

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

EDNILSON MENDES FERREIRA

**USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIBEIRÃO VERMELHO NOS ANOS DE 1988, 2000 E 2014 – NOS MUNICÍPIOS  
DE AQUIDAUANA E DOIS IRMÃOS DO BURITI - MS**

AQUIDAUANA/MS  
2016

EDNILSON MENDES FERREIRA

**USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIBEIRÃO VERMELHO NOS ANOS DE 1988, 2000 E 2014 – NOS MUNICÍPIOS  
DE AQUIDAUANA E DOIS IRMÃOS DO BURITI - MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Geografia, como exigência do curso de Mestrado em Geografia do Câmpus de Aquidauana da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Jaime Ferreira da Silva.

AQUIDAUANA/MS  
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

(Seção de Biblioteca – CPAQ/UFMS, Aquidauana, MS, Brasil)

F383

**Ferreira, Ednilson Mendes**

Uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho nos anos de 1988, 2000 e 2014 - nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti-MS / Ednilson Mendes Ferreira. -- Aquidauana, MS, 2016.

87 f. ; il. (algumas color.); 30 cm

Orientador: Jaime Ferreira da Silva

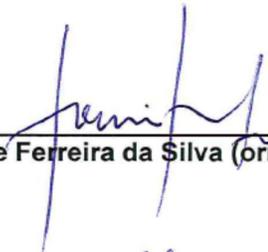
**Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Câmpus de Aquidauana.**

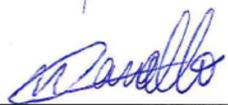
**1. Bacia hidrográfica – Ribeirão Vermelho, Rio (MS). 2. Solo – Classificação – Mapas – Mato Grosso do Sul. 3. Cartografia – Mato Grosso do Sul. I. Silva, Jaime Ferreira. II. Título.**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidato: **Ednilson Mendes Ferreira**

Dissertação defendida e aprovada em 16 de junho de 2016 pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Jaime Ferreira da Silva** (orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. **Elisangela Martins de Carvalho** (UFMS)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **Vitor Matheus Bacani** (UFMS)

## RESUMO

O trabalho apresenta uma proposta de análise temporal do uso e cobertura vegetal da terra, na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho. A bacia do Ribeirão Vermelho tem uma área estimada em 451,65 km<sup>2</sup> e perímetro de 131,18 km. Localizado entre as coordenadas geográficas 55°39'54"W, 20°12'41"S e 55°21'57"W, 20°27'06"S. Situada na serra de Santa Bárbara (complexo da Serra de Maracaju) a bacia do rio Vermelho abrange dois municípios importantes do Estado de Mato Grosso do Sul, Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti. O conjunto de córregos que forma a rede fluvial de drenagem da bacia do rio Vermelho são os córregos Poeira, Lageado, Rodeio, Divisa, Água Clara e Buriti em sua margem esquerda, e na margem direita os córregos Laranja, Cajuru, Baguaçu, e da Figueira. Quanto a uso e cobertura da terra, a maior parte da bacia encontra-se ocupada por pastagens plantadas. Para o estudo da dinâmica de uso e cobertura vegetal da terra da bacia hidrográfica do rio Vermelho foram utilizados os softwares Global Mapper 13.2® para a delimitação automática da bacia do Ribeirão Vermelho, gerada das imagens de radar SRTM 20s57zn e 20s555zn do Topodata e depois ajustada pelas cartas SF21XA3 – AQUIDAUANA e SF21XB1 – PALMEIRAS do DSG. As imagens de satélites são de 1988, 2000 - LANDSAT 5 e 2014 - LANDSAT 8. Para o tratamento das imagens de satélite, utilizou-se o SPRING 5.2.7 e ArcMap 10®, para edição dos mapas finais. A análise da bacia do Ribeirão Vermelho, ao longo destes anos demonstra que as matas nativas foram substituídas pela expansão da agropecuária e implantação de silvicultura, atividades econômicas que continuam em franco desenvolvimento. Registrou-se que em 1988 a área da bacia apresentava 55,41% de pastagem plantada e 43,45% de floresta; em 2000, o remanescente de floresta nativa correspondia a 32,16%, a pastagem plantada, representava 66,24%, e em 2014 a área ocupada por pastagem totalizava 66,83%. É importante destacar que no início de 2003 surgem a atividade de silvicultura, com a plantação de eucaliptos; em 2014 a área de silvicultura correspondia a 5,19% e a classe de floresta 26,97% do total da bacia.

