima da área estudada (Figura 48).

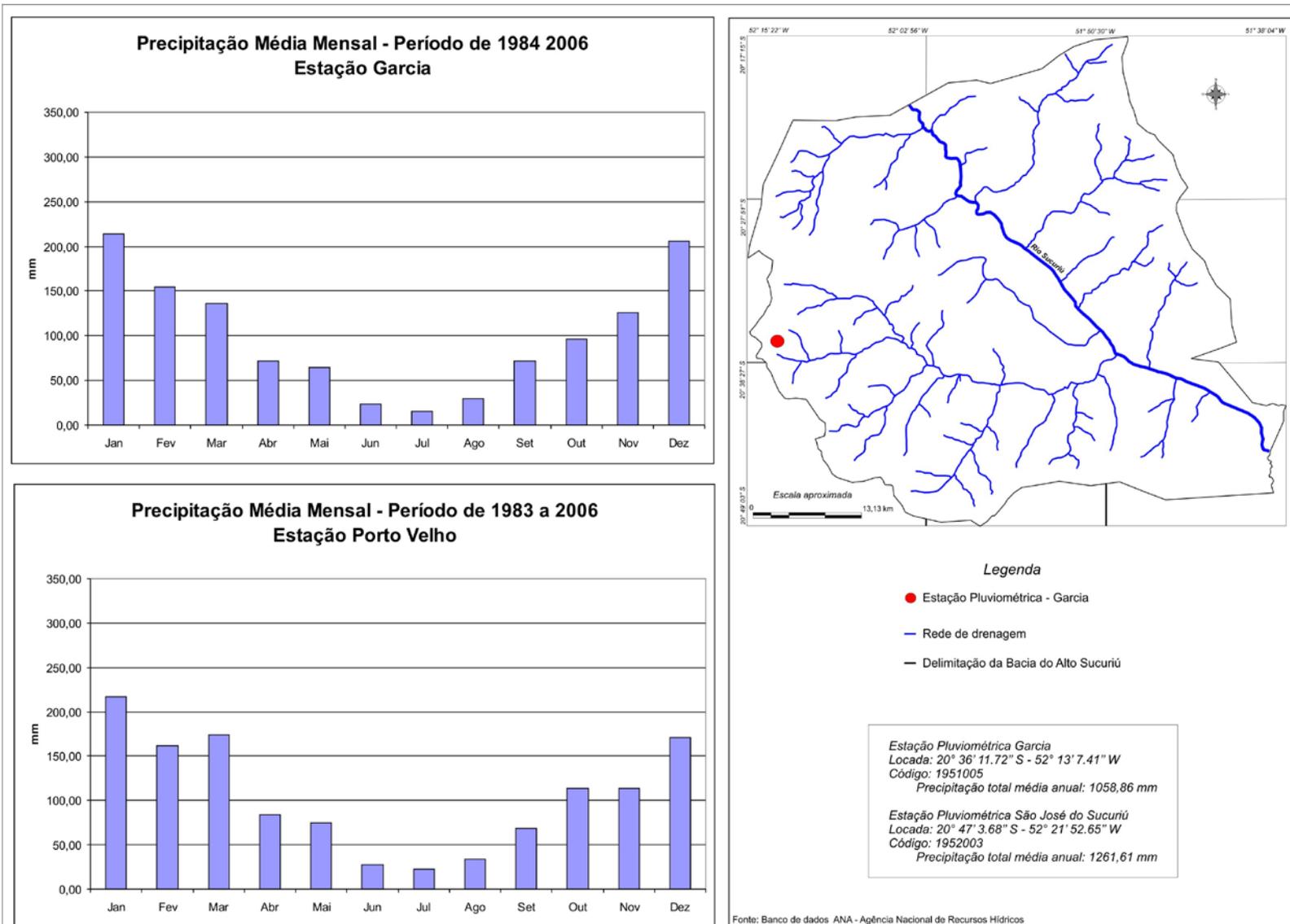


Figura 48: Estações Pluviométricas da Bacia do Baixo Sucuriú. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

4.4.5 Análise da Hidrografia da Bacia do Baixo Sucuriú

A classificação da drenagem é influenciada pelas características e disposição geológicas e geomorfológicas de onde a Bacia está englobada. Neste caso a drenagem da bacia estudada é classificada por Christofolletti (1980), de drenagem *dentrítica*, o padrão é tipicamente desenvolvido sobre estruturas sedimentares horizontais (Figura 49).

A densidade de drenagem ($D=\Sigma l/A$) na BHBS constituiu em um dos parâmetros que representa os padrões de uma bacia, sendo definida como: o somatório de todos os comprimentos de cursos d'água obtidos na bacia (628,68 km) divididos pela área da bacia (2.552 km²), sendo assim a área estudada possui uma densidade de *0,246 km/km²*.

Os valores menores que 7,5 km/km² apresentam baixa densidade de drenagem. Valores entre 7,5 e 10,0 km/km² apresentam média densidade. Desta forma drenagem da Bacia do Médio Sucuriú caracteriza-se como baixa densidade (CHRISTOFOLETTI, 1969).

A Bacia do Baixo Sucuriú é caracterizada em relação ao escoamento fluvial como exorreica, pois, possui drenagem hierarquizada dirigida até o mar (Guerra & Cunha, 1998).

Os rios individuais também recebem classificações considerando o escoamento do curso da água, podemos atribuir a este, como sendo um rio conseqüente, pois seu curso foi determinado pela declividade da superfície formando um curso em direção a superfície rebaixada.

Na Bacia do Baixo Sucuriú a Hierarquia fluvial foi classificada conforme Horton apud Christofolletti (1980), como de *5ª ordem*, por receber um afluente de 4ª ordem. Além disso, foi analisado o coeficiente de compacidade, que é a relação entre o perímetro da Bacia (231 km) e a área da Bacia já citado acima. Sendo assim a área estudada possui um coeficiente de compacidade de *0,0905 km* (Tabela 12). Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho, quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade (JORGE e UEHARA, 1998).

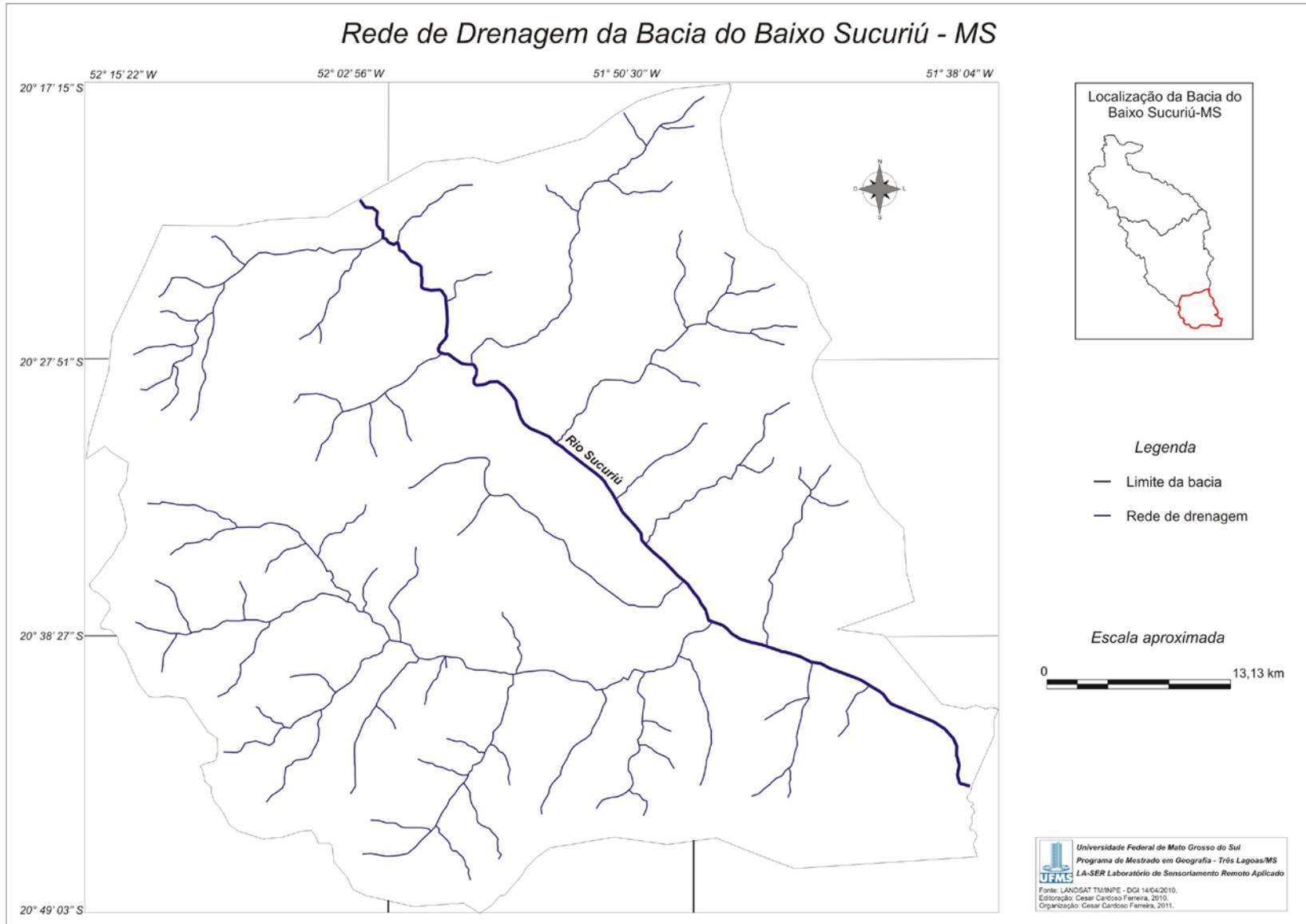


Figura 49: Rede de drenagem da Bacia do Médio Sucuriú/MS.

Tabela 12: Parâmetros morfométricos da Bacia do Baixo Sucuriú.

Parâmetro	Valor e Unidades
Área	2.552 km ²
Perímetro	231 km
Comprimento do canal principal	66,72 km
Comprimento total da drenagem	628,68 km
Altitude Máxima	456 m
Altitude Mínima	230 m
Ordem	5 ^a
Densidade de drenagem	0,246 km/km ²
Densidade hidrográfica	0,028 canal/km ²
Coefficiente de compacidade	0,0905 km

Fonte: SRTM, 2000. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Com base na disposição em relação à altitude e amplitude, o rio principal da Bacia do Baixo Sucuriú pode ser caracterizado como *conseqüente*, pois, o curso é determinado pela declividade do terreno, coincidindo com o mergulho das camadas geológicas.

Além das características apresentadas acima, na BHBS em parte os afluentes do canal principal apresentaram processo de assoreamento, devido principalmente a falta de mata ciliar, ao processo de pisoteio do gado e ao carreamento de solos para as áreas baixas ocorridos na rodovia estaduais MS 320 (Fotos 9 e 10).



Foto 9: Rodovia MS 320.



Foto 10: Ausência de mata ciliar e turbidez da água.
Fonte: Gonçalves, 2008.

Para melhores condições de análise das feições morfológicas da área, foi elaborado o modelo digital do terreno tridimensional da Bacia do Baixo Sucuriú (Figura 50).

