

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

TATIANE APARECIDA BORGES

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E IMPACTOS EROSIVOS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO DA PRATA, MATO GROSSO DO SUL.**

AQUIDAUANA, MS  
2018

TATIANE APARECIDA BORGES

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL E IMPACTOS EROSIVOS NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO DA PRATA, MATO GROSSO DO SUL.**

Dissertação de mestrado apresentada como exigência, ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob orientação do Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani.

AQUIDAUANA, MS  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Seção de Biblioteca – CPAQ/UFMS, Aquidauana, MS, Brasil)

B732 Borges, Tatiane Aparecida  
Análise da fragilidade ambiental e impactos erosivos na bacia hidrográfica do Rio da Prata, Mato Grosso do Sul / Tatiane Aparecida Borges. -- Aquidauana, MS, 2018.  
100 f., il. (algumas color.); 30 cm

Orientador: Vitor Matheus Bacani  
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Câmpus de Aquidauana.

1. Impacto ambiental – Mato Grosso do Sul. 2. Sensoriamento remoto - Rio da Prata (MS). 3. Geoprocessamento – Mato Grosso do Sul. I. Bacani, Vitor Matheus. II. Título.

CDD (22) 333.714098171

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

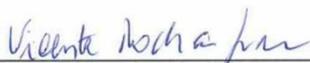
Candidato: **Tatiane Aparecida Borges**

Dissertação defendida e aprovada em 22 de março de 2018 pela Comissão Examinadora:



---

Prof. Dr. **Vitor Matheus Bacani** (orientador)



---

Prof. Dr. **Vicente Rocha Silva** (UFMS)



---

Prof. Dr. **Jaime Ferreira da Silva** (UFMS)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este Trabalho ao meu querido esposo Felipe pelo constante apoio e companheirismo em todas as etapas do processo, aos meus pais João e Maria, meu irmão Marcio e minha cunhada Jucimara que com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida, minha sogra Maria Aparecida e meu sogro Djalma (in memoriam) que sempre me incentivaram.

## AGRADECIMENTOS

A todos que direta e indiretamente colaboraram para a realização desta pesquisa, é difícil mencionar todas as pessoas que de uma forma ou de outra colaboraram para a concretização deste sonho, peço desculpas caso não consiga expressar através deste agradecimento, uma homenagem adequada a todos vocês.

Ao meu esposo Felipe, que em todos os momentos, decisão, estudos, viagens, campo, escrita, está ao meu lado, apoiando, incentivando e acima de tudo compartilhando comigo o seu amor e carinho, você é meu eterno amor.

Aos meus pais, João e Maria Lucia, por terem me dado o dom da vida, meu amor, carinho e dedicação.

Agradeço de modo especial meu orientador Professor Dr. Vitor Matheus Bacani, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas, pela oportunidade, pela compreensão, pelas observações e contribuições valiosas a esta pesquisa e por ter permitido a minha continuação no mundo científico, pelos ensinamentos e amizade, minha eterna gratidão.

Aos Professores Prof<sup>o</sup>. Dr. Vicente Rocha Silva e Prof<sup>o</sup>. Dr. Jaime Ferreira da Silva pelas valiosas críticas e sugestões na banca de qualificação.

Ao amigo Geógrafo Ednilson Mendes Ferreira pela valiosa colaboração na elaboração dos mapas necessários para a construção da minha dissertação, pela paciência e ensinamentos acompanhados de tamanha humildade.

Aos professores do Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, em especial àqueles que contribuíram para minha formação, a Coordenadora do Programa de Pós-Graduação e companheira nas viagens e que acompanhei nas disciplinas de Estágio Docência Prof<sup>a</sup>. Dra. Eva Teixeira dos Santos, Prof<sup>o</sup>. Dr. Valter Guimarães e Prof<sup>a</sup>. Dra. Lucy Ribeiro Ayach pelos incentivos preciosos para dar continuidade aos estudos, Prof<sup>o</sup>. Dra. Vicentina Socorro da Anunciação, o desafio de organizar um evento foi vencido obrigada, também ao secretário do programa, Geovandir, sempre desempenhando brilhantemente seu trabalho, e mais, tendo uma paciência sem igual com todos nós, sempre atencioso e prestativo com todos.

Aos colegas do curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, em especial à amiga Adriana, e ao

amigo Edmar, com quem tive a felicidade de conviver, pela amizade, desprendimento competência e respeito com que sempre me trataram, amigos que levarei com grande estima para sempre em minha vida.

A minha amiga Raquel Furtado Soares esteve sempre comigo, comemorando comigo as vitórias e me incentivando e me apoiando, nos momentos difíceis.

Aos colegas do Campus de Três Lagoas, pelo grande apoio e auxílio e a divisão das responsabilidades no trabalho de campo, além dos diversos momentos de descontração.

A família do colega Elias que nos recebeu em sua casa nos dias de trabalho de campo.

A FUNDECT – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pelo auxílio concedido através de Bolsa de Estudos no período da pesquisa.

***“Não existem sonhos impossíveis para aqueles que realmente acreditam que o poder realizador reside no interior de cada ser humano, sempre que alguém descobre esse poder algo antes considerado impossível se torna realidade”***

*Albert Einstein*

## RESUMO

A problemática ambiental se apresenta como um assunto de grande importância, a partir do momento que o ser humano compreende o ambiente natural como sendo o suporte necessário ao desenvolvimento de suas atividades econômicas, sociais e culturais. O objetivo desse trabalho é avaliar a ocorrência de processos erosivos e sua relação com diferentes graus de fragilidade ambiental na Bacia hidrográfica do Rio da Prata, situada na região turística dos municípios de Jardim e Bonito no Estado de Mato Grosso do Sul. A metodologia adotada fundamentou-se no processamento digital de imagens orbitais e nas propostas de Ross (1992; 1994; 2012) onde se considera a análise integrada do ambiente, como: declividade, tipo de solo, uso da terra e precipitação e temperatura, para gerar a carta de fragilidade ambiental da área. Os resultados parciais demonstraram que há predomínio de média fragilidade ambiental (63,08%), com uma ocupação predominante da área da bacia pela pastagem plantada (61%) associada a ocorrências de impactos erosivos. Conclui-se que é necessário se atentar para o uso da terra e cobertura vegetal, já que as áreas de fragilidade média ocorrem em áreas ocupadas pela agropecuária, e o uso desmedido pode acarretar no aumento do grau de fragilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento, Fragilidade Ambiental, Uso da Terra

## ABSTRACT

The environmental problem is a matter of great importance, from the moment that the human being understands the natural environment, as the necessary structure for the development of its economic, social and cultural activities. The objective of this work is to evaluate the occurrence of erosive processes and their relationship with different degrees of environmental fragility in the River Plate basin, located in the tourist region of the municipalities of Jardim and Bonito in the State of Mato Grosso do Sul. The methodology adopted was elaborated through a digital orbital image process and in the proposals of Ross (1992; 1994; 2012), which considers the integrated analysis of the environment, such as slope, soil type, land use and precipitation and temperature, to generate the letter of environmental fragility of the area. The partial results showed a predominance of the average environmental fragility (63.08%), with main occupation of the basin area, by planted pasture (61%) associated to erosive impacts. It is concluded that it is necessary to observe for land use and vegetation cover, since the areas of medium fragility occur in areas occupied by agriculture, and the use out of measure cause an increase in the degree of environmental fragility.

**Keywords:** Geoprocessing. Environmental Fragility. Land use.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata. ....	27
Figura 2 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.....	28
Figura 3 – Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata .....	36
Figura 4 – Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata. ....	41
Figura 5 – Mapa de Geologia da BHRP .....	44
Figura 6 – Mapa de Geomorfologia da BHRP .....	46
Figura 7 – Mapa de Áreas Prioritárias e Não Prioritárias da BHRP. ....	48
Figura 8 – Fluxograma com procedimentos metodológicos adotados. ....	51
Figura 9 – Mapa de Coleta de Pontos do Trabalho de Campo na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata .....	53
Figura 10 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 226/75 datadas de 08/09/1986 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.....	54
Figura 11 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 226/75 datada de 30/09/2000 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.....	55
Figura 12 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-8, sensor TM, órbita/ponto 226/75, bandas 4,5,6 e 8 de 10/09/2016 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata .....	56
Figura 13 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 1986. ....	63
Figura 14 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 2000. ....	65
Figura 15 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 2016. ....	68
Figura 16 – Classe de uso da terra pela pastagem na BHRP – A Pastagem exótica utilizada para criação de bovinos e B– Pastagem nativa. ....	69
Figura 17 – Classe de uso da terra pela agricultura na BHRP – A e B– Lavoura de Milho.....	69
Figura 18 – Classe de uso da terra Área Úmida na BHRP – A e B– Área Úmida com presença de canal intermitente .....	70
Figura 19 – Classe de uso da terra Área desmatada na BHRP – A lavoura de milho/limpeza de área e B– área desmatada vegetação aluvial ao fundo .....	70
Figura 20 – Classe de uso da terra, área com processo de escoamento superficial concentrado, culminando na formação de voçorocas com bifurcações na BHRP .....	71
Figura 21 – Classe de cobertura vegetal na BHRP – A – Fragmento de Cerrado – B - Vegetação estacional semi-decidual - C – Pastagem com vegetação ao fundo – D - Cerradão.....	72
Figura 22 – Dolina “Buraco das Araras” na BHRP – A e B - Reserva Particular do Patrimônio Natural Buraco das Araras - 56°24’10” W / 21°29’30” S .....	73
Figura 23 – Gráfico com as classes temáticas mapeadas de uso da terra e cobertura vegetal.....	74
Figura 24 – Mapa de Declividade da BHRP .....	76
Figura 25 – Mapa de média anual de precipitação na área de estudo.....	78

Figura 26 – Mapa de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata..	81
Figura 27 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 1986 .....	83
Figura 28 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 2000 .....	85
Figura 29 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 2016 .....	87
Figura 30 – Gráfico Fragilidade Ambiental anos de 1986,2000 e 2016.....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantificação das classes de solo na BHRP .....	37
Tabela 2 – Quantificação das classes de vegetação na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.....	40
Tabela 3 – Áreas Prioritárias e não prioritárias na BHRP .....	47
Tabela 4 – Avaliação do índice Kappa. ....	59
Tabela 5 – Fragilidade ambiental segundo as classes de declividade. ....	59
Tabela 6 – Classes de Fragilidade de Solos. ....	60
Tabela 7 – Classes de Proteção da Cobertura Vegetal em relação ao uso da Terra	61
Tabela 8 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 1986 e graus de fragilidade e peso. ....	64
Tabela 9 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 2000 e graus de fragilidade e peso. ....	66
Tabela 10 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 2016 e graus de fragilidade e peso. ....	67
Tabela 11 – Quantificação das classes de declividade na BHRP. ....	75
Tabela 12 – Distribuição espacial das estações pluviométricas.....	77
Tabela 13 – Pluviosidade: grau de fragilidade e peso.....	77
Tabela 14 – Áreas correspondentes a Fragilidade Potencial na BHRP. ....	80
Tabela 15 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 1986 .....	82
Tabela 16 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 2000 .....	84
Tabela 17 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 2016 .....	86
Tabela 18 – Avaliação de precisão dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal.	89

## LISTA DE SIGLAS

BHRP	Bacia Hidrográfica do Rio da Prata
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CPPPM	Coordenadoria de Pesquisas, Planos, Projetos e Monitoramento
IMASUL	Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MS	Mato Grosso do Sul
MMA	Ministério do Meio Ambiente
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SEMAC	Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul
SIGs	Sistemas de Informações Geográficas
SUPLAN	Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>18</b>
1.1.1	Objetivo geral	18
1.1.2	Objetivos específicos	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Bacias Hidrográficas</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Sensoriamento Remoto</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Geoprocessamento e as técnicas empregadas</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização da Área de Estudo</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterizações da Área de Estudo</b>	<b>26</b>
3.2.1	Município de Bonito	29
3.2.2	Os Municípios de Jardim e Bodoquena	31
3.2.3	O Município de Porto Murtinho	33
3.2.4	Classes de Solo	34
3.2.5	Vegetação	39
3.2.6	Geologia	42
3.2.7	Geomorfologia	45
3.2.8	Áreas potenciais a erosão e inundação	47
<b>3.3</b>	<b>Cobertura Vegetal e Uso da Terra</b>	<b>49</b>
<b>3.4</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b>	<b>49</b>
3.4.1	Materiais e Métodos	49
3.4.2	Análise da área por meio de documentos cartográficos, bibliográficos e iconográficos	50
3.4.3	Trabalho de Campo	52
3.4.4	Elaboração das cartas temáticas	57
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>62</b>
<b>4.1</b>	<b>Uso da Terra e Cobertura Vegetal</b>	<b>62</b>
<b>4.2</b>	<b>Declividade</b>	<b>75</b>
<b>4.3</b>	<b>Intensidade Pluviométrica</b>	<b>77</b>
<b>4.4</b>	<b>Fragilidade Potencial</b>	<b>79</b>
<b>4.5</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>	<b>82</b>
<b>4.6</b>	<b>Validação do Mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal</b>	<b>88</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>90</b>
	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica, considerada como uma unidade de manejo ambiental apresenta características intrínsecas, como relevo, tipo de solo e geologia que, em conjunto, convertem-se em um atributo denominado *vulnerabilidade natural*. Inserindo-se nessa unidade a ação humana, ou seja, introduzindo-se fatores externos de ocorrência não natural, é possível avaliar o nível de degradação que produzem. Surge assim a possibilidade de aplicação de estudos de fragilidade ambiental em bacias hidrográficas, constituindo-se numa importante ferramenta no planejamento ambiental estratégico (GONÇALVES et al., 2011).

Sendo assim análises da fragilidade ambiental, baseadas em fatores como solo e erosão permitem uma visão mais clara sobre as opções mais adequadas sobre o uso da terra.

Vashchenko *et al.* (2007) citam a importância desse tipo de estudo em trabalhos de zoneamento em unidades de conservação e em outros tipos de área protegidas.

Ross (2000, p. 324) destaca que:

Quando se trabalha com os Diagnósticos Ambientais é necessário pensar no conjunto (natural e social) e de que modo esse todo se manifesta na realidade. Entendimentos parciais dessa realidade, sem obter-se uma visão de conjunto, induzem às decisões erradas, ou pelo menos inadequadas. A pesquisa ambiental na abordagem geográfica fundamental para atingir adequados diagnósticos a partir dos quais torna-se possível elaborar prognósticos.

Dessa forma se torna relevante um estudo mais aprofundado a área da bacia, sendo possível verificar a interdependência dos aspectos naturais e humanos em análise, buscando possíveis alternativas de melhorias na relação homem/natureza, uma contribuição científica à população local e demais casos semelhantes. Justifica-se a elaboração dessa pesquisa devido a Bacia do Rio da Prata ser uma área de significativa importância ao Estado de Mato Grosso do Sul, que sofre com intensa intervenção agropecuária e turística, e para a reversão desse processo de degradação, se faz necessário a intensificação dos estudos sobre a área.

Entendem-se como uso do solo as formas que o homem utiliza uma determinada área. Encontramos nesses usos além das características da cobertura vegetal as intervenções antrópicas nelas desenvolvidas. Como uso entende-se a

forma como os produtores rurais estão usando a área, as técnicas de cultivo e manejo do solo. É muito importante o mapeamento do uso e ocupação do solo da região para a compreensão dos padrões de organização do espaço, podendo subsidiar as ações de planejamento, além de auxiliar na identificação e localização dos agentes responsáveis pelas condições ambientais da área. Espera-se com o diagnóstico socioambiental da área a compreensão dos padrões de organização do espaço, podendo subsidiar as ações de planejamento, além de auxiliar na identificação e localização dos agentes responsáveis pelas condições ambientais da área.

A fragilidade ambiental deve ser avaliada quando se pretende aplicar o planejamento territorial ambiental. Fundamentado no conceito de Unidades Ecodinâmicas sugeridas por TRICART (1977) onde o ambiente é analisado sobre o prisma da Teoria dos Sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio das relações de equilíbrio dinâmico, onde esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Sendo assim o autor definiu que os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico são estáveis, quando em desequilíbrio são instáveis.

Segundo ROSS (1994) as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

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

Dada à importância deste tema, este trabalho visa avaliar as fragilidades ambientais e impactos erosivos na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, Mato Grosso do Sul, fazendo uso do modelo metodológico desenvolvido para a análise ambiental da fragilidade, proposto por Ross (1994).

O rio da Prata localizado na região sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul considerado de rara beleza cênica e de importância ecológica. As nascentes deste rio estão inseridas no Planalto da Bodoquena, caracterizado por um maciço rochoso

calcário elevado com altitudes que variam de 450 a 650 m (BOGGIANI, 1999), onde se encontra um dos últimos remanescentes de floresta estacional semidecidual e decidual de grande extensão, com sua qualidade preservada (POTT; POTT, 2003).

Esta região que compreende os municípios de Bonito, Bodoquena e parte de Jardim e Porto Murtinho tem sido intensamente explorado pelo turismo e, conseqüentemente, tem levado a um aumento substancial do interesse pela preservação e conservação dos recursos naturais. No entanto, vários trechos das formações ciliares associadas ao rio da Prata e de seus principais afluentes, rio Verde e córrego Beija-Flor, foram drasticamente eliminados em função de atividades de exploração de madeira, implantação de atividades voltadas ao ecoturismo e, principalmente, pela expansão da agropecuária, levando à perda da biodiversidade local e colocando em risco a manutenção destes mananciais (BATTILANI et al., 2005).

Com o passar dos anos, a pressão agrícola e a urbanização dessa localidade, de certa forma, têm trazido à população o crescimento econômico e social, por outro lado, têm trazido prejuízos à biodiversidade e aumentado o consumo humano e agrícola de água como também da perda do solo.

Segundo Pinto et al. (2007) a prática de atividades rurais sem o emprego de práticas conservacionistas de uso, de ocupação e de manejo do solo, e sem considerar a capacidade de suporte do meio físico, vem provocando crescentes e desastrosos desequilíbrios nos sistemas ambientais.

Buscando soluções, esse cenário nos leva à caracterização da vegetação e do solo, assim como a influência humana sobre o bioma, a fim de possibilitar a conservação e a recuperação desse ambiente.

Por esta razão, é de fundamental importância a compreensão das relações existentes entre os componentes do sistema, não só para entender seu funcionamento, como também para promover o ordenamento do uso, ocupação e gestão sustentável dos sistemas ambientais (CARVALHO et al., 2009).

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

- Analisar espacialmente o caráter multitemporal das fragilidades potencial e ambiental da bacia hidrográfica do Rio da Prata.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Compreender as mudanças ocorridas no uso da terra e cobertura vegetal ao longo dos últimos 30 anos com base em técnicas de sensoriamento remoto.
- Avaliar a influência das mudanças de uso da terra e cobertura vegetal nos diferentes graus de fragilidade ambiental entre 1986, 2000 e 2016.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fragilidade Ambiental

Este estudo propõe realizar uma análise ambiental numa abordagem sistêmica visando compreender o ambiente físico e os processos antrópicos atuantes na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata no Estado de Mato Grosso do Sul.

A disponibilidade dos recursos hídricos, assim como, seus usos múltiplos vêm causando conflitos por esses usos, atualmente representam um dos grandes desafios para a sociedade atual. O homem tem por tradição degradar o meio ambiente em que vive, utilizando de forma irracional os recursos, destruindo a vegetação, poluindo os solos, as águas, e a crescente necessidade de água potável, para o abastecimento humano, considerado o uso de água de boa qualidade para o desenvolvimento econômico de extrema importância, constitui assim um problema de dimensões ecológicas, culturais, sociais e de políticas de gestão pública. Tornando assim, os recursos hídricos como recurso de caráter estratégico.

As intensas modificações sociais, econômicas e tecnológicas vêm comprometendo o equilíbrio das relações naturais ambientais. O crescimento da população humana acarreta num aumento, no mínimo, diretamente proporcional de suas necessidades básicas. Não bastando isso, a satisfação dos desejos humanos, a multiplicidade do aparato tecnológico disponível em crescente disponibilidade com reduzida dificuldade de acesso, aliadas a uma quantidade de ações antrópicas de utilidade questionável, concorrem adicionalmente para o referido desequilíbrio. Assim, racionalmente, não é discutível que haja preocupação com a natureza em sua globalidade. Numa parcela desse contexto, é de fundamental importância a preocupação com a ordenação do uso dos recursos naturais do planeta e de sua preservação (PADILHA et al., 2013, p.4072).

Danos erosivos relacionados com práticas agrícolas e aumento de construções civis nas cidades são problemas comuns e crescentes. Dessa forma, se faz necessária uma avaliação da paisagem e de seu grau de fragilidade. Essa avaliação deve ser realizada integrando elementos do meio físico e social, ou seja, é importante estudar o sistema como um todo (SALA, 2005).

Utilizando-se da teoria sistêmica, Tricart (1977) elaborou o conceito de Unidade Ecodinâmica. Esse conceito parte do pressuposto que as trocas de energia e matéria na natureza se processam através de relações de equilíbrio dinâmico. Entretanto,

esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções humanas, gerando estados de desequilíbrio temporários ou permanentes (KAWAKUBO et al., 2005).

Ainda segundo Tricart (1977) a caracterização ecodinâmica do meio pode se dividir em meios estáveis (naturais), instáveis (processos acelerados pela ação humana) e intergrades (transição de estabilidade). Dessa forma, é possível estudar a fragilidade de um determinado local por dois aspectos, a potencial e a emergente (após a ação humana).

O homem ao fazer parte do ambiente é capaz de modificá-lo. Ele possui a capacidade de alterar a vegetação, o solo, as condições hidrológicas, causar erosões, causando assim modificações no sistema, aos quais podem propiciar desequilíbrios ou modificações na paisagem. Estas mudanças são resultados da relação entre os condicionantes do meio físico e das atividades humanas.

Utilizando e adaptando a conceituação de Tricart (1977) são propostas duas metodologias para confecção de cartas de fragilidade ambiental por Ross (1994) e uma metodologia por Crepani et al. (1996).

O “Modelo de Fragilidade Potencial Natural com Apoio nos Índices de Dissecação do Relevo” (ROSS, 1994) considera que as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes da combinação dos índices de dissecação do relevo (ROSS, 1992), classes de solos, cobertura vegetal e pluviosidade (aplicada na Equação Universal de Perda de Solo – E.U.P.S.).

Já o “Modelo de Fragilidade Potencial com Apoio nas Classes de Declividade” (ROSS, 1994) considera, assim como o primeiro, classes de solos, cobertura vegetal e pluviosidade (aplicada na Equação Universal de Perda de Solo – E.U.P.S.), substituindo os índices de dissecação do relevo pelas classes de declividade.

Diante dos diferentes estados de equilíbrio que o ambiente está submetido, a hierarquia elaborada por Ross (1994) para definir a fragilidade é representada por códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Estas categorias expressam, especialmente, a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais. Sendo um documento de síntese, a carta de fragilidade ambiental é proveniente da superposição e integração dos mapas intermediários.

O “Modelo de Fragilidade Potencial Natural com Apoio em Unidades Territoriais Básicas” (CREPANI et al., 1996) considera a estrutura geológica, as classes de solos, a geomorfologia e a cobertura vegetal.

As metodologias propostas por Ross (1994) são mais utilizadas nacionalmente do que a proposta por Crepani et al. (1996). Diversos autores fazem referência à metodologia de Ross (1994), entre estes podem ser citados Ghezzi (2003), Boiko (2004), Santos (2005), Bacani et.al. (2015), Abraão (2016), Da Silva et.al. (2017)

Sendo assim serão utilizadas as duas metodologias, de modo adaptado, para confecção de cartas de fragilidade ambiental propostas por Ross (1994) e Ross (2012).

O mapeamento da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas passa inicialmente pelo diagnóstico da fragilidade potencial que visa retratar as variáveis do meio físico-natural, tais como: solo, relevo (declividade), clima (intensidade pluviométrica) e a riqueza da biodiversidade, que após combinadas com o mapeamento do uso atual da terra e cobertura vegetal refletem a fragilidade emergente ou ambiental (BACANI et al., 2015).

As alterações causadas no ambiente pela ação humana atingem primeiro o ambiente natural e depois a médio e longo prazo a própria sociedade. Sendo assim uma das variáveis a serem examinadas é o uso da terra, pois os diferentes usos da terra geram desequilíbrios e tendo esse conhecimento e o registro dessas informações se permite a avaliação dos impactos produzidos e informações básicas para o manejo dos recursos naturais.

A carta de uso da terra traz informações sobre a atual situação da área de estudo, sua ocupação e as informações são extraídas de imagens de satélite e confrontadas com as informações obtidas em campo. Para auxiliar na análise é necessário a criação de uma legenda a partir das chaves de interpretação (tonalidade, cor, textura, forma, etc.) presente nas imagens, após essa identificação os dados são comparados em campo.

O Mapa Geomorfológico é um instrumento muito importante na pesquisa segundo Tricart (1963 apud ROSS, 2010), pois se apresenta como sendo o que “constitui a base da pesquisa e não a concretização já feita”, fornece dados para uma melhor avaliação da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Após o mapeamento geomorfológico segue-se a análise da fragilidade na relação relevo/solo/uso da terra/pluviosidade.

Conforme Ross (2000) p.318,

A análise empírica da fragilidade exige estudos básicos do relevo, da litologia-estrutura, do solo, do uso da terra e do clima. Os estudos passam obrigatoriamente, pelos levantamentos de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais geram-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra da terra/vegetação.

Adaptando a proposta de Tricart (1977), Ross (1990) propõe uma metodologia de trabalho que realiza uma análise ambiental integrada, que pode ser adaptada ao estudo de bacias hidrográficas. Para o desenvolvimento dessa metodologia se faz necessário o uso de recursos como dados pluviométricos, cartas topográficas e geológicas, fotos aéreas e imagens de satélites. A partir desse material elaboram-se alguns documentos como: a carta de uso da terra e cobertura vegetal, carta de dados hipsométricos e de drenagem, de dados geomorfológicos e outros. A partir da combinação dessas informações obtém-se o grau de fragilidade ambiental ao qual está submetida à bacia hidrográfica.

O método de Ross (1994) torna possível o conhecimento da fragilidade ambiental da área de estudo, analisando cada variável como sendo muito fraco, fraco, médio, forte ou muito forte, como por valores numéricos de 1 a 5. O produto final sintetiza a soma das variáveis (relevo, solo, vegetação/uso da terra e pluviosidade/temperatura), cruzando esses dados se chegara ao grau de fragilidade ambiental. A proposta de Ross (2012) estabelece adicionalmente, critérios para inclusão de planície de inundação como área de muito alta fragilidade potencial e ambiental.

## **2.2 Bacias Hidrográficas**

Entende-se como bacia hidrográfica a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitado pelos divisores de água (BOTELHO, 2007).