**Palavras-Chave:** Bacia Hidrográfica. Cartografia. Mapeamento Temático.

## ABSTRACT

The work proposes a temporal analysis of the use and vegetation cover of the earth, in the basin of Ribeirão Vermelho. The basin of the Ribeirão Vermelho has an estimated area of 451.65 square kilometers and perimeter 131.18 kilometers. Located between the geographical coordinates 55 ° 39'54 "N, 20 ° 12'41" S and 55 ° 21'57 "N, 20 ° 27'06" S. Located in the hills of Santa Barbara (complex maracaju mountain range) the basin of the Ribeirão Vermelho covers two important cities of the State of Mato Grosso do Sul, Aquidauana and Dois Irmãos do Buriti. The set of streams that form the river network of the Ribeirão Vermelho drainage basin are streams Poeira, Lageado, Rodeio, Divisa, Água Clara and Buriti on the left bank and the right bank of the Laranja streams, Cajuru, Baguaçu, and Figueira. As for land cover most of the basin is occupied by sown grassland. To study the use of dynamic and vegetation of the land of the Ribeirão Vermelho basin were used Global Mapper 13.2® software for automatic delineation of the Ribeirão Vermelho basin, generated from SRTM radar 20s57zn and 20s555zn the TOPODATA images and then adjusted by SF21XA3 letters - AQUIDAUANA and SF21XB1 – PALMEIRAS of DSG. The satellite images are 1988, 2000 - Landsat 5 and 2014 - Landsat 8. For the treatment of satellite images, we used the SPRING 5.2.7 and ArcMap 10®, for editing the final maps. Analysis of Ribeirão Vermelho basin, over the years shows that native forests have been replaced by the expansion of agriculture and implementation of forestry, economic activities that are still in full development. It reported that in 1988 the area of the basin had 55.41% of pasture planted against 43.45% forest; in 2000, the remaining native forest amounted 32,16%, the pasture planted with 66.24%, and in 2014 the area occupied by grazing totaled 66.83%. It is important to note that in early 2003 appear to forestry activity, with the planting of eucalyptus; in 2014 the forest area amounted to 5.19% and the forest class 26.97% of the total basin.

**Keywords:** Watershed. Cartography. Thematic Mapping.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa de localização .....   | 29 |
| Figura 2 - Perfil longitudinal do ribeirão Vermelho.....   | 30 |
| Figura 3 - Mapa de Solos .....   | 33 |
| Figura 4 - Mapa de Geomorfologia.....  | 36 |
| Figura 5 - Mapa de Hidrografia.....  | 38 |
| Figura 6 - Mapa de Vegetação .....   | 40 |
| Figura 7 - Rotas planejadas, pontos de controle do registro das classes, aldeia, assentamento e distrito municipal. .... | 48 |
| Figura 8 - Compartimentação nº 1.....  | 51 |
| Figura 9 - Compartimentação nº 2.....  | 51 |
| Figura 10 - Compartimentação nº 3.....   | 52 |
| Figura 11 - Compartimentação.....  | 53 |
| Figura 12 - Hipsometria .....  | 55 |
| Figura 13 - Mapa de Declividade.....   | 57 |
| Figura 14 - Mapa de uso da terra – 1988.....   | 60 |
| Figura 15 - Bacia do Rio Vermelho – 1988.....  | 61 |
| Figura 16 - Mapa de uso da terra – 2000.....   | 63 |
| Figura 17 - Bacia do Rio Vermelho – 2000.....  | 64 |
| Figura 18 - Mapa de uso da terra – 2014.....   | 66 |
| Figura 19 - Bacia do Rio Vermelho – 2014.....  | 67 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 – Representação da Tabela 8.....  | 59 |
| Gráfico 2 – Representação da Tabela 9.....  | 62 |
| Gráfico 3 – Representação da Tabela 10..... | 65 |
| Gráfico 4 – Representação da Tabela 11..... | 65 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Área da bacia nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti ..    | 28 |
| Tabela 2 - Tipos de solo, área e percentual.....                                    | 32 |
| Tabela 3 - Descrição das formas de relevo.....                                      | 35 |
| Tabela 4 - Fisionomia da Cobertura Vegetal.....                                     | 41 |
| Tabela 5 - Classes de declividade e suas respectivas categorias de influências .... | 49 |
| Tabela 6 - Classes de declividade e suas áreas .....                                | 56 |
| Tabela 7 - Uso da terra - 1988.....   | 59 |
| Tabela 8 - Uso da terra - 2000.....   | 62 |
| Tabela 9 - Uso da terra – 2014.....   | 65 |
| Tabela 10 - Total das classes – 1988, 2000 e 2014.....                              | 68 |

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- APP** - Área de Preservação Permanente
- Aw** - denominado clima de savanas, com inverno seco e chuvas máximas no verão, presente nas regiões N, CO e parte do SE
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CPRM** - Serviço Geológico do Brasil
- CPTEC** - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
- DATUM** - Modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar
- DNPM** - Departamento Nacional da Produção Mineral
- DSVMPasaf** - Intercalações de Sedimentos Arenosos, Síltico Argilosos e Folhelhos: corresponde aos terrenos sustentados pelas formações Aquidauana e Palermo, do Grupo Itararé, e Marília, do Grupo Bauru.
- EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ETM+** - Enhanced Thematic Mapper Plus
- GLCF** - Global Land Cover Facility
- Ha** - Hectares
- IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- LANDSAT** - Land Remote Sensing Satellite
- MAXVER** - Maximo Verossimilhança
- MDE** - Modelo Digital de Elevação
- MDT** - Modelo digital de Terreno
- NASA** - National Aeronautics and Space Administration
- OLI** - Operational Land Imager
- PDI** - Processamento Digital de Imagens
- RADAMBRASIL** - Projeto de imageamento
- SAD** - South American Datum

- SAR** - Synthetic Aperture Radar
- SiBCS** - Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos
- SIG** - Sistema de Informações Geográficas
- SIRGAS2000** - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, ano 2000
- SRTM** - Shuttle Radar Topography Mission
- SVATs** - Soil Vegetation Atmosphere Transfer scheme
- TIRS** - Thermal Infrared Sensor
- TM** - Thematic Mapper
- TOPODATA** - Banco de dados Geomorfométricos do Brasil
- USGS** - United States Geological Survey
- UTM** - Universal Transversa de Mercator (Projeção Cartográfica)
- WGS84** - World Geodetic System de 1984