Modelo Tridimensional da Bacia do Baixo Sucuriú - MS

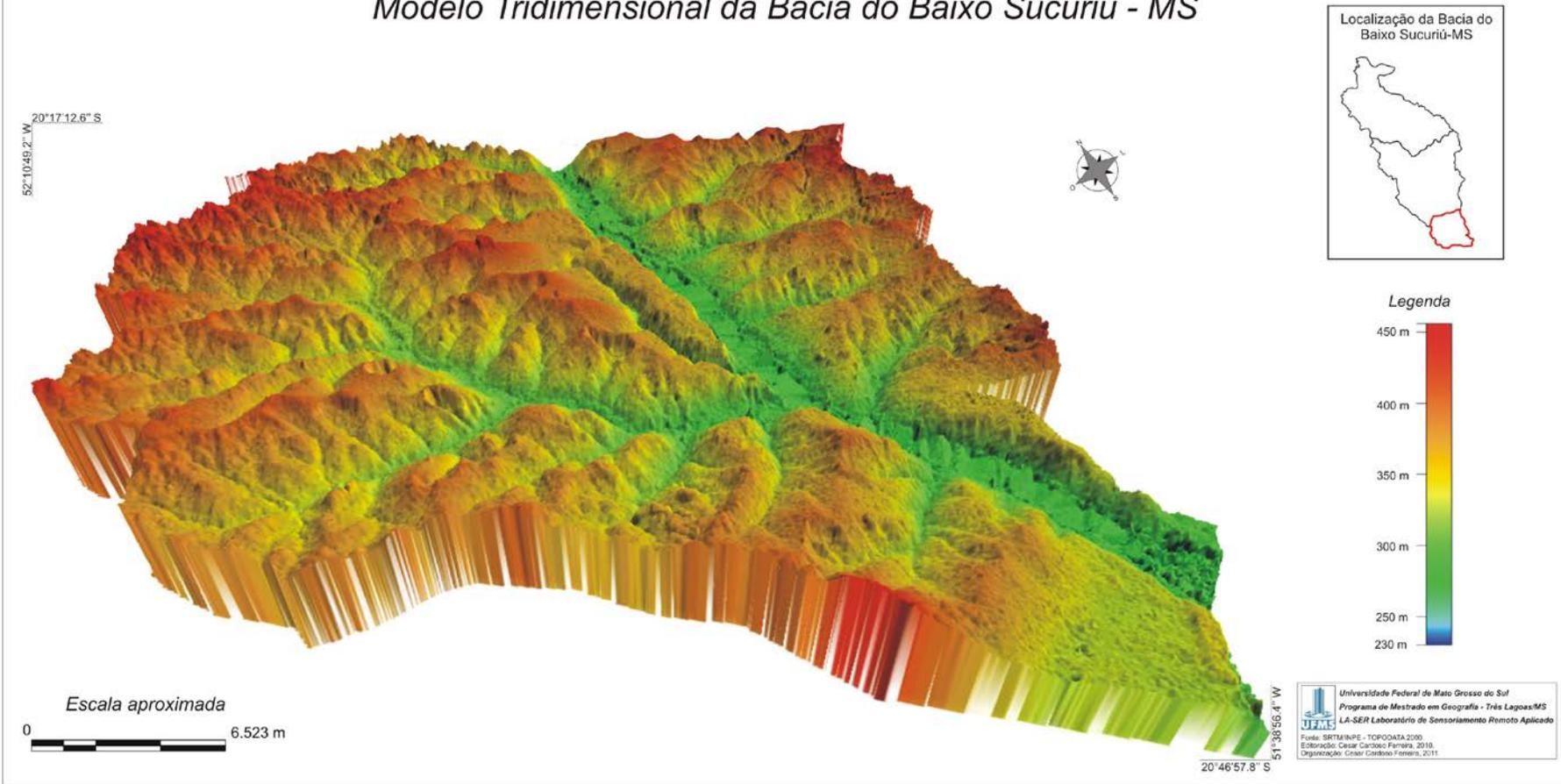


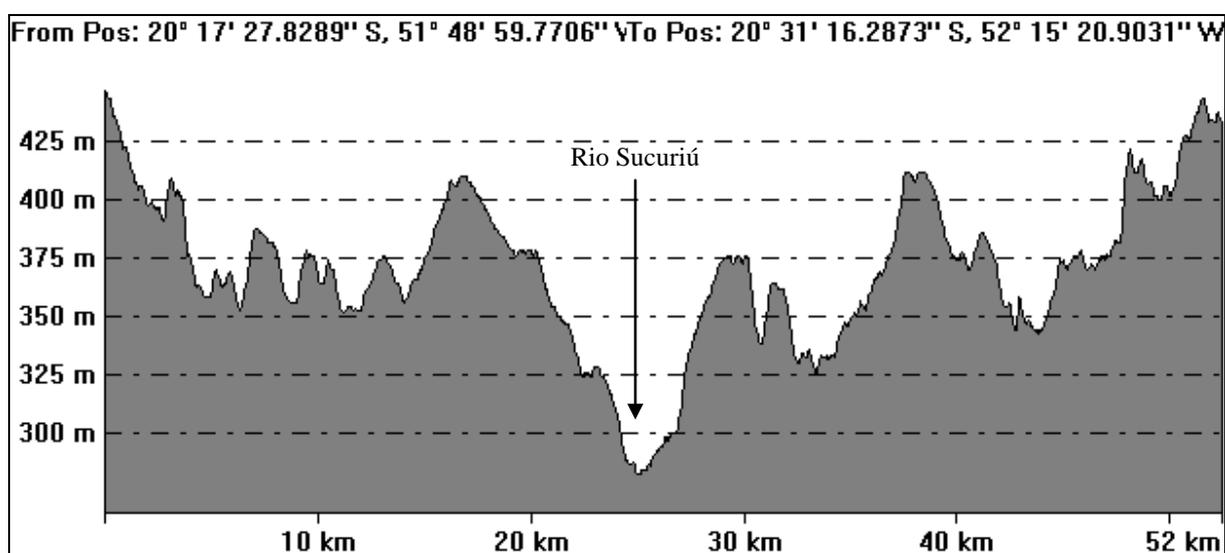
Figura 50: Modelo tridimensional da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.

4.4.6 Análise da Hipsometria da Bacia do Médio Sucuriú

O relevo da Bacia do Baixo Sucuriú é representado pela hipsometria por meio de curvas de nível, no caso essas curvas (linhas) foram geradas a partir de imagens de radar (SRTM), distribuídas espacialmente com equidistância de 30m (Figura 51).

O gráfico 20 representa o perfil transversal traçado próximo ao alto curso da Bacia do Baixo Sucuriú, abrangendo uma distância de 434m. Neste perfil a altimetria variou de 444 a 282m (Imagem SRTM), apresentando uma amplitude de 162m (Figura 52).

Gráfico 20: Perfil transversal próximo ao alto curso da Bacia do baixo Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

Com base na amplitude, o perfil transversal traçado acima a Bacia do Baixo Sucuriú apresenta uma classificação de forma de relevo como um *Morro suavemente ondulado* (MOREIRA & NETO, 1998).

O gráfico 21, representa o perfil transversal traçado próximo ao baixo curso hidrográfico da Bacia do Baixo Sucuriú com uma distância de 352m. Neste perfil a altimetria variou de 428 a 278 m, apresentando uma amplitude de 150 m.

Com uma amplitude de 167m do perfil transversal traçado próximo ao alto curso da Bacia do Baixo Sucuriú, classifica a forma do relevo como um *Morro Suavemente Ondulado*. (MOREIRA & NETO, 1998).

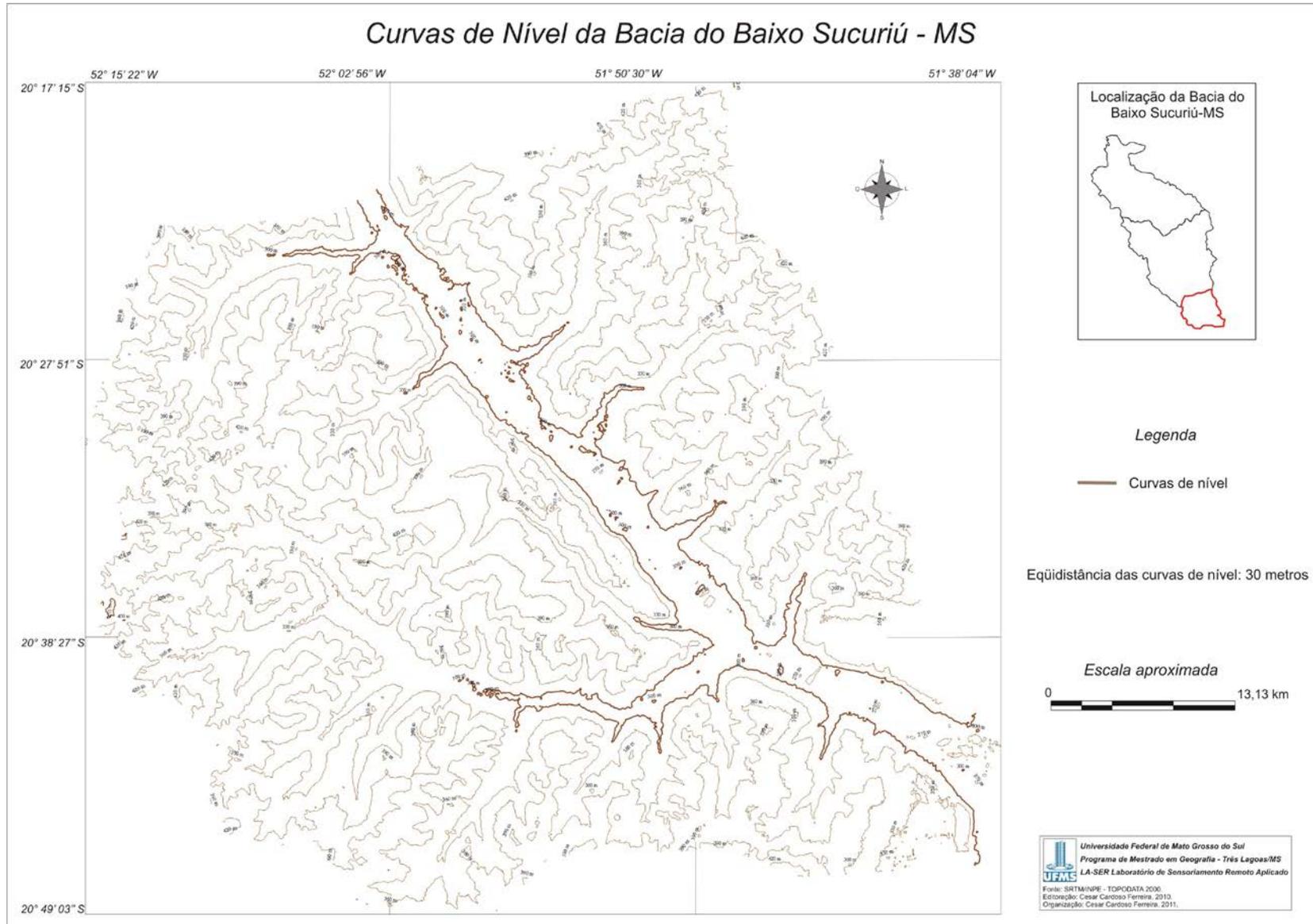
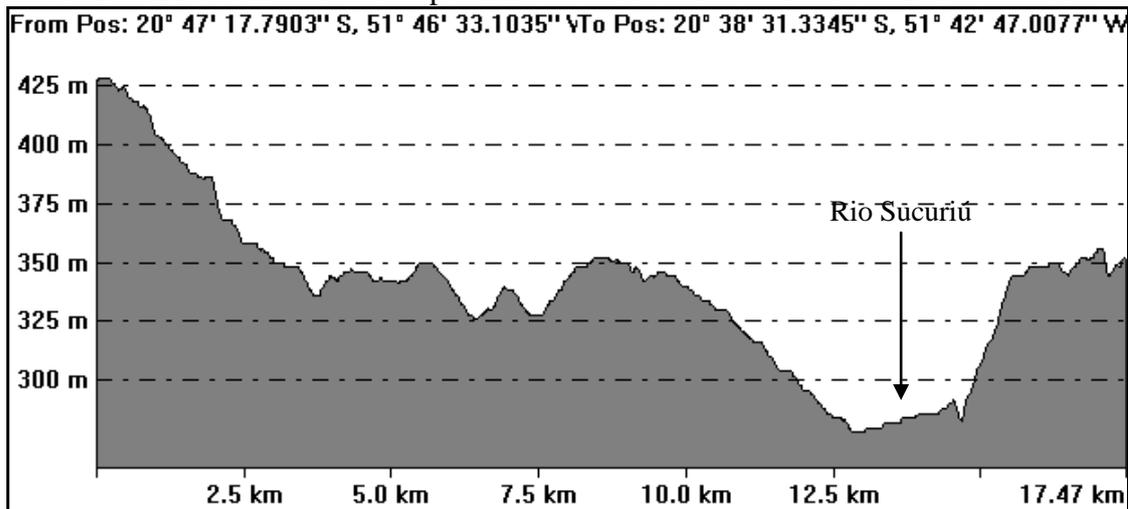