São unidades naturais de análise da superfície terrestre, representando uma unidade ideal de planejamento ambiental.

A delimitação de bacias hidrográficas a partir de imagens de satélites também é possível; contudo, sua maior ou menor precisão fica a cargo, não só do

tamanho da bacia a ser mapeada, como principalmente, da qualidade e riqueza de informações da imagem considerada. (BOTELHO, 2007, p.269)

As águas superficiais constituem parte da riqueza dos recursos hídricos de um país e configuram-se como um dos mais importantes recursos naturais. No Brasil, país com extensas bacias hidrográficas, a riqueza dos recursos decorre da distribuição dos recursos hídricos e da elevada pluviosidade no território nacional.

As precipitações são superiores a 1.500mm anuais e em 1/3 da área total do território nacional, os valores atingem 2.000mm ao ano. Apenas no Nordeste do país a precipitação fica abaixo de 1.000mm anuais (CUNHA, 1998).

A adoção do conceito de bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial ampliou as possibilidades para estudos e pesquisas, no que concerne a análise e estudo da Geografia que sempre se preocupou com ambiente onde ocorrem as relações homem x meio.

Neste sentido, os estudos ou análises ambientais têm por finalidade atender as relações das sociedades humanas de um determinado território (espaço físico) com o meio natural (recurso à sobrevivência humana) (CUNHA, 1998).

De acordo com ROSS (1990 p. 14-15)

Toda causa tem seu efeito correspondente, todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana do ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processo até mesmo irreversíveis.

Assim para a preservação e manutenção dos recursos hídricos, a geografia traz sua contribuição no estudo sobre o meio ambiente através de pesquisas considerando a ação antrópica sobre o ambiente natural. Em estudos das bacias hidrográficas que procuram fornecer subsídios para que a partir dessas informações possa ser apontado o grau de fragilidade ambiental da área da bacia em estudo.

### **2.3 Sensoriamento Remoto**

Segundo Florenzano (2008), o sensoriamento remoto é a tecnologia de adquirir dados e informações à distância sobre objetos e fenômenos da superfície terrestre,

por meio de sensores que captam a energia eletromagnética emitida ou refletida. Sendo assim Sensoriamento Remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico entre o sensor e o objeto.

Para Florenzano (2008),

O tipo de imagem (resolução, banda, composição colorida, data) deve ser selecionado considerando os objetivos e as características da área de estudo (clima, textura topográfica, cobertura e uso da terra). Como os ambientes da superfície terrestre são dinâmicos, a data da imagem é uma informação da imagem extremamente importante, pois a imagem é uma representação de uma parte da superfície da Terra no momento da passagem do satélite.

A data vai indicar ao pesquisador se a imagem é antiga ou recente, se foi tomada em época de seca ou de chuva, antes ou depois da ocorrência de um fenômeno de desmatamento, incêndio, deslizamento, inundação entre outros. Deve ser observado o índice de precipitação na hora da aquisição da imagem, já que a umidade influencia na interação eletromagnética. As principais aplicações do sensoriamento remoto concentram-se na utilização de informações para monitoramento do uso da terra e de processos geomorfológicos. Atualmente temos em mãos este poderoso sistema de coleta de dados, que quando bem utilizado traz muitas informações, podendo assim auxiliar o homem a escolher um adequado sistema de uso da terra, garantindo uma boa produtividade em harmonia com a natureza, respeitando a legislação ambiental, tendo chance assim de suprir suas necessidades, preservando os recursos naturais para as gerações futuras.

## **2.4 Geoprocessamento e as técnicas empregadas**

Segundo Câmara e Davis (2001), o Geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados.

O conhecimento do uso da terra é uma ferramenta de extrema importância para planejadores e legisladores, pois ao verificar a utilização do solo em determinada área, pode-se elaborar uma melhor política de uso da terra para o desenvolvimento da região (BRITO; PRUDENTE, 2005).

Assim através da interpretação de imagens podemos acompanhar as transformações do ambiente ao longo do tempo e registrá-las e caracterizadas em mapas, neste caso utilizando o Geoprocessamento.

De acordo com Brito e Prudente (2005), uma das vantagens de se utilizar o sensoriamento remoto para a interpretação do uso da terra é que as informações podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens.

O SIG pode ser definido como uma ferramenta que armazena, analisa, manipula e espacializa dados geográficos georreferenciados visando à possibilidade de planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico territorial por meio dos produtos gerados pelo sistema permitindo a análise integrada (CÂMARA et al., 1996).

A modelagem ambiental através dos SIG's é uma ferramenta criada para simular e manusear fenômenos de uma determinada região com finalidade de contribuir na compreensão do funcionamento e no desempenho do sistema ambiental possibilitando o suporte necessário para a tomada de decisão. Com o progresso e avanço das geotecnologias vários estudos foram produzidos e aplicados para diversas áreas do conhecimento como: educação, análise ambiental, agronegócios, gestão municipal entre outros.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Localização da Área de Estudo**

A Bacia Hidrográfica do Rio da Prata (Figura 1) está localizada no sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Forma um polígono irregular compreendido entre o paralelo 21°09' e 21°40' de latitude sul e os meridianos 56° 45' e 56° 12' de longitude oeste de Greenwich. Faz divisa ao norte com a Bacia do Rio Apa, a Oeste com a Serra da Bodoquena e a leste com o Rio Miranda (OLIVEIRA, 2001).

Segundo Oliveira (2001), a Bacia (Figura 1) tem como principal canal o rio da Prata que atravessa os municípios de Bonito e Jardim, está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda, um rio de grande importância ambiental, econômica e social, que abastece o sul do Pantanal. Sua disponibilidade hídrica é oriunda da chuva como armazenada do solo e da rocha, apresenta influência da Serra da Bodoquena.

A Serra da Bodoquena funciona como uma grande superfície de captação e armazenamento de água das chuvas, garantindo a perenidade de alguns rios que nela nascem: como o Salobra ao norte, Perdido ao sul, Formoso a leste, Prata a sudeste e Branco e Aquidabã a oeste (Brasil/ME/DEC/DSG, 1987; Brasil/MPOG/IBGE, 2005).

O rio da Prata nasce em um banhado e, por meio de suas matas ciliares, é possível uma conexão com a RPPN Fazenda Cabeceira do Prata. De maneira análoga, é possível a conexão do Parque com as RPPN situadas em Miranda, Aquidauana, Dois Irmãos do Buriti, Corumbá e Bela Vista, é afluente pela margem esquerda do rio Miranda; nasce na serra da Bodoquena, fazendo divisa entre o município de Bonito e o de Jardim pertence a Bacia do rio Paraguai. (ICMBio /IBAMA, 2013)

#### **3.2 Caracterizações da Área de Estudo**

Os três principais municípios que integram o complexo da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata são Bonito, Jardim e Porto Murtinho (Figura 1). A rede

hidrográfica (Figura 2) é composta principalmente pelo canal principal do rio da Prata, rio Verde e seus afluentes.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.

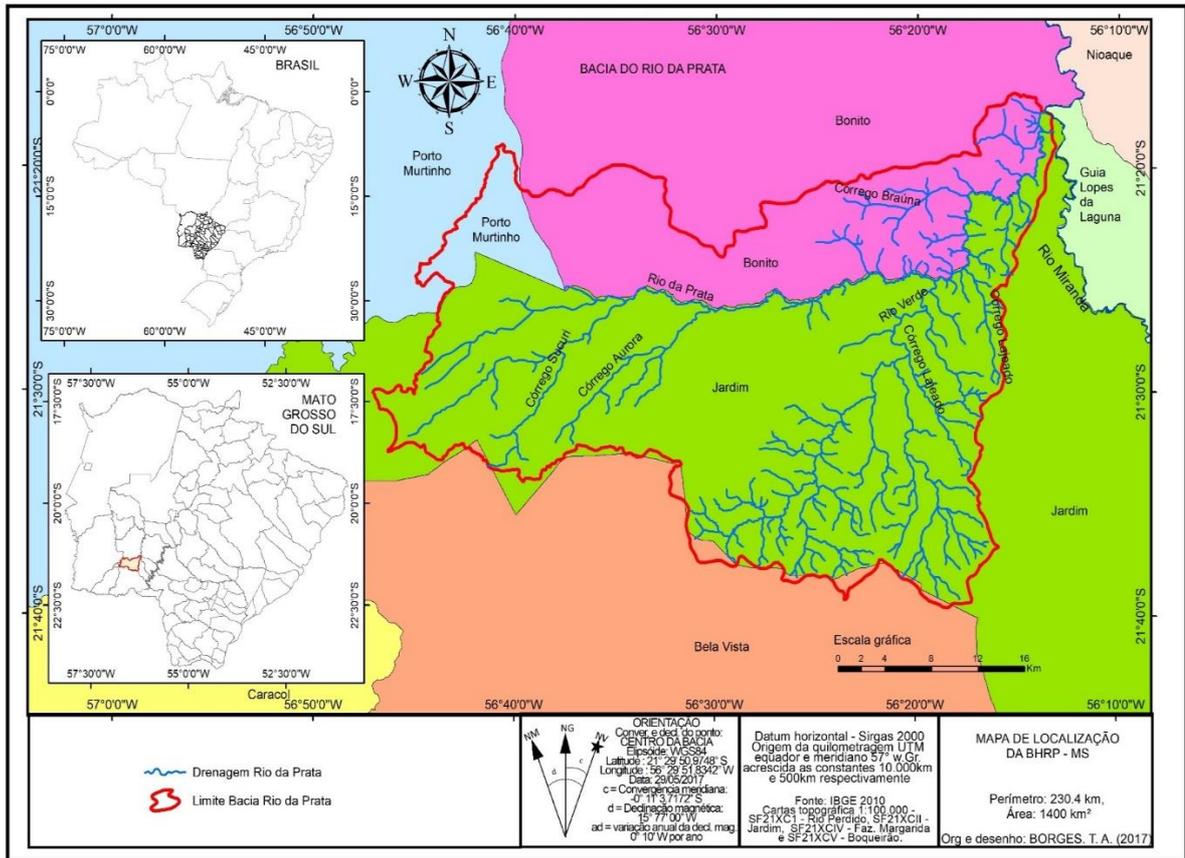
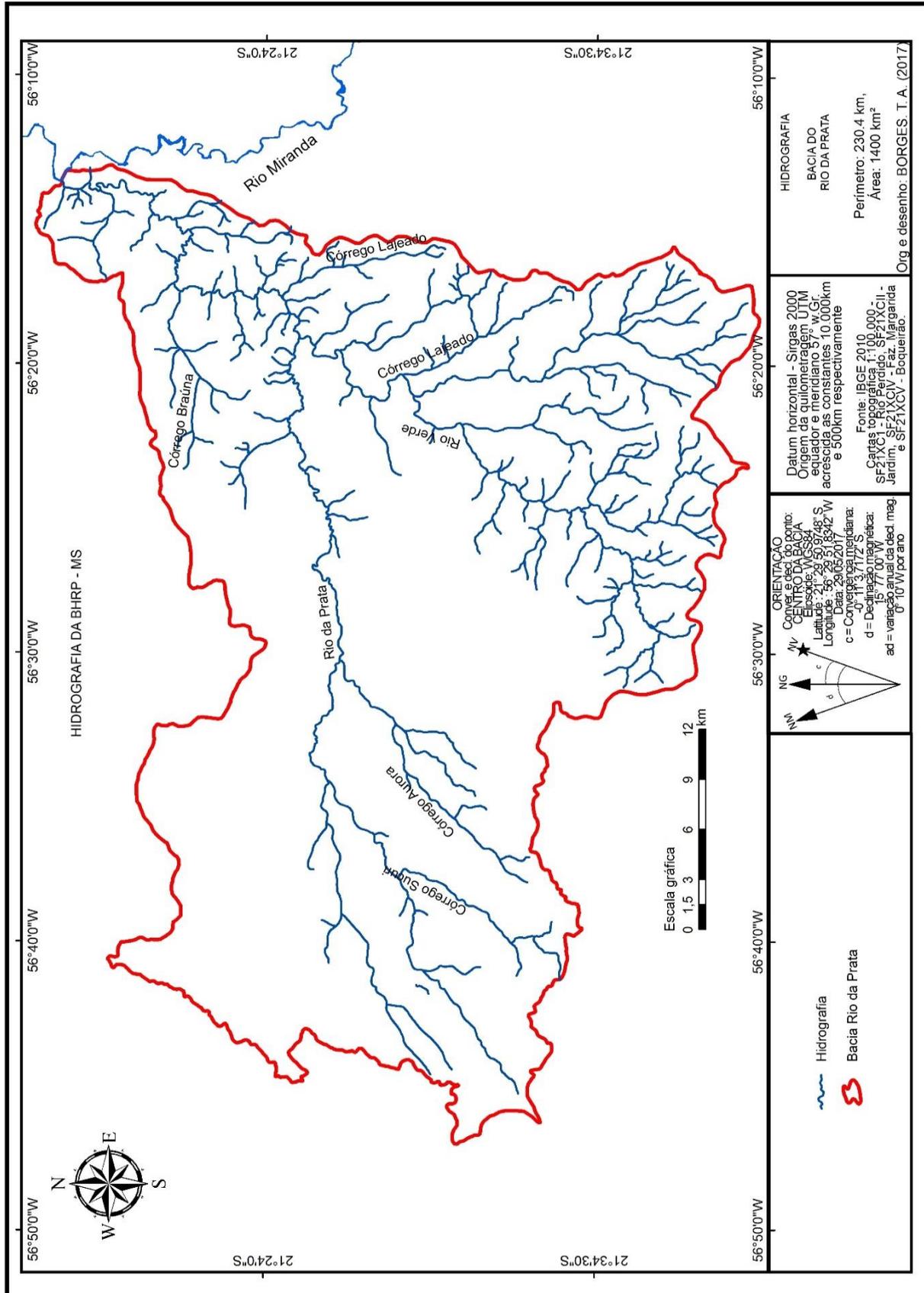


Figura 2 – Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.



### 3.2.1 Município de Bonito

O município de Bonito está localizado no sudoeste do Mato Grosso do Sul, e faz parte da região conhecida como Serra da Bodoquena. No ano de 1911, o Distrito de Bonito foi desmembrado do Município de Miranda – MS, sendo elevado à categoria de município apenas em 1948. O nome do município adveio do nome da fazenda em cujas terras sua sede foi fundada. Desde 2007, Bonito – MS é composto de dois distritos: Águas de Miranda e o distrito sede (IBGE, 2010).

De acordo com dados do Censo do IBGE 2010 (IBGE, 2010), o Município de Bonito – MS apresenta uma área de 4.934,425 km<sup>2</sup> e uma população de 19.587 pessoas, distribuídas num total de 50,43% de homens e 49,57% são mulheres. Em sua maioria um total de 16 mil pessoas (82,5%) vivem na área urbana, enquanto 17,5% vivem na área rural (2010). Entre os anos 2000 e 2010, houve um aumento de 6% da população da área urbana em relação à área rural.

Segundo Fundação Neotrópica do Brasil,

Das atividades econômicas realizadas no entorno do banhado, a pecuária e agricultura ocupam a maior extensão de terras. Nos últimos cinco anos, a produção agrícola vem superando a pecuária no entorno de ambas as áreas de banhado. Os principais impactos que estas atividades causam são o acesso do gado às áreas úmidas, a substituição da vegetação nativa por gramíneas exóticas nas suas bordas, carreamento e solo para as áreas úmidas, abertura de açudes, canalizações e perda de solo. Destaca-se ainda o turismo, praticado em diversos pontos do rio Formoso e rio da Prata, com diversos empreendimentos próximos as áreas de banhado, os quais dependem diretamente da qualidade ambiental e de características naturais da região de entorno. FUNDAÇÃO NEOTROPICA DO BRASIL (2016, p.6)

A região de Bonito – MS está localizada em uma área de contato de diferentes tipos e grupos litológicos, com intensos processos tectônicos, implicando na produção de paisagens particulares. Está assentada, basicamente, sobre rochas carbonáticas – calcários e dolomitos – das Formações Cerradinho e Bocaina, do Grupo Corumbá no topo, e rochas do Grupo Cuiabá na base, arcabouço geológico da Serra da Bodoquena. Sendo assim, as paisagens de Bonito – MS apresentam características que estão diretamente relacionadas ao fenômeno cárstico. (DIAS, 2000).

O município de Bonito foi visitado no ano de 2016 por aproximadamente 212.817 visitantes ao longo dos 12 meses, O Bonito Convention Visitors Bureau (BCVB) divulgou os dados sobre o turismo em Bonito (MS) em 2016. O relatório

apresenta um panorama da taxa da Gruta do Lago Azul e dos hotéis, o preço médio das diárias conforme classificação estabelecimento e a origem dos visitantes, o relatório apresentou dados que afirmam que a Alemanha é quem mais manda turistas internacionais para a cidade, seguida de Paraguai e dos Estados Unidos, dados com apoio da Prefeitura Municipal de Bonito-MS, FECOMÉRCIO-MS (BCVB, 2017).

A estrutura turística que se tem na região abrange sítios turísticos, meios de hospedagem, transporte, alimentação, agências e guias de turismo. Os passeios turísticos atendem aos mais variados estilos: caminhada, flutuação, cavalgada, mergulho autônomo e rapel, e a busca por educação ambiental e cultural permeia grande parte destes lugares.

Bonito reveste-se de grande interesse econômico, pois a existência de projetos financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) desperta o interesse de outros investidores. Além disso, é uma das principais portas de entrada do Pantanal Sul Matogrossense, ocupando posição geográfica privilegiada no chamado Corredor Ecoturístico (resultado de uma articulação entre os estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná), que concentra a maioria dos atrativos ecoturísticos de expressão nacional (BARBOSA; ZAMBONI, 2000).

Bonito é um município brasileiro da região Centro-Oeste, situado no estado de Mato Grosso do Sul. Polo do ecoturismo em nível mundial, suas principais atrações são as paisagens naturais, os mergulhos em rios de águas transparentes, cachoeiras, grutas, cavernas e dolinas. Juntamente com Jardim, Guia Lopes da Laguna e Bodoquena, é o principal município que integra o complexo turístico do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, apresentando grande potencial turístico. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BONITO, 2017)

No ano de 1998, o Governo Federal, através do INCRA, desapropriou 1.026,74 ha de terras da Fazenda Santa Lúcia, no município de Bonito, dando início ao projeto de assentamento de 37 famílias, somando aproximadamente 100 pessoas (IDATERRA, 2001).

As divisas do assentamento estão próximas ao lado leste da porção sul do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, em sentido a Porto Murtinho pela MS-178. De acordo com Milano (2002), o “assentamento possui duas áreas de preservação permanente. Uma compreendida em 216,52 ha de várzea, em região de nascentes do Rio da Prata, cujas águas drenam para o Rio Miranda que por sua vez é afluente

do Rio Paraguai e outra, uma área de reserva legal, com 205,88 ha de vegetação natural em estágio avançado de regeneração. Esta última tem sido utilizada irregularmente, por alguns moradores, como área de pastagem.

Os solos, onde hoje está o assentamento Santa Lúcia, são propícios à prática agrícola desde que corrigida sua acidez. A pecuária é desenvolvida em menor ou maior grau por todos os assentados, apresentando um potencial para o incremento da bovinocultura de leite e culturas anuais, simultaneamente à bovinocultura, ocorre, em menor escala, a suinocultura e a criação de galinha caipira (MILANO, 2002).

### 3.2.2 Os Municípios de Jardim e Bodoquena

O município de Jardim está localizado na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, com sede localizada a 193 km da capital. Seus limites são: ao norte com o município de Bonito, ao sul com o município de Bela Vista, a leste com o município de Guia Lopes da Laguna e a oeste com os municípios de Porto Murtinho e Caracol. Os dados do IBGE/2010 apontam o município com uma área de 2.201,5 km<sup>2</sup>, representando 0,61% da área do Estado e uma população de 24.346 pessoas. Foi área de conflito durante a Guerra do Paraguai, e elevado à categoria de município com a denominação de Jardim em 1953.

O município de Jardim localiza-se na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, faz parte das bordas do Planalto da Bodoquena e parte da Bacia do Rio Miranda. Jardim é rico no que se refere a sua hidrografia, pois percorrem alguns rios no município sendo eles o rio da Prata, rio Perdido, rio das velhas, etc. O rio da Prata tem sido utilizado nos últimos anos pelo turismo local, devidos o efeito de transparência das águas, e ao longo deste rio se encontram os empreendimentos turísticos existentes na região. Assim, as águas límpidas do Rio da Prata, o próprio contexto histórico do município faz de Jardim uma cidade com um grande potencial turístico, entretanto a cidade não tem tido grande retorno com o turismo, pouco tem impacto na população (CLEVE, 2014).

Localizado próximo a Bonito, segundo MS (2017) pertence ao mesmo sistema natural, onde é possível praticar o mergulho de superfície. Lá, a transparência das

águas do rio da Prata permite a observação de uma riquíssima e bela vegetação aquática, assim como de peixes de variadas cores e espécies.

A Prefeitura Municipal de Jardim (2017) destaca em seu site que o Rio da Prata aguça a vontade do turista em conhecer o município, pelo encantamento com alta transparência de suas águas, como também poder deparar com as diversas colorações da fauna e flora encontradas no fundo do rio.

Destaca também o artesanato também é um diferencial, pois o osso e madeira se transformam em objeto de arte, a tradição na realização de eventos de qualidade com um calendário diversificado, atraindo turistas nacionais e internacionais, e outras atrações turísticas como o estruturado Balneário Municipal, o deslumbrante Buraco das Araras e o maravilhoso Recanto Ecológico do Rio da Prata, além de belíssimas áreas de camping para os que gostam de ficar em contato íntimo com a natureza e se desligar das atribulações da vida na cidade.

Barbosa et.al. (2006) cita que “as propriedades do município estão voltadas para a produção pecuária bovina uma distribuição que envolve toda a área do espaço agrário municipal.”

As cidades de Jardim e Bodoquena têm suas economias baseadas na atividade primária (pecuária e agricultura). Porém, é o turismo que vem despertando um interesse cada vez maior, com crescente destaque nacional e internacional, por suas belezas cênicas, e que conta, cada vez mais com apoio do poder público, na forma de incentivos fiscais e infraestrutura para as instalações de novos empreendimentos, além de terem parte de suas terras abrangidas pelo Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PREFEITURA MUNICIPAL DE JARDIM, 2007; PREFEITURA MUNICIPAL DE BODOQUENA, 2007).

O município de Bodoquena segundo dados do Censo IBGE (2010) tem uma população de 7.985 pessoas.

Segundo BRAMBILLA (2007) após um dos maiores conflitos armados sul americano, a Guerra do Paraguai (1864-1870), o governo brasileiro doou terras para os militares pelos serviços prestados no conflito e também pela descoberta de ouro em Cuiabá, tendo assim início a ocupação da região hoje município de Bodoquena.

O mesmo autor descreve que o município já foi parte integrante do município vizinho Miranda. Suas origens datam por volta dos anos 50, quando o Governo do Mato Grosso instalou uma colônia agrícola no local. O caminho que interligava a atual Bodoquena e Miranda era conhecido como Trilha dos Caminheiros da Fé, devido às

dificuldades dos que tentavam atravessá-la, principalmente na época das chuvas. A ex-colônia cresceu e passou a se chamar Vila da Amizade. Em 1963, recebeu o nome de Campão, quando foi elevada à categoria de distrito de Miranda (Lei Nº 2.079/63). Nessa época, destacou-se com a atividade agrícola, que mais tarde passou à pecuária. Elevado ao título de município em 13 de maio de 1980, através de plebiscito, finalmente passou a se chamar Bodoquena (Lei Nº 87/80).

No município de Bodoquena temos a única Unidade de Conservação de proteção integral de âmbito nacional de Mato Grosso do Sul, com 76.460 ha, o Parque Nacional da Serra da Bodoquena, que foi criada em 21 de setembro de 2000.

BRAMBILLA (2007, p. 24 ) afirma que desde a década de 80, a Serra da Bodoquena foi indicada como uma área de grande potencial para preservação permanente. Estudos realizados pelo RADAM BRASIL/1982 apontaram a necessidade de proteção da região devido à forte susceptibilidade à erosão, por constituir-se na maior extensão de florestas naturais do Estado e possuir relevo cárstico, onde o processo de dissolução contribui para gerar paisagens originais de rara beleza cênica. O Macrozoneamento Geoambiental do MS/1989 bem como a Reunião Nacional sobre Conservação dos Ecossistemas Naturais da Mata Atlântica/1990 reafirma esta necessidade.

O Parque Nacional da Serra da Bodoquena está localizado em um território que abrange a Reserva da Biosfera do Pantanal, na zona de amortecimento da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e no Corredor de Biodiversidade Cerrado-Pantanal e ainda é vizinho da Reserva Indígena Kadiwéu, esta importante localização confere um papel de destaque na proteção dos últimos espaços naturais do Mato Grosso do Sul.

### 3.2.3 O Município de Porto Murtinho

O município de Porto Murtinho está localizado na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, sua sede localiza-se a 364 km da capital. Seus limites são: ao norte com o município de Corumbá, ao sul e oeste com o Paraguai ao Sudoeste os municípios de Caracol e Jardim e a nordeste com os municípios de Bonito e Bodoquena.

Sua história teve início no fim do século XIX, quando produtores de erva-mate criaram um porto fluvial para escoar sua produção, um porto que serviria para o embarque da indústria de erva-mate com destino ao sul do país, nascia, assim, a povoação de Porto Murtinho que foi elevada a distrito em 1900 e o município criado em 1911.

Conforme citado no site da Prefeitura Municipal de Porto Murtinho (2017), com mais de 100 anos, o município se destaca por ter sido palco de uma série de acontecimentos marcantes na história do nosso País, como a Guerra da Tríplice Aliança e a Revolução de Getúlio Vargas de 1932. E suas construções arquitetônicas e monumentos históricos espalhados por toda a cidade são verdadeiros museus a céu aberto e se tornaram um dos principais atrativos turísticos.

Hoje o município de Porto Murtinho segundo dados do Censo IBGE (2010) tem uma população de 15.372 pessoas. Os dados do IBGE (2010) apontam o município com uma extensa área de 17.744,50 km<sup>2</sup>, representando 4,92% da área do Estado.

A cidade possui diversos atrativos turísticos, Históricos e Culturais, opções de Barco Hotel, Hotéis e Pousadas e a Pesca que é um segmento do turismo já consolidado no município que proporciona à população a geração de emprego e renda.

Segundo HEYN (2003) as principais atividades econômicas de Porto Murtinho são o comércio e a pecuária, tendo o nono rebanho bovino do Estado; terceiro rebanho ovino; e sendo o sétimo produtor de lã e o décimo primeiro rebanho equino.