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.1 Objetivo Geral.....</b>                                 | <b>15</b> |
| <b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>                         | <b>15</b> |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                            | <b>16</b> |
| <b>3.1 Uso da terra .....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>3.2 Bacias hidrográficas .....</b>                          | <b>17</b> |
| <b>3.3 Legislação.....</b>                                     | <b>20</b> |
| <b>3.4 Sensoriamento remoto e as técnicas empregadas .....</b> | <b>21</b> |
| <b>3.5 Processamento digital de imagens.....</b>               | <b>24</b> |
| <b>3.6 Pré-processamento.....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>3.7 Realce de imagens .....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>3.8 Treinamento.....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>3.9 Classificação de imagens.....</b>                       | <b>26</b> |
| <b>3.10 Contraste.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>3.11 Composição Colorida .....</b>                          | <b>27</b> |
| <b>4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....</b>             | <b>28</b> |
| <b>4.1 Área de Estudo .....</b>                                | <b>28</b> |
| <b>4.2 Condições climáticas.....</b>                           | <b>30</b> |
| <b>4.3 Aspectos geológicos .....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>4.4 Solos.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4.5 Aspectos geomorfológicos .....</b>                      | <b>34</b> |
| <b>4.6 Aspectos hidrográficos .....</b>                        | <b>37</b> |
| <b>4.7 Cobertura vegetal original e ação antrópica.....</b>    | <b>39</b> |
| <b>5 MATÉRIAS E MÉTODOS .....</b>                              | <b>44</b> |
| <b>5.1 Base Cartográfica.....</b>                              | <b>44</b> |
| <b>5.2 Metodologia .....</b>                                   | <b>44</b> |
| <b>5.3 Validação.....</b>                                      | <b>47</b> |
| <b>5.4 Hipsometria e declividade .....</b>                     | <b>49</b> |
| <b>6 RESULTADOS E DISSCUSSÃO .....</b>                         | <b>50</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6.1 Compartimentação topográfica\geomrfologica da bacia hidrográfica do<br/>Ribeirão Vermelho.....</b> | <b>50</b> |
| <b>6.2 Declividade .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>6.3 Uso da terra .....</b>   | <b>58</b> |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>70</b> |
| <b>8 REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>72</b> |
| <b>9 APÊNDICE .....</b>   | <b>80</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O registro das dinâmicas do uso da terra facilita a análise dos tipos de atividades econômicas desenvolvidas, bem como as áreas remanescentes de vegetação naturais como as reservas legais, APP e áreas localizadas em difícil acesso. Normalmente, os territórios onde se pretendem estudar apresentam padrões de imagens e configurações geométricas próprias de todas as atividades ali desenvolvidas, associando essa paisagem ao tempo e uso da terra.

O homem tem sido grande responsável pelas modificações na face da Terra, contribuindo com as mudanças das paisagens.

Neste contexto, Ross (1994), enfatiza que as atividades antrópicas têm sido grandes responsáveis por mudanças no uso e na ocupação da terra, em que a exploração dos recursos naturais avança em paralelo ao desenvolvimento tecnológico, científico e econômico.

A geotecnologia tem mostrado por meio de via de sucessão que em estudos de bacias hidrográficas podem ser utilizadas as imagens orbitais de alta resolução espacial na obtenção de classes de uso e ocupação do solo (VAEZA *et al.*, 2010).

Sendo assim, a experiência e os estudos através do tempo têm alertado a comunidade científica de que “qualquer tipo de uso do solo na bacia hidrográfica interfere no ciclo hidrológico, não importa o grau com que esse tipo de uso utiliza ou depende diretamente da água” (ROCHA *et al.*, 2000).

Assad e Sano (1993), com uma visão de planejadores, indicam que as bacias hidrográficas são unidades territoriais por excelência para estudos integrados de variáveis ambientais e antrópicas, e argumentam com muita propriedade que:

É de fundamental importância o estabelecimento de uma unidade básica de planejamento no que diz respeito aos parâmetros ambientais e objetivos que se desejam atingir em uma determinada região, sendo neste caso a bacia hidrográfica a unidade básica ideal (ASSAD e SANO, 1993).

Sendo a bacia hidrográfica uma unidade básica ideal, como nos ensinam os autores supracitados, os quais confirmam que os estudos ambientais por meio de conhecimento e a análise do uso e cobertura da terra possibilitam a aquisição de informações a respeito dos níveis de conservação, preservação e antropização.

A bacia do Ribeirão Vermelho está localizada nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti, com uma particularidade própria do bioma Cerrado, e os mesmos possuem algumas porções de terras, como a implantação do assentamento Indaiá, que localiza no alto curso da bacia em áreas de nascente e os aldeamentos Limão Verde, Buritizinho e Córrego Seco, localizados em áreas de nascentes sendo a principal atividade desenvolvida a prática da agricultura.

Os assentados desenvolvem agricultura utilizando defensivos agrícola no plantio. Já no aldeamento Limão Verde, Buritizinho e Córrego Seco, utilizam-se da queimada e coivara, prática agrícola rudimentar, muito prejudicial à terra.

Em seu médio e baixo curso, as terras são mescladas de atividades econômicas agrosilvopastoris, como reflorestamento de eucaliptos, áreas de pastagens plantadas, solos expostos e agriculturas de subsistências.