Figura 51: Curvas de nível da Bacia do Médio Sucuriú/MS

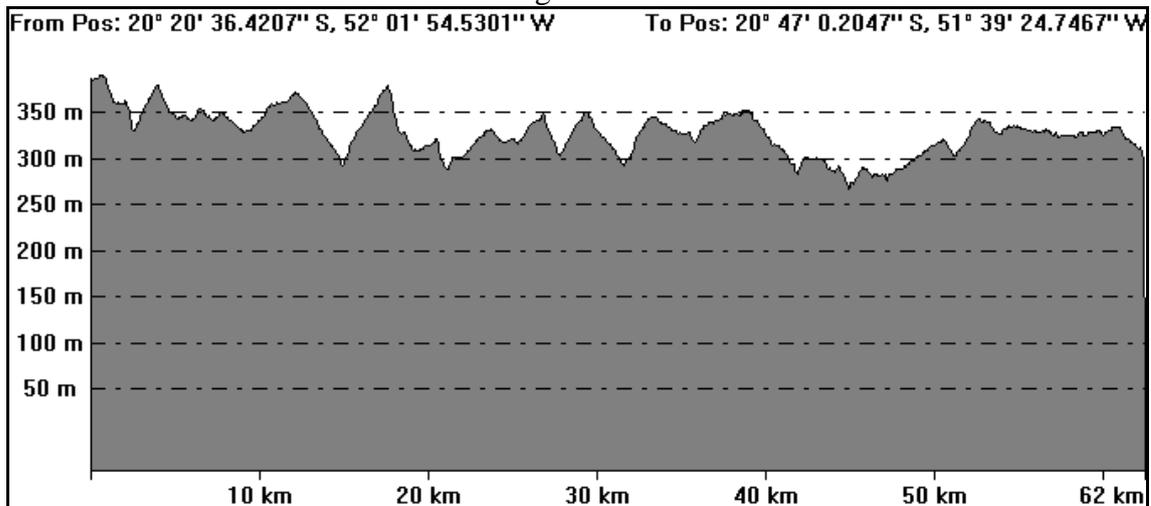
Gráfico 21: Perfil transversal próximo ao baixo curso da Bacia do Baixo Sucuriú.



Fonte: SRTM,2000 Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

O gráfico 22 representa o perfil longitudinal, ou seja, a relação entre a altimetria ao norte da BHBS até a foz do Rio Sucuriú.

Gráfico 22: Perfil Longitudinal na Bacia do Baixo Sucuriú.



Fonte: SRTM, 2000. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

O comprimento do perfil longitudinal da Bacia do Baixo Sucuriú é de aproximadamente 61,35 km com uma altimetria variando de 280m no baixo curso à 386m no seu alto curso, portanto com uma amplitude de 106m. De acordo com Moreira & Neto (1998) tal perfil longitudinal traçado no curso principal na Bacia do Baixo Sucuriú é classificado com base na amplitude, a forma de relevo de *Colina dissecada*. Nesta etapa a confecção e realização dos perfis acima, foi feito por meio do modelo numérico de terreno (MNT) da BHBS (Figura 51).

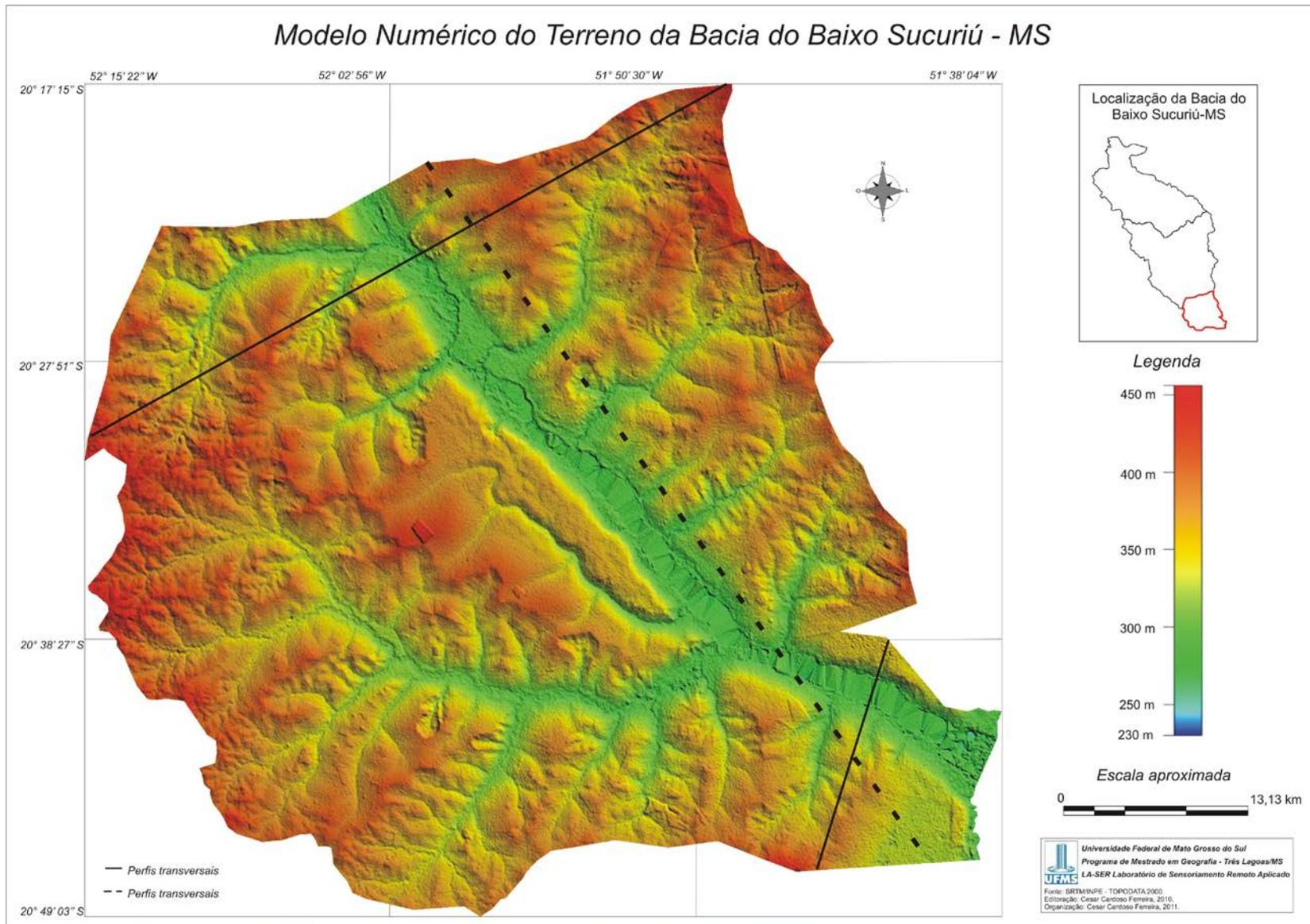


Figura 52: Modelo numérico de terreno da Bacia do Baixo Sucuriú/MS.

4.4.7 Ecodinâmica dos Meios da Bacia do Baixo Sucuriú.

A Bacia do Baixo Sucuriú apresenta duas classes geológicas de alto grau de vulnerabilidade como: Adamantina e Santo Anastácio, que somadas totalizam 84,03% da área total. Essas classes estão localizadas em quase toda a BHBS, menos nas áreas próximas as margens do rio Sucuriú.

A geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú (BHBS) é representada quase que totalmente pela forma Divisores Tabulares com 98,7% da área total da BHBS. Essa forma é classificada conforme seu grau de vulnerabilidade como Moderadamente Instável. Com menor representatividade as classes Modelado de acumulação fluvial e Modelado de acumulação de Inundação somam 1,61% da área total da bacia.

São encontrados na Bacia do Baixo Sucuriú quatro tipos de solo: Latossolo vermelho escuro, Podzólico vermelho escuro, Areias Quartzozas e Planossolo. Os latossolos vermelho escuro ter maior representatividade com 89,69% da área total da BHBS. Esse solo apresenta boa coesão e baixa vulnerabilidade.

A Vegetação da BHBS foi classificada conforme sua densidade caracterizada por quatro classes: Alta densidade, Média densidade, Baixa densidade e Muito baixa densidade. Constatou-se que, 38% da área total da BHBS é caracterizada de vegetação com densidade Média, 29% de Alta densidade, 24% de Baixa densidade e 9% de Muito Baixa densidade.

A precipitação na BHBS foi caracterizada pelo cálculo da precipitação total média anual no período de 1984 a 2006, pelos dados da Estação Inocência com o resultado de 1.564,26 mm e na estação de Porto Velho com resultado de 1.410,26 mm. Caracterizando a vulnerabilidade como Intergrade e Intável.

Tabela 13: Vulnerabilidade das classes fisiográficas da BHBS.

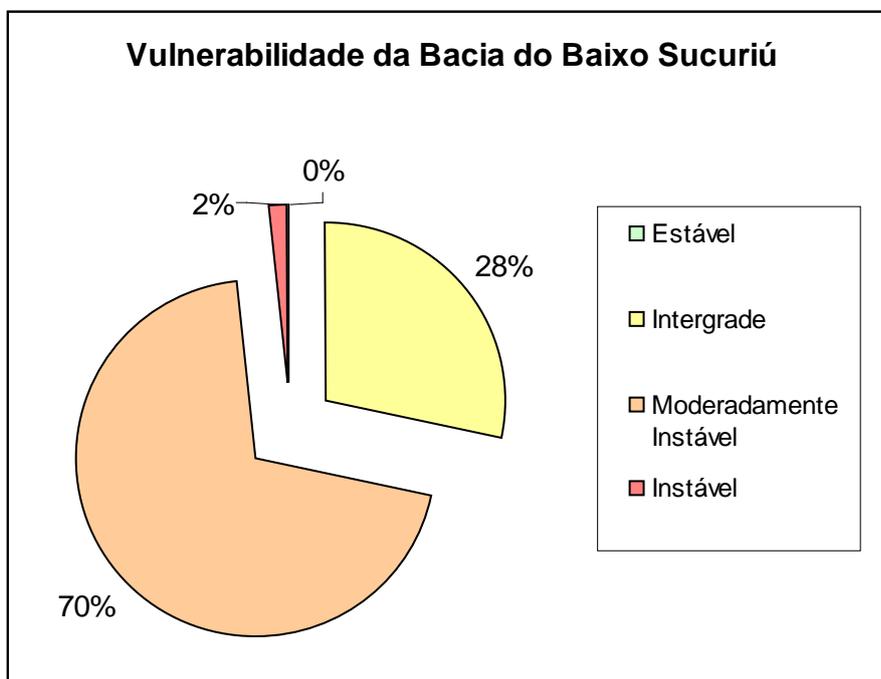
Região	Geologia	Situação	Geomorfologia	Situação	Pedologia	Situação	Vegetação	Situação	Clima	Situação
Baixo Sucuriú	Serra Geral	2,5	Modelado de Acumulação Inundação	2,5	Latossolo Vermelho Escuro	1	Alta densidade	1	Úmido Sub Úmido	2
	Santo Anastácio	3	Divisores Tabulares	2,5	Areias Quartzozas	3	Média densidade	2	Sub Úmido	1
	Adamantina	3	Modelado de Acumulação Fluvial	2,5	Podzólico Vermelho Escuro	2	Baixa densidade	2,5		
					Planossolo	2	Muito Baixa densidade	3		

Fonte: AMR-MS 1990. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

A Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú apresentou uma Vulnerabilidade Ambiental em sua maior parte com aproximadamente 70% da área classificada como Moderadamente instável, 28% como Intergrade, 2% como Instável e a classe estável não foi quantificada, isso deve-se ao polígonos de valores até 1 não cruzarem entre si.