#### 3.2.4 Classes de Solo

A Bacia Hidrográfica do Rio da Prata foi objeto de levantamento pedológico realizado pelo PROJETO RADAMBRASIL (1982) e do Programa de Conservação da Bacia do Alto Paraguai PCBAP (1997), segundo dados extraídos dessa verificação, há o predomínio de **Argissolo** com 27,9%, a textura é, em geral, arenosa/média e média/argilosa, em alguns casos com presença de cascalhos.

Segundo OLIVEIRA, (2000), o solo Argissolo, possui:

A textura que é, em geral, arenosa/média e média/argilosa, em alguns casos com presença de cascalhos, sendo muito conspicuo o caráter abrupto. O

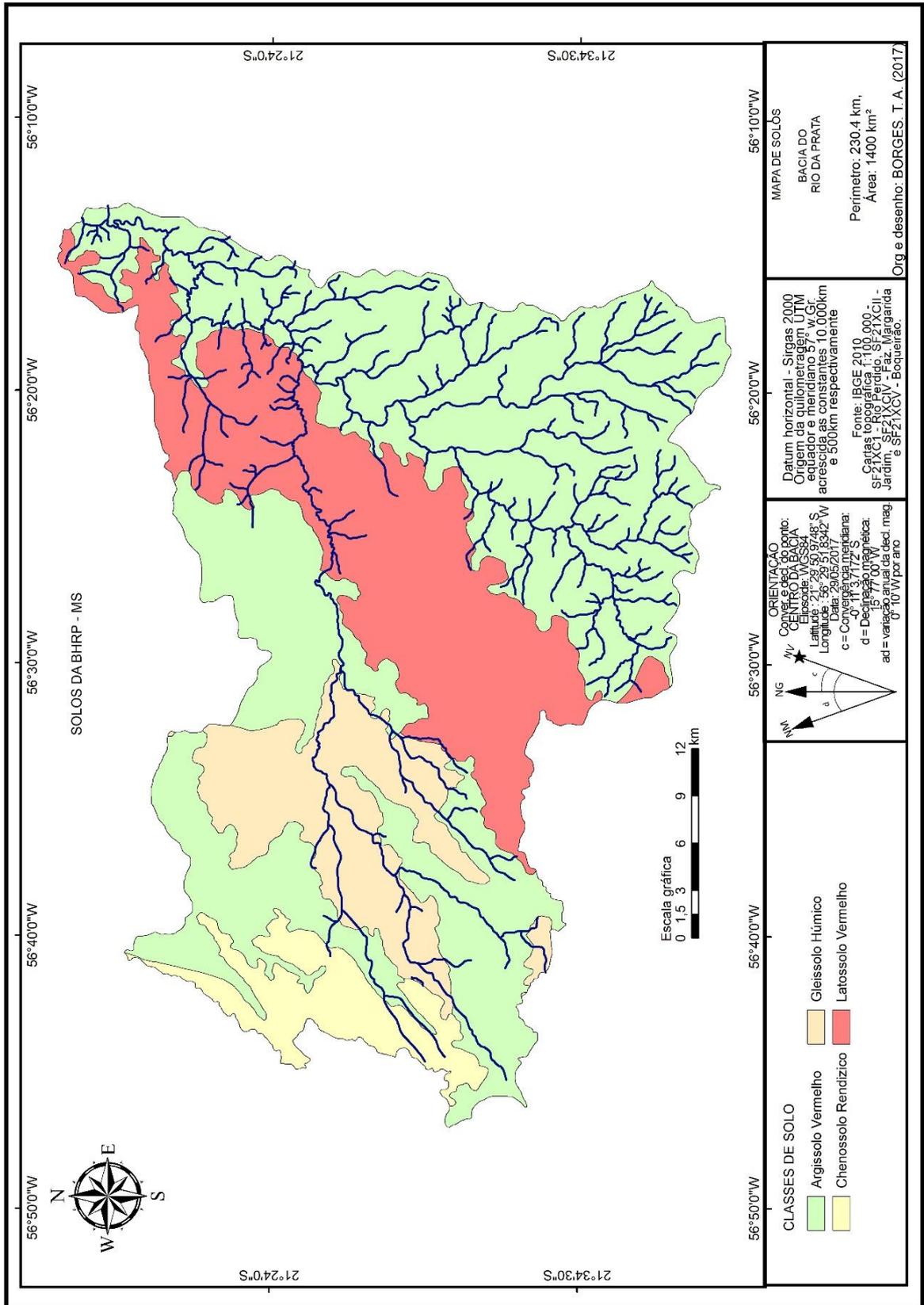
horizonte B apresenta, em geral, estrutura em blocos angulares e subangulares com diferentes graus de desenvolvimento, associada com cerosidade comum a abundante e moderada a forte. Ocorrem em relevo desde plano a ondulado, embora predominem suave ondulado e ondulado. A pecuária representa a maior atividade econômica nesses solos.

Na BHRP identificaram-se quatro classes de solo (Figura 3), cuja maioria apresenta fragilidade muito alta (figura 3). Destaca-se a presença dos solos Argissolo e Latossolo. O **Latossolo** ocupa 24,05% da área (Tabela 1), situado na região de sua maioria ocupada por pastagem plantada são solos normalmente muito profundos, com espessura raramente inferior a dois metros, de elevada permeabilidade e, em geral, bem drenados. Lepsch (2010) afirma que os Latossolos sob vegetação do cerrado são ácidos e pobres em nutrientes e que para a utilização dessas áreas na agricultura é necessário que se faça a neutralização da acidez, prejudicial, com a aplicação de calcário, e com a aplicação de fertilizantes.

A principal limitação ao uso agrícola destes solos refere-se à baixa fertilidade natural e à ocorrência de alumínio trocável em níveis tóxicos, o que requer aplicação de corretivos e fertilizantes para viabilizar sua exploração. Não obstante, as condições geográficas em que ocorrem, aliadas à grande espessura, elevada permeabilidade e ausência de impedimentos à mecanização, conferem-lhes excelente potencial para utilização intensiva. Devido a isto, as áreas de ocorrência destes solos encontram-se praticamente desprovidas de sua vegetação natural, utilizadas principalmente com lavouras de soja, milho e pastagens (OLIVEIRA, 2000).

As áreas providas por Latossolos permitem a mecanização agrícola devido ao relevo plano ou suavemente ondulado e apresentam uma limitação quanto ao uso solo que é a baixa quantidade água disponível as plantas.

Figura 3 – Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata



Na porção oeste da bacia, nas bordas da Serra da Bodoquena, há ocorrência de **Argissolo** que apesar de apresentarem boas condições para o desenvolvimento de grande variedade de espécies vegetais, desde que corrigidas as deficiências nutricionais do solo, a mecanização encontra certas restrições do relevo. Assim, a principal utilização destes solos é representada pela atividade pastoril; o **Chernossolo** que apesar de sua elevada fertilidade natural são utilizados com pastagem de capim colômbio, sendo as principais limitações ao uso mais intensivo os afloramentos de rocha, o excesso de cascalho e calhaus e o relevo forte ondulado e montanhoso quando presentes. E o **Gleissolo** são característicos de locais planos e abaciados, sujeitos a alagamentos constantes ou periódicos. Os **Argissolo** apresentam uma textura arenosa/média e média/argilosa, são solos que sofrem com alagamento no período chuvoso aliados à drenagem imperfeita, sendo assim restringe-se o aproveitamento desses solos ao uso com pastagem natural (OLIVEIRA, 2001).

Tabela 1 – Quantificação das classes de solo na BHRP

<b>Classe de Solo</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>	<b>Classes de fragilidade</b>
Latossolo	336,6	24,05	1-Muito Baixa
Argissolo	816,9	58,35	3-Média
Chernossolos	81,2	5,8	5- Muito Alta
Gleissolo	165,3	11,8	5- Muito Alta
<b>TOTAL</b>	<b>1400</b>	<b>100</b>	----

Fonte: dados da pesquisa

Elaboração: BORGES, T.A. (2017)

Na classe do Argissolo segundo Embrapa (2014, p.77)

...estão incluídos os solos que foram classificados anteriormente como Podzólico Vermelho-Amarelo com argila de atividade baixa ou alta, pequena parte de Terra Roxa Estruturada, de Terra Roxa Estruturada Similar, de Terra Bruna Estruturada e de Terra Bruna Estruturada Similar, na maioria com gradiente textural necessário para B textural, em qualquer caso Eutrófico, Distrófico ou Álico, Podzólico Bruno-Acinzentado, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Amarelo, Podzólico Acinzentado e mais recentemente solos que foram classificados como Alissolos com B textural.

Os Chernossolos são solos pouco coloridos, constituídos por material mineral que têm alta saturação, conforme Embrapa (2014) está classe inclui a maioria dos

solos que eram classificados como Brunizém, Rendzina, Brunizém Avermelhado, Brunizém Hidromórfico e Cambissolos Eutróficos com argila de atividade alta conjugada com A Chernozêmico.

Segundo Embrapa (2014) os Gleissolos se encontram permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados, esta classe abrange os solos que foram classificados anteriormente como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico, parte do Hidromórfico Cinzento (sem mudança textural abrupta), Glei Tiomórfico e Solonchak com horizonte glei.

Nas áreas ocupadas pelo solo Argissolo Vermelho-Escuro conforme citadas pelo Oliveira (2001) e atualizadas a nomenclatura conforme Embrapa (2014) apesar de apresentarem boas condições para o desenvolvimento de grande variedade de espécies vegetais adaptadas ao clima da região, desde que sejam corrigidas as deficiências nutricionais, a mecanização encontra certas restrições nas áreas situadas em relevo mais movimentado, sendo assim a principal atividade é a pecuária. Nas áreas úmidas encontram os solos classificados como Glei Húmico eutrófico que tem seu uso muito dificultado pelas condições de má drenagem e regime periódico de inundação, sendo mais apropriados à exploração pecuária, e nas áreas mais elevadas, Plintossolo e Rendzina que ocorre com maior expressão no Planalto da Bodoquena, que apresenta uma elevada fertilidade natural, são utilizados com pastagem de capim colônia, sendo as principais limitações ao uso mais intensivo os afloramentos de rocha, o excesso de cascalho e o relevo fortemente ondulado e montanhoso (OLIVEIRA,2001).

Com a atual classificação da Embrapa (2014) os solos relacionados na citação de Oliveira (2001), sofreram alterações, Glei Húmico eutrófico passa a se chamar Gleissolo, Chernossolos é a nova classificação da Rendzina, Argissolos a nova classificação para o solo Podzólico.

Segundo PEREIRA et al. (2004):

Entre a Serra de Bodoquena e a Serra de Maracaju – abrangendo cidades como Guia Lopes da Laguna, Jardim, Bonito, Bela Vista e Antônio João, de altitudes que variam de 250 a 550 metros, o clima se apresenta úmido, com índice hídrico de 20 a 40 e moderada deficiência de água no inverno. A variação de temperatura é pequena e a evapotranspiração anual é superior a 1.140mm.

### 3.2.5 Vegetação

A área de estudo mapeada (Figura 4) é coberta por Floresta Estacional, Floresta de Galeria, Aluvial (Arbórea, arbustiva, herbácea) a popular Mata ciliar, e Cerradão em maiores proporções, mas observa-se que a Pastagem Plantada e a Agropecuária predominam na BHRP, isso foi constatado em campo, ocupando mais de 50% da área.

Analisando a tabela 2, e os resultados da cobertura Vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul realizado por Silva et al. (2011), encontramos na área da BHRP áreas de tensão ecológica que conforme o autor são áreas onde duas ou mais regiões fitoecológicas se encontram e se interpenetram constituindo as transições florísticas, no caso desta área um enclave (espécies de diferentes regiões que não se misturam). Temos as áreas de massas d'água que são representados pelos rios, córregos, vazantes, represas, que tem seu estado de conservação e qualidade da água variável.

Nas áreas consideradas antrópicas encontramos na BHRP, temos áreas de agricultura anual, Agropecuária, Pecuária e Vegetação Secundária.

Segundo Silva et al. (2011),

Agricultura anual ou lavouras temporárias são formadas por culturas que possuem um período de vida definido entre a semeadura/plantio e a colheita, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita deixa o terreno disponível para novo plantio. Todas as culturas anuais foram incluídas nessa classe, mais as áreas de mandioca. As culturas em destaque são: soja, milho, arroz e algodão.

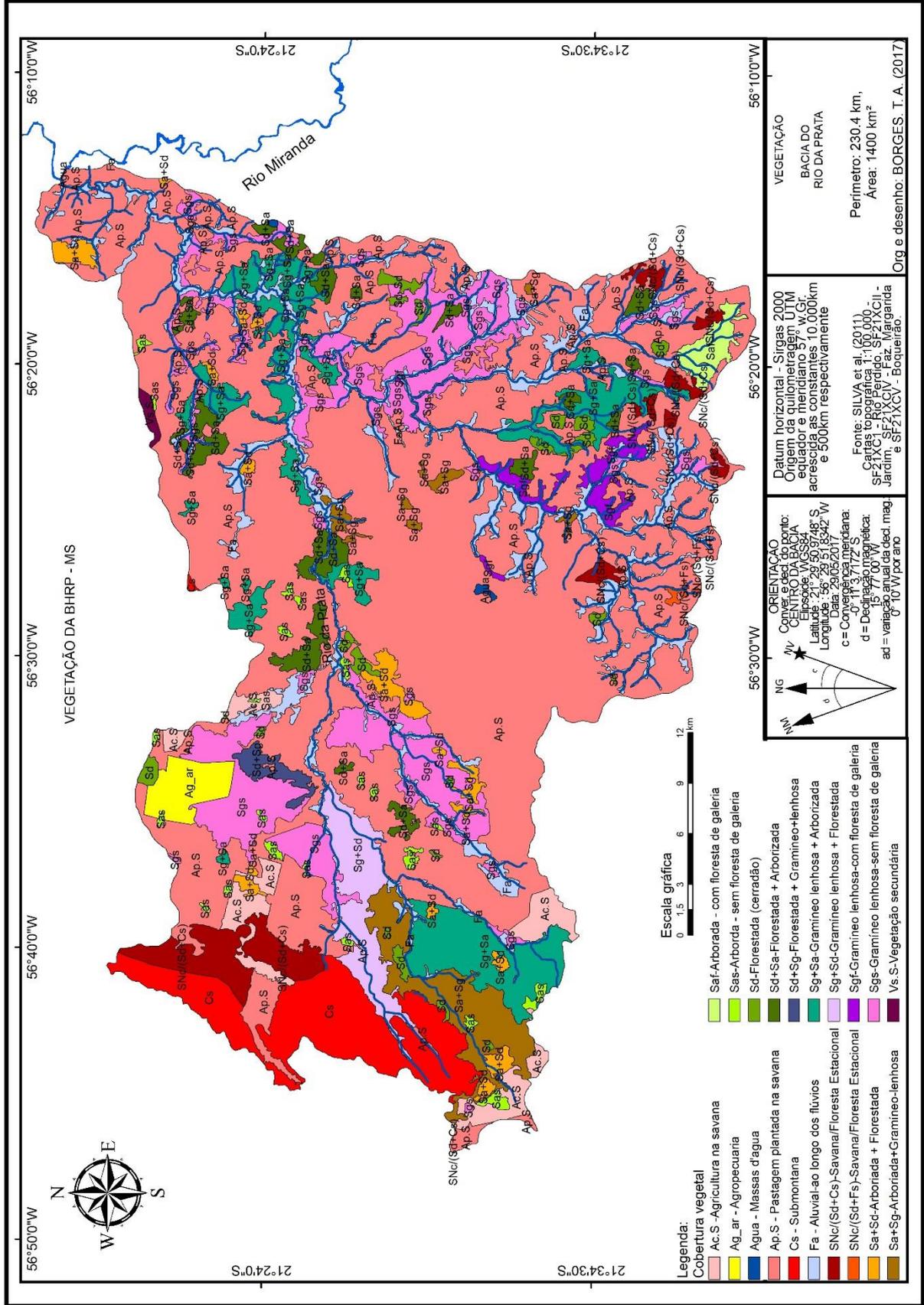
As Áreas de Agropecuária (assentamentos rurais) são áreas adquiridas pela União e que são distribuídas a pequenos produtores que participam do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, conforme definição de Silva et al. (2011) essas áreas forma classificadas como Agropecuária devido ao uso misto de agricultura de subsistência associada a pecuária (corte e/ou leite). A Pecuária são as áreas destinadas ao pastoreio do gado, o solo está coberto por gramíneas e as espécies mais utilizadas são as braquiárias (*Urochloa decumbens*, *U. Brizantha*, *U. humidicola*).

Tabela 2 – Quantificação das classes de vegetação na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata

Tipos de Cobertura Vegetal	Código	Área		Nível de fragilidade/ Peso
		Km <sup>2</sup>	%	
<b>Áreas Antrópicas - Agricultura Anual</b>				
Agricultura na Savana	Ac.S	29,30	2,09	2-Alta
<b>Áreas Antrópicas - Agropecuária</b>				
Agropecuária (Assentamentos rurais)	Ag_ar	13,90	1	3-Média
<b>Áreas Antrópicas – Pecuária (Pastagem Plantada)</b>				
Pastagem Plantada na Região de Savana	Ap.S	733,15	52,36	3-Média
<b>Áreas Antrópicas – Vegetação Secundária</b>				
Vegetação Secundária de Savana	Vs.S	1,85	0,13	2-Alta
<b>Outros</b>				
Massas de água (represas, açude, rios, córregos, corixos, vazantes, baías, salinas)	Água	7,85	0,5	2-Alta
<b>Áreas de Vegetação Natural – Floresta Estacional Decidual</b>				
Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcaria)	Cs	68,85	5	2-Alta
<b>Áreas de Vegetação Natural – Vegetação Ciliar</b>				
Aluvial (Arbórea, arbustiva, herbácea) – ao longo dos flúvios	Fa	123,10	8,79	2-Alta
<b>Áreas de Vegetação Natural -Savana (Cerrado)</b>				
Arborizada + Florestada	Sa+Sd	19,30	1,37	2-Alta
Florestada+ Gramíneo-Lenhosa	Sa+Sg	37,70	2,69	2-Alta
Arborizada (Campo Cerrado, cerrado, Cerrado Aberto) com floresta de galeria	Saf	8,98	0,6	3-Média
Arborizada (Campo Cerrado, cerrado, Cerrado Aberto) sem floresta de galeria	Sas	8,64	0,6	3-Média
Florestada (Cerradão)	Sd	13,70	1	2-Alta
Florestada + Arborizada	Sd+Sa	30,46	2,2	2-Alta
Florestada+ Gramíneo-Lenhosa	Sd+Sg	5,85	0,41	2-Alta
Gramíneo-Lenhosa+ Arborizada	Sg+Sa	86,75	6,2	3-Média
Gramíneo-Lenhosa + Florestada	Sg+Sd	29,60	2	3-Média
Gramíneo-Lenhosa com Floresta de Galeria	Sgf	13,10	1	2-Alta
Gramíneo-Lenhosa sem Floresta de Galeria	Sgs	132,26	9,5	3-Média
<b>Áreas de Tensão Ecológica - Enclave</b>				
Savana / Floresta Estacional Decidual	SNc(Sd+Cs)	34,48	2,46	2-Alta
Submontanha				
Savana / Floresta Estacional Semidecidual	SNc(Sd+Fs)	1,18	0,1	2-Alta
Submontanha				
<b>Total</b>		<b>1400</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Fonte: dados da pesquisa aptado de Silva et al.(2011).  
Elaboração: BORGES, T.A. (2017)

Figura 4 – Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.



A área de Vegetação Secundária são todas as vegetações nativas não originais, encontram - sem em áreas onde ocorreu a intervenção humana e depois foi abandonada, conhecida popularmente como Capoeira. Em áreas onde encontrava-se o Cerrado, ocorrem espécies como o Angiquinho (*Calliandraparfiflora Benth*), Café-bravo (*Mataybaguianensis Aubl*), Lixeira (*Curatella americana L.*), Pau-terra (*Qualea spp.*), entre outros, nos locais de Floresta Decidual encontram-se as barrigudas (*Ceiba pubiflora*), cactos, aroeira (*Myrcrodruonurundeuva Allemão*), Bocaíuva (*Acrocomiaaculeata*) e outros, e nos de Floresta Semidecidual, surgem aroeirinha-brava (*Lithraeamolleoides Engl*), cipó-são-joão (*Pyrostegiavenusta*), espinho agulha (*Dasyphyllum brasiliense*), leiteiro (*sapiumhaemospermum*), unha de gato (*Acacia plumosa Lowe*), e outros e nos de Floresta Aluvial reaparecem os ingás (*Ingaspp*) e sangra-d'-agua (*Crotonurucurana Baill*) SILVA et al. (2011).

Na área de Vegetação Natural, com Formação de Savana (Cerrado) observa-se diversas subformações, essa é uma área que segundo Silva et al. (2011), tem uma chuva média anual entre 1200 e 1800 mm, concentrada nos meses de outubro a março, com uma estação seca de 3 a 5 meses de duração. Os solos são predominantemente arenosos, mas podem ser encontradas variações argilosas, destaca-se pela riqueza florísticas com mais de 12 mil espécies catalogadas, e uma de suas fisionomias importantes do ponto de vista de recursos hídricos são as veredas, que são faixas relativamente estreitas de campos encharcados que acompanham as nascentes e os pequenos cursos d'água, com ou sem presença de buriti (*Mauritia flexuosa L.f.*).

### 3.2.6 Geologia

A geologia da BHRP (Figura 5) é composta por sete formações, são elas: Aquidauana, Bocaina, Botucatu, Cerradinho - calcário calcítico, Cuiabá e Xaraiés, dados disponíveis em <http://www.sisla.imasul.ms.gov.br/sisla> no Mapa de Geologia de Mato Grosso do Sul com elaboração da SEMAC/SUPLAN/CPPPM (2010). A Formação Aquidauana que ocupa a maior área da BHRP, é dividida por Schneider *et al.* (1974) em três intervalos estratigráficos, a saber: a) o *inferior*, caracterizado por conglomerado basal seguido de arenitos vermelhos a róseos médios a grossos, com

estratificação cruzada acanalada e intercalações de diamictitos e arenitos esbranquiçados; b) o *intervalo médio*, de siltitos, folhelhos e arenitos finos, vermelhos a róseos, laminados, com intercalações de diamictito e folhelho cinza-esverdeado; e c) o *intervalo superior*, dominado por arenitos vermelhos com estratificação cruzada. Os autores interpretam a unidade como produto de ambiente fluvial e lacustre.

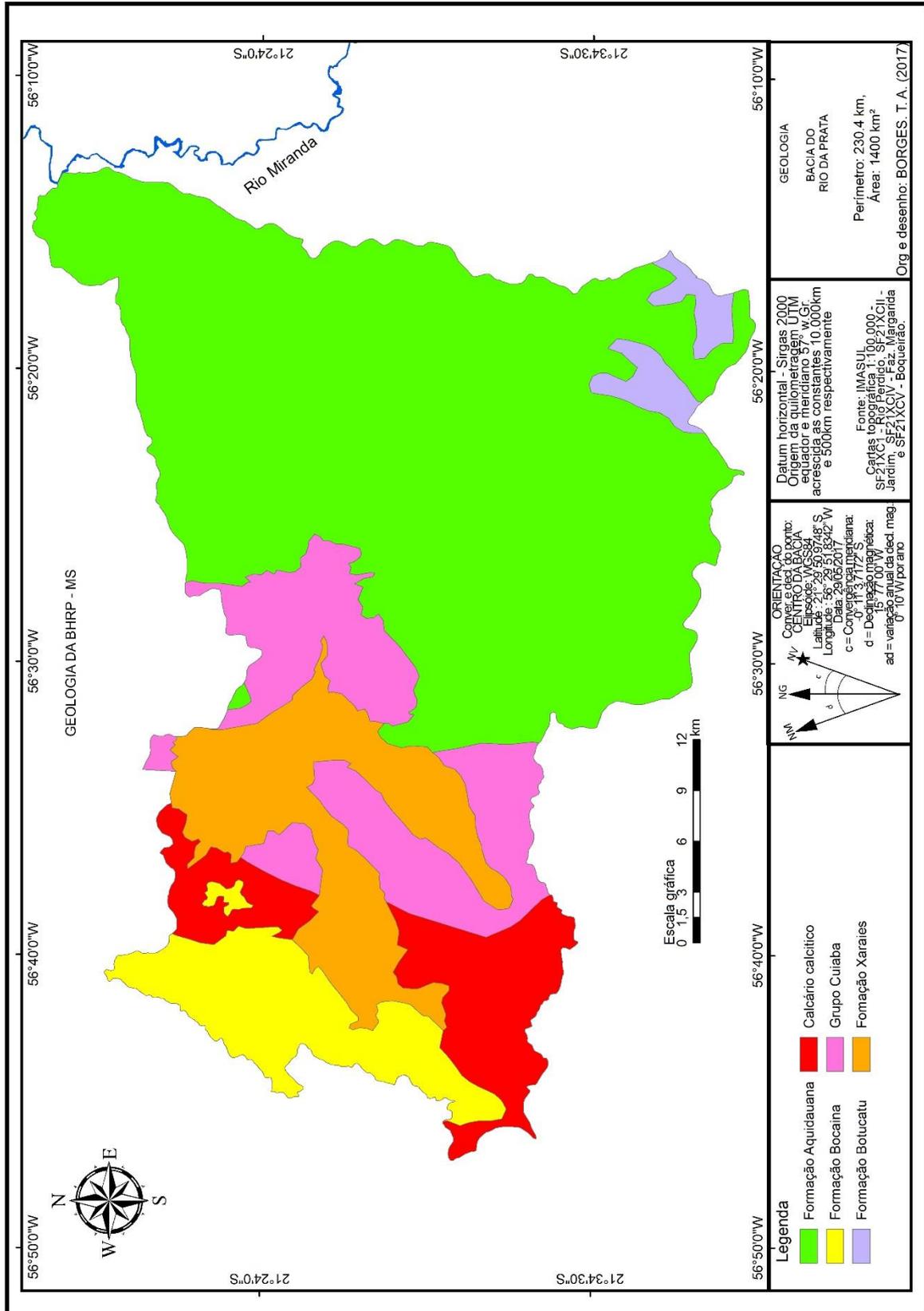
A formação Botucatu tem seus afloramentos raros, exceto nas calhas das principais drenagens. Geralmente sustenta chapadões cobertos por solos areno-argilosos e areias. Seus litotipos são arenitos finos a médios, avermelhados e friáveis, de grãos arredondados e alta esfericidade, dispostos em *sets* e/ou *cosets* de estratificações cruzadas de grande porte. Em nosso estado temos a presença de rochas carbonáticas que têm emprego variado e seu uso depende da sua composição química e de suas propriedades físicas, suas principais aplicações são: indústria do cimento com o uso de calcários calcíticos, indústria de cal, indústria farmacêutica e de alimentação, fabricação de tintas, borrachas, tubos de PVC, colas e papel, onde é usado para branqueamento, como material da construção civil, na condição de brita, na agricultura, como corretivo de solos ácidos.