As cabeceiras de drenagem estão localizadas nas ramificações da serra de Maracaju, no local denominado serra de Santa Bárbara, e seu leito principal, o rio Vermelho, serve como divisa natural entre os municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti, no local denominado de serra de Aquidauana.

A preocupação maior desta análise foi o uso da terra e a cobertura vegetal da bacia do Ribeirão Vermelho como um todo. Não se pegando a especificidades da forma de produção de cada propriedade: pequena, média ou grande. Além desses três tipos de forma, o trabalho não se ateve quanto ao detalhamento da atividade econômica desenvolvida em cada classe de uso da terra.

A proposta de trabalho tem seu enfoque na bacia do Ribeirão Vermelho com enfoque nos temas uso da terra e cobertura vegetal, estruturados em oito capítulos a seguir.

No capítulo I encontra-se elaborada a introdução, o objetivo geral e o específico.

Na introdução, tecemos algumas considerações sobre o uso da terra na modificação da paisagem, o avanço das geotecnologias na procura do entendimento e mostrar as possíveis resoluções de problemas atinentes ao uso da terra com a inserção da bacia hidrográfica como unidade de base para estudo e planejamento físico-territorial. Além disso, neste capítulo, encontra-se descrito um objetivo geral e três específicos.

O capítulo II apresenta a revisão bibliográfica, parte fundamental para o bom andamento da pesquisa. Este capítulo procurou pesquisar literatura cuja

temática envolveu tópicos de uso da terra, bacia hidrográfica, legislação, recursos hídricos e geotecnologia e sensoriamento remoto.

A apresentação da metodologia foi reservada para o capítulo III, dividido em três partes principais. A primeira parte apresenta a área de estudo, suas características, condições climáticas, aspectos geológicos, solos, aspectos geomorfológicos, aspectos hidrográficos, cobertura vegetal e ação antrópica. Na segunda parte, descrevem-se as etapas do método como o processamento digital de imagens, pré-processamento, treinamento, classificação de imagens, contraste, composição colorida, validação. Descrevemos ainda, na terceira parte, o método de trabalho, com a temática que abrange a base cartográfica, material e atributos extraídos das imagens de satélite e MDT para construção do mapeamento da bacia hidrográfica.

Capítulo IV – dos resultados focou-se o uso da terra e a hipsometria.

Capítulo V – o quinto capítulo, apresentam-se a considerações finais com base nos dados refinados em gabinete e seus respectivos resultados.

Pela importância do Ribeirão Vermelho para a bacia do Rio Aquidauana, este trabalho terá relevância nas futuras observações da ocupação desta importante região produtora dos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a variação espaço-temporal do uso da terra e cobertura vegetal por meio de mapeamento da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, localizado nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti no estado de Mato Grosso do Sul.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mapear os aspectos naturais e antrópicos na Bacia do Ribeirão Vermelho, no período de 1988, 2000 e 2014;
- Analisar as transformações na paisagem ao longo dos anos de 1988, 2000 e 2014, utilizando as ferramentas de sensoriamento remoto.
- Quantificar as classes de ocupação existente na área de estudo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Uso da terra

O estudo do uso da terra consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem da área natural, onde são caracterizados diversos tipos de formação, como a da vegetação natural que reveste o solo, assim como as áreas modificadas pela ação do homem.

As variáveis registradas por meio de mapeamento do uso da terra em bacias hidrográficas constituem um documento eficiente para a realização de estudos e planejamento de meio físico.

Os estudos relacionados ao uso da terra subsidiam, então, informações para criação de um banco de dados que possibilitam uma melhor utilização do espaço regional:

[...] dá indicações sobre a tradição e sobre os conhecimentos empíricos arraigados na cultura dos lavradores e suas ações perante o meio ambiente em que vivem (calendário agrícola, práticas agrícolas adotadas, variedades plantadas) e a cobertura vegetal dá uma idéia de como o ecossistema se apresenta na atualidade, além de permitir em perspectivas futuras, o uso e a conservação do meio estudado (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Sendo assim:

[...] a bacia hidrográfica compreende uma unidade ideal para base de planejamento de uso do solo, pois fornece a noção da definição da dimensão da área de trabalho (BOTELHO; SILVA, 2007). Uso da terra pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2009).

Considerando a dinâmica de ocupação, a utilização de imagens de satélite torna possível o acompanhamento periódico da cobertura vegetal e uso da terra para avaliação de seu desenvolvimento. Assim:

O levantamento da cobertura vegetal e do uso da terra é indispensável para o planejamento racional que irá superar problemas de desenvolvimento descontrolado e de deterioração da qualidade ambiental, porém as técnicas convencionais caracterizam-se pelo alto custo e pela dificuldade de obter dados em um curto período (PEREIRA *et al.*, 1989).

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal, mediante a utilização de técnicas de geoprocessamento, representa importante instrumento para estudo da ocupação do meio físico, possibilitando a avaliação e o monitoramento a fim de garantir a conservação de seus recursos naturais, várias técnicas têm sido aplicadas

em estudos espaço-temporais relacionados ao uso e à ocupação da terra com variadas finalidades, dentre elas o subsídio a ações de recuperação de áreas degradadas, ordenação espacial e identificação de usos irregulares perante a legislação ambiental vigente (CAVALLARI *et al.*, 2007; BOLFE *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2012; ROMAGNOLI *et al.*, 2012).

O levantamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, podendo este servir 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 desenvolvimento da região.

Para entender a evolução do uso do solo de uma localidade, inicialmente, é preciso delimitar sua área geográfica, a qual certamente está inserida em bacias hidrográficas, que constitui a principal forma de abordagem espacial para estudos ambientais que evoluem e se intensificam com o tempo.

A vegetação funciona como um indicador das condições ambientais de uma região e do equilíbrio dos ecossistemas. A tendência da comunidade científica na atual ordem mundial vai ao encontro das palavras de Mascarenhas, que nos ensina que:

[...] preservar a cobertura vegetal de uma área é extremamente importante, uma vez que é responsável pela proteção física e mecânica do solo, regula a temperatura e a microbiota do solo, protege o relevo, a biodiversidade, o clima, os mananciais e os lençóis freáticos (MASCARENHAS *et al.*, 2009).

O ambiente natural é vulnerável às ações humanas, mas não devemos esquecer que as características físicas, como por exemplo, o clima, o relevo e até mesmo a qualidade do terreno, são processos que lentamente se alteram pela ação humana e que, em síntese, seu efeito no homem é mais visível que na Natureza.

À medida que o Homem intensifica suas ações sobre o espaço, as condições iniciais também se alteram e cada fração do espaço reage de uma forma diferente, conforme o tipo de uso e manejo, e a alteração sempre é precedida por uma mudança na natureza.

### **3.2 Bacias hidrográficas**

A adoção do conceito de bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial ampliou as possibilidades para estudos e pesquisas a fim de apurar a análise temporal que ocorre em uma determinada área condicionada pelo divisor de água. Neste caso, leva-se em conta somente o território determinado, ignorando "as barreiras políticas tradicionais (municípios, estados, países) para uma unidade física de gerenciamento, planejamento e desenvolvimento econômico e social" (TUNDISI, 2003).

A bacia hidrográfica tem sido adotada em muitos países - como França, Espanha, Países Baixos e Reino Unido (BOURLON; BERTHON, 1998) - como a unidade físico-territorial básica para estudos, planejamento e uma série de intervenções, especialmente as relativas à gestão dos recursos hídricos. Seu conceito "tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental" (PIRES *et al.*, 2002).

Nesse contexto, o monitoramento da superfície terrestre utilizando produtos de sensores orbitais favorece a discriminação de alvos (sensores multiespectrais) e acompanhamento da dinâmica espaço-temporal dos objetos (moderada e alta resolução temporal e espacial). Técnicas de interpretação e classificação digital em imagens de satélite vêm sendo utilizadas em mapeamentos visando auxiliar na implantação de medidas preventivas e/ou corretivas no uso da terra no Mato Grosso do Sul e Pantanal (HERNANDEZ FILHO *et al.*, 1998; ABDON *et al.* 2008; SILVA *et al.* 2005; ABDON *et al.* 2009; SILVA *et al.* 2009).

Segundo Lima e Zakia, as bacias hidrográficas são sistemas abertos:

... que recebem energia por meio de agentes climáticos e perdem energia pelo deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, dessa forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico (LIMA; ZAKIA, 2000).

Também chamada de Bacia Fluvial (MEDEIROS, 1973; GIOVANNETTI; LACERDA, 1996; BRANDÃO; LOPES, 1999) ou Bacia de Drenagem (CHORLEY, 1969; SMITH, 1969; CHRISTOFOLETTI, 1980; STRAHLER, 1982; BALLESTER *et al.*, 2002; SANTANA, 2003; COELHO NETTO, 2007), uma bacia hidrográfica é uma região hidrológica que pode ser definida como "uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial" (COELHO NETTO, 2007).

Sua conceituação varia desde a simplificada definição de uma área drenada por um rio principal e seus afluentes até conceituações mais precisas e detalhadas, segundo uma abordagem sistêmica.

Rodrigues e Adami (2005), por exemplo, discutem mais profundamente seu conceito, definindo-a como:

Sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais (RODRIGUES; ADAMI, 2005).

Para Silveira (1993), a bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

Desta forma, complementa Guerra (1980), "a noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores de água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes".

Desta maneira, é uma área delimitada naturalmente pelos divisores de água que drenam águas das chuvas para um rio ou córrego, constituindo-se na unidade espacial natural da Hidrologia (MACHADO, 2010). Complementa-se o conceito definindo a bacia hidrográfica como:

A área delimitada por um divisor de águas que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago. (ROCHA; KURTZ, 2001).

Hierarquicamente, bacias hidrográficas menores se juntam para formar bacias hidrográficas maiores e, assim, como derivações, aparecem, usualmente, os termos sub-bacia e microbacia (e até mesmo, minibacias). A designação microbacia expressa uma ideia de tamanho, de dimensão, difícil de estabelecer, constituindo, de acordo com Fernandes (1996), "uma denominação empírica, imprópria e subjetiva", embora Hernani (2003) tenha proposto uma definição das microbacias hidrográficas como sendo aquelas "constituídas de terras drenadas por um córrego de até 2ª ordem, ou seja, cujos afluentes não sejam formados por outros cursos d'água".