Desta forma, podemos afirmar que, com a sistematização dos dados acima consideramos que, a Bacia do Baixo Sucuriú encontra-se em sua maior parte com aproximadamente 98% em estado de Moderadamente Instável e Instável (Gráfico 23).

Gráfico 23: Estatística da Vulnerabilidade Ambiental da BHBS



Fonte: Landsat TM 2010, AMR-MS 1990, Tricat 1977. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

As áreas Instáveis concentraram-se no norte da BHBS como duas manchas, isso se deve ao fato de que nessas áreas encontram-se areias quartzosas (neossolo quartzarenico) de fácil desagregação e deslocamento. As áreas intergrades concentraram-se em parte nas margens do Rio Sucuriú, e nas áreas de silviculturas, pois essa cultura apresenta de alta a média densidade vegetativa (Figura 52).

As áreas Moderadamente Instáveis são encontradas espalhada em toda a BHMS. Nessas áreas a geomorfologia é classificada com os Divisores Tabulares, relevo que representa amplitude com grau de vulnerabilidade, pois apresenta-se via de regra, plano nos

interflúvios e dissecado nas áreas mais próximas aos rios, configurando estreitos divisores tabulares que se adaptam às cabeceiras de seus afluentes da drenagem principal, com desníveis de 50 a 80m entre os topos planos e as áreas dissecadas. Outro fator importante que colaborou para que a classe moderadamente instável esteja bem distribuída espacialmente está relacionado às classes fisiográficas estarem em sua maioria nessa classificação de vulnerabilidade ambiental (Figura 53).

Desta forma, sugere-se uma atenção maior nessa área da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, tendo em vista, que esse estado de vulnerabilidade torna o ambiental susceptível a alterações ambientais.

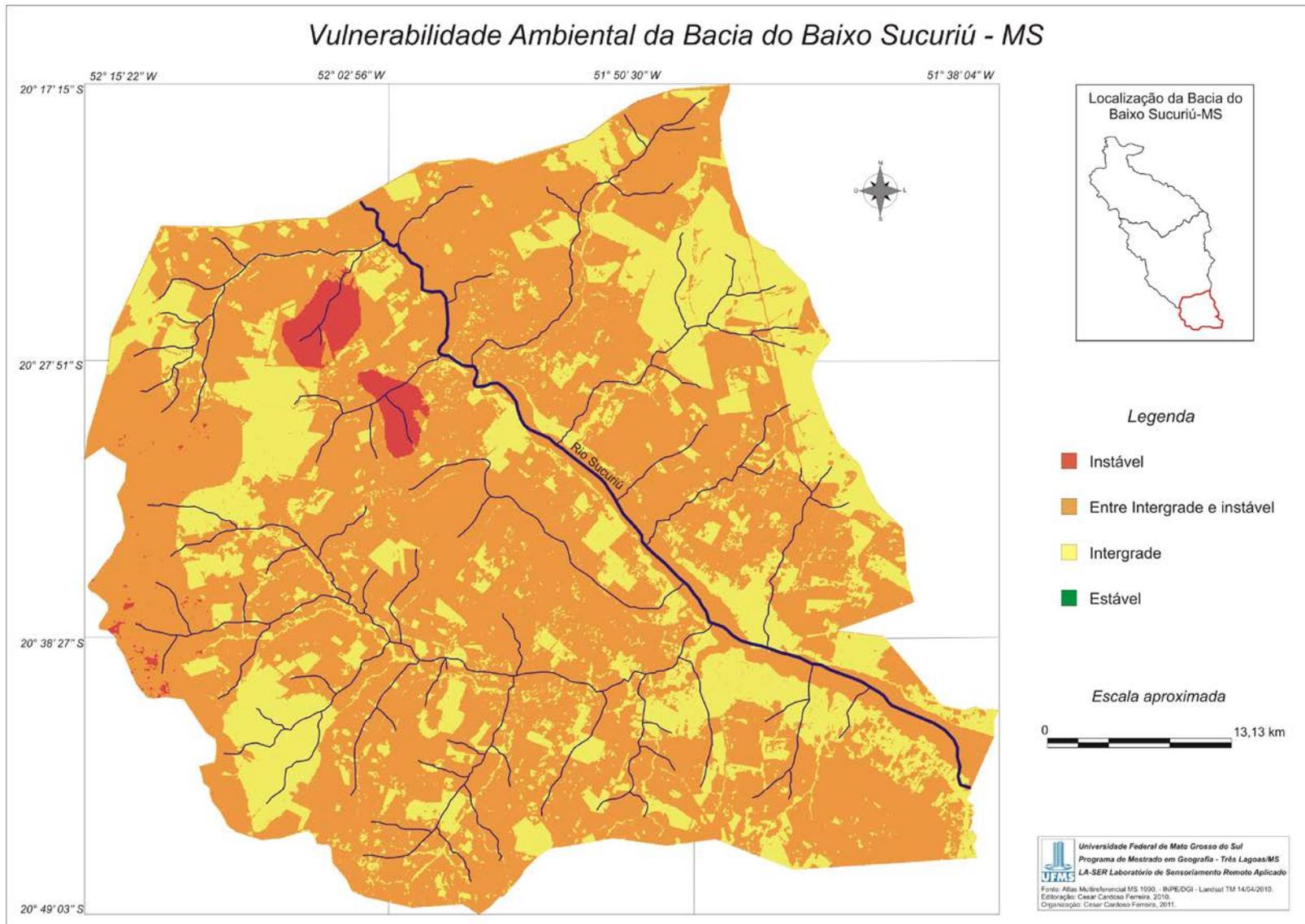


Figura 53: Vulnerabilidade Ambiental da Bacia do Baixo Sucuriú.

4.4.8 Mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia do Baixo Sucuriú

O produto desta etapa baseou-se no processamento, interpretação das imagens LANDSAT 5 TM da Bacia hidrográfica do Baixo Sucuriú (BHBS) e das saídas de campo, onde, foram definidas cinco classes temáticas: culturas temporárias, culturas permanentes, água e mata. Em um primeiro momento interpretou-se a imagem orbital visualmente, onde, apresentou-se coloração verde claro de textura lisa considerou-se culturas temporárias ou permanente conforme as análises in loco, as cores rosas claro esverdeado e marrom avermelhado de textura lisa entendeu-se como culturas permanentes, cores azuis de textura lisa escuros entendeu-se como corpos aquáticos continentais e cores verde texturas rugosas interpretou-se como mata (Figura 54).

Na BHBS ficou claro a influencia da represa da Usina Hidrelétrica Eng. Souza Dias no rio Sucuriú, inundando a região de sua foz. Além disso, na BHBS foi encontrada presença de nuvens, neste caso não foi realizado nenhum tipo de processamento para eliminar as nuvens encontradas, porém foram realizadas saídas in loco para a definição de qual uso e ocupação que ocorria nos alvos caracterizados como nuvens.

Próximo à foz do rio Sucuriú ao lado da margem direita, encontra-se parte do perímetro urbano do Município de Três Lagoas caracterizado pela coloração rosa claro e azul acinzentado com textura rugosa e forma irregular.

As descrição e interpretação dos objetos nas imagens TM foi baseada no método proposto por Florenzano (2002) em “imagens de satélite para estudos ambientais” por meio da chave de interpretação e posteriormente foram processados em ambiente de SIG.

De acordo com Piroli (2002),

“para o manuseio e análise dos dados provenientes de sensores remotos, os aplicativos mais usados atualmente são os de processamento digital de imagens e os denominados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Estes aplicativos são capazes de armazenar, analisar e localizar espacialmente dados de um fenômeno. Além disso, permitem o manuseio e a saída de dados já analisados e tratados”

Na Bacia do Baixo Sucuriú predomina a classe culturas permanentes representada em sua maior parte pela pastagem com 61,38% da área (Foto 9 e 10), em seguida a classe Mata com 26,34 da área total.

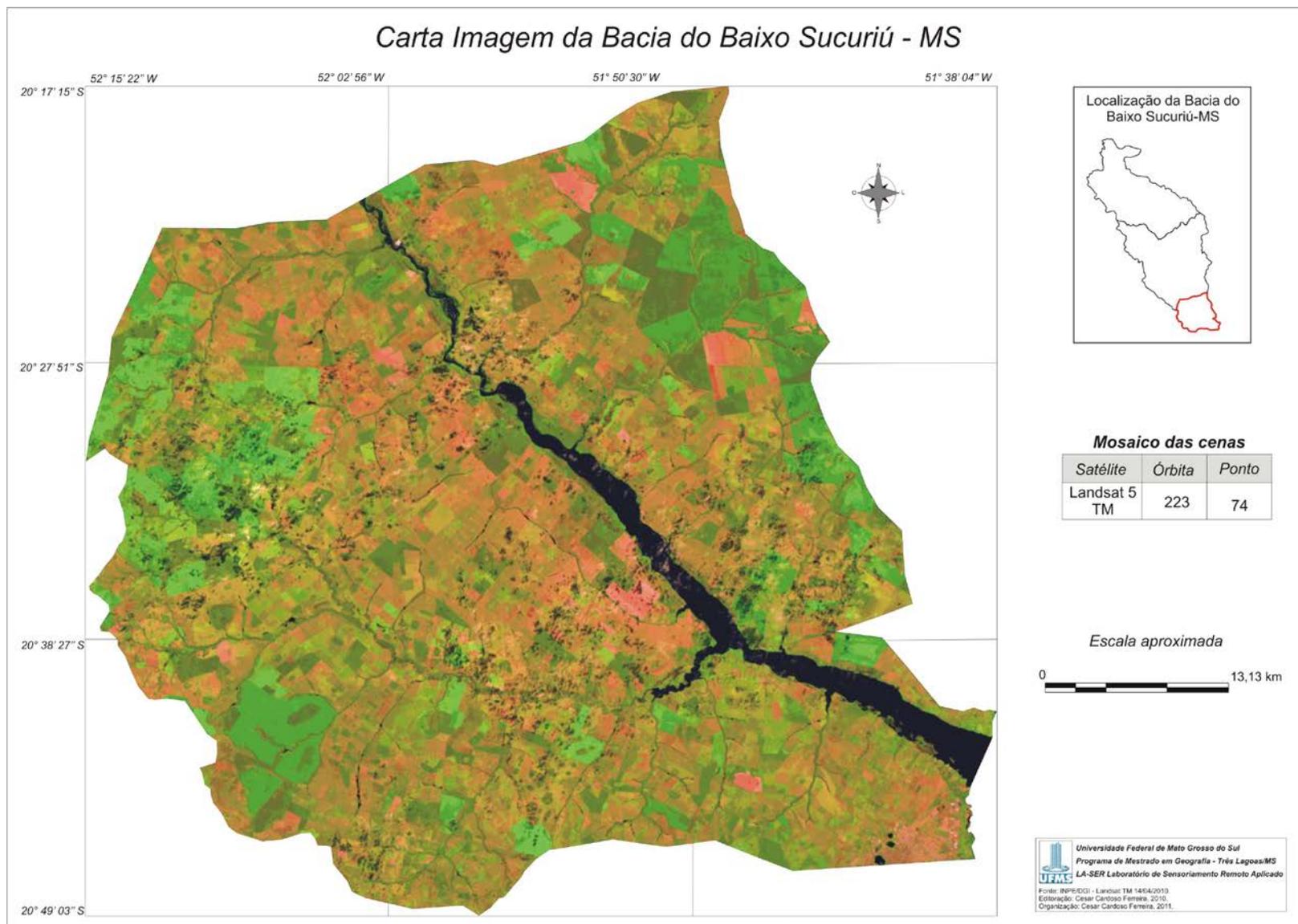


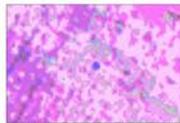
Figura 54: Carta imagem LANDSAT TM da Bacia do Baixo Sucuriú