No Mato Grosso do Sul foram cadastradas 80 ocorrências de rochas carbonáticas, associadas às Subunidades Carbonática e Pelítica do Grupo Cuiabá, nas Formações Bocaina, Cerradinho e Tamengo, do Grupo Corumbá, e na Formação Xaraiés.

Fazem parte do Grupo Corumbá as formações: Formação Bocaina, as rochas carbonáticas estão representadas por calcários e dolomitos, por vezes mármore. Na Formação Cerradinho, as rochas carbonáticas são de composição calcítica e dolomítica e ocorrem como intercalações em siltitos, margas e arenitos da porção superior da Unidade. Os calcários são cinza escuros e contém estratos cruzados, laminações onduladas e estruturas tipo *hummocky* (Boggiani, 1997). Os dolomitos são cinza claros e ocorrem em camadas finas que se alternam com as de calcário.

A Formação Cuiabá maioria ocorre na Subunidade Carbonática e algumas na Subunidade Pelítica, em ambos os casos na forma de lentes de meta-calcário ou mármore, calcítico ou dolomítico, com intercalações de filitos e xistos. Estas rochas têm sido utilizadas para brita, rocha ornamental, corretivo agrícola, cimento e cal (LACERDA FILHO et al., 2006).

Figura 5 – Mapa de Geologia da BHRP



### 3.2.7 Geomorfologia

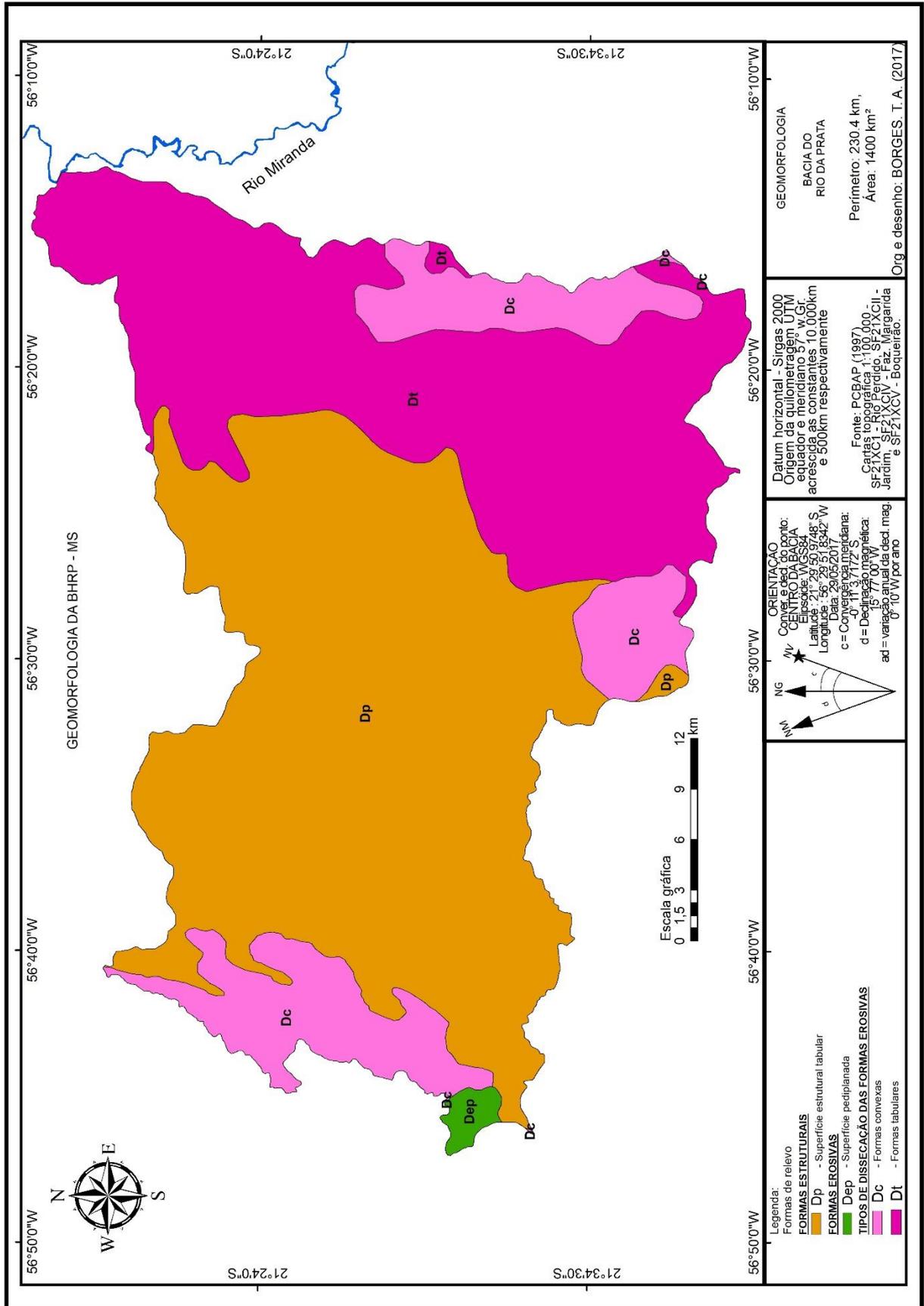
A geomorfologia da BHRP (Figura 6) encontra-se inserido na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, modelada pelas morfoesculturas do Planalto da Bodoquena (alto curso) e Depressão do Rio Paraguai (médio e baixo curso). As formas de relevo predominantes na bacia são as erosivas de superfície pediplanada, elaboradas por processos de pediplanação. Ocorrem também formas tabulares, com relevos separados por vales de fundo plano. Em menor quantidade, ocorrem formas de relevo de topos convexos, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados por vales de fundo plano ou em V (BRASIL, 1982).

Na área da BHRP foram mapeadas quatro classes geomorfológicas do 4º Táxon, conforme se verifica na Figura 6, que estão fortemente relacionadas às características geológicas, pedológicas e, sobretudo, aos diferentes tipos de uso da terra. Essas classes geomorfológicas foram agrupadas em três categorias, de acordo com a morfogênese: Formas Estruturais, Formas Erosivas e Formas de Dissecação das formas erosivas.

Baseados no IBGE (2009) Dp – Superfície Estrutural Tabular – Superfície de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem, no entanto, perder suas características de aplanamento, cujos processos geram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos. Pode apresentar cobertura detrítica e/ou encouraçamentos com mais de um metro de espessura, indicando remanejamentos sucessivos, ou rochas pouco alteradas truncadas pelos processos de aplanamento que desnudaram o relevo. Ocorre nas depressões pediplanadas interplanálticas e periféricas tabuliformes e no sopé de escarpas que dominam os níveis de erosão inferiores e eventualmente nos topos de planaltos echapadas ao longo dos vales.

Dep – Superfície Pediplanada - Superfície de aplanamento, elaborada por processos de pediplanação, cortando litologias pré-cambrianas do Grupo Cuiabá e Corumbá, rochas devonianas e permocarboníferas da Bacia Sedimentar do Paraná.

Figura 6 – Mapa de Geomorfologia da BHRP



Dc – Formas Convexas – são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São caracterizadas por vales bem-definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

Dt – Formas Tabulares - delineiam feições de rampas suavemente inclinadas e lombadas, geralmente esculpidas em coberturas sedimentares inconsolidados e rochas metamórficas, denotando eventual controle estrutural. São, em geral, definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada.

### 3.2.8 Áreas potenciais a erosão e inundação

As áreas prioritárias indicam os locais onde a conservação, proteção e o Uso devem ser sustentáveis, contudo vale destacar que se trata de uma ferramenta relativamente nova para análise do ambiente, mas deverá ser utilizada cada vez mais (MMA, 2007).

Os dados dos locais de riscos à diversidade biológica são os indicados no mapa como de extremamente alta e muito alta prioridade (Figura 7).

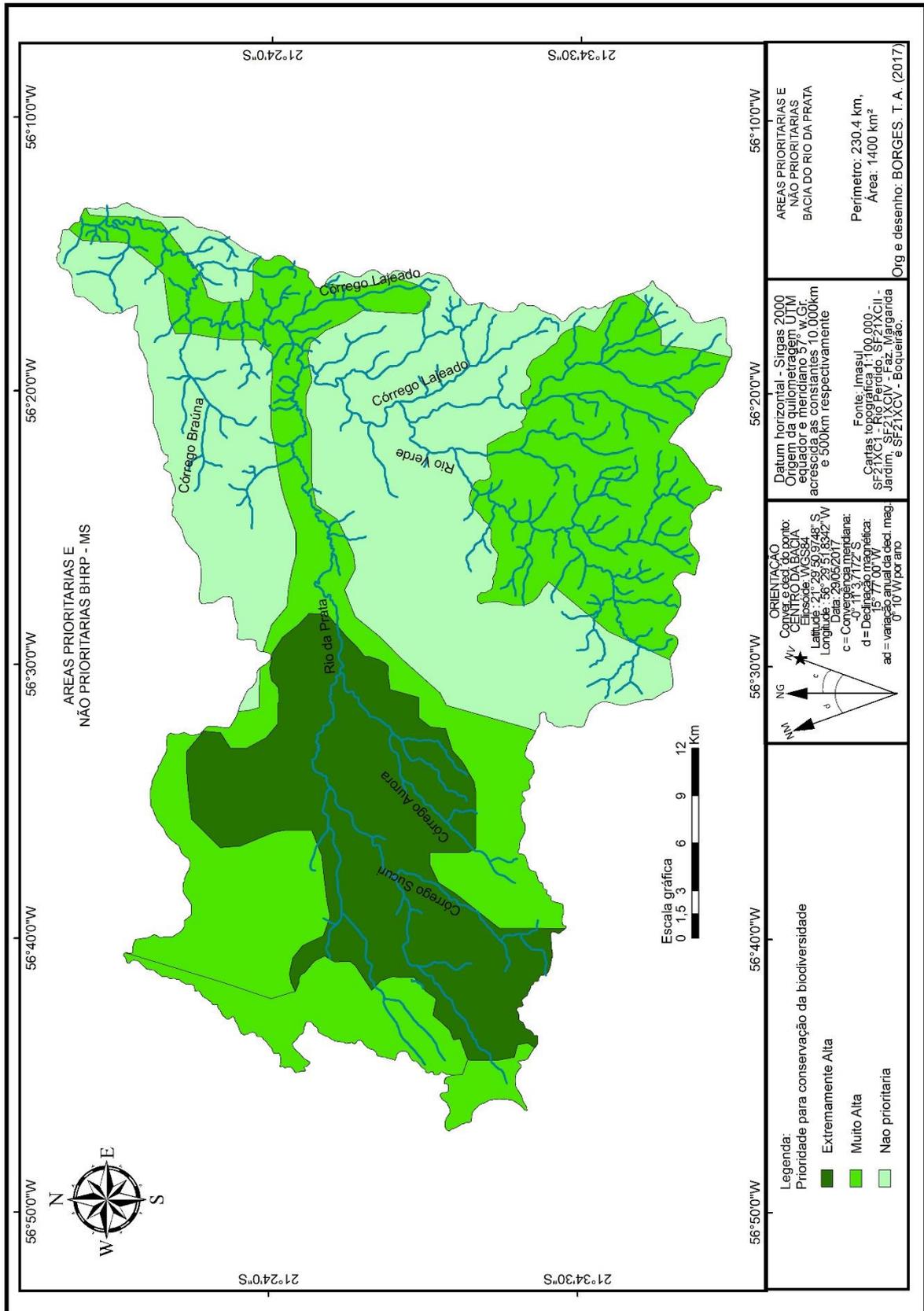
Áreas não prioritárias (Tabela 3) correspondem a 36,96% da área, 46,72% são áreas prioritárias de risco muito alta atingindo uma área de 42,72% a extremamente alta 20,32%.

Tabela 3 – Áreas Prioritárias e não prioritárias na BHRP

<b>Áreas Prioritárias</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Não prioritária	517,40	36,96
Muito alta	598,00	42,72
Extremamente alta	284,50	20,32
Total	1400	100

Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 7 – Mapa de Áreas Prioritárias e Não Prioritárias da BHRP.



### 3.3 Cobertura Vegetal e Uso da Terra

O diagnóstico da Bacia Hidrografia do Rio da Prata, sub-bacia do Rio Miranda desta foi realizado conforme análise da situação dos seus trechos referentes aos pontos de monitoramento da qualidade de água superficial, conforme dados do PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRANDA (2014).

### 3.4 Procedimentos Metodológicos

#### 3.4.1 Materiais e Métodos

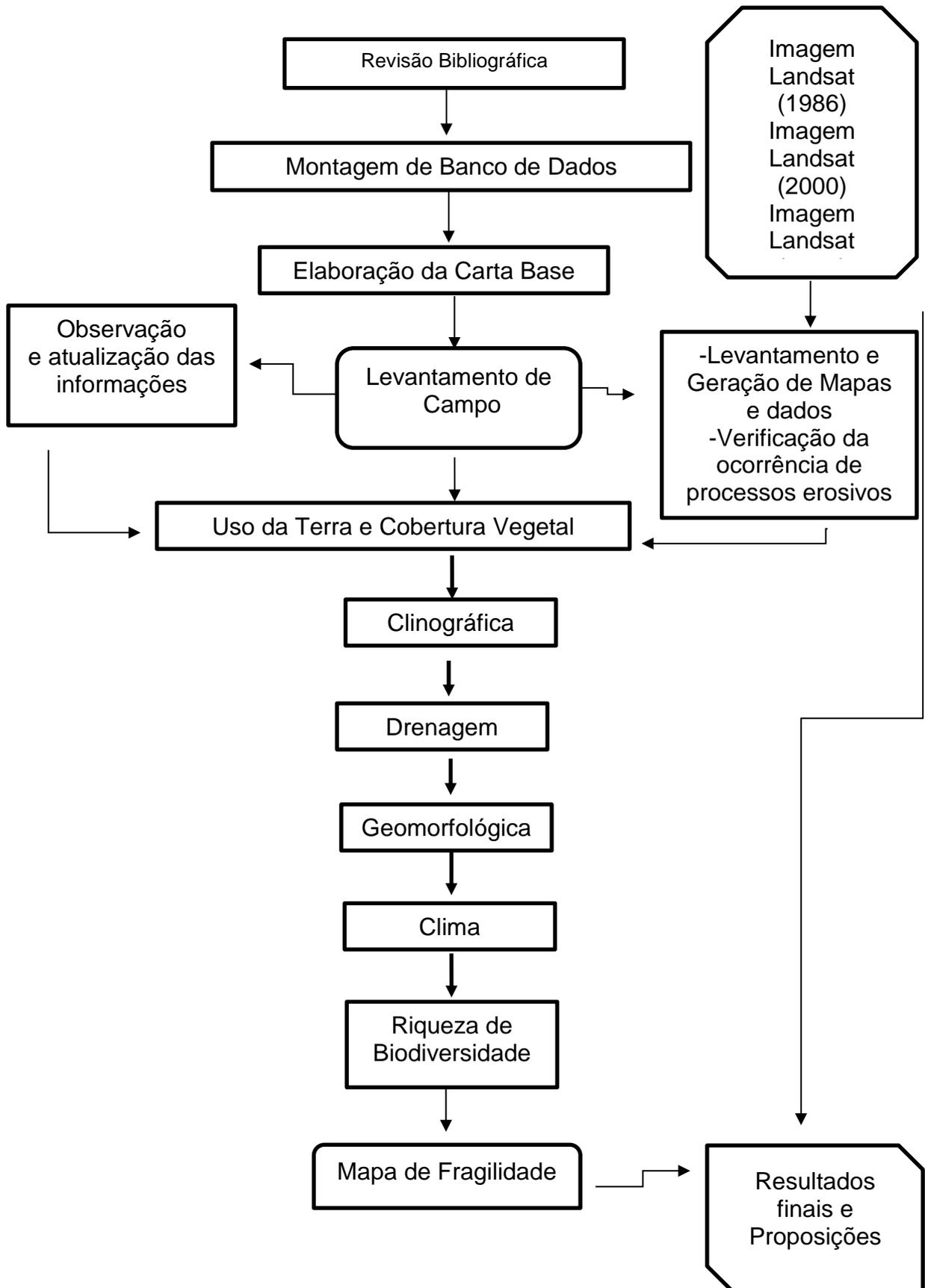
Os passos adotados nesta pesquisa estão representados através do fluxograma apresentado abaixo, no qual se buscou representar a sequência dos materiais e métodos utilizados (Figura 8).

Esse trabalho será desenvolvido com base essencialmente cartográfica, através de cartas de análise, experimentação e síntese, utilizando os princípios de Libault (1971) e seus quatro níveis de pesquisa: **compilatório** é o nível inicial, onde o primeiro passo reside na coleta dos dados, **correlatório** a análise inicial é feita procurando correlacionar os dados (correlacionar, sobrepor um mapa com outros), **semântico** a determinação dos fatos é feita de forma objetiva, ou seja, a organização dos fatores dentro de uma área depende da posição objetiva do problema, é uma abordagem racional da concepção desse problema e **normativo** é a síntese, o resultado final.

### 3.4.2 Análise da área por meio de documentos cartográficos, bibliográficos e iconográficos

O estudo bibliográfico sobre o tema proposto baseou-se na análise da fragilidade ambiental proposto por Ross (1994 e 2012) de modo a ser realizada a análise integrada dos temas geomorfologia (índice de dissecação do relevo), solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima (regime pluviométrico).

Figura 8 – Fluxograma com procedimentos metodológicos adotados.



Para a confecção da base cartográfica que entende-se por uma área delimitada e extraída de um dos produtos cartográficos de referência, conhecidos como “Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais” (DSG, 2011), foram utilizadas as cartas topográficas de Rio Perdido (SF 21XC1), Jardim (SF21XCII), Fazenda Margarida (SF21XCIV) e Boqueirão (SF21XCV) na escala 1:100.000 (DSG,1966), além de imagens do satélite Landsat dos anos de 1986, 2000 e 2016 adquiridas gratuitamente no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para a confecção dos mapas de solos, geomorfológico, geológico, de clima, de vegetação os dados foram adquiridos da EMBRAPA e do IMASUL disponível em: <http://www.sisla.imasul.ms.gov.br/sisla>, são produtos do Projeto GEOMS - Sistema de Informação Georreferenciada como apoio à tomada de decisão – estudo de caso: Estado de Mato Grosso do Sul.

Como base para o mapa de solos se fez uso também do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP, cujo estudo foi desenvolvido por BORGES et al. (1997), no qual foi organizado os vetores e posteriormente adicionou-se as cores e a nomenclatura de cada classe de solos de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2014).

### 3.4.3 Trabalho de Campo

Foi realizado um trabalho de campo no mês de outubro de 2016 com objetivo de realizar o reconhecimento da área, levantamento de dados relativos às classes temáticas mapeadas e de coordenadas geográficas via receptor de sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*). A área estudada foi fotografada e realizadas observações sobre as formas do relevo da paisagem e uso da terra na bacia. Foram percorridas as áreas dos municípios de Jardim e Bonito, com as informações coletadas os pontos (Figura 09) foram adicionados às amostras para a validação estatística dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal. E foram registrados através das fotos digitais os tipos de uso da terra e cobertura vegetal, os processos erosivos encontrados na área e os diferentes tipos de fragilidade potencial e ambiental.

Figura 9 – Mapa de Coleta de Pontos do Trabalho de Campo na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata

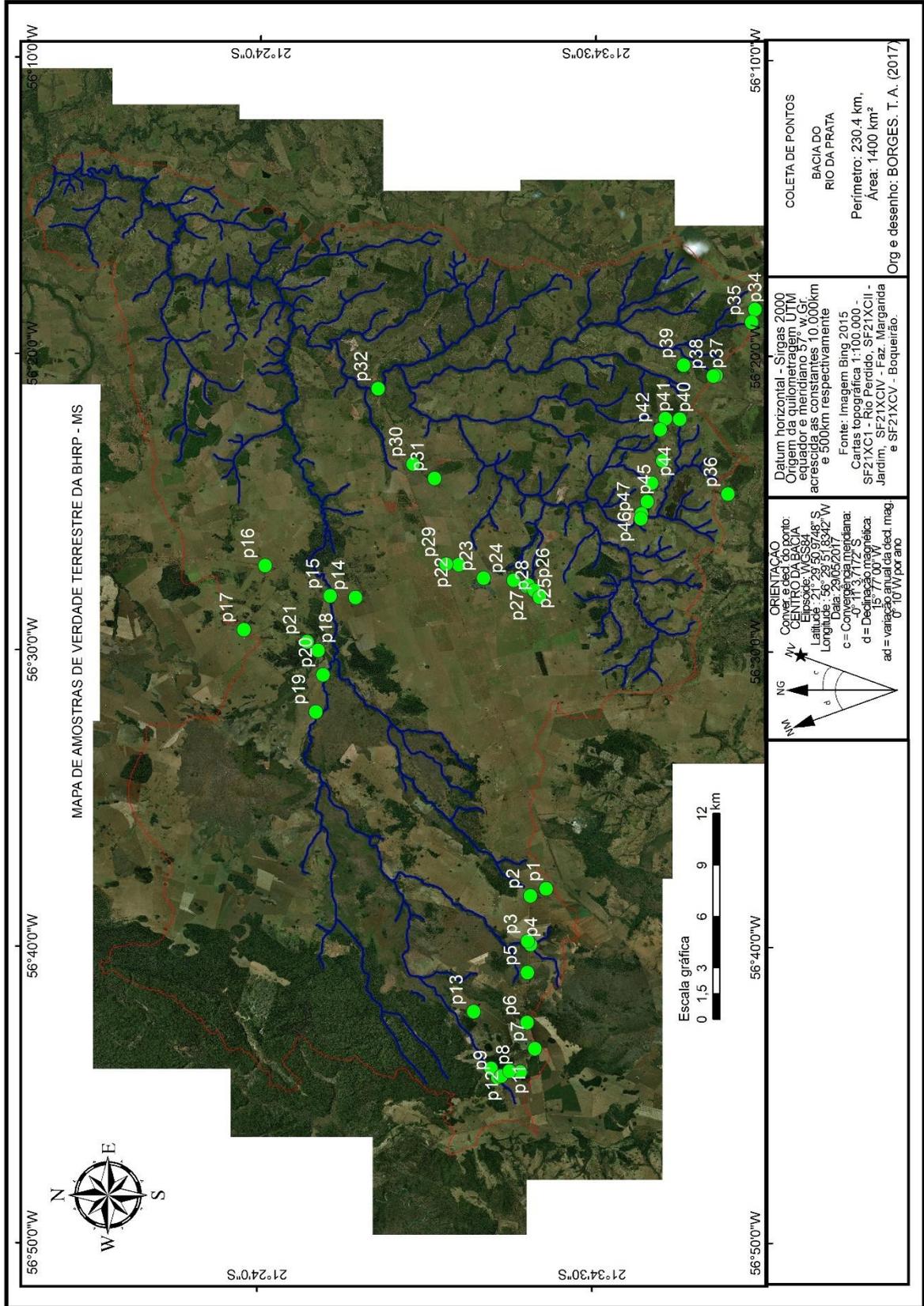


Figura 10 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 226/75 datadas de 08/09/1986 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata.