Rocha e Kurtz (2001) trabalham esses conceitos com base numa diferenciação por tamanhos. Para esses autores uma sub-bacia hidrográfica tem o

mesmo conceito de uma bacia hidrográfica "acrescido do enfoque de que o deságue se dá diretamente em outro rio. As sub-bacias hidrográficas têm dimensões superficiais que variam entre 20.000ha e 300.000ha". Para os citados autores, o conceito de microbacia "é o mesmo de bacia hidrográfica, acrescido de que o deságue se dá também em outro rio, porém, a dimensão superficial da microbacia é menor que 20.000ha".

### 3.3 Legislação

A preservação da vegetação natural nas margens dos rios e ao redor das nascentes e reservatórios, áreas de preservação permanente (APPs), conceituada como instrumento voltado para proteção de atributos ambientais em todo o território nacional, é regulamentado pelo código florestal brasileiro, lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e a resolução CONAMA 303 (2002) estabelece a largura da área das APPs.

Eleita como unidade territorial para a gestão de recursos hídricos no país, com a criação, em 1978, do CEEIB (Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas), a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa hidrográfica também se constituiu na célula básica para a execução de ações voltadas para o manejo e conservação dos recursos naturais renováveis, através do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, instituído pelo Decreto Federal Nº 94.076, de 05 de março de 1987 (EMBRATER, 1987).

A Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 referente a Lei das Águas, estabeleceu como um de seus principais fundamentos no Título I, Capítulo I, Artigo 10, Inciso V, que "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos".

O Plano Estadual de Recursos Hídricos estabeleceu 15 Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG) e entre elas está a bacia do rio Miranda, à qual o ribeirão Vermelho pertence. O plano determina a criação de Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), com finalidades de propor o uso da água, de maneira que atenda às demandas de forma sustentável dos recursos hídricos (MATO GROSSO DO SUL, 2009 *apud* ABRÃO, 2016).

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 2.406 de 29 de janeiro de 2002) e o Plano Estadual dos Recursos Hídricos trazem um panorama das condições naturais, econômicas e sociais dos recursos hídricos no estado de Mato de Grosso do Sul (ABRÃO, 2016).

### **3.4 Sensoriamento remoto e as técnicas empregadas**

As novas tecnologias de informação são responsáveis pelo desenvolvimento de ferramentas pelas quais se torna mais eficiente a realização de estudos diversos inerentes à leitura das inter-relações existentes em um determinado espaço e à resolução de problemas geo-espaciais. Entre estas ferramentas, tem-se o Sistema de Informação Geográfica (ESRI, 2001), que é constituído por ferramentas fundamentais que fazem uso de softwares voltados para análise espacial de dados. O SIG se configurou como um instrumento muito eficaz para a realização do presente estudo, pois permite a interação dos dados, o armazenamento e a inter-relação de informações, elaboração e sobreposição de mapas georreferenciados, contabilização de áreas, mapeamento de diferentes áreas e diversas análises de modelagem que transcendem a capacidade de métodos manuais.

Fornasari e Bitar (1995) afirmam que a análise temporal de dados ambientais ajuda em muito com a avaliação ambiental possibilitando assim a análise e evidenciar a transformação que a paisagem natural está sofrendo sobre aspectos naturais ou antrópicos.

A evolução na resolução espacial dos produtos dos sensores remotos imageadores e a disponibilização por meio da internet permitiram que imagens de satélites, sejam aplicadas para diversas finalidades como:

Monitoramento ambiental, elaboração de mapas temáticos, levantamento de recursos naturais, dentre diversas outras aplicações. Para a melhor utilização das imagens de satélite, faz-se praticamente indispensável o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (ESRI, 2001).

Neste sentido, os trabalhos de uso da terra têm como parâmetro de pesquisa:

A análise temporal do uso e da ocupação da terra é considerada um importante instrumento de suporte e orientação ao gerenciamento dos recursos naturais, possibilitando o monitoramento desta dinâmica (BARROS, K. O. *et al.* 2013).

Nesse contexto: o sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais importante para o monitoramento das mudanças da cobertura e do uso do solo (MALDONADO, 2001).

O sensoriamento remoto trata da aquisição de dados de um objeto ou cena por um sensor distante dos alvos, esses sensores:

... apresentam detectores que registram o comprimento de onda específico no espectro eletromagnético e são compostos por sistemas fotográficos ou óptico - eletrônicos utilizados para a coleta da energia eletromagnética refletida ou emitida por alvos terrestres, convertendo-se em sinal passível de ser registrado (imagens) para uma posterior extração de informação do ambiente (CABRAL *et al.*, 2008).

Devido às diferentes propriedades bio-físico-químicas todos os alvos da superfície terrestre (rochas, corpos d'água, vegetação) absorvem uma porção específica do espectro eletromagnético, permitindo uma assinatura identificável de radiação eletromagnética.

Assim, conhecendo qual o comprimento de onda que é absorvido por um determinado alvo e também qual sua refletância, torna-se possível analisar uma imagem de sensoriamento remoto e obter interpretações acuradas de uma determinada cena orbital.

Esse comportamento espectral dos alvos é chamado de assinatura espectral, ou seja, um valor específico de reflectância no espectro eletromagnético, que permite aos sensores remotos, distinguir os diversos materiais e alvos entre si e com uso de suas técnicas fazer um monitoramento da área e descobrir possíveis modificações que possam vir a acontecer (NOVO, 1998).