Chave de interpretação da BHBS

Classe - Urbano



B3r-B4g-B5b



B3r-B4g-B5b (equalizado)

Textura:
- Rugosa

Forma:
- Irregular

Tonalidade:
- Vermelho escuro
- Rosa claro



Área construída - Urbanizada

- Ruas
- Casas
- Edificações

Classe - Culturas permanentes



B3r-B4g-B5b



B3r-B4g-B5b (equalizado)

Textura:
- Lisa
- Lisa média (pasto)

Forma:
- Regular

Tonalidade:
- Verde escuro+marrom
- Verde claro+rosa



Área cultivada - permanente

- Eucalipto
- Pastagem

Classe - Culturas temporárias



B3r-B4g-B5b



B3r-B4g-B5b (equalizado)

Textura:
- Lisa/média

Forma:
- Regular

Tonalidade:
- vermelho+marrom
(entre safra)
- rosa acizentado (entre safra)



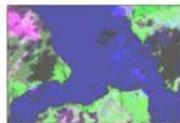
Área cultivada - Temporária

- Cana-de-açúcar

Classe - Água



B3r-B4g-B5b



B3r-B4g-B5b (equalizado)

Textura:
- Lisa

Forma:
- Irregular

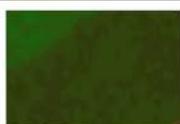
Tonalidade:
- Azul escuro
- Azul claro



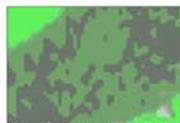
Corpos d' água - Continentais

- Rios
- Represas
- Lagos

Classe - Mata



B3r-B4g-B5b



B3r-B4g-B5b (equalizado)

Textura:
- Rugosa

Forma:
- Irregular

Tonalidade:
- Verde escuro
- Verde claro



Área vegetada - vegetação natural

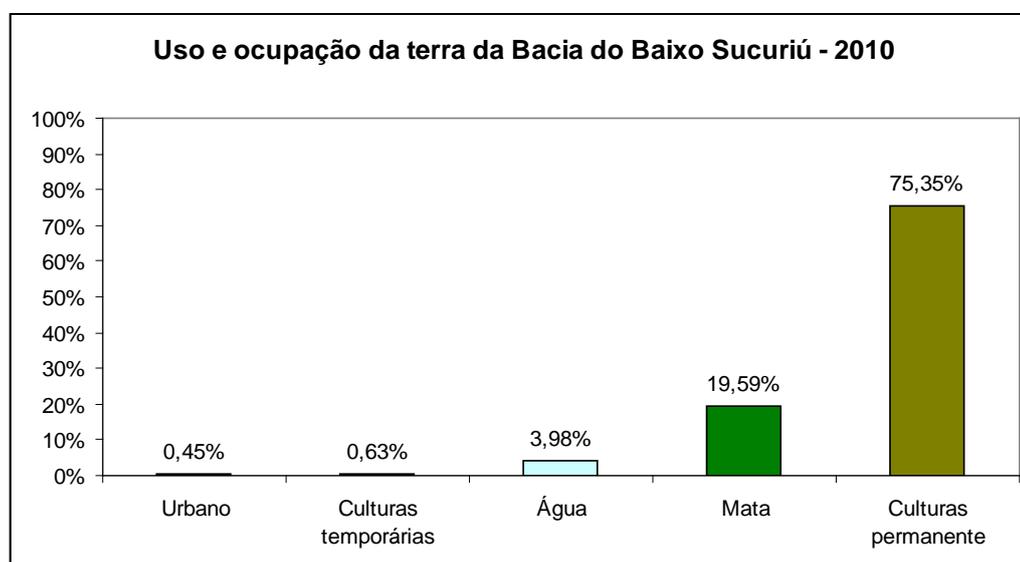
- Cerrado
- Matas ciliares
- Campo sujo

Org. Cesar Cardoso Ferreira, 2010.

Figura 55: Chave de interpretação da Bacia do Baixo Sucuriú. Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

Com maior representatividade, cerca de 75,35% da área total da Bacia do Baixo Sucuriú, a classe cultura permanente é representada principalmente por pastagem e eucalipto. Em seguida a classe mata é mapeada e quantificada devida principalmente às mata ciliares, e reservas legais. A classe água foi visivelmente interpretada principalmente no rio Sucuriú, isso deve-se ao representado do rio Paraná próximos a foz do rio Sucuriú. As culturas temporárias são representadas principalmente pela cana-de-açúcar com cerca de 0,63% da área total da BHRS. Por fim com menor representatividade a classe urbano foi representada por parte do perímetro urbano do município de Três Lagoas (Gráfico 24).

Gráfico 24: Porcentagens do uso e ocupação da terra da Bacia do Baixo Sucuriú – 2010



Fonte: Landsat TM, 2010. **Org.:** Cesar Cardoso Ferreira.

No mapeamento de uso e ocupação da terra no ano de 2010 da Bacia do Baixo Sucuriú, pode-se observar nitidamente a predominância do uso da terra como cultura permanente, no caso pastagem e eucalipto. Essa classe é distribuída em toda área da BHBS.

É importante ressaltar que, a pastagem é um tipo de uso e ocupação já praticado a alguns anos no município de Três Lagoas como foi observado em imagens orbitais da década de 80. Já o eucalipto é crescente na região do município de Três Lagoas, isso deve-se a instalação e operação da fábrica de papel *International Paper*.

A classe mata encontra-se distribuída nas margens dos rios e córregos além das reservas legais da Bacia do baixo Sucuriú. A classe mata é caracterizada por vegetação como cerrado, mata ciliar e campo sujo. A água apresenta-se em sua maior parte no curso principal

no caso o rio Sucuriú, isso se deve a largura do rio em função do reservatório da Usina Hidrelétrica Eng. Souza Dias (Figura 56).

Com a inundação da foz do rio Sucuriú, ficou propício nesse ambiente a criação de áreas de lazer como, por exemplo: ranchos e pousadas. Segundo a Resolução nº 302 (CONAMA, 2002), constitui Áreas de Preservação Permanente (APP), no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de: I - 30m para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e, 100m para áreas rurais.

Em alguns pontos notou-se que a legislação não está sendo cumprida, com edificações nas áreas de APP. Outro fenômeno que ocorre na área de inundação do reservatório são os desmoronamentos nas margens pela ação das ondas formadas pela ação conjunta de vento e água. Esta ação foi notada nas margens no baixo curso do rio Sucuriú (Fotos 11 e 12). O embate das águas (fluxo e refluxo) nas margens provoca a desagregação de material, permanecendo este suspenso, ocorrendo a sua deposição ao longo do curso de água, segundo (SAKAMOTO *et al* 2010).



Foto 11: Desbarracamento.
Fonte: Sakamoto *et al*, 2010.



Foto 12: Desbarracamento e assoreamento.
Fonte: Sakamoto *et al*, 2010.

Por fim, a classe culturas temporárias encontra-se bem distribuída em toda a BHBS e a classe urbana encontra-se ao sul da Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú.

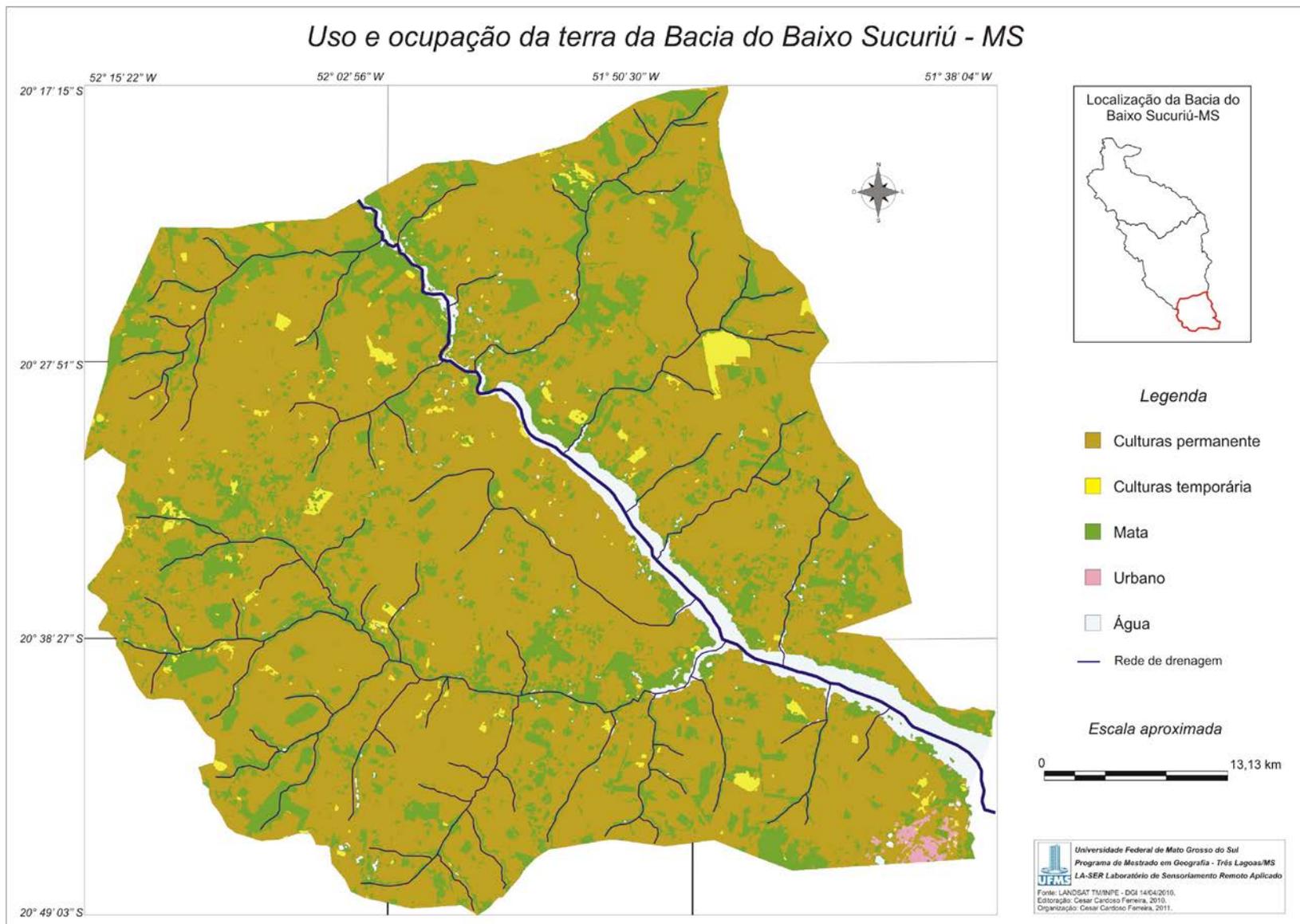


Figura 56: Uso e ocupação da terra na Bacia do Baixo Sucuriú, 2010.

**C
A
P
Í
T
U
L
O

V**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DISCUSSÕES

A Bacia Hidrográfica do rio Sucuriú (BHRS) é uma região com características agropastoris, porém há um grande esforço para diversificar sua economia. Neste sentido, alguns setores têm adquirido características promissoras, entre as quais indústria oleo-cerâmica, derivados de leite, têxtil, frigorífica e a indústria de produtos e subprodutos oriundos da silvicultura. A agricultura nunca foi dinâmica e forte, ao contrário, sempre ocupou papel tímido na produção agrícola estadual. Isso se explica pela aptidão dos solos mais favoráveis a pecuária de corte e leite e a silvicultura (MMA-SRHAU, 2008).