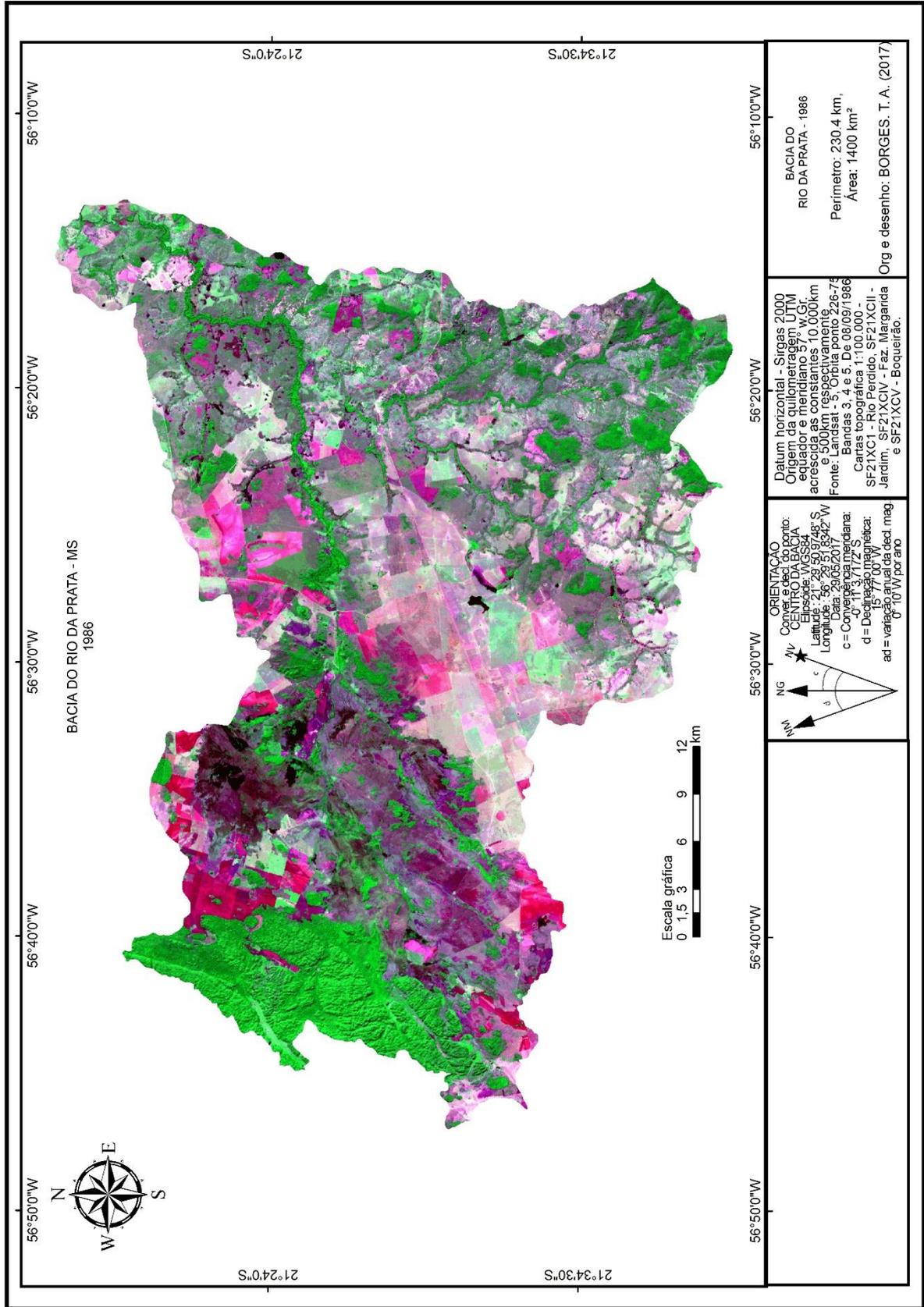


Figura 11 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 226/75 datada de 30/09/2000 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata

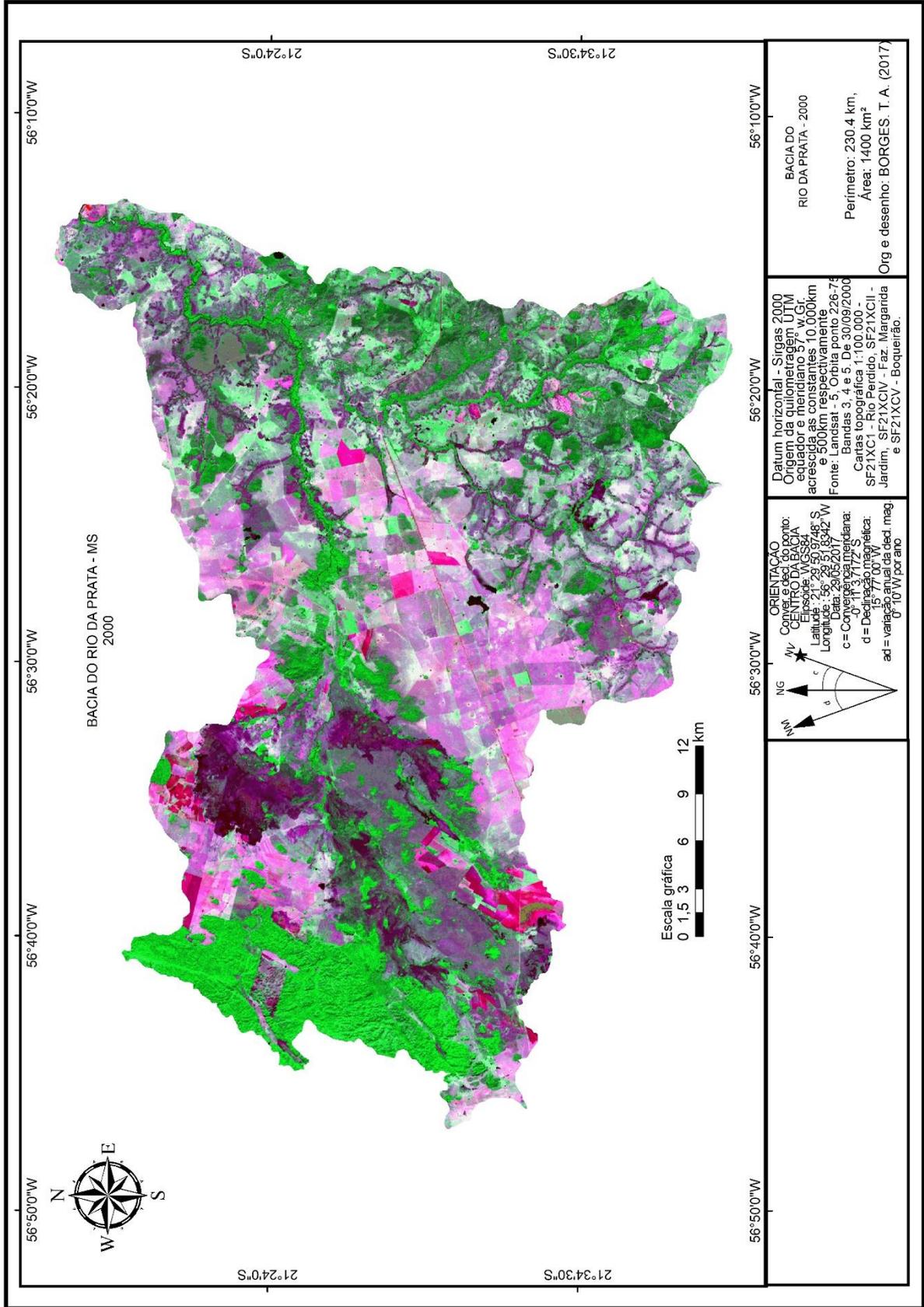
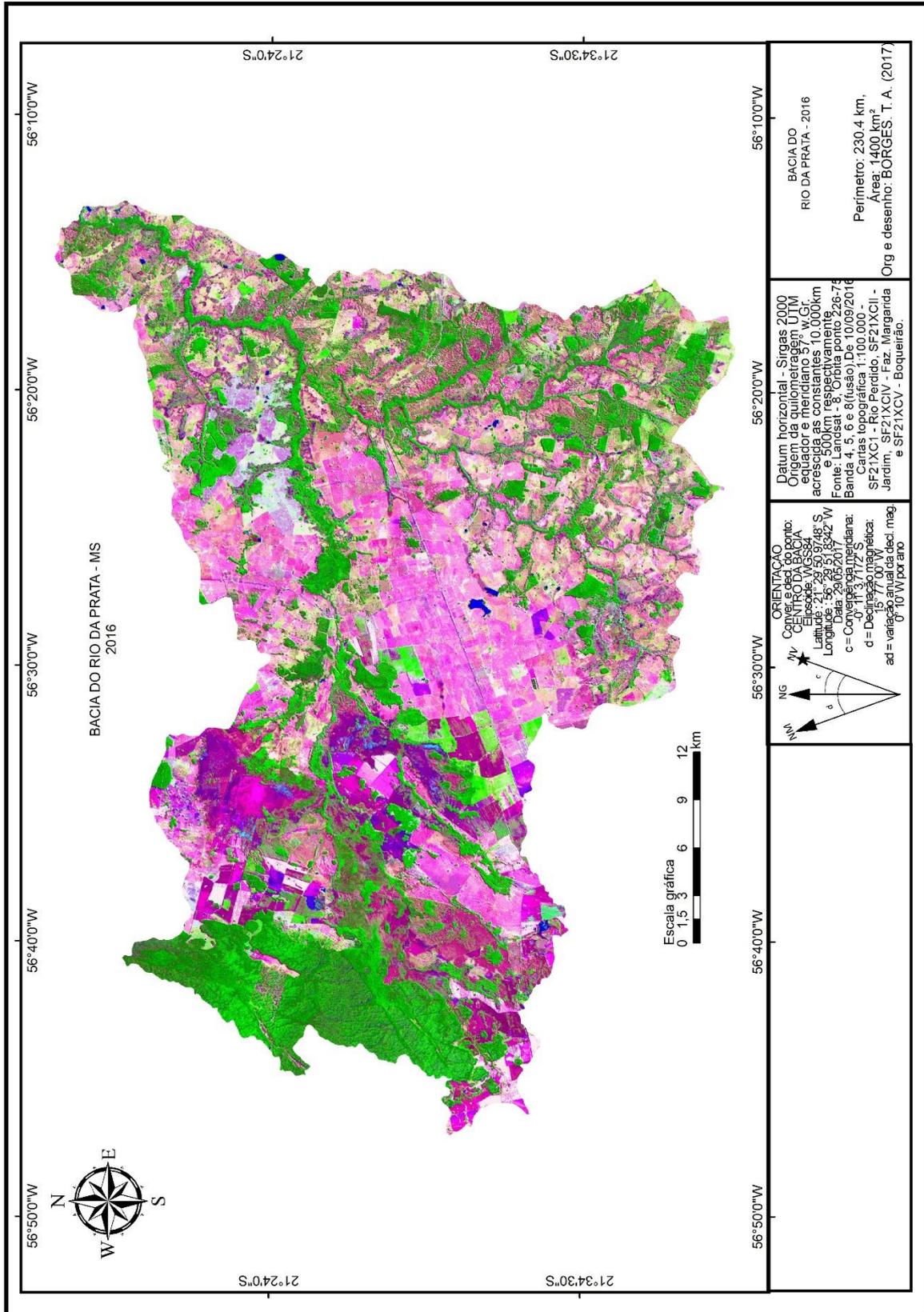


Figura 12 – Recorte da Imagem do satélite LANDSAT-8, sensor TM, órbita/ponto 226/75, bandas 4,5,6 e 8 de 10/09/2016 da área da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata



#### 3.4.4 Elaboração das cartas temáticas

A elaboração das cartas temáticas foi processada nos seguintes softwares de SIG (Sistema de Informação Geográfica): ArcGis10.2 ® (ESRI, 2012), Global Mapper 13.2® e Spring 5.2 (CÂMARA et al., 1996). O banco de dados geográficos elaborado constitui-se dos mapas de solo, declividade do terreno, precipitação pluviométrica, uso da terra e cobertura vegetal e de fragilidade potencial e ambiental.

Foi realizado o mapeamento temático do uso da terra e cobertura vegetal com imagens Landsat para três períodos: duas imagens do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 226/75 datadas de 08/09/1986 (Figura 10) e 30/09/2000 (Figura 11), bandas 3,4 e 5 que possuem células de 30 metros e uma do Landsat 8, sensor OLI, órbita/ponto 226/75, bandas 4,5,6 e 8 de 10/09/2016 (Figura 12) todas foram adquiridas gratuitamente no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal foram utilizados procedimentos técnicos científicos de Processamento Digital de Imagens (PDI) divididas em três principais etapas (JENSEN, 2009; MOREIRA, 2007; NOVO, 2010;): pré-processamento, realce e classificação. Para a organização e tratamento dessas informações foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (Spring 5.2) para classificação dos mapas temáticos e do ArcGis10.2 ® para operação de *layout*.

Inicialmente foram adquiridas, através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), imagens do satélite Landsat-5 e Landsat-8 todas representando o mesmo período do ano e com a mesma resolução espacial de 30 metros, na escala de 1:100.000, entre os anos de 1986, 2000 e 2016. Após a correção geométrica e o realce realizados no software Spring 5.2 a imagem foi submetida à classificação supervisionada, utilizando a técnica de segmentação de imagem por região para o emprego do algoritmo de classificação Bhattacharya que exige para aplicação desta técnica que se define preliminarmente dois parâmetros, limiar e área. A classificação supervisionada consiste na identificação prévia das classes de informação (tipos de cobertura da terra), chamadas áreas de treinamento, que nada mais são do que representações do comportamento médio das classes que serão mapeadas automaticamente (NOVO, 1992). Esse tipo de classificação é utilizado quando se possui algum conhecimento sobre as classes que devem ser representadas na imagem pelo computador.

Para que sejam identificadas as classificações realizadas, é necessário ir de encontro à chamada verdade terrestre que se caracteriza pela real utilização do solo na área de estudo. Esse processo é realizado a partir de índices de acurácia, que realizam uma comparação entre as matrizes de pixels da classificação temática e o da verdade terrestre. O índice Kappa é o mais recomendado por utilizar todas as células da matriz ao invés de somente os elementos diagonais, o que garante uma maior acurácia em relação aos outros métodos devido à medição da probabilidade de um pixel estar corretamente classificado, em relação à probabilidade de estar incorretamente classificado (DEMARCHI et al., 2011).

Abaixo é mostrada a memória de cálculo para a determinação e comprovação matemática de tais índices.

Em que:

Equação 1

$$AG = \frac{D}{T}$$

AG = Acurácia global;

D = Somatório dos elementos da diagonal principal;

T = Número total de pontos.

O índice Kappa é uma medida de concordância de dados, desenvolvido por Cohen (1960 apud SANTOS, 2015), que permite comparar as classificações obtidas automaticamente com a verdade de campo (referência). Varia de 0 a 1, e os dados serão mais acurados quanto mais o índice se aproximar de 1 conforme descreve Azevedo, (2013 apud SANTOS, 2015), o Índice Kappa pode ser representado pela equação 2:

$$K^{\wedge} = \frac{N \sum_{i=1}^k X_{ii} - \sum_{i=1}^k X_{ii} (x_{i+} + x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k X_{ii} (x_{i+} + x_{+i})}$$

Onde:

$K^{\wedge}$ : valor estimado *Kappa*;

$k$ : número de linhas;

$x_{ii}$ : número de observações na linha  $i$  e coluna  $i$ ;

$\sum_{i=1}^k X_{ii}$ : soma dos elementos da matriz em sua diagonal principal;

$x_{i+}$ : soma total das observações para as linhas;

$x_{+i}$ : soma total das observações para as colunas;

$N$ : número de observações total.

Em que, K valor estimado do índice Kappa;  $x_{ii}$  é o valor na linha i e coluna i;  $x_{i+}$  é a soma da linha i e  $x_{+i}$  é a soma da coluna i da matriz de confusão; n é o número total de amostras e c o número total de classes.

Conforme a Tabela 4 o índice Kappa possui intervalos determinados que caracterizem a acurácia das classificações realizadas em relação à verdade terrestre determinados por Landis; Koch (1977).

Tabela 4 – Avaliação do índice Kappa.

Valor de Kappa	Qualidade da Classificação
0,00	Péssima
0,01 - 0,20	Ruim
0,21 - 0,40	Razoável
0,41 - 0,60	Boa
0,61 - 0,80	Muito Boa
0,81 - 1,00	Excelente

Fonte: Landis; Koch (1977).

Para a elaboração das cartas temáticas de solo, hipsometria, declividade do terreno, precipitação pluviométrica, e de fragilidade potencial e ambiental utilizou-se a metodologia de Ross (1994) e (2012). A Tabela 5 define para o indicador geomorfológico as classes e os graus de fragilidade ambiental em função da declividade (ROSS, 1994).

Tabela 5 – Fragilidade ambiental segundo as classes de declividade.

Categorias Hierárquicas	Classes
1-Muito Baixa	>6%
2-Baixa	De 6% a 12%
3-Média	De 12% a 20%
4-Alta	De 20% a 30%
5- Muito Alta	>30%

Fonte: ROSS (1994).

O mapa de solos da bacia foi obtido através do levantamento pedológico do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA) com base no levantamento de solos elaborado pelo Macrozoneamento desenvolvido no estado de Mato Grosso do Sul, (disponível em <http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla>). A identificação da nomenclatura de cada classe foi realizada através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2014). Através do mapa pedológico foram atribuídas as classes de fragilidade (Tabela 6) aos tipos de solo existentes na bacia. As classes de fragilidades de solos foram determinadas de acordo com Ross (1994).

Tabela 6 – Classes de Fragilidade de Solos.

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1-Muito Baixa	Latossolo
3-Média	Argissolo
5- Muito Alta	Chernossolos e Gleissolo

Fonte: Adaptado Ross (1994).

A partir das imagens de satélites foi criado um banco de dados projetado com sistema de projeção UTM, modelo de Terra SIRGAS 2000 e gerado Planos de Informação (PI's), que possibilitaram a importação de dados, como as imagens SRTM (VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010) obtidas no sítio da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) com resolução espacial de 30 metros, que foram recortadas com base no limite da Bacia Hidrográfica do rio da Prata (BHRP). Através das ferramentas do SPRING, o mosaico foi recortado, transformado em categoria MNT e classificado em cinco classes de declividade (Tabela 01). As classes de solo foram classificadas em cinco diferentes classes, conforme os tipos de solos (Tabela 02) e para a cobertura de vegetação existente (Tabela 03).

A carta de precipitação pluviométrica foi elaborada a partir da média do total anual da precipitação pluviométrica disponível a partir de dados pluviométricos das redes de estações pluviométricas existentes na Agência Nacional das Águas (ANA), disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br>, foram coletados de 08 estações de municípios de seu entorno, são elas: Bela Vista, Bonito, Caracol, Jardim, Guia Lopes da Laguna, Porto Murtinho e Nioaque, conforme apresentado na Tabela 12. O tratamento desses dados teve início por meio do filtro das informações, ou seja, precipitação (mm) a partir de médias anuais pluviométricas disponíveis entre os anos de 1970 e 2007 e inserido as informações em uma planilha Excel. Posteriormente foi realizada a espacialização das informações por meio da conversão das coordenadas de cada estação para o formato shapefile. A interpolação dos dados foi realizada por meio do método geoestatístico IDW (InverseDistanceWeighted – Inverso da Distância Ponderada), no ambiente ArcGis 10. Partindo-se da adaptação metodológica, apresentada na Tabela 13, entre de vulnerabilidade à perda de solo (CREPANI et al., 2001) e os graus de fragilidade definidos por Ross (1994), baseada em uma regra de três simples, obteve-se a representação cartográfica da pluviosidade da área (Figura 20). Os arquivos vetoriais dos mapas de geologia foram gerados a partir de dados do

IMASUL disponível em: <http://www.sisla.imasul.ms.gov.br/sisla> e informações de LACERDA FILHO (2004). Foram atribuídos pesos às classes de declividade, tipos de usos e ocupação do solo e clima, conforme Ross (1994). O mapa de fragilidade ambiental resultou da combinação do mapa de fragilidade potencial com o mapa de uso da terra e cobertura vegetal. Os dados foram processados nos seguintes softwares de sistemas de informações geográficas: ArcGis10<sup>®</sup>, Global Mapper 13 e Spring 5.2.

Tabela 7 – Classes de Proteção da Cobertura Vegetal em relação ao uso da Terra

Graus de proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1-Muito Alta	Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcaria), Savana/ Floresta Estacional Decidual Submontanha (Mata)
2-Alta	Arborizada+Florestada, Arborizada + Gramíneo-Lenhosa, Arborizada-com floresta de galeria, Arborizada sem floresta de galeria, Florestada (Cerradão), Florestada + Arborizada, Gramíneo-Lenhosa, Gramíneo-Lenhosa + Arborizada, Gramíneo-Lenhosa + Florestada, Gramíneo-Lenhosa - com floresta de galeria, Gramíneo-Lenhosa - sem floresta de galeria
3-Média	Pastagem
4-Baixa	Agricultura
5- Muito Baixa	Solo exposto, Estrada Pavimentada, Massas d 'Água, Aluvial – ao longo dos flúvios

Fonte: Adaptado ROSS (1994)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Uso da Terra e Cobertura Vegetal

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do ano de 1986 da BHRP permitiu a obtenção de dezessete classes temáticas: Agricultura na Região de Savana, Pastagem Plantada na Região de Savana, Solo Exposto, Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcária), Aluvial – ao longo, dos flúvios, Savana/ Floresta Estacional Decidual Submontanha (Mata), Arborizada + Florestada, Arborizada + Gramíneo-Lenhosa, Arborizada-com floresta de galeria, Arborizada sem floresta de galeria, Massas d'água, Florestada (Cerradão), Florestada + Arborizada, Gramíneo-Lenhosa, Gramíneo-Lenhosa + Arborizada, Gramíneo-Lenhosa + Florestada, Gramíneo-Lenhosa - com floresta de galeria, Gramíneo-Lenhosa - sem floresta de galeria, conforme a Figura 13.

A Pastagem ocupa a maior parte da bacia (Tabela 8) abrangendo uma área de 72,72%, com um nível médio de fragilidade potencial. As áreas cobertas por Vegetação Natural arbórea a segunda maior área da BHRP totalizando 22,98%, englobando as classes de Vegetação Ciliar, Vegetação Estacional Semidecidual, Estacional Decidual, Savana (Cerrado), Savana Estépica (Chaco). Uma área com um nível de fragilidade muito baixa por se tratar de áreas intactas ou pouco atingidas pela ação antrópica.

O Solo exposto é a terceira maior área ocupando 3,71% da BHRP, são áreas com um alto nível de fragilidade potencial, por ser um fator de forte impacto para o solo. A área de Massas d'água totaliza uma área de 0,25% da BHRP, são encontrados nas partes alagáveis da bacia, possuem o nível de fragilidade muito baixa do ponto de vista erosivo, no entanto, apresenta fragilidade potencial muito alta devido à alta restrição a ocupação humana se considerado o risco à inundação.

Figura 13 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 1986.

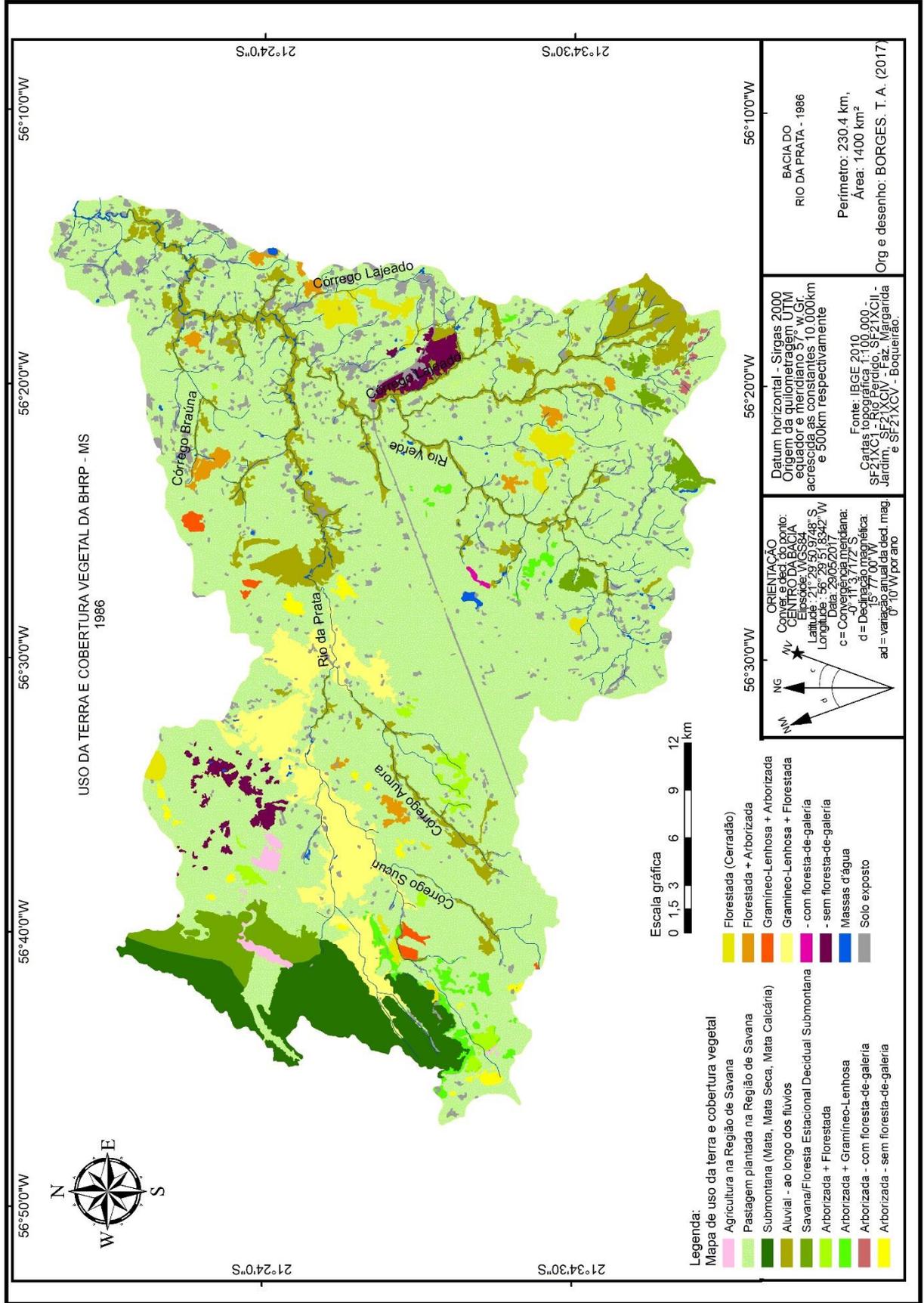


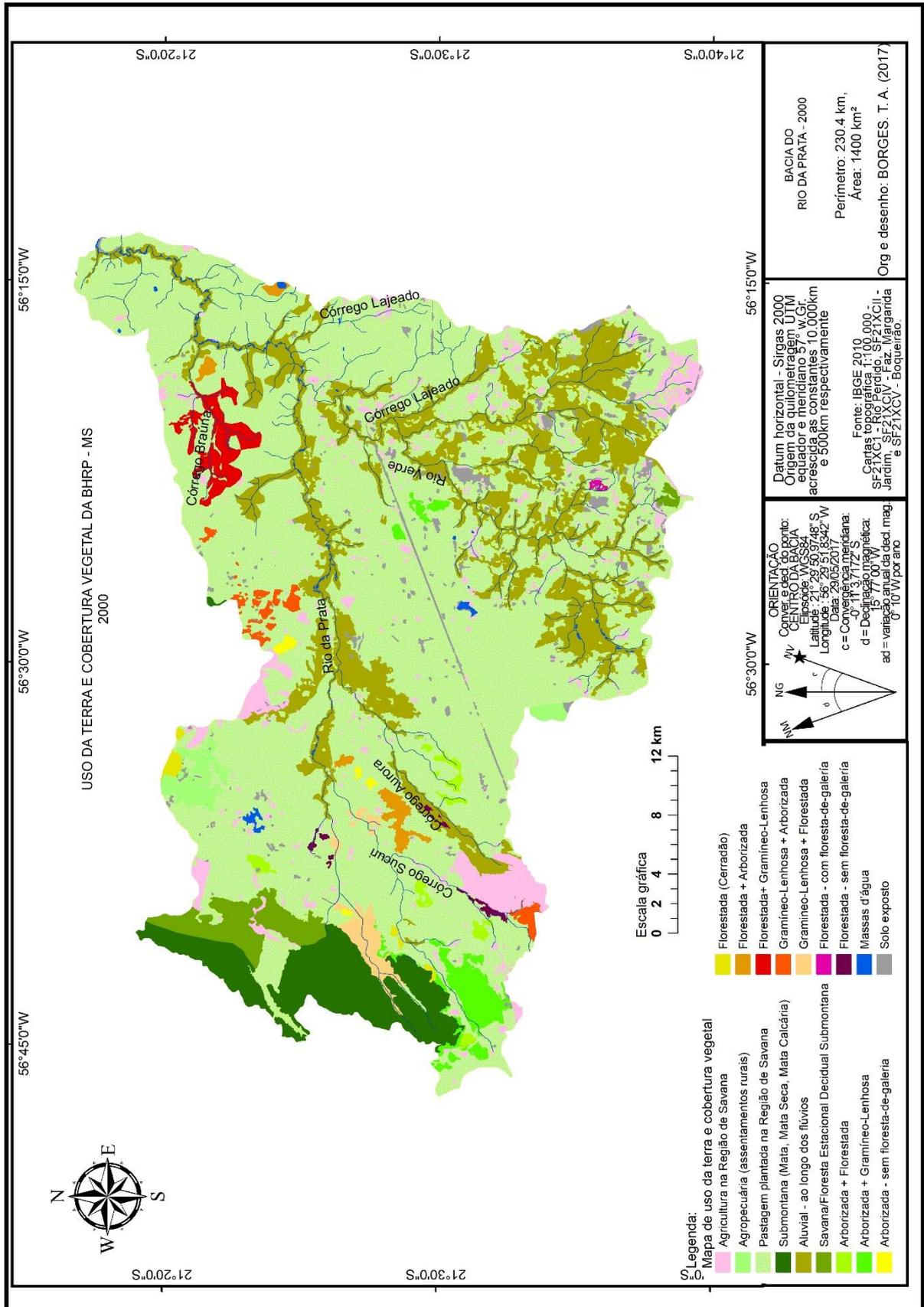
Tabela 8 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 1986 e graus de fragilidade e peso.