Nos últimos anos, técnicas de Sensoriamento Remoto têm assumido grande importância no monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais, pois oferecem grande suporte às previsões de tempo e um melhor entendimento do comportamento de variáveis climáticas e de parâmetros biofísicos da superfície terrestre, como: temperatura da superfície, fluxo de calor no solo, balanço de energia e evapotranspiração.

A principal vantagem do Sensoriamento Remoto é a geração de informações de grandes e pequenas áreas com diferentes resoluções espaciais e temporais.

Com o advento dessa técnica, tornou-se possível o monitoramento espaço-temporal dos recursos hídricos e do uso do solo em diferentes biomas (SANTOS *et al.*, 2014):

Para facilitar, identificar e extrair as informações contidas nas imagens removendo barreiras inerentes ao sistema visual humano e objetivando uma posterior interpretação pelo usuário são utilizados sistemas computacionais, onde as imagens brutas são processadas e manipuladas, por intermédio do processamento digital de imagens (PDI), após várias técnicas de realce e modificação de sua estrutura espectral, resultando em outras imagens com as informações específicas desejadas (CROSTA, 1992).

Desse modo, as ferramentas do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, melhorando e realçando a qualidade visual dos produtos de satélites.

A união dessas duas técnicas tem sido usada de maneira crescente na análise sistêmica dos recursos naturais e na detecção da degradação, por apresentar um enorme potencial para o entendimento da dinâmica socioambiental (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Vale salientar que as técnicas do sensoriamento remoto e do geoprocessamento permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes (cartografia, trabalho de campo). Além do mais, fazendo uso da fotointerpretação, esses softwares possuem recursos (contrastos, composições, segmentação, classificação) que permitem individualizar os principais alvos estudados (água, solo e vegetação).

Sousa *et. al.* (2007) explicita que os diferentes níveis de degradação das terras e as distintas classes de uso e cobertura do solo, dando como resultado a criação de bancos de dados georreferenciados extremamente confiáveis.

Lambin, Geist e Lepers (2003), afirmam que para analisar os efeitos da atividade humana o monitoramento da cobertura e do uso do solo pode ser executado por uma simples comparação sucessiva de mapas onde os atributos referentes às classes de uso do solo variem continuamente no espaço e no tempo.

A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento nas análises ambientais tem se tornado uma prática cada vez mais frequente entre as diversas áreas de pesquisa.

No caso do uso do solo e da cobertura vegetal, estas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que

envolvem os processos de degradação da vegetação natural, fiscalização dos recursos florestais, desenvolvimento de políticas conservacionistas, bem como vários outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação.

### **3.5 Processamento digital de imagens**

O grande volume de dados, intrínseco às imagens de satélite, associado à relativa complexidade de cálculos, requer expressivos recursos computacionais para o armazenamento e tratamento das informações do Sensoriamento Remoto.

A evolução da informática, tanto em equipamentos como em softwares, tem propiciado estes recursos. São dispositivos que suportam maciços volumes de dados, como os discos rígidos com muitos gigas e até terabytes, CD ROM. Monitores de alta resolução, para análise e visualização de imagens em alta definição. Eficientes dispositivos de entrada, como scanners e os leitores de CD. Excelentes dispositivos de saída, como impressoras, traçadores gráficos (plotters) e unidades de gravação de CD (FIGUEIREDO, 2015).

As capacidades de memória é outro importante item no tratamento digital de imagens, pois, este recurso agiliza substancialmente o processamento, reduzindo o tempo de espera pelo fotointérprete (CENTENO, 2004).

O sistema de processamento digital de imagens constitui o segmento onde se tem investido grandes recursos técnicos e humanos, e por isto, a evolução deste segmento tem respondido de modo eficiente às demandas do Sensoriamento Remoto. Dentre os sistemas de processamento digital de imagens disponíveis, podemos citar: SPRING, ENVI, IDRISI, PCI, ER-MAPER, ERDAS, entre outros, o processo evolutivo é uma corrida sem fim.

Continuamente, o Sensoriamento Remoto vem disponibilizando imagens com maiores volumes e complexidade de interpretação, exigindo contínua evolução dos recursos computacionais (NOVO, 1998).

### **3.6 Pré-processamento**

As imagens na forma em que são recebidas originalmente dos satélites, (também chamadas de imagens brutas), apresentam degradações radiométricas devidas a desajustes na calibração dos detentores, erros esporádicos na transmissão dos dados, influências atmosféricas, e distorções geométricas. Todas

estas imperfeições, se não corrigidas, podem comprometer os resultados e produtos derivados das imagens (INPE, 2015).

O pré-processamento, que é a etapa preliminar do tratamento digital de imagens, tem esta finalidade. Normalmente o fornecedor das imagens, (INPE e empresas), se encarrega de proceder esta tarefa, antes de entregar as imagens para o usuário (ROSA, 2009).

### **3.7 Realce de imagens**

Esta técnica modifica, através de funções matemáticas, os níveis de cinza ou os valores digitais de uma imagem, de modo a destacar certas informações espectrais e melhorar a qualidade visual da imagem, facilitando a análise do fotointérprete (ROSA, 2009).

### **3.8 Treinamento**

O primeiro passo em um processo de classificação multiespectral é o treinamento, isto é, o reconhecimento da assinatura espectral das classes. Existem, basicamente, duas formas de treinamento: supervisionado e não- supervisionado.