As áreas de interflúvios, onde ocorrem os Latossolos, após a implantação das pastagens mantém-se intergrade, tanto pelo relevo suavizado como pela baixa susceptibilidade do solo e da razoável proteção oferecida pelas pastagens. As áreas dissecadas onde ocorrem os Argissolos, muitas vezes associados a solos rasos como os Neossolos, constituem áreas mais problemáticas com fortes riscos de susceptibilidade a erosão, tanto na superfície como em profundidade, devido à instabilidade natural da área, fato que decorre das características do material geológico (arenitos), do relevo (com vertentes apresentando dinâmica hídrica superficial e subsuperficial) e do solo (com formação de areias finas, de fácil deslocamento e transporte) (MMA-SRHAU, 2008).

A BHRS é uma Região que tem características econômicas próprias, devido a sua estreita ligação e proximidade com os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás, no qual verifica-se que sua produção é quase que totalmente exportada para esses Estados, e, do mesmo modo, a região importa, basicamente de São Paulo, as máquinas, equipamentos, peças, remédios, produtos veterinários, adubos, herbicidas e outros produtos industriais de que necessita (MMA-SRHAU, 2008).

Algumas ações já têm sido desenvolvidas no sentido de implementar projetos de desenvolvimento ou obras de infra-estrutura fundamentais para o desenvolvimento e a integração da área a economia do Estado e do Centro-Sul do País, incluindo: Gasoduto Bolívia-Brasil; Ferronorte; Hidrovia Tietê-Paraná; UHE de Porto Primavera e duplicação da SP-300, que liga Três Lagoas na malha rodoviária duplicada do Estado de São Paulo (MMA-SRHAU, 2008).

Na Bacia do Alto Sucuriú ficou evidente a presença em maior porcentagem das culturas permanentes representadas por pastagem e eucalipto. Nesse caso recomendam-se as práticas conservacionistas dos solos, pois o pisoteio do gado e rebaixar a quantidade de água do lençol freático podem causar graves alterações no meio como: assoreamento, erosões e em alguns casos desertificação do solo principalmente na porção oeste da Bacia, predominada por solos arenosos.

Entende-se como pastagem permanente terras ocupadas com forrageiras herbáceas semeadas ou espontâneas, por um período igual ou superior a cinco anos.

Na região leste da Bacia do Alto Sucuriú, percebeu-se a concentração de culturas temporárias numa região de relevos planos. Nesse caso é importante que a manutenção das curvas de nível sejam realizadas.

A classe mata é evidente na Bacia do Alto Sucuriú, devido a ações públicas de conservação e preservação do meio ambiente. Essas ações são representadas principalmente por Parques e Áreas de Proteção Ambiental (APA). Essa classe representa quase 30% da área total da Bacia do Alto Sucuriú. Recomenda-se que essas áreas já delimitadas como Parques e APA tenham sua devida manutenção e que novas áreas de proteção e conservação sejam criadas conforme sua necessidade.

Outro aspecto importante na Bacia do Alto Sucuriú, esta relacionada com as culturas temporárias, no caso a cana-de-açúcar. Com a produção desse cultivo, novas usinas para o processamento dessa matéria prima serão locada nessa região. Recomenda-se que, sejam realizados trabalhos no sentido de zonedar áreas propícias para essa produção e regulamentar a criação de Usinas, tendo em vista proteção dos recursos naturais principalmente os recursos hídricos.

Entende-se que, mesmo com áreas de neossolos com formações geológicas como Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, classificadas como meios instáveis, a Bacia do Alto Sucuriú em alguns pontos apresenta-se conservada devido principalmente à criação e manutenção de áreas de preservação.

Na região das 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 com o Estado de Goiás. A Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú nessa região de nascentes é separada por uma via não pavimentada, ou seja, o aterro dessa via tornou-se o divisor de

águas entre o Rio Sucuriú no estado de Mato Grosso do Sul e o Rio Amarelo no Estado de Goiás. Outro fator importante nessa região é o uso e ocupação da terra, onde, os cultivos próximos às nascentes são: cana-de-açúcar, sorgo e algodão. Além da vegetação típica de várzea ao logo da rede de drenagem, ao norte das nascentes encontra-se o Parque Nacional das Emas.

Na Bacia do Médio Sucuriú o uso e ocupação da terra predominante são com cultura permanente, no caso dessa região caracterizada como pastagem e com maior representatividade em relação à Bacia do Alto Sucuriú, o eucalipto. Nesta região os problemas relacionados ao assoreamento e erosão são mais evidentes, isso se deve ao uso e ocupação com poucas práticas conservacionistas, além da presença expressiva de neossolo quartzarenico com quase metade da área total da Bacia.

O uso intensivo da pastagem sem práticas conservacionista em meios “entre intergrade e instáveis” que somados resultam em 71% da Bacia do Médio Sucuriú, desta forma, entende-se que nessa região necessita de planos e práticas voltadas para o planejamento ambiental dessa área.

As culturas temporárias estão divididas por toda a Bacia do Médio Sucuriú, tendo como principal cultivo a cana-de-açúcar.

Outro fator importante nessa região do médio Sucuriú localiza-se no extremo noroeste, onde apresenta solos arenosos em topografia acentuada. Essas áreas são propícias a ocorrência de degradações ambientais de acordo com seu uso, no caso culturas permanentes (pastagens degradadas). No extremo nordeste também apresenta altitudes elevadas, mas possui solos Podzolicos vermelho escuro e sua ocupação é caracterizada por vegetação tipo cerrado.

A classe mata é predominante ao longo das redes de drenagem, caracterizando como fator positivo para o planejamento da área, porém a ocorrência de assoreamento e erosão faz com que esse fator positivo seja ineficaz se tratado de maneira não integrada.

Em relação à drenagem, esta região possui baixa densidade, porém bem distribuída espacialmente, fazendo com que, todos os ocupantes da área tenha acesso a esse recurso. Espera-se que, os recursos hídricos sejam preservados e conservados, além da aplicação da legislação ambiental.

Recomenda-se também, que cobrança pelo uso da água seja no alto, médio e baixo curso do Rio Sucuriú, e que o valor arrecadado seja revertido em ações e práticas conservacionistas na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Na Bacia do Baixo Sucuriú (BHBS), predominou o uso de culturas temporárias representado pela pastagem e eucalipto. Ficou evidente nessa área o aumento da implantação de silviculturas para atender a demanda principalmente da fábrica de papel instalada há 2 anos no município de Três Lagoas.

Outra característica importante nessa área (BHBS), esta relacionada à drenagem, pois devido ao represamento do rio Paraná em função da Usina Hidrelétrica Eng. Souza Dias a foz do rio Sucuriú foi inundada proporcionando áreas de lazer. Porém, essas áreas apresentam instabilidade em função dessa nova dinâmica hídrica, pois o processo de assoreamento e solopamento causam desmoronamento nas margens do rio Sucuriú, o que ficou evidente nas saídas *in loco*.

A vegetação está bem distribuída ao longo das margens dos principais afluentes do rio Sucuriú. Porém foi constatado em alguns córregos como: Tapéra, Arapuá, Pinto, Água Tirada, Dom Thomas e Américo a falta de mata ciliar causando o assoreamento desses cursos d'água.

A vulnerabilidade da BHBS tem maior representatividade nas áreas moderadamente instáveis. Tal classe é caracterizada principalmente pela pastagem degradada (baixa densidade vegetativa) e pela unidade de divisores tabulares. Os meios instáveis são caracterizados por duas manchas ao norte de neossolos quartzarênicos além de outros aspectos como vegetação e geologia (Santo Anastácio). As áreas intergrade têm como principal fato a vegetação (alta densidade) representada pelas APPs e pela silviculturas.

Por esses aspectos é necessária que na BHBS, em áreas de pastagens degradadas, seja aplicada à recuperação direta, com práticas mecânicas e químicas com intuito de revigorar as plantas forrageiras sem substituir as espécies existentes. As práticas agrícolas estão voltadas exclusivamente para a rápida recuperação da capacidade produtiva (MACEDO, 2001).

Em relação aos neossolos recomenda-se o uso de adubação química e orgânica, calagem, pastagem com braquiária e estilante e manejo das pastagens. As áreas de neossolos que ocorrem junto aos mananciais devem ser obrigatoriamente isoladas e mantidas para a preservação dos recursos hídricos, da flora e da fauna. O reflorestamento de áreas degradadas, sem finalidade comercial, é uma opção recomendável onde a regeneração da

vegetação natural é lenta, entretanto, o reflorestamento comercial é uma alternativa para as áreas mais afastadas dos mananciais e da rede de drenagem (CNPTIA-EMBRAPA).

Nas Bacias do Alto, Médio e Baixo Sucuriú, predomina a classificação próxima à instabilidade (moderadamente instável) conforme a geologia, geomorfologia, pedologias, vegetação e clima.

Os meios classificados como Instáveis são: neossolos, Formação Caiuá, Formação Adamantina e Santo Anastácio. Com isso entende-se que, a vulnerabilidade das Bacias do Alto, Médio e Baixo Sucuriú está ligada a pedogênese. Além da vulnerabilidade a unidade geomofológica predominante foi a dos divisores tabulares nas três compartimentações (alto, médio e baixo) assim como a classe de uso e ocupação da terra “culturas permanentes”. A drenagem deve sua maior densidade no médio curso em função da sua área ser a maior em comparação com as outras compartimentações (baixo e alto) (Quadro 4).

Quadro 4: Variáveis das Bacias Hidrográficas do Alto, Médio e Baixo Sucuriú

Variáveis	Áreas	<i>Bacia Hidrográfica do Alto Sucuriú (BHAS)</i>	<i>Bacia Hidrográfica do Médio Sucuriú (BHMS)</i>	<i>Bacia Hidrográfica do Baixo Sucuriú (BHBS)</i>
Área		11.193 km ²	11.318 km ²	2.552 km ²
Perímetro		631,6 km	580,9 km	231 km
Predomínio Geológico		Caiuá	Caiuá	Santo Anastácio
Predomínio Geomorfológico		Divisores Tabulares	Divisores Tabulares	Divisores Tabulares
Predomínio Pedológico		Latossolo vermelho escuro	Areias Quartzosas	Latossolo vermelho escuro
Predomínio Climatológico		Úmido	Sub-Úmido	Sub-Úmido
Comprimento do canal principal		257,5 km	122,44 km	66,72 km
Comprimento total da drenagem		3.080,06 km	4.297,90 km	628,68 km
Altitude máxima		874 m	788 m	456 m
Altitude mínima		346 m	280 m	230 m
Ordem		7ª	6ª	5ª
Densidade de drenagem		0,275 km/km ²	0,379 km/km ²	0,246 km/km ²
Densidade Hidrográfica		0,051 canal/km ²	0,094 canal/km ²	0,028 canal/km ²
Classe vulnerável predominante		Moderadamente instável	Moderadamente instável	Moderadamente instável
Classe de uso predominante		Culturas Permanentes	Culturas Permanentes	Culturas Permanentes

Org.: Cesar Cardoso Ferreira.

Em termos gerais a pedogênese relaciona-se à classificação estável, pois segundo Tricart 1977, os meios instáveis são aqueles em que “a morfogênese é o elemento

predominante na dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao quais todos os outros elementos estão subordinados”.

De acordo com Dias (1998), com os estudos de Tricart relativos ao meio ambiente em relação a uma classificação das paisagens que expresse sua dinâmica evolutiva buscando no balanço morfogênese/pedogênese os fundamentos para a classificação dos meios ambientes, tendo a esculturação do relevo como parâmetro básico do sistema evolutivo, a movimentação ou perda de material sólido constitui-se no elemento principal para a classificação dos meios ambientes.