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Área		Graus de Fragilidade/ Proteção	Peso
	Km <sup>2</sup>	%		
Agricultura na Região de Savana	4,85	0,34	Forte/ Baixa	4
Pastagem Plantada na Região de Savana	1.018,20	72,72	Média/Média	3
Solo Exposto	51,95	3,71	Muito Alta/ Muito Baixa	5
Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcária)	67,70	2,3	Muito Fraca/ Muita Alta	1
Aluvial – ao longo dos flúvios Savana/ Floresta Estacional Decidual Submontanha (Mata)	86,20	6,15	Muito Alta/ Muito Baixa	5
Arborizada + Florestada	32,08	4,9	Muito Fraca/Muito Alta	1
Arborizada + Gramíneo-Lenhosa	7,77	0,55	Fraca/Alta	2
Arborizada-com floresta de galeria	8,87	0,63	Fraca/Alta	2
Arborizada sem floresta de galeria	0,97	0,06	Fraca/Alta	2
Massas d'água	6,57	0,46	Fraca/Alta	2
Florestada (Cerradão)	3,58	0,25	Muito Alta/Muito Baixa	5
Florestada + Arborizada	16,85	1,2	Fraca/Alta	2
-Gramíneo-Lenhosa + Arborizada	9,69	0,7	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa + Florestada	3,40	0,24	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa - com floresta de galeria	66,00	4,71	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa - sem floresta de galeria	0,44	0,03	Fraca/Alta	2
<b>Total</b>	<b>1400</b>	<b>100</b>	---	---

Fonte: \*\*adaptado de Ross (1994).

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do ano de 2000 da BHRP permitiu a obtenção de dezessete classes temáticas: Agricultura, Corpos d'água, Pastagem, Solo exposto, Vegetação Arbórea, conforme a Figura 14. A área de Agricultura ocupa 4,08% e da Agropecuária 0,9 % da BHRP, em áreas com um médio nível de fragilidade potencial. A Pastagem ocupa uma área de 65,03% abrangendo a maior parte da bacia, com um nível médio de fragilidade potencial.

Figura 14 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 2000.



As áreas cobertas por Vegetação natural que engloba diversas áreas com formação ou subformação diferenciadas é a segunda maior área da BHRP totalizando 28,84%. Uma área com um nível de fragilidade muito baixa por se tratar de áreas intactas ou pouco atingidas pela ação antrópica.

O Solo exposto é a terceira maior área ocupando 1,15% da BHRP, são áreas com um alto nível de fragilidade potencial, por ser um fator de forte impacto para o solo. A área de Massas d'água totaliza uma área de 0,41 % da BHRP, são encontrados nas partes alagáveis da bacia, possuem o nível de fragilidade muito baixa do ponto de vista erosivo, no entanto, apresenta fragilidade potencial muito alta devido à alta restrição a ocupação humana se considerado o risco à inundação.

Tabela 9 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 2000 e graus de fragilidade e peso.

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Área		Graus de Fragilidade/ Proteção	Peso
	Km <sup>2</sup>	%		
Agricultura na Região de Savana	57,15	4,08	Forte/ Baixa	4
Agropecuária (assentamentos rurais)	11,95	0,9	Forte/ Baixa	4
Pastagem plantada na Região de Savana	910,6	65,03	Média/Média	3
Solo Exposto	21,2	1,15	Muito Alta/Muito Baixa	5
Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcaria)	68,29	5	Muito Alta /Fraca Muita	1
Aluvial – ao longo dos flúvios	222,80	16	Muito alta/ Muito Baixa	5
Savana/ Floresta Estacional Decidual	24,8	1,8	Muito Fraca/Muito Alta	1
Submontanha (Mata)	6,94	0,5	Fraca/Alta	2
Arborizada + Florestada	17,88	1,3		2
Arborizada + Gramíneo-Lenhosa	2,8	0,20	Fraca/Alta	2
Arborizada sem floresta de Galeria	5,35	0,4	Fraca/Alta	2
Florestada sem floresta de galeria	5,76	0,41	Muito Alta/Muito Baixa	5
Massas d' água	6,5	0,5	Fraca/Alta	2
Florestada com floresta de galeria	2,7	0,2	Fraca/Alta	2
Florestada (Cerradão)	8,19	0,6	Fraca/Alta	2
Florestada + Arborizada	15,49	1,10	Fraca/Alta	2
Florestada + Gramíneo-Lenhosa	11,6	0,83	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa + Florestada				
<b>Total</b>	<b>1400</b>	<b>100</b>	-	-

Fonte: adaptado de Ross (1994).

A classe de uso da terra (figura 16) com maior predominância na BHRP no ano de 2016 é a pastagem plantada que ocupa 61% da área, representada por gramíneas exóticas e nativas, principalmente a *Brachiaria* que inclui grande número de espécies com as mais variadas características, originárias de regiões tropicais, principalmente

da África que são utilizados na alimentação dos bovinos. A pastagem ocupa na área da BHRP um total de 854,10 km<sup>2</sup>.

Tabela 10 – Uso da Terra e Cobertura Vegetal do ano de 2016 e graus de fragilidade e peso.

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	Área		Graus de Fragilidade/Proteção	Peso
	(Km <sup>2</sup> )	%		
Agricultura na Região de Savana	93,15	6,65	Forte/ Baixa	4
Pastagem Plantada na Região de Savana	854,10	61	Média/Média	3
Solo exposto	35,60	2,54	Muito Alta/Muito Baixa	5
Submontanha (Mata, Mata seca, Mata Calcaria)	68,40	5	Muito Fraca/Muito Baixa	1
Aluvial – ao longo dos flúvios	100,70	7,1	Muito Alta/Muito Baixa	5
Savana/ Floresta Estacional Decidual Submontanha (mata)	28,00	2	Muito Fraca/Muito Alta	1
Arborizada + Florestada	5,20	0,37	Fraca/Alta	2
Arborizada + Gramíneo-Lenhosa	2,25	0,16	Fraca/Alta	2
Arborizada- com floresta de galeria	142,54	10,17	Fraca/Alta	2
Arborizada- sem floresta de galeria	1,35	0,09	Fraca/Alta	2
Massas d'água	2,99	0,21	Muito Alta//Muito Baixa	5
Estrada pavimentada	6,07	0,43	Muito Alta//Baixa	5
Florestada (Cerradão)	2,80	0,20	Fraca/Alta	2
Florestada + Arborizada	11,30	0,80	Fraca/Alta	2
Florestada + Gramíneo-Lenhosa	5,27	0,37	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa + Arborizada	12,40	0,9	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa + Florestada	23,40	1,7	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa – com Floresta de Galeria	2,30	0,16	Fraca/Alta	2
Gramíneo-Lenhosa – sem Floresta de Galeria	2,18	0,15	Fraca/Alta	2
<b>Total</b>	<b>1400</b>	<b>100</b>	-	-

Fonte: adaptado de Ross (1994).

Figura 15 – Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da BHRP para o ano de 2016.

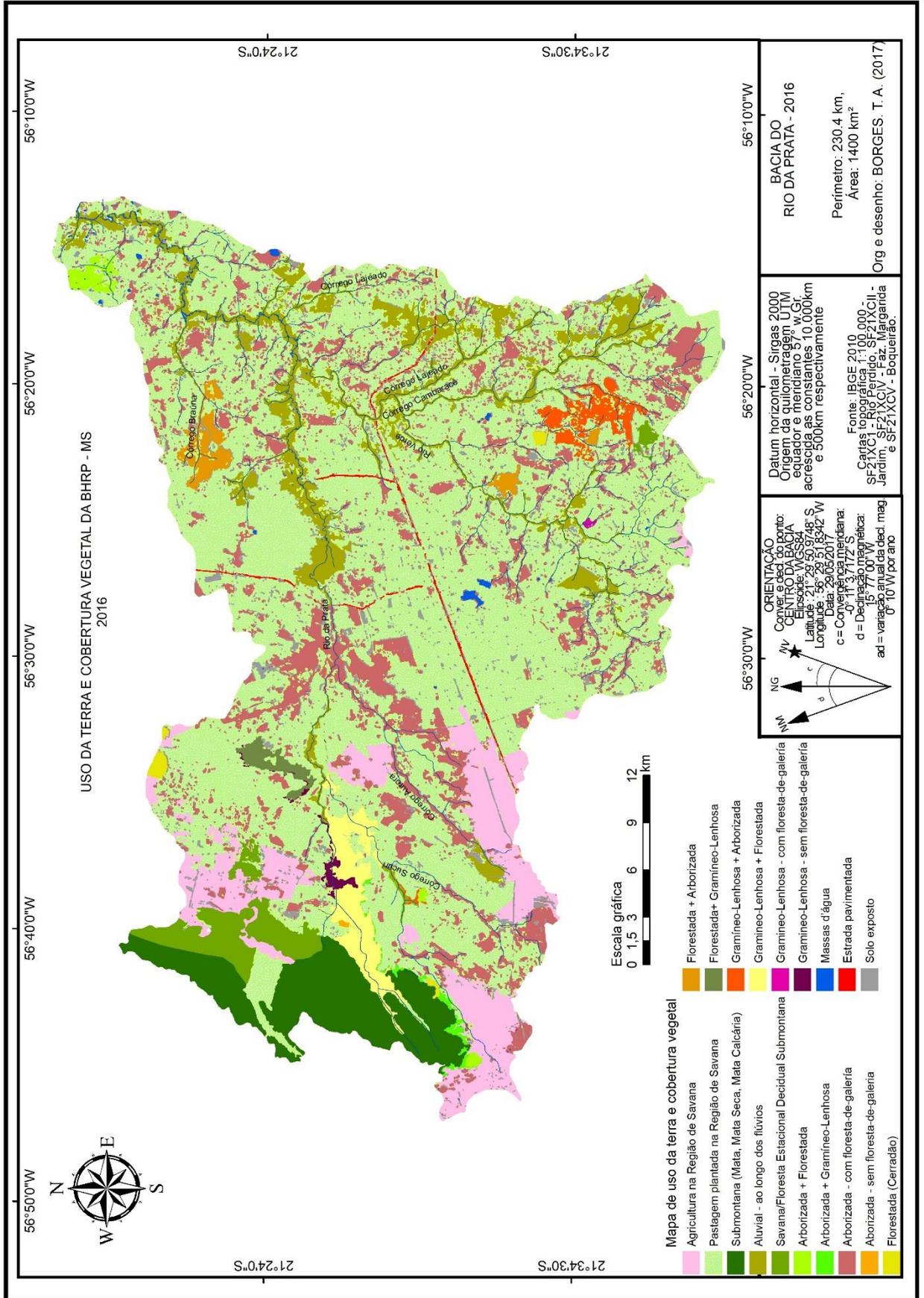


Figura 16 – Classe de uso da terra pela pastagem na BHRP – A Pastagem exótica utilizada para criação de bovinos e B– Pastagem nativa.



Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo

A classe representada pela agricultura (figura 17) ocupa uma área de 93,15 km<sup>2</sup>, foi observada à presença da safra de soja e milho na região.

Figura 17 – Classe de uso da terra pela agricultura na BHRP – A e B– Lavoura de Milho



Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo

A área que corresponde aos cursos de água (figura 18) ocupa 2,99 km<sup>2</sup> da BHRP, área que diminuiu com o passar dos anos, pela a análise do comparativo do uso e ocupação.

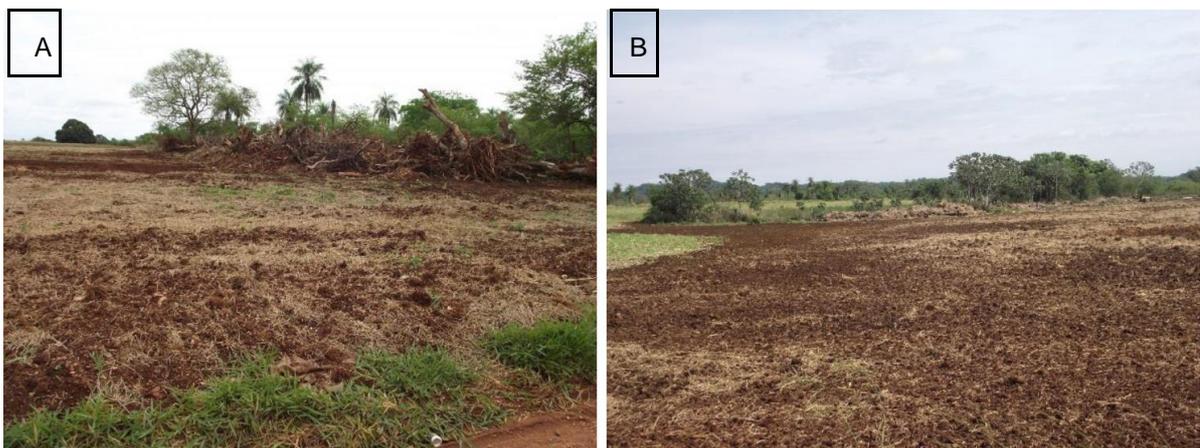
Figura 18 – Classe de uso da terra Área Úmida na BHRP – A e B– Área Úmida com presença de canal intermitente



Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo

A área que corresponde a solo exposto (figura 19) ocupa 35,61 km<sup>2</sup> da BHRP, possui baixa expressão quando comparada as demais classes mapeadas, e está diretamente ligada à substituição da vegetação para o plantio de pastagem e culturas agrícolas. E a área correspondente a rodovias e estradas pavimentadas ocupam uma área de 6,07 km<sup>2</sup>, que nesse comparativo entre 1986, 2000 e 2016, só aparece na leitura de 2016.

Figura 19 – Classe de uso da terra Área desmatada na BHRP – A lavoura de milho/limpeza de área e B– área desmatada vegetação aluvial ao fundo

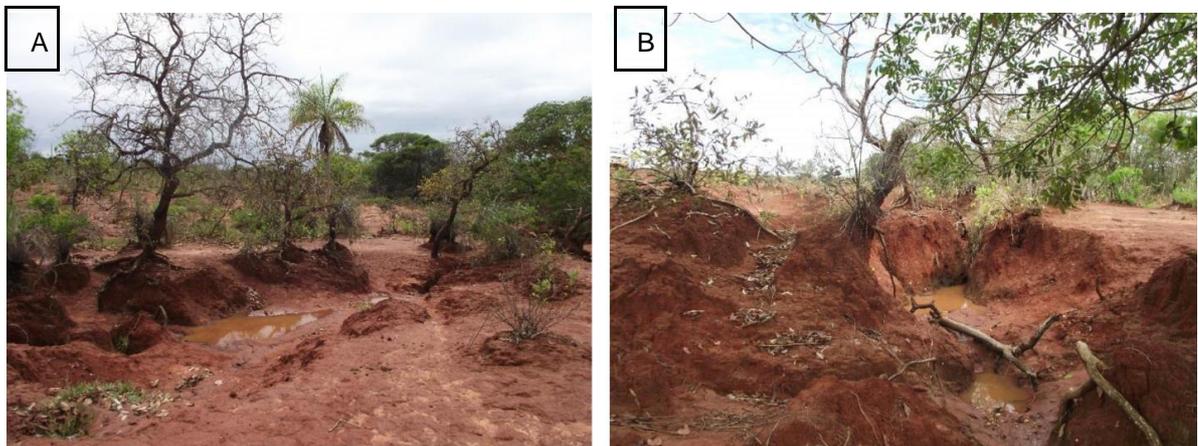


Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo.

Como pode ser observado na Figura 20 e afirmado pela Filizola et.al. (2011) a partir da retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto à erosão hídrica, que é caracterizada por processos que se dão em três fases: desagregação, transporte e deposição. O processo se inicia com a precipitação que atinge a superfície do solo

provocando o umedecimento dos agregados, com a continuidade da chuva e o impacto das gotas, os agregados são desintegrados em partículas menores, essa quantidade aumenta conforme a intensidade, da velocidade e do tamanho das gotas da chuva. O transporte do solo somente começa a partir do momento em que a intensidade da precipitação excede a taxa de infiltração. Uma vez estabelecido o escoamento, a enxurrada se move terreno abaixo, ganhando velocidade à medida que o volume da suspensão e a declividade do terreno aumentar. Dessa forma a infiltração da água do solo diminui e aumenta o escoamento superficial, dependendo da intensidade da chuva.

Figura 20 – Classe de uso da terra, área com processo de escoamento superficial concentrado, culminando na formação de voçorocas com bifurcações na BHRP



Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo.

A prevenção ainda é a melhor maneira de se livrar do problema, pois, uma vez instalada essa forma de erosão, torna-se quase sempre inviável sua eliminação, restando como alternativa a sua estabilização para evitar a intensidade do problema (GOULART, 2006). A recuperação depende da disponibilidade de nutrientes e da umidade do solo, fatores que normalmente se acham em níveis inadequados em áreas erodidas (RESENDE et al., 1995)

Para Bertoni e Lombardi Neto (1990), o controle das áreas críticas em processo de voçorocamento deve ser realizado com os seguintes objetivos: (a) interceptação da enxurrada acima da área de voçorocas, com terraços de diversão; (b) retenção de enxurrada na área de drenagem, por meio de práticas de cultivo, de vegetação e estruturas específicas; (c) eliminação das grotas e voçorocas, com acertos do terreno executados com grandes equipamentos e movimentação de terra; (d) revegetação da

área; (e) construção de estruturas para deter a velocidade das águas ou até mesmo armazená-las; (f) completa exclusão do gado; (g) controle de sedimentação das grotas e voçorocas ativas.

A área que corresponde as áreas de Vegetação arbórea (figura 21) ocupa 429,78 km<sup>2</sup> da BHRP.

Figura 21 – Classe de cobertura vegetal na BHRP – A – Fragmento de Cerrado – B - Vegetação estacional semi-decidual - C – Pastagem com vegetação ao fundo – D - Cerradão



Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo

Segundo Coelho et al. (2011) o Buraco das Araras (Figura 22) com 100 metros de profundidade e 160 metros de diâmetro, localiza-se a 5 km da RPPN Faz. Cabeceira do Prata. A dolina está dentro da RPPN Buraco das Araras, e é usada apenas em atividades turísticas de contemplação (observação de aves) nas bordas externas. Pivatto e Sampaio (2012), afirma que essa é a maior dolina da América do Sul, é uma área de formação geológica resultante do desmoronamento de blocos rochosos criando esta enorme cavidade que possui 500 metros de circunferência e 100 metros de profundidade, no caso do Buraco das Araras, a dolina está em rocha arenítica por isso o tom vermelho, que está em cima de uma camada subterrânea de

rocha calcária, a mesma que forma a Serra da Bodoquena. No fundo do buraco, uma lagoa de água esverdeada, que serve de abrigo para animais e plantas do Cerrado, em especial um casal de jacarés do papo amarelo. Está é uma área de Reserva Particular do Patrimônio Natural, que é uma categoria de Unidade de Conservação particular criada em área privada, por ato voluntário do proprietário, em caráter perpétuo, instituída pelo poder público. Como depende da vontade do proprietário, é ele quem define o tamanho da área a ser instituída como RPPN, no caso do Buraco das Araras foi criado a Reserva Particular do Patrimônio Natural Buraco das Araras, no ano de 2007, apoiado pelo Plano Nacional de Criação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) no Brasil.

Figura 22 – Dolina “Buraco das Araras” na BHRP – A e B - Reserva Particular do Patrimônio Natural Buraco das Araras - 56°24'10" W / 21°29'30" S



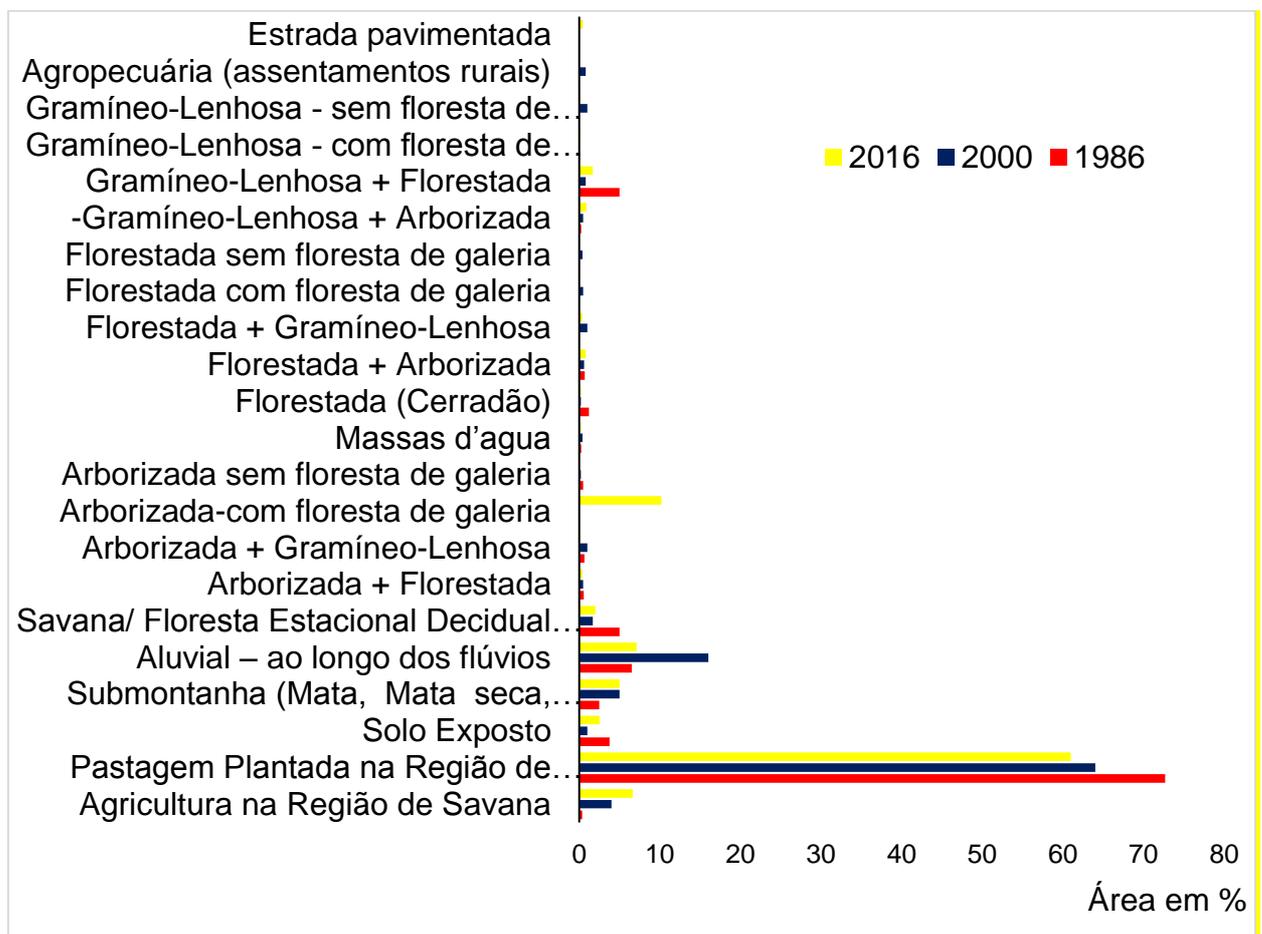
Fonte: BORGES, T.A. (2016). Trabalho de Campo

Outra dolina é a Lagoa Misteriosa com 76 metros de profundidade até o nível da água, com 25 x 70 metros de largura, com profundidade desconhecida e uma dolina alagada. Após passar pelo licenciamento ambiental, a Lagoa Misteriosa foi reaberta para visitação turística em julho de 2011, oferecendo flutuação e mergulho com cilindro nas categorias recreacional e técnico. Está localizada a 1,5 km da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata. (COELHO et al., 2011). A Fazenda Cabeceira do Prata está localizada no município de Jardim, sudoeste de Mato Grosso do Sul, distante 34 km da zona urbana da cidade e 270 km de Campo Grande, capital do Estado. Localiza-se nas proximidades do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, dentro do Corredor de Biodiversidade Miranda - Serra da Bodoquena, região que faz parte das áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade nos biomas do Cerrado, Pantanal e da Mata Atlântica (MMA, 1999, 2000).

As informações determinadas no uso e ocupação das terras são essenciais para os mapeamentos de síntese que virão a seguir, permitem diagnosticar as semelhanças dessas ocupações no território da bacia hidrográfica do Rio da Prata, bem como apontar as áreas com fragilidade nesses usos.

A figura 23 (Gráfico) apresenta os dados dos três anos analisados com seus respectivos valores de cada classe temática de uso da terra e cobertura vegetal mapeada em porcentagem (%) e suas mudanças,

Figura 23 – Gráfico com as classes temáticas mapeadas de uso da terra e cobertura vegetal.



Fonte: BORGES, T.A. (2017)

Nos anos de 1986 e 2000 não ocorriam áreas de Estrada Pavimentada na região, vindo a surgir a partir de 2016 ocupando, as áreas de Agricultura ocupavam 0,34 %, em 1986 houve um aumento e passou a representar 4,08% no ano de 2000m chegando a 6,65% em 2016. Já áreas de Pastagem plantada para o ano de 1986 ocupa uma área de 72,72%, teve um considerável queda no ano de 2000 passando para 65,03%, continuando a diminuir seus índices no ano de 2016, que foi de 61%.

Outra classe que teve variação em seus índices foi a de Solo Exposto, que no ano de 1986 representa 3,71% da área, apresentando uma queda no ano de 2000 com um percentual de 1,15% e no ano de 2016 seus índices voltaram a subir com uma marca de 2,54%, áreas de Massas d' Água variam de 0,25% em 1986, com aumento em 2000 para 0,41% e em 2016 com índice de 0,21%. Áreas de Floresta Estacional se mantiveram com índice de 5% entre 1986 e 2016, outras áreas com de Cerradão que tiveram diminuição em suas áreas passando de 1,2% em 1986 a apenas 0,20% em 2016.