É importante frisar que o presente trabalho não teve por objetivo levantar e quantificar os problemas da área estudada, mas sim, de pesquisar fisiograficamente a área para geração de produtos e informações que podem auxiliar no planejamento da Bacia.

A aplicação da metodologia utilizada constituiu-se no processamento digital das imagens orbitais dos sensores passivos e ativos, apontando as características espectrais e espaciais, tendo em vista o comportamento dos alvos em cada sensor.

Além disso, o mapeamento da cobertura da terra é um instrumento que reúne importantes informações para os gestores de recursos hídricos e tomadores de decisão, que podem ser utilizadas no gerenciamento de bacias hidrográficas.

De acordo com Florenzano (2008), as principais características físicas das chuvas envolvidas nos processos erosivos são: a quantidade, a intensidade e a distribuição. Entende-se que a precipitação é o vetor de entrada de energia nos sistemas estudados. A maior média de *precipitação total média anual* localiza-se na BHBS, onde foram analisadas duas estações com valores de 1666,61 mm e 1705,80 mm. Entende-se que quanto maior os valores de precipitação maior será o grau de vulnerabilidade, levando em consideração a quantidade, energia e como os fatores fisiográficos e uso e ocupação da terra estão dispostos a essa entrada de energia. Por exemplo, os neossolos (são mais porosos), amplitude acentuada do relevo (maior energia), solo exposto sem manutenção como curvas de nível (suceptivos a erosão) e rochas com baixo grau de coesão (intensidade da ligação entre os minerais ou partículas).

Em relação ao método utilizado ficou evidente sua eficácia, pois, a aquisição, manipulação e armazenamento dos dados da área de estudo foram processados e transformados em informações que podem subsidiar o planejamento da área. É evidente

também que, os dados fisiográficos necessitam de um refinamento no que diz respeito a sua escala. A utilização do modelo de análise proposto por Crepani (1996), indicou quantitativamente e posteriormente espacialmente áreas susceptíveis a vulnerabilidade, porém é importante frisar que, os pesos indicados aos dados geoambientais dependem da pesquisa e do pesquisador, no caso deste trabalho a importância e o peso dos dados geoambientais foram iguais.

É importante também pontuar as dificuldades encontradas até então neste trabalho, como o percentual de nuvens encontrado nas imagens orbitais da Bacia do Baixo Sucuriú. Além da presença de nuvens foi detectado ruído nas imagens TM do médio e alto curso Bacia do Sucuriú. O trabalho de campo também teve suas dificuldades, tendo em vista o estado de preservação das vias utilizada para o percurso, principalmente a MS 320, que possui problemas de escoamento superficial. A baixa quantidade de dados da área de estudo em qualquer tipo de escala também foi visto com uma dificuldade neste trabalho, pois o levantamento de dados primários pertinentes faz parte das etapas dos procedimentos utilizados na pesquisa.

Pelos dados apresentados e aspectos estudados, as propostas do presente trabalho baseiam-se:

- Em materiais utilizados para gerar dados de subsídio de planejamento em bacias hidrográficas;
- Em ações e planos para a conservação da bacia estudada.

Com essas propostas citadas acima, destacam-se as seguintes recomendações:

- Usar imagens orbitais gratuitas (CBERS/CCD e LANDSAT/TM) para o levantamento e monitoramento do uso e ocupação da terra;
- Usar imagens orbitais gratuitas de sensores ativos (SRTM - SAR/SIR) para modelar numericamente o terreno;
- Mapear os dados geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú em uma escala mais fina e com melhor detalhamento (1:150.000), podendo assim serem equiparados e/ou cruzados aos dados orbitais gratuitos;

- Usar software gratuito como o Spring[®] para o processamento de imagens orbitais;
- Usar banco de dados georreferenciado para armazenar e manipular dados com referência geográfica;
- Organizar um sistema de informação sobre os recursos hídricos, para a o armazenamento e difusão de maneira descentralizada das informações geradas para toda a sociedade, que incluam e mantenham 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;
- Elaborar o cadastramento georreferenciado dos assoreamentos e processos erosivos encontrados na Bacia.
- Implementar ações de conservação do solo e de recuperação de áreas degradadas;
- Propor parceiras com instituições de ensino e pesquisa, para o desenvolvimento de estudos na área escolhida;
- Elaborar estudos voltados para a revitalização das áreas mais críticas e susceptíveis a alterações ambientais;
- Revitalizar e adequar as vias de acesso estaduais que percorrem a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú, principalmente a Rodovia MS-320.
- Criar e implementar um Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú;

Espera-se que essas propostas e sugestões sejam aplicadas pelos gestores e planejadores pertinentes, e que esses se mobilizem no sentido de apoiar estudos de caráter técnico científico realizados nas sub-bacias dessa unidade de gerenciamento, a Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú.

Por fim, os estudos e/ou a investigação realizada demonstrou a importância de se conhecer prévia e detalhadamente o meio físico das áreas estudadas. Além disso, a aplicação da metodologia apresentada revelou-se importante para a elaboração de estudos ambientais e planejamento para a Bacia do Alto, Médio e Baixo Sucuriú.

5.2 BIBLIOGRAFIA

AB'SÁBER, A. N. **Geografia e planejamento**. In: 2 geografia e planejamento. Instituto de geografia da universidade de São Paulo. Edane: São Paulo, 1969.

ALMEIDA, J. R. et al. **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.

AMERICAM SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. **Manual of Photogrammetry**. Fourth Edition. Virginia: Falls Church, 1980.

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

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

BARBOSA C. C. et al. **Operadores zonais em Álgebra de Mapas e suas aplicações a Zoneamento Ecológico-Econômico**. Santos. INPE/SBSR. Anais; 1998.

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

BONHAN-CARTER, G. **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.

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.mimeo

CÂMARA, G & MONTEIRO. V. M. A. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação.** 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2001.

CÂMARA, *et al.* **Banco de Dados Geográficos.** Curitiba: Mundo Geo, 2005.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 2. ed.,1995.

CHRISTOFOLETT, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas.** Notícia Geomorfológica. v.18, n. 9, p. 35-64. 1969.

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

CHRISTOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **A morfologia de bacias de drenagem.** Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978.

CREPANI, E; MEDEIROS, J; AZEVEDO, L. G; DUARTE, V; HERNANDEZ, P. & FLORENZANO, T. **Uso de sensoriamento remoto no zoneamento ecológico-econômico.** Salvador, INPE/Anais. 1999.

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, 102 páginas.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS.** Jailton Dias. Presidente Prudente, 1998. Dissertação – Mestrado – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. 183 p.

FEREIRA, C. C.; ÇONÇALVES, F., SAKAMOTO, A. Y.; MIRANDOLA-AVELINO, P. H. **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, 2007, Rio de Janeiro-RJ. Anais.

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.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo. Oficina de textos, 2002.

FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo. Oficina de textos, 2008.

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, 73 paginas.

GARCIA, G. J.; MARCHETTI. D. A. B. Princípios de fotogrametria e fotointerpretação. Ed. Nobel. São Paulo. 1986.

GIRARD, M. C; GIRARD Colette M. Traitement des donnés de télédétection. Paris. 1999.

GOMES, J.M.; VELHO, L. Computação Visual: Imagens. Rio, SBM, 1995.

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. J. T; CUNHA, S. B. da; (orgs.). A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

HORD, R. M. Remote Sensing. Canadá. 1940.

IBGE. Manual Técnico do Uso da Terra. Ed. 2, n. 7. Rio de Janeiro, 2006.

JORGE, F. N.; UEHARA, F. N. Águas superficiais. In OLIVEIRA A. M. S; BRITO, S.N. A. (Org.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

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, 2002.6p.

KUX, H; BLASCHKE, T. **Sensoriamento Remoto e Sig Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

LISBOA, J. F.; IOCHPE, C. **Modelagem de Banco de Dados Geográficos**. XX Congresso Brasileiro de Cartografia. Porto Alegre, 2001.

LUCHIARI, A. KUX, H. **Avaliação de imagens do TM Landsat para orientar a implantação de projetos de colonização no Estado do Acre**. Geografia, V. 10, n° 9: Associação de Geografia Teorética, 1985.

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 (p.145 a p.168).

MACEDO, M. C. M. Integração Lavoura-Pecuária: Alternativa para Sustentabilidade da Produção Animal. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**. 2001 Piracicaba. **Anais...** Piracicaba; FEALQ, 2001.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction**. 3 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. p. 324.

MENDONÇA, F. et al. O espaço geográfico em análise. In: **RA'E GA**. v.1 Curitiba: Departamento de Geografia/UFPR, 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, 2006,317 paginas.

MONTEIRO, C. A. F. de; **A questão ambiental no Brasil (1960-1980)**. São Paulo: IGEOG-USP, 1981.(Séries Teses e Monografias n°42).

MORAES, A. J. de. **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.; NETO A. G. P. **Clima e Relevo**. IN: OLIVEIRA, A. M.; BRITO, S. N. Geologia de Engenharia, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1º ed. São Paulo, 1998, p.69-85.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1ª Edição. Editora do INPE. São José dos Campos, SP, 2001.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

OLIVEIRA, W. de. **Os impactos socioambientais motivados pela UHE Porto Primavera no município de Anaurilândia – MS**. Tese de doutorado. Presidente Prudente: UNESP, 2003.

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.

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, 30 p.

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 e ocupação da terra na microbacia do Arroio do Meio – Santa Maria/RS, por sistemas de informações geográficas e imagens de satélite**. Ciências Rural, vol. 32 nº 3. ISSN 0103-8478. Santa Maria. 2002.

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PERH - **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul**. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul – SEMAC e IMASUL, 2009.

QUEIROZ FILHO, A. P. de. **SIG na Internet: exemplo de aplicação no ensino superior**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 15, p. 115-122, 2002. FFLCH-GE Queiroz Filho, A P doc 2.

QUEIROZ. G. R.; FERREIRA, K. R. **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos**. INPE – GeoBrasil, 2006.

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, 241-262, 2003.

RODRIGUES F. CARVALHO O. **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 - JUL/DEZ DE 2005 ISSN 1980-9018.

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

RQAS/MS - **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.

ROSA, R.. BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed. Uberlândia: EDUFU, 2003.

ROSS, J. & PRETTE, M. **Recursos hídricos e bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental**. Rev. do Deptº. de Geografia da FFLCH – USP: N° 12, 1998. p. 89-121.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill. 1980.

SANTOS, R.F. Livro: **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Editora: oficina de Textos. São Paulo, 2004.

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.** ENG. Anais. Porto Alegre, 2010.

SETTI, A. A; et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasília: ANAEEL, ANA. 2001.

SIAL, D. & ROGEZ F. **SRTM As-Flown Mission Timeline.** 1 ed. Washington: NASA, 2001.

SOARES FILHO, A. **Análise sócio ambiental para a preservação da microbacia do Córrego Laranja Doce, Dourados-MS.** Dourados-MS: UFMS/CPGD, 2005.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas.** Métodos em Questão, São Paulo, n. 16, 1977.

SPORL, C.; ROSS, J. L. S; **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** GEOUSP – Espaço e Tempo. São Paulo, nº 15, 2004.

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 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.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** 6º ed. Rio Claro: Divisa, 2004.

VALERIANO, M. de M. **Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2004.

VALERIANO, M. de M. 2008. **TOPODATA: guia de utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE

Sites Consultados

EMBRAPA. **Dados dos Satélites LANDSAT 5, LANDSAT 7 e CBERS 2**, 2008. Disponível em www.cnpm.embrapa.br. Acesso em 8 de maio de 2010.

INPE. **Download SPRING**, 2009. Disponível em www.inpe.br. Acesso em 22 de fevereiro de 2009.

CONAMA. **Resolução nº. 1, de 23/01/1986**, 1986. Disponível em www.mma.gov.br. Acesso em 8 de maio de 2010.

ANA. **Dados referentes a Bacias Hidrográficas Brasileiras**. Disponível em www.ana.gov.br. Acesso em 17 de janeiro de 2010.

ANEXO I

ROTEIRO DETALHADO DAS ESTRADAS

KM	PONTO	DISTANCIA ENTRE OS PONTOS - KM	DESCRIÇÃO	OBS
0	1	0	Três Lagoas/MS 320	Partida
110,44	2	110,44	Trevo de Inocência /MS 377	Virar/direita
163,64	3	53,2	Cidade de Inocência/MS 316	-
250,57	4	86,93	MS/320	Virar/direita
271,47	5	20,9	Estrada esquerda	Virar/esquerda
275,85	6	4,38	Estrada direita	Virar/direita
316,21	7	40,36	Estrada Paraíso/BR 060	Virar/direita
334	8	17,79	Cidade de Paraíso/BR 060	-
382,08	9	48,08	Estrada esquerda/BR 158	Virar/esquerda
422,75	10	40,67	Trevo Costa Rica	Virar/esquerda
442,37	11	18,62	Cidade de Costa Rica	-

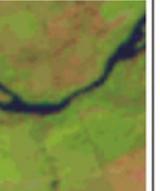
ANEXO II

ROTEIRO DETALHADO DOS PONTOS DE ANÁLISE PRÉ-DETERMINADOS

KM	PONTO	COORDENADAS	DESCRIÇÃO	OBS
0	1	LAT. 20 42 52.51 LON. 51 44 59.09	Trevo para MS 320 – Três Lagoas	Partida
7.14	2	LAT. 20 44 17.16 LON. 51 48 21.84	Forma geométrica regular de coloração rosa de textura lisa/média – MS 320	Lado direito (curva)
91.61	3	LAT. 20 08 15.07 LON. 52 14 5.22	Forma geométrica regular de coloração verde de textura lisa/média – MS 320	Lado direito (curva)
119.69	4	LAT. 19 57 51.65 LON. 51 13 8.78	Ponte Rio Sucuriú – MS 337	-
163.64	5	LAT. 19 43 54.13 LON. 51 55 33.35	Cidade de Inocência	-
172.36	6	LAT. 19 42 15.42 LON. 51 59 53.16	Forma geométrica regular de coloração rosa de textura lisa/média – MS 316	Lado esquerdo (curva)
244.92	7	LAT. 19 27 3.15 LON. 52 33 54.9	Ponte Rio Sucuriú – MS 316	-
268.01	8	LAT. 19 20 09.47 LON. 52 40 25.96	Usina/Sucuriú	Lado direito (aeroporto)
292.20	9	LAT. 19 14 43.71 LON. 52 52 47.21	Usina/Sucuriú	Lado direito
316.21	10	LAT. 19 10 22.93 LON. 53 04 5.37	Trevo para Paraíso – BR 060 Ao redor formas geométricas regulares lisas nas cores verdes e rosa escuro/claro	Ao redor
330.46	11	LAT. 19 03 25.8 LON. 53 01 3.31	Ponte Rio Sucuriú – BR 060	-
334	12	LAT. 19 01 42.49 LON. 53 00 32.21	Cidade de Paraíso	-
339.71	13	LAT. 18 59 29.43 LON. 52 58 23.99	Forma geométrica regular de coloração verde escuro e claro de textura lisa/média – BR 060	Lado esquerdo (antes da curva)
345	14	LAT. 18 58 50.20 LON. 52 55 50.21	Forma geométrica regular de coloração verde claro de textura lisa/média (lado direito) e forma irregular de cor verde de textura rugosa (lado esquerdo) – BR 060	Lados direito e esquerdo
359.21	15	LAT. 18 57 16.94 LON. 52 47 16.94	Forma geométrica regular de coloração verde claro de textura lisa – BR 060	Ao redor (curva)
368.36	16	LAT. 18 54 25.45 LON. 52 43 30.38	Forma geométrica irregular de textura rugosa (Ponte sobre Rio) – BR 060	-
382.08	17	LAT. 18 47 44.71 LON. 52 37 15.81	Trevo para Chapadão do Sul	-
389.78	18	LAT. 18 45 35.61 LON. 52 45 39.50	Forma geométrica regular de coloração verde de textura lisa (lado esquerdo) e forma irregular de coloração verde textura rugosa (lado esquerdo) – BR 158	Lados direito e esquerdo
426.94	19	LAT. 18 36 39.36 LON. 53 00 9.93	Forma geométrica regular de coloração verde claro de textura lisa/média (lado direito) e forma irregular de coloração verde escuro de textura rugosa (lado direito) – BR 158	Lados direito e esquerdo
442.75	20	LAT. 18 32 59.26 LON. 53 07 31.47	Cidade de Costa Rica	-
-	21	LAT. 18 22 22.05 LON. 52 45 47.02	Nascente do Rio Sucuriú	-

ANEXO III

MODELO DA PLANILHA DE CAMPO

KM	PONTOS	COORDENADAS	FOTOS	IMAGEM	USO/Ocupação
					
					
					
					
					
					

ANEXO IV

FOTOS



Foto 13: Rodovia Estadual MS 377.



Foto 14: Limite Municipal Três lagoas/Inocência.



Foto 15: Rio Sucuriú.



Foto 16: Represa – Rio Sucuriú.



Foto 17: Município de Inocência.



Foto 18: Paraíso.



Foto 19: Paisagem á margem direita do Rio Sucuriú.



Foto 20: Rio Sucuriú.



Foto 21: Algodão.



Foto 22: Feno.



Foto 23: Rodovia BR – 158.



Foto 24: Ferrovia.



Foto 25: Girassol.



Foto 26: Cana de açúcar.



Foto 27: Vegetação Natural.



Foto 28: Mata ciliar.



Foto 29: Eucalipto.



Foto 30: Pastagem.



Foto 31: Ponte Sobre o Rio Sucuriú – Costa Rica.



Foto 32: Rio Sucuriú.



Foto 33: Região de Nascente do Rio Sucuriú.



Foto 34: Vista horizontal-Nascentes do Rio Sucuriú.



Foto 35: Parque Natural Municipal do Alto Sucuriú.



Foto 36: Cachoeira do Majestoso – Rio Sucuriú.

ANEXO V

Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – Bacia do Alto 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_Fluviaal":0.25,
            "Chapadão_Emas":0.2,
```

```

        "Rampas_Arenosas":0.2,
        "Patamares_Apore":0.25);

Tabela tab4 (Ponderacao);
tab4 = Novo (CategoriaIni = "Pedologia_Sucuriu" ,
        "Latossolo_Vermelho_Escuro":0.1,
        "Areias_Quartizosas":0.3,
        "Podzólíco_Vermelho_Escuro":0.2,
        "Latossolo_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");

// Recuperacao 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");

// Criacao do dado de saída

var6 = Novo (Nome="Vulnerabilidade_AS", ResX=30, ResY=30, Escala=1000000,

        Min=0, Max=1

// Geracao da media 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));
}

```

Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – Bacia do Médio Sucuriú

```
{
// Pesos a ser aplicados
// Clima_medio_Sucuriu = 0.000
// Geologia_medio_sucuriu = 0.000
// Geomorfologia_medio_sucuriu = 0.000
// pedologia_medio_sucuriu = 0.000
// vegetacao_medio = 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_medio_Sucuriu");
Tematico var2 ("Geologia_medio_sucuriu");
Tematico var3 ("Geomorfologia_medio_sucuriu");
Tematico var4 ("pedologia_medio_sucuriu");
Tematico var5 ("vegetacao_medio");

Tabela tab1 (Ponderacao);
tab1 = Novo (CategoriaIni = "Clima_medio_Sucuriu" ,
            "Umido_sub_umido":0.25,
            "sub_umido":0.2);

Tabela tab2 (Ponderacao);
tab2 = Novo (CategoriaIni = "Geologia_medio_sucuriu" ,
            "caiua":0.3,
            "adamantina":0.3,
            "serra_geral":0.25,
            "santo_anastacio":0.3);

Tabela tab3 (Ponderacao);
tab3 = Novo (CategoriaIni = "Geomorfologia_medio_sucuriu" ,
            "patamares_apore":0.25,
            "divisores_tabulares":0.25,
            "rampas_arenosas":0.2,
            "mod_acumulacao_fluvial":0.25);

Tabela tab4 (Ponderacao);
```

```

tab4 = Novo (CategoriaIni = "pedologia_medio_sucuriu" ,
            "lat_verm_escuro":0.1,
            "areias_qaurtizosas":0.3,
            "podz_verm_amarelo":0.2,
            "lat_roxo":0.1,
            "podz_verm_escuro":0.2,
            "planossolo":0.2);

Tabela tab5 (Ponderacao);
tab5 = Novo (CategoriaIni = "vegetacao_medio" ,
            "alto":0.1,
            "medio":0.2,
            "baixo":0.25,
            "muito_baixo":0.3);

// Definicao do dado de saida

Numerico var6 ("Vulnerabilidade_medio");

// Recuperacao dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="clima_medio_class-T");
var2 = Recupere (Nome="geologia_medio-T");
var3 = Recupere (Nome="geomorfologia_medio_rec-T");
var4 = Recupere (Nome="pedologia_medio_rec-T");
var5 = Recupere (Nome="vegetacao_medio_medio-T");

// Criacao do dado de saida

var6 = Novo (Nome="vulnerabilidade_bacia_medio4", ResX=30, ResY=30, Escala=100000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media 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));
}

```

Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – Bacia do Baixo Sucuriú

```
{
// Pesos a ser aplicados
// Clima_baixo_sucuriu = 0.000
// Geologia_baixo_Sucuriu = 0.000
// Geomorfologia_baixo = 0.000
// Pedologia_baixo = 0.000
// vegetação_baixo = 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_baixo_sucuriu");
Tematico var2 ("Geologia_baixo_Sucuriu");
Tematico var3 ("Geomorfologia_baixo");
Tematico var4 ("Pedologia_baixo");
Tematico var5 ("vegetação_baixo");

Tabela tab1 (Ponderacao);
tab1 = Novo (CategoriaIni = "Clima_baixo_sucuriu" ,
            "umido_sub_umido":0.25,
            "sub_umido":0.2);

Tabela tab2 (Ponderacao);
tab2 = Novo (CategoriaIni = "Geologia_baixo_Sucuriu" ,
            "Adamantina":0.3,
            "Serra_geral":0.25,
            "Santo_Anastacio":0.3);

Tabela tab3 (Ponderacao);
tab3 = Novo (CategoriaIni = "Geomorfologia_baixo" ,
            "Divisores_tabulares":0.25,
            "Mod_acumulação_fluvial":0.25,
            "Mod_acumulação_inundacao":0.25);

Tabela tab4 (Ponderacao);
```

```

tab4 = Novo (CategoriaIni = "Pedologia_baixo" ,
            "latossolo_ver_escuro":0.1,
            "planossolo":0.2,
            "areias_quartizosas":0.3,
            "podzolico_ver_escuro":0.2);

Tabela tab5 (Ponderacao);
tab5 = Novo (CategoriaIni = "vegetação_baixo" ,
            "alto":0.1,
            "medio":0.2,
            "baixo":0.25,
            "muito_baixo":0.3);

// Definicao do dado de saida

Numerico var6 ("Vulnerabilida_baixo");

// Recuperacao dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="clima_baixo_rec-T");
var2 = Recupere (Nome="Geologia_class_baixo-T");
var3 = Recupere (Nome="geomorfologia_class_baixo-T");
var4 = Recupere (Nome="Pedologia_class_baixo-T");
var5 = Recupere (Nome="vegetação_baixo-T");

// Criacao do dado de saida

var6 = Novo (Nome="vulnerabilidade_baixo_sucuriu", ResX=30, ResY=30,
            Escala=100000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media 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));
}

```