## 4.2 Declividade

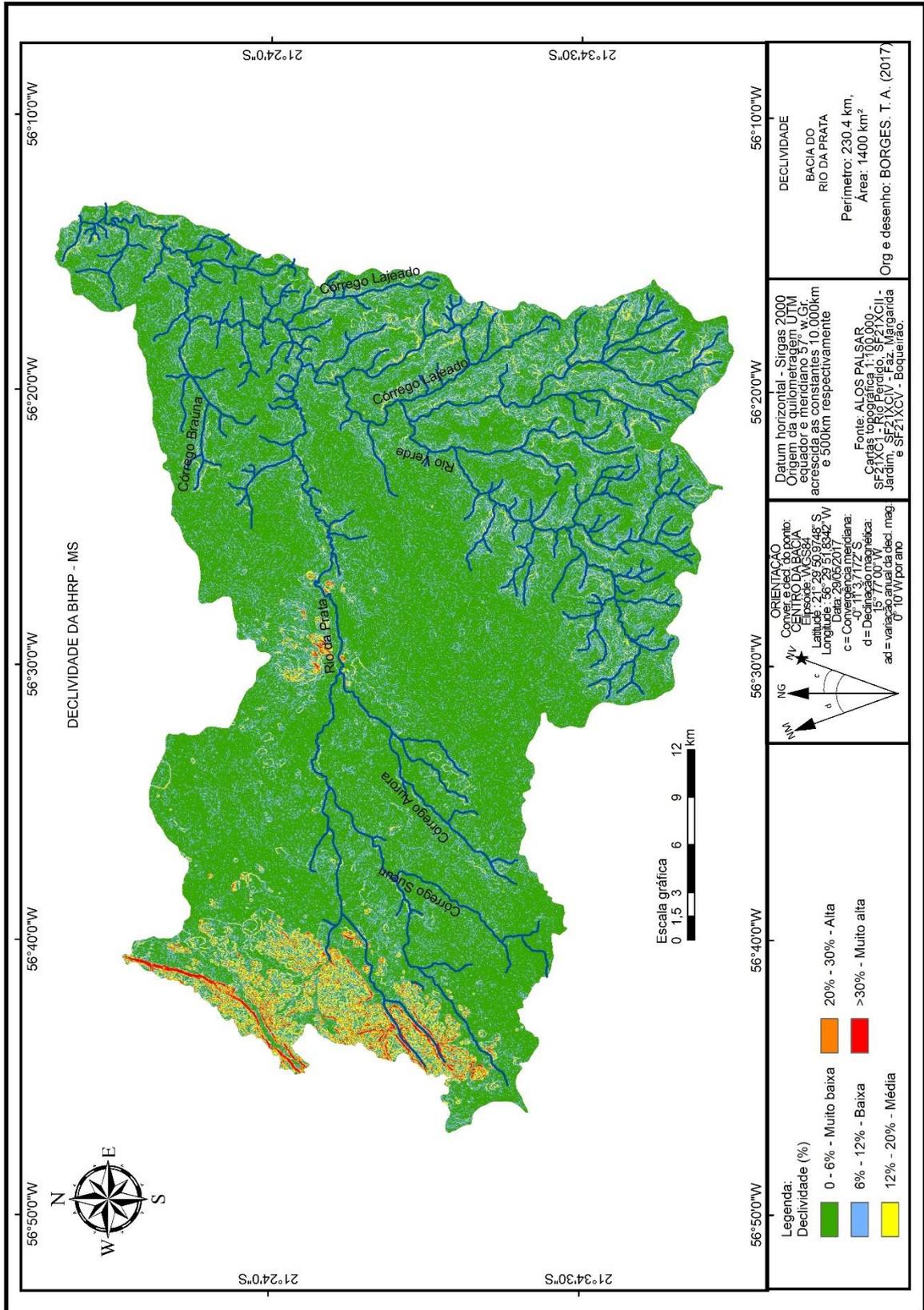
O mapeamento da declividade foi determinado conforme é proposto na metodologia original de Ross (1994) (Figura 24). Na BHRP observou-se que 57% de sua área apresentam declividades menores que 6%, o que, por si, indica fragilidade muito baixa (Tabela 11). Em apenas 1,2% da área foram encontradas declividades consideradas muito altas, ou seja, maiores que 30%. Fato este que era esperado, uma vez que a bacia, como um todo, possui solos com relevo predominantemente plano, com exceção das áreas encontradas na Serra da Bodoquena (Figura 24).

Tabela 11 – Quantificação das classes de declividade na BHRP.

<b>Classes de Declividade</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Grau de Fragilidade</b>
>6%	801,30	57	1-Muito Baixa
De 6% a 12%	439,30	31,3	2-Baixa
De 12% a 20%	117,80	8,5	3-Média
De 20% a 30%	29,35	2	4-Alta
>30%	12,25	1,2	5- Muito Alta
<b>TOTAL</b>	<b>1400</b>	<b>100</b>	----

Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 24 – Mapa de Declividade da BHRP



Assim, no que se refere à declividade, a bacia apresentou predomínio das classes de fragilidade muito baixa e baixa, visto que não houve expressão significativa de altas declividades na bacia.

### 4.3 Intensidade Pluviométrica

A Figura 25 representa a pluviosidade da BHRP, baseado na metodologia definida por Ross (1994), baseada em uma regra de três simples, obteve a representação cartográfica da pluviosidade da área.

Tabela 12 – Distribuição espacial das estações pluviométricas.

Município	Estação	Localização	Média anual (mm)
Bela Vista	Bela Vista (Altitude 185m)	s 26°06'36", w 56°31'39"	2002,50
Bonito	Bonito (Altitude 310m)	s 21°07'06", w 56°27'48"	961,4
Caracol	Caracol (Altitude 232m)	s 22°00'31", w 57°01'31"	1534,6
Porto Murinho	Marabá (Altitude 213m)	s 21°41'20", w 57°21'35"	1438
Nioaque	Nioaque (Altitude 210m)	s 21°08'57", w 55°49'30"	624,40
Porto Murinho	Santa Otilia (Altitude 208m)	s 21°11'31", w 57°02'21"	1549

Fonte: ANA (2014).

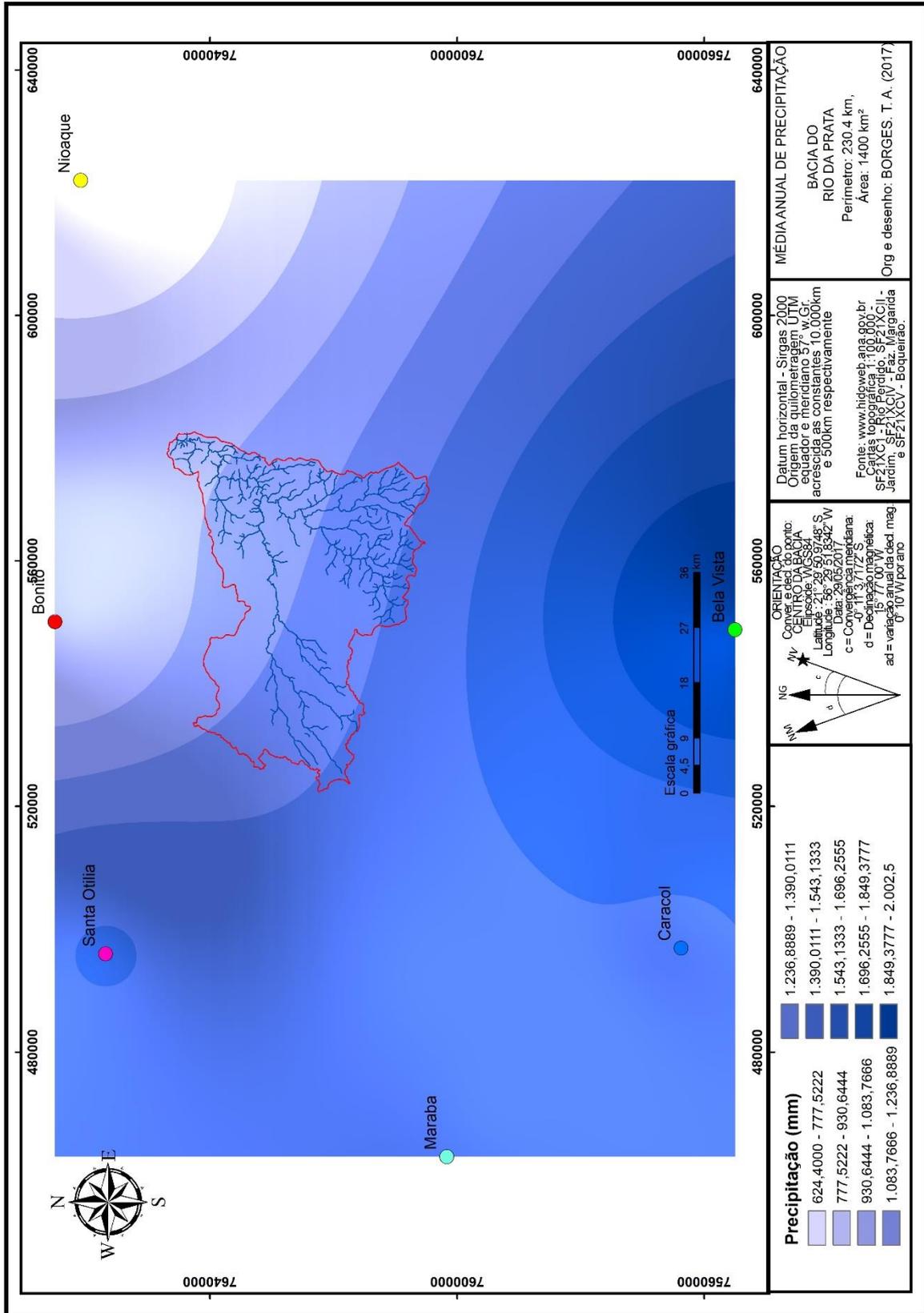
Tabela 13 – Pluviosidade: grau de fragilidade e peso.

Precipitação média anual	Intensidade Pluviométrica	Graus de Fragilidade	Peso
624,40 a 2002,50	150,17	Média	3

Fonte: adaptado de (CREPANI et al., 2001) e Ross (1994).

Os dados pluviométricos adquiridos de 6 estações climatológicas da Agência Nacional das Águas (2017) indicam valores encontrados para todas as estações climatológicas consideradas, que varia, entre 624,4 mm anual precipitação mínima e uma precipitação máxima anual de 2002,50. As chuvas são distribuídas em 9 meses do ano (setembro a maio) e 3 meses com índices mais baixos o período de estiagem (junho a agosto). Observa-se que entre os meses de novembro a janeiro valores que oscilam entre 301,6 mm a 266 mm.

Figura 25 – Mapa de média anual de precipitação na área de estudo



Realizado os cálculos de vulnerabilidade de Crepani et al. (2001), a BHRP apresenta menores índices pluviométricos anuais e maior duração para o período chuvoso. Com um valor aproximado de 1,5, valor esse segundo o autor de áreas próximas a estabilidade, para converter o valor encontrado em Crepani et al. (2001) para a metodologia de Ross (1994) foi encontrado o valor 2,5. Este valor indica uma baixa fragilidade ao fator intensidade pluviométrica, mas isso não significa que a área não sofra com processos erosivos, Crepani (2001) afirma que

As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos são: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica porque representa uma relação entre as outras duas (quando chove / quando chove).

A maior relevância da intensidade pluviométrica pode ser verificada quando se observa que uma alta pluviosidade anual, mas com distribuição ao longo de todo o ano, tem um poder erosivo muito menor do que uma precipitação anual reduzida que ocorre em um período determinado do ano. Isso se observa também com a distribuição sazonal das chuvas é na determinação das perdas de solo em áreas ocupadas pela agropecuária, que são áreas que podem permanecer sem cobertura vegetal durante um período do ano dependendo do tipo de manejo a que estejam submetidas.

#### **4.4 Fragilidade Potencial**

Na Figura 26 observam-se as áreas de fragilidade potencial da BHRP que revela a relação entre áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, declividade, solos, e intensidade pluviométrica.

As classes foram hierarquizadas em três níveis (Tabela 14). Nota-se que as classes de fragilidade potencial observadas para a área de estudo foram: muito baixa (37,07%), alta (42,63%) e muito alta (20,30%). Ou seja, a bacia apresentou um predomínio de fragilidade (potencial) alta (42,63%) em maior expressão, sem expressão da classe baixa e média.

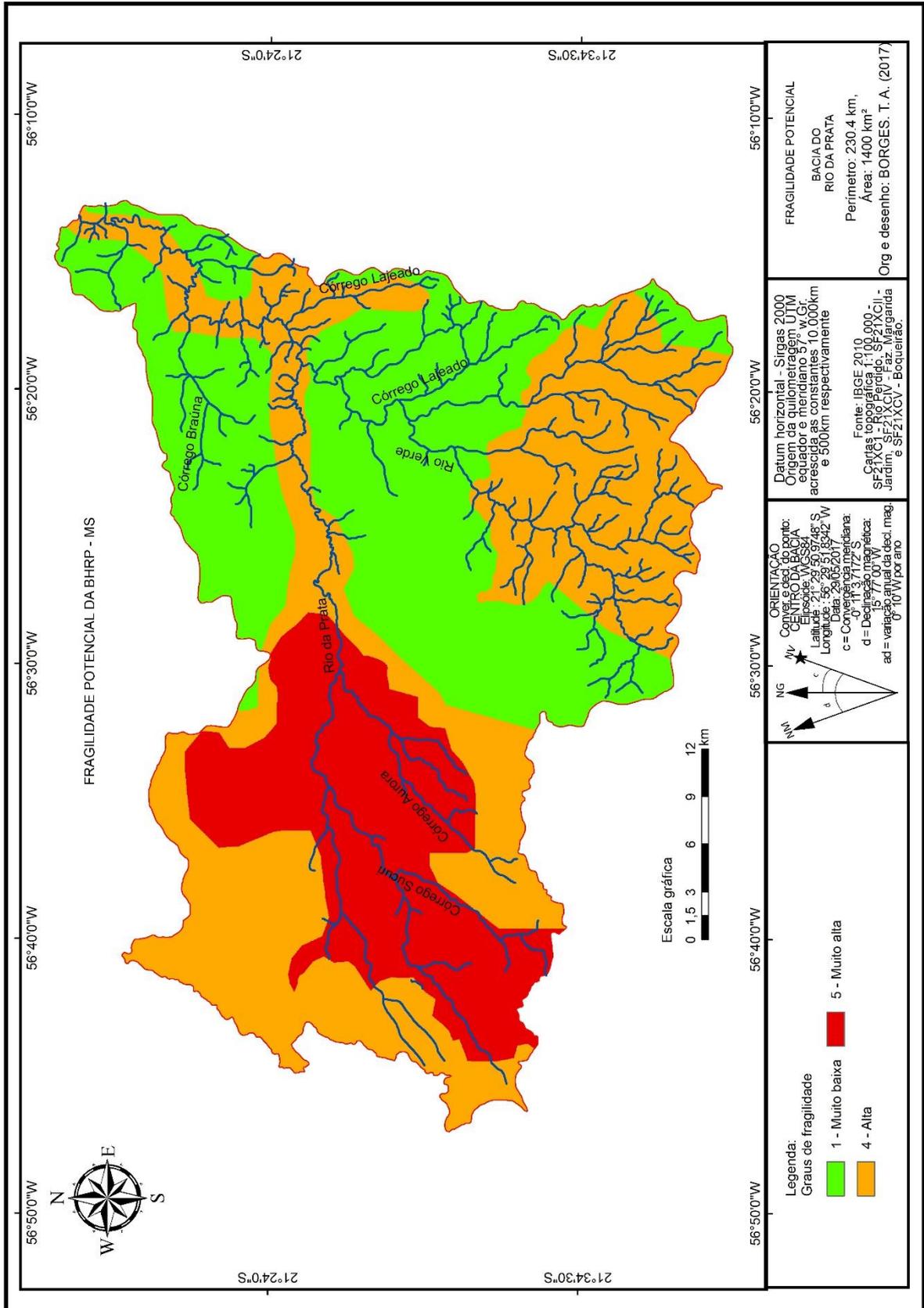
Tabela 14 – Áreas correspondentes a Fragilidade Potencial na BHRP.

Classes de Fragilidade Potencial	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
1 - Muito Baixa	518,9	37,07
4 -Alta	596,9	42,63
5 - Muito Alta	284,2	20,30
Total	1400	100

**Fonte:** Dados de pesquisa.

Cogo et al. (2003) afirmam que a inclinação do terreno é um dos fatores que influencia fortemente nos processos de erosão, sobretudo na erosão hídrica do solo, pois, à medida que ela aumenta, aumentam o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo. Sendo assim, áreas com declividades acentuadas tendem a apresentar maiores níveis de fragilidade potencial.

Figura 26 – Mapa de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata



#### 4.5 Fragilidade Ambiental

Foi realizado a análise da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata nos anos de 1986, 2000 e 2016. No ano de 1986 (Figura 27) observam-se as áreas de fragilidade ambiental da BHRP que revela três classes de fragilidade, onde observa-se que o grau de fragilidade média ocupa a maior parte da área de 99.932 hectares que equivale a 71,37 % da área (Tabela 15).

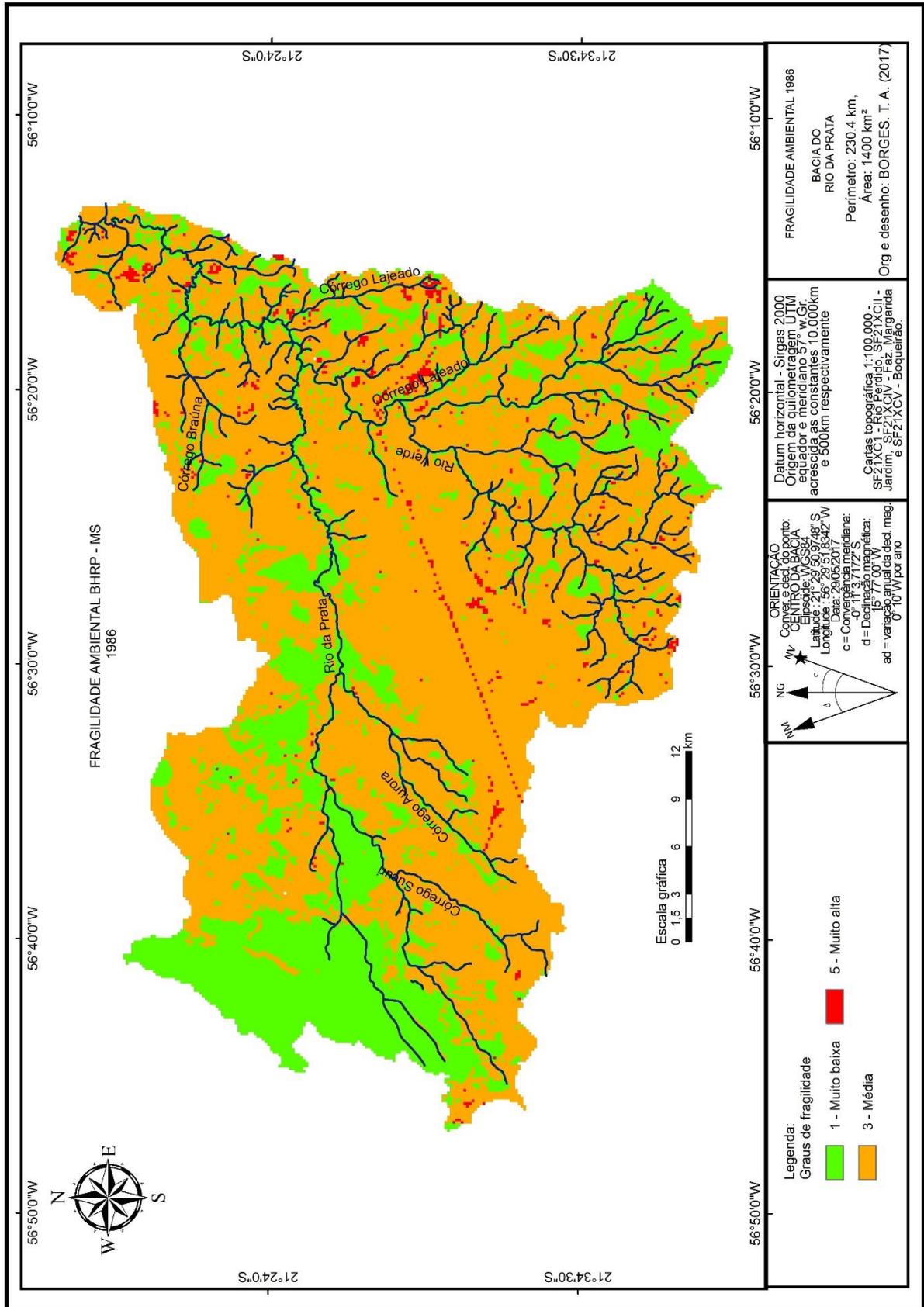
Esse nível de fragilidade está associado a classe de solos encontrados na área, a maioria Latossolo Vermelho Escuro e Argissolo Vermelho Escuro, cujo peso de fragilidade é muito fraca e baixa declividade. A fragilidade de grau muito baixa ocupa 27,08% da BHRP (Tabela 15), em áreas ocupadas por Gleissolos Húmicos e Chernossolos Rêndizico e uma declividade entre média e alta. Alguns pontos apresentam características de fragilidade muito alta totalizando 1,55 %.

Tabela 15 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 1986

Classes de Fragilidade Ambiental	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
1 - Muito Baixa	379,10	27,08
3 - Média	999,20	71,37
5 - Muito Alta	21,70	1,55
Total	1400	100

Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 27 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 1986



A Bacia Hidrográfica do Rio do Prata no ano de 2000 continuou a apresentar três classes de fragilidade (Figura 28), onde observa-se que o grau de fragilidade média ocupa a maior parte da área, mas com uma diminuição em sua área de aproximadamente 10 mil hectares, ocupando nesta data 89.898 hectares que equivale a 64,20% da área total (Tabela 16). Esse nível de fragilidade está associado a classe de solos encontrados na área, a maioria Latossolo Vermelho Escuro, Gleissolos Húmicos e Argissolo Vermelho Escuro, cujo peso de fragilidade é muito fraca e muito baixa declividade.

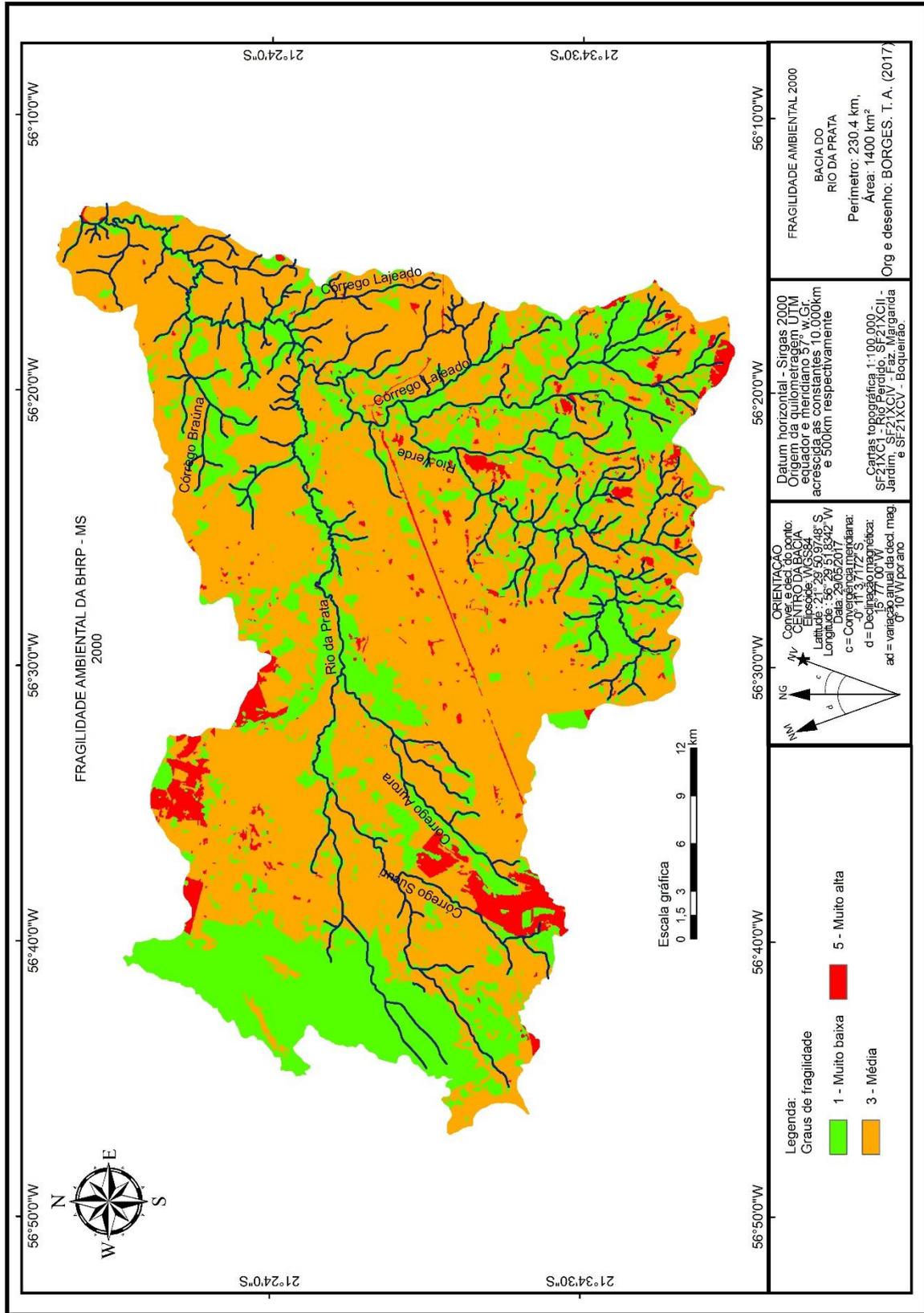
A fragilidade de grau muito baixa teve um aumento neste intervalo de tempo, ocupa 31,32% da BHRP, equivalente a 43.858 ha (Tabela 16), um aumento de 5.946ha neste intervalo de tempo, em áreas ocupadas por Gleissolos Húmicos, Argissolo Vermelho Escuro e Chernossolos Rêndizico e uma declividade entre média e alta. Alguns pontos apresentam características de fragilidade muito alta totalizando, que também sofreram aumento em suas áreas, passando de 2.177ha no ano de 1986 para 6.265ha no ano de 2000.

Tabela 16 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 2000

Classes de Fragilidade Ambiental	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
1 - Muito Baixa	438,50	31,32
3 - Média	898,90	64,20
5 - Muito Alta	62,60	4,48
Total	1400	100

Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 28 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 2000



Por meio da análise desse mapa (figura 29) é possível perceber que as áreas de fragilidade ambiental denominada como muita alta (Tabela 17), que ocupam 7,9% estão situadas predominantemente, em áreas sobre solos Argissolo vermelho-escuro, Latossolo Vermelho-Escuro e Chernossolo Rêndizico.

As áreas moderadamente vulneráveis, classificadas como de média fragilidade ambiental que ocupam 63,08%, estão em áreas com contato com solos Latossolo Vermelho-Escuro e Argissolo vermelho escuro e em declividade baixa. Algumas regiões de muita baixa fragilidade ambiental 29,02%.

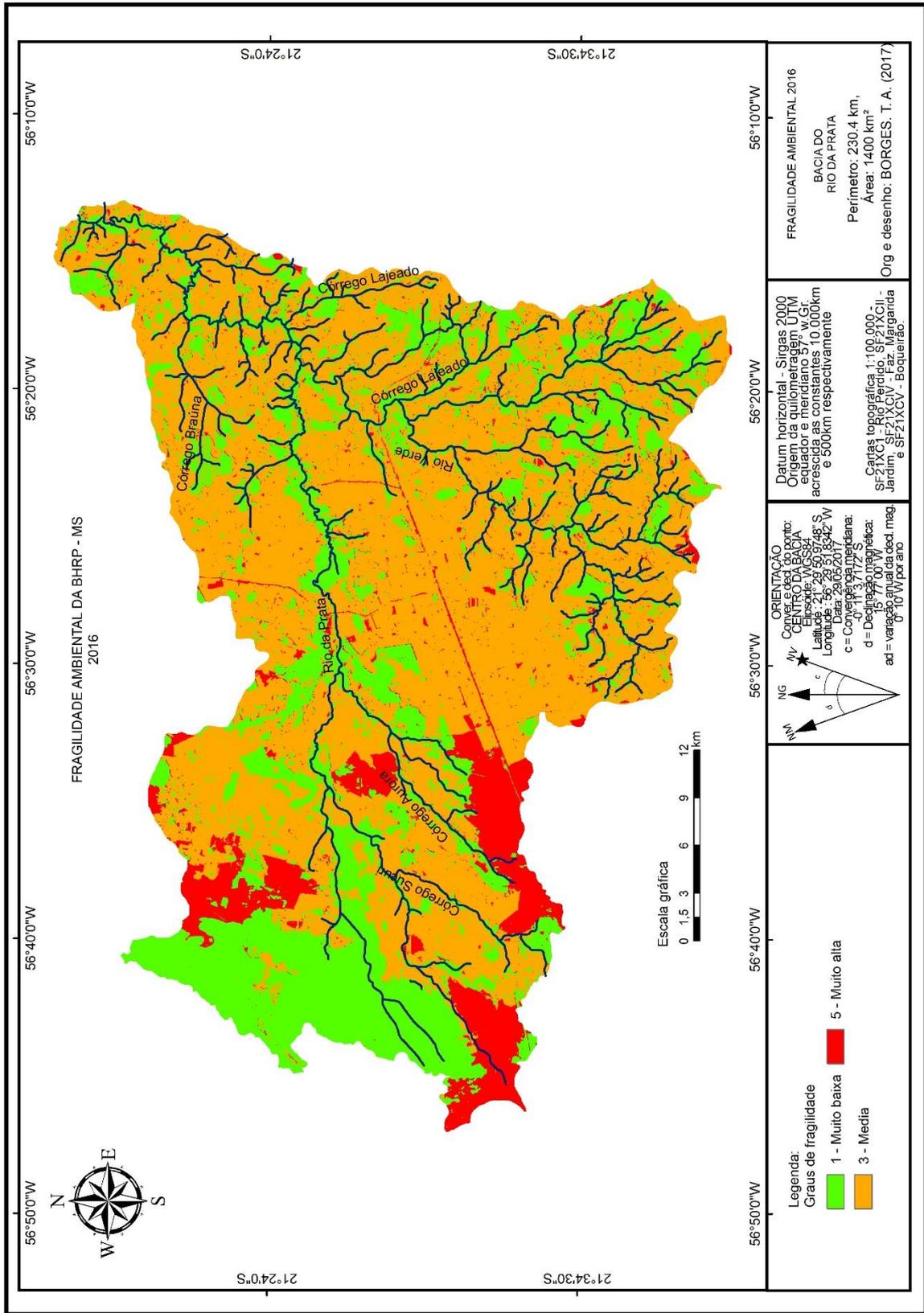
Tabela 17 – Áreas correspondentes a Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio da Prata - 2016

Classes de Fragilidade Ambiental	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
1 - Muito Baixa	406,40	29,02
3 - Média	883,20	63,08
5 - Muito Alta	110,40	7,9
Total	1400	100

Fonte: Dados de pesquisa.

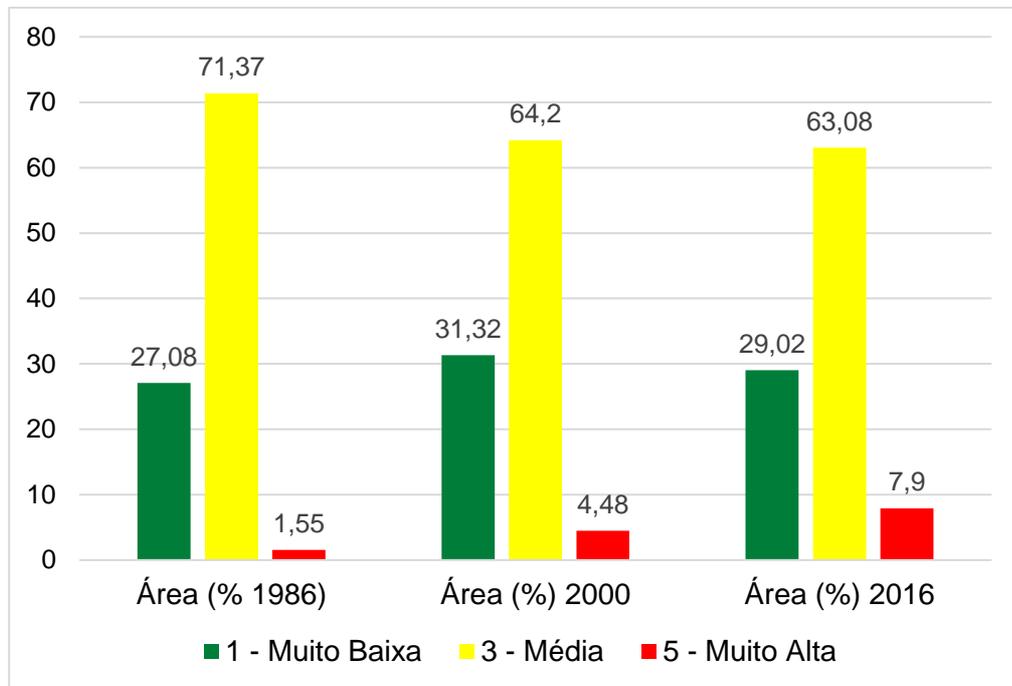
Analisando os três Mapas as classes continuam as mesmas Muito Baixa, Média e Muito Alta. A áreas relativa a classe Muito Baixa teve um crescimento entre o espaço de tempo dos anos de 1986 a 2000, diminuindo entre 2000 a 2016. A classe de Fragilidade média sua área foi diminuindo com o passar dos anos. E foi observado que a Classe de Fragilidade Alta aumentou nesse espaço de tempo analisado.

Figura 29 – Mapa de Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata – 2016



Na Figura 30 (Gráfico), demonstra os valores em porcentagem das áreas ocupadas dentro das Classes de Fragilidade Ambiental, na área de pesquisa foram identificadas três classes muito baixa, média e muito alta.

Figura 30 – Gráfico Fragilidade Ambiental anos de 1986,2000 e 2016



Fonte: BORGES, T.A. (2017)

Analisando os três anos 1986,2000 e 2016, a classe de fragilidade ambiental muito baixa apresentou algumas mudanças no ano de 1986 apresentava um índice de 27,08%, tendo um aumento no ano de 2000 passando para 31,32%, em 2016 ocorreu o inverso seu índice caiu chegando a 29,02%. A classe de fragilidade média sofreu alterações nesses anos diminuindo sua área em 1986 ocupava 71,37% e em 2016 a área é de 63,08%, isso se reflete na área de fragilidade muito alta que nesse período teve um aumento considerável, passou de 1,55% em 1986 atingindo um índice de 7,9% no ano de 2016.

#### 4.6 Validação do Mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal

As avaliações das exatidões dos mapeamentos foram realizadas através de matrizes de confusão e por meio dos valores encontrados de índices Kappa.

Na Tabela 18 observa-se os valores para cada classe mapeada em seus respectivos anos.

A precisão de produtor e de usuário são maneiras de representar a precisão de uma categoria ou classe individualmente. A precisão de produtor refere-se às amostras que não foram classificadas corretamente como pertencendo àquela categoria sendo omitidas de sua categoria correta. E a precisão de usuário indica a probabilidade que um pixel classificado na imagem de fato representa aquela categoria no campo (FIGUEIREDO, et al. 2007 p. 5757).

Tabela 18 – Avaliação de precisão dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal.

<b>Ano</b>	<b>1986</b>		<b>2000</b>		<b>2016</b>	
<b>Classes</b>	<b>A.P (%)</b>	<b>A.U (%)</b>	<b>A.P (%)</b>	<b>A.U (%)</b>	<b>A.P (%)</b>	<b>A.U (%)</b>
Mata	100.00%	100.00%	99.39%	100.00%	99.92%	100.00%
Água	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Pastagem	100.00%	100.00%	100.00%	99.54%	100.00%	99.54%
Solo exposto	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Agricultura	-	-	100.00%	100.00%	100.00%	99.19%
Estrada_ pavimentada	-	-	-	-	100.00%	100.00%
<b>Índice Kappa)</b>	100%		99,51%		99,94%	
<b>Acurácia Global</b>	1		0,997		0,999	

Fonte: BORGES, T.A. (2017)

Apesar dos resultados já evidenciados apresentarem taxas ótimas de aceitação para a classificação elaborada, recorreu-se ainda a estatísticas pós-validação, que apresentou desempenho geral que ficou entre 99,75% e 100% com variância zero e estatísticas KHAT e TAU entre 99,51% e 100%, conforme descritas na tabela 21.

Foram gerados três mapas da área de pesquisa dos anos de 1986, 2000 e 2016. Observa-se que no mapeamento do uso e ocupação da terra no ano de 1986 apresentou um índice Kappa de 100%, como pode ser verificado na Tabela 21, no ano de 2000 o índice foi de 99.51 % e 2016 o valor de 99.94 %, isso mostra que exatidão para as classificações digitais já que quanto maior a adequação com os dados verdadeiramente amostrados, mais próximo de 1 (ou 100%) estará estes índices.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia Hidrográfica do Rio da Prata situa-se predominantemente em uma fragilidade ambiental intermediária, que além de serem naturalmente frágeis, muitas vezes encontram-se associadas à pressão antrópica, sobretudo pela atividade turística e agropecuária.

Os resultados obtidos mostram a importância e a relevância de estabelecer um plano de gerenciamento tanto para os critérios de uso e ocupação da bacia, quanto na caracterização das áreas de maior e menor fragilidade ambiental.

Deste modo, seria é fornecer subsídios para o planejamento da Bacia Hidrográfica destacando a importância de preocupar-se com a ordenação do uso dos recursos naturais e de ainda atentar-se para o fato de que estes recursos sejam utilizados de forma racional visando a sua preservação.

Levando em conta que com a crescente prática do ecoturismo em áreas de preservação, já que, essa atividade é vista como uma prática altamente lucrativa, se faz necessário que se alcance a sustentabilidade do local onde se desenvolve a atividade. Contudo para que a sustentabilidade ocorra, é imprescindível que haja um planejamento capaz de diminuir os impactos ambientais causados a fauna e a flora do local. Visto que o que se encontra hoje são pequenos planos isolados de alguns proprietários, que transformam suas áreas em RPPN, onde fizeram Plano de Manejo de suas áreas.

O estudo da fragilidade ambiental entre os anos de 1986 a 2016 permitiu identificar o aumento da área de fragilidade muito alta, a diminuição na área de fragilidade média e a alternância de valores na área de fragilidade ambiental muito baixa. A fragilidade potencial, que também foi mapeada, determinada a partir do cruzamento das informações de declividade e classes de solos, mostra três classes de fragilidade muito baixa, alta e muito alta, realizando essa análise, os solos Latossolo e Argissolos estão presentes nas áreas classificadas como fragilidade ambiental potencial muito baixa, apresentando poucas restrições para o seu uso. No entanto, é recomendável a adoção de práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias, nas áreas com o solo Argissolos são muito susceptíveis à erosão e nas áreas com o solo Latossolo que se não tiver um manejo adequado aumenta consideravelmente a susceptibilidade à erosão e diminui a produtividade e que em

condições avançadas de manejo inadequado, desenvolvem-se ravinas e pequenas voçorocas com facilidade. A maior percentagem de área da bacia encontra-se na classe alta de fragilidade ambiental potencial do solo, onde predominam os solos Chernossolos e Argissolos. São áreas que, ocorrem em locais onde o relevo é mais acidentado, prevalecendo as limitações devidas aos fortes declives, com alto risco de erosão. São mais usados para pastagens. A bacia ficou classificada com fragilidade potencial muito alta em áreas onde ocorre o predomínio do solo Gleissolo, os solos desta classe se encontram permanente ou periodicamente saturados por água.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABRÃO, C. M. R. **Diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, MS como subsídio ao planejamento ambiental** 2016,100f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Aquidauana, MS, 2016.

AZEVEDO, A. R. **Análise das imagens dual multitemporais do cosmo-skymed como subsídio ao mapeamento de uso e cobertura da terra no Sul do Amazonas.** São José dos Campos, 2013, 119f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.

BACANI, V. M. SAKAMOTO, A. Y. LUCHIARI, A. QUÉNOL, H. **Sensoriamento remoto e SIG aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de bacia hidrográfica.** *Mercator*, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 119-135, 2015.

BARBOSA, L.C, FACINCANI, E.M., ARAUJO, A.P.C. **PRODUÇÃO DO ESPAÇO AGRÁRIO: NO MUNICÍPIO DE JARDIM / MS.** UNESP/SP,2006. Disponível em [www2.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/.../GRUPO%20M5/ENG\\_2006\\_044.pdf](http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/.../GRUPO%20M5/ENG_2006_044.pdf)

BARBOSA, M. A. C; ZAMBONI, R. A. **Formação de um ‘Cluster’ em torno do ecoturismo na região de Bonito-MS.** In: IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão nº. 772. Brasília: IPEA, 2000. 47p

BATTILANI, J. L. et al. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do Rio da Prata, Jardim, MS, Brasil1. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.3, p.597-608, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n3/27375.pdf>. Acesso em: 29/1/2015.

BERTONI, J. F.; LOMBARDI NETO. **Conservação do solo.** São Paulo: Cone, 1990.

BOGGIANI, P.C..**Geologia da Bodoquena.** Pp. 11-23. In: E. Scremin-Dias; V.J. Pott; R.C. Hora & P.R. Souza. *Nos Jardins Submersos da Bodoquena.* Campo Grande, Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 1999.

BOIKO, J. D. Mapeamento geomorfológico e fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Curralinho – Região Metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, 2004.

BONITO CONVENTION VISITORS BUREAU (BCVB). **Observatório de Turismo e Eventos de Bonito-MS.** Dados sobre o Município de Bonito. Disponível em: < [https://docs.google.com/spreadsheets/u/2/d/1Ktfq1G1FK7\\_FLieLfiCTm4GH2FDI2o](https://docs.google.com/spreadsheets/u/2/d/1Ktfq1G1FK7_FLieLfiCTm4GH2FDI2o)

EKOud1UG46zPY/pubhtml?gid=1584242872&single=true >. Acesso em: 23 jan. 2018.

BORGES, C. A. et al. Geomorfologia. In: PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Projeto Pantanal: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal), PCBAP. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997. v. 2, t. 1.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. IN: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. 3º ed. Rio de Janeiro/RJ, Bertrand Brasil, 2007. 269-300

BRAMBILLA, M. Percepção ambiental de produtores rurais sobre o Parque Nacional da Serra da Bodoquena (MS) na perspectiva do desenvolvimento local. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mestrado em Desenvolvimento Local, 2007

BRASIL – MMA/MPOG/IBGE. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. IBGE – Instituto de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas. Brasília, DF, 2005. 1 mapa color. Escala 1:5.000.000. Disponível em:

[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/vetores/brasil/biomas/Sintese\\_Descricao\\_Biomas.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/brasil/biomas/Sintese_Descricao_Biomas.pdf) Acesso em: 16 abr. 2017.

BRASIL, Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. Folha SE. 21 Campo Grande

BRASIL. ME - Ministério do Exército. DEC - Departamento de Engenharia e Comunicações. DSG - Diretoria de Serviços Geográficos. Córrego Aurora, Rio Perdido, Bonito-0, Faz. Bodoquena, Bodoquena, Córrego Brejão, Vila Gaúcha, Faz. Margarida, Morraria, Córrego Potreiro, Salobra, Curvello, Morro do Veado, Serra da Água Limpa. Brasília, DF, 1987. Cartas topográficas da Folha SF-21X. Escala: 1:50.000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Programa Nacional do Meio Ambiente. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai**: PCBAP. Brasília, 1997. 3v. 9t. v.3.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Sócio economia de Mato Grosso do Sul. In: BRASIL. MMA. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP/ Projeto Pantanal, Programa Nacional do Meio Ambiente**. Brasília: PNMA, 1997. 3 vol. em 7 t. v. II, t. V-B, p. 529-954.

BRITO, J.L.S.; PRUDENTE, T.D. **Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do município de Uberlândia – MG**, utilizando imagens CCD/CBERS

2.Revista Caminhos de Geografia (on-line <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>). Vol.13(15) pág.144-153, Jun/2005.

CÂMARA, G.; DAVIS.C.; MONTEIRO, A.M.; D'ALGE, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada). Pag.1-6 Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>. Acesso em: 15/12/2017

CÂMARA, G.; SOUZA,R.C.M.; FREITAS,U.M.;GARRIDO.J.C.P. SPRING integrating remote sensing and GIS by object-oriented data model ing. **Computers & Graphics**, V.20, p.395 – 403, 1996.

CARVALHO, E. M. de; PINTO, A. L. **RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UM ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CÓRREGO FUNDO, AQUIDAUANA/MS**. CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 4, p. 53-78, 2009.

CLEVE, J. da R. **A organização turística do município de Jardim-MS e o seu significado no Parque Nacional Serra Da Bodoquena**. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. A AGB e a Geografia brasileira no contexto das lutas sociais frente aos projetos hegemônicos. 10 a 16 de agosto/2014 – Anais do VII CBG – Vitória/ES. Disponível em: [http://www.cbq2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404076211\\_ARQUIVO\\_CBGFI\\_NALJHERSYKA.pdf](http://www.cbq2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404076211_ARQUIVO_CBGFI_NALJHERSYKA.pdf). Acesso em: 15/12/2017

COELHO, L. S.; Urt, M. C. M.; Duleba, S.; Lemos, V. B. (2011). **Turismo em Unidades de Conservação: resultados do plano de manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata – Jardim – MS**. Campinas, SeTur/SBE. *Tourism and Karst Areas*, 4(2): 107-119, 2011. 4.

COGO, N. P; LEVIEN, R; SCHWARZ, R. A. **Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 103p., 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 19p., 1996. Disponível em: < <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf> >. Acesso em 09 nov. 2016.

CUNHA, S. B. **Bacias Hidrográficas**. In: Cunha S. B. Cunha & GUERRA, A. J. T. (Orgs.), *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 229 - 271, 1998.

DA SILVA, L. F.; BACANI, V. M. Análise da Fragilidade Ambiental e das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Córrego Fundo, Município de Aquidauana – MS. Caderno de Geografia, vol. 27, núm. 49, abril-junho, 2017, pp. 264-284.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. **Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando imagens Landsat-5**. Ra'e ga (UFPR), v. 21, p. 234-271, 2011.

DIAS, J. A. **A região cárstica de Bonito, MS**: uma proposta de zoneamento geocológico a partir de unidades de paisagem. Revista Ensaios e Ciências. Campo Grande: editora Uniderp, n. 1, v. 4: 9-43. 2000.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos, Embrapa, 4ª ed. Brasília, 2014. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos>. Acesso em: 29 de junho de 2017.

Estudos Para Criação De Duas Unidades De Conservação Municipais Em Bonito, MS. Refúgio De Vida Silvestre Banhado Do Rio Formoso. Refúgio De Vida Silvestre Banhado Do Rio Da Prata. COMDEMA, Bonito-MS,2016.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A. O. Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5755-5762.

FILIZOLA, H. F.; AIMEIDA FILHO, G. S.; CANIL, K.; SOUZA, M. D.. **Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos**. EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Circula técnica 22, Jaguariúna, SP, Dezembro, 2011. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53751/1/Circular22.pdf> Acesso em: 29 de junho de 2017.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para a Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 36-72p., 2008.

FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 19p., 1996.

FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA DO BRASIL. **Criação de duas unidades de conservação em Bonito, Mato Grosso do Sul.** (Convênio FNB-PMB Nº 010/2015)

GHEZZI, A. O. **Avaliação e mapeamento da fragilidade ambiental da bacia do rio Xaxim**, baía de Antonina – PR, com o auxílio de geoprocessamento. Curitiba, 2003. 57 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná.

GONÇALVES, Geula Graciela Gomes. DANIE, Omar. COMUNELLO, Éder. VITORINO, Antonio Carlos Tadeu. ARAI Fabiane Kazue. **DETERMINAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.** Floresta, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 797 - 808 out./dez. 2011.

GOULART, R. M. et al. **Caracterização de sítios e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de Voçorocas.** Cerne, v.12, n. 1, p. 68-79. Lavras, 2006.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.182 p.

ICMBio /IBAMA, **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bodoquena.** Brasília/DF – abril – 2013. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/Encarte1\\_serra\\_do\\_bodoquena.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/Encarte1_serra_do_bodoquena.pdf) Acesso em: 05/12/2017

IDATERRA – Instituto de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul – **Plano de Desenvolvimento Sustentável** - Projeto de Assentamento Santa Lúcia, Bonito/MS, 2001.

IMASUL/SISLA **Instituto De Meio Ambiente De Mato Grosso Do Sul.** Disponível em: <http://sisla.imasul.ms.gov.br/Downloads. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

INPE. **Spring: Tutorial de Geoprocessamento - Classificação de imagens.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acesso em 10 abr. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. 2010a. Censo Demográfico. IBGE. Brasília: DF. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 11 de junho de 2016.

JARDIM, PREFEITURA MUNICIPAL. **PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA DO MUNICÍPIO DE JARDIM - MATO GROSSO DO SUL.** Disponível em <http://ptdocz.com/doc/34885/plano-municipal-de-mata-atl%C3%A2ntica-de-jardim>. Acesso em nov/2017.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: José Carlos Neves Ephiphanio et al. São José dos Campos:Parênteses, 2009. 599p.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, Brasil, 2005, p. 2203-2210.

LACERDA F., JOFFRE, V.de, SILVA, M. da G. da; H. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: CPRM, 2006. Escala 1:1. 000.000. Programa Geologia do Brasil - PGB.

LANDIS, J. R. KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2ªed. – São Paulo: Oficina de Textos. 2010.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em questão**. São Paulo: Instituto de Geografia da universidade de São Paulo, 1971.

MATO GROSSO DO SUL. **Economia de MS. (on-line)** Disponível em <http://www.ms.gov.br/a-economia-de-ms/>. Acesso em

MATO GROSSO DO SUL. Instituto do Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica (PRHBH) do Rio Miranda**. Campo Grande: IMASUL, 2014.

MILANO, S. M. Z. **Diagnóstico Socioeconômico do entorno do Parque Nacional da Serra da Bodoquena**, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 1999. 26p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007**. / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2000. 40p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª ed 1ª reimp. Ed. da UFV, 2007. 320p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010. 387p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Blucher, 2. ed. p. 308. 1992.

OLIVEIRA, Henrique de. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema** /Henrique de Oliveira; Mário Artêmio Urchei; Carlos Ricardo Fietz. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000

OLIVEIRA, Henrique de. **Caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio da Prata, Mato Grosso do Sul** / Henrique de Oliveira; Mario Vito Comar. ¾ Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste / Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2001.

PADILHA, D. G., TREVISAN, M. L., CRUZ, J. C. **Caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Grande (RS) como subsídio ao planejamento territorial**. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0060.pdf> >, Acesso em junho 2017

PEREIRA, M. C.B.; MENDES, C. A. B.; DIAS F. A.; LANGE, M. B. R.; BECKER, M.; BARRETO, S. R.; GREHS, S. A. **Bacia hidrográfica do rio Miranda: estado da arte** / Campo Grande: UCDB, 2004. 177 p.

PINTO, A. L.; CARVALHO, E. M. de; SILVA, P. V. da. **Riscos Naturais e Carta de Riscos Ambientais: Estudo de Caso a Bacia do Córrego Fundo, Aquidauana/MS**. CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 2, p. 91-109, 2007.

PIVATTO, M.C. e SAMPAIO, R.R. **Apostila informativa para atendentes de agências e operadoras de turismo**. Março de 2012. Disponível em <http://buracodasarasarasecoturismo.blogspot.com.br/2013/02/voce-sabe-o-que-e-uma-dolina.html> Acesso em 2 jun. 2017.

POTT, A. & POTT, V.J. Espécies de Fragmentos Florestais em Mato Grosso do Sul. Pp. 26-52. In: R.B. Costa. **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande, Universidade Católica Dom Bosco. 2003

PREFEITURA MUNICIPAL DE BODOQUENA. Disponível em: <http://www.bodoquena.ms.gov.br/>. Acesso em 2 jun. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BONITO. Disponível em: <http://www.turismo.bonito.ms.gov.br/bonito>. Acesso em 2 jun. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JARDIM. Disponível em: <http://jardim.ms.gov.br/>. Acesso em 2 jun. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO MURTINHO. (on-line) Disponível em <http://www.portomurtinho.ms.gov.br/>

RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. p. 304.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. 8ª edição. São Paulo: Contexto, 2010.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990. 85p.

ROSS, J. L. S. Land forms and environmental planning: potentialities and fragilities. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, [S.l.], p. 38–51. 2012.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão de taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n 8., 1992.

ROSS, J. L. S.. **Geomorfologia Aplicada aos EIA`s-RIMA`s**. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 3ª ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

SALA, M. G. **Indicadores de Fragilidade Ambiental na bacia do Ribeirão Maringá-PR**. 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SANTOS, E. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Jirau - Município de Dois Vizinhos - Paraná**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.A.; NOGUEIRA, A.A.. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. In: SBG, 28 Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, v. 1, p. 41-65. 1974

SILVA, J. dos S. V. POTT, A. ABDON, M. de M. POTT, V. J. SANTOS, K. R. Projeto Geo MS: Cobertura vegetal e uso da terra do estado do Mato Grosso do Sul. Embrapa Informática Agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Campinas, 64 p. 2011.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN. 1977. 91p.

TRICART, J. **Tendências atuais da geomorfologia**. In: Visitas de mestres franceses. Rio de Janeiro, IBGE. 1963. p.1-22

VALERIANO, M.M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **Topodata**: processamento dos dados SRTM. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-16702-RPQ/854). 79p. 2010.

VASHCHENKO, Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. **Fragilidade ambiental nos picos Camapuã**, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 201 - 215, 2007.