Quando existem regiões da imagem em que o usuário dispõe de informações que permitem a identificação de uma classe de interesse, o treinamento é dito supervisionado. Para um treinamento supervisionado, o usuário deve identificar na imagem uma área representativa de cada classe. É importante que a área de treinamento seja uma amostra homogênea da classe respectiva, mas ao mesmo tempo deve-se incluir toda a variabilidade dos níveis de cinza. Recomenda-se que o usuário adquira mais de uma área de treinamento, utilizando o maior número de informações disponíveis, como trabalhos de campo, mapas. Para a obtenção de classes estatisticamente confiáveis, são necessários de 10 a 100 "pixels" de treinamento por classe. O número de "pixels" de treinamento necessário para a precisão do reconhecimento de uma classe aumenta com o aumento da variabilidade entre as classes (INPE, 2015).

Quando se utilizam algoritmos para reconhecer as classes presentes na imagem, o treinamento é dito não-supervisionado. Ao definir áreas para o treinamento não-supervisionado, o usuário não deve se preocupar com a

homogeneidade das classes. As áreas escolhidas devem ser heterogêneas para assegurar que todas as possíveis classes e suas variabilidades sejam incluídas. Os "pixels" dentro de uma área de treinamento são submetidos a um algoritmo de agrupamento ("clustering") que determina o agrupamento do dado, numa feição espacial de dimensão igual ao número de bandas presentes. Este algoritmo assume que cada grupo ("cluster") representa a distribuição de probabilidade de uma classe (INPE, 2015).

As técnicas de classificação multiespectral "pixel a pixel" mais comuns são: máxima verossimilhança (MAXVER), distância mínima e método do paralelepípedo. MAXVER é o método de classificação que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento (INPE, 2015).

### **3.9 Classificação de imagens**

Classificação, em sensoriamento remoto, significa a associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo de classes. Estas classes representam as feições e alvos terrestres tais como: água, lavouras, área urbana, reflorestamento, cerrado. A classificação de imagens é um processo de reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibem características comuns. Uma classe poderia ser, por exemplo, soja, um grupo de classes poderia ser áreas cultivadas (FIGUEIREDO, 2005).

Ao se classificar uma imagem, assume-se que objetos/alvos diferentes apresentam propriedades espectrais diferentes e que cada ponto pertence a uma única classe. Além disso, os pontos representativos de uma certa classe devem possuir padrões próximos de tonalidade, de cor e de textura (FIGUEIREDO, 2005).

A classificação pode ser dividida em supervisionada e não supervisionada. A supervisionada é utilizada quando se tem algum conhecimento prévio sobre as classes na imagem, de modo a permitir, ao analista, definir sobre a mesma, áreas amostrais das classes.

Estas áreas amostrais são utilizadas pelos algoritmos de classificação para identificar na imagem os pontos representativos das classes. A fase preliminar

onde o analista define as áreas amostrais é denominada de treinamento. Dois algoritmos de classificação supervisionada bastante utilizados são o *single-cell* e o *maxver* (ROSA, 2009).

### 3.10 Contraste

Esta técnica considera que geralmente os níveis de cinza de uma cena, obtidos por um sistema sensor qualquer, não ocupam todo o intervalo de valores possíveis. Através de uma transformação matemática, o intervalo original é ampliado para toda a escala de níveis de cinza ou números digitais disponíveis. Uma imagem LANDSAT na qual os níveis de cinza estejam variando de 50 a 150, pode ter sua faixa de níveis de cinza ampliada para ocupar toda a faixa de valores possíveis que é de 0 a 255. Embora a transformação mais comum seja a linear, pode-se implementar qualquer outro tipo de transformação, dependendo do histograma original e do alvo ou feição de interesse, tais como: logarítmica, exponencial, raiz quadrada (ROSA, 2009).

### 3.11 Composição Colorida

Trata-se de um dos artifícios de maior utilidade na interpretação das informações do Sensoriamento Remoto. Ela é fundamental para uma boa identificação e discriminação dos alvos terrestres. O olho humano é capaz de discriminar mais facilmente matizes de cores do que tons de cinza. A composição colorida é produzida na tela do computador, ou em outro dispositivo qualquer, atribuindo-se as cores primárias (vermelha, verde e azul), a três bandas espectrais quaisquer. Este artifício é também conhecido como composição RGB (do inglês: *Red, Green, Blue*). Associando, por exemplo, a banda 3 à cor vermelha (R), a banda 4 à cor verde (G) e a banda 5 à cor azul (B), produz-se uma composição colorida representada por 345 (RGB) (NOVO, 1998).

## 4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 4.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho encontra-se localizada entre as coordenadas geográficas 55°39'54"W, 20°12'41"S e 55°21'57"W, 20°27'06"S, com área de 451,65 km<sup>2</sup>, com um perímetro de aproximadamente 131,18 km.

A Nascente está localizada nas coordenadas 55° 39' 19.6456"W, 20° 18' 71.7108"S a 471,429m de altitude e a foz 55° 26' 53.4347"W, 20° 26' 56.8213"S a 160,965m de altitude.

Essa importante bacia dos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti tem como canal principal o ribeirão Vermelho, que é limite natural desses dois municípios e deságua no Rio Aquidauana (Figura 1). Sua importância está no desenvolvimento de atividades relacionadas à agropecuária de corte, a silvicultura que visa o mercado de carvão a fim de abastecer a siderurgia para a produção de ferro gusa e finalmente as atividades de ecoturismo no distrito de Palmeiras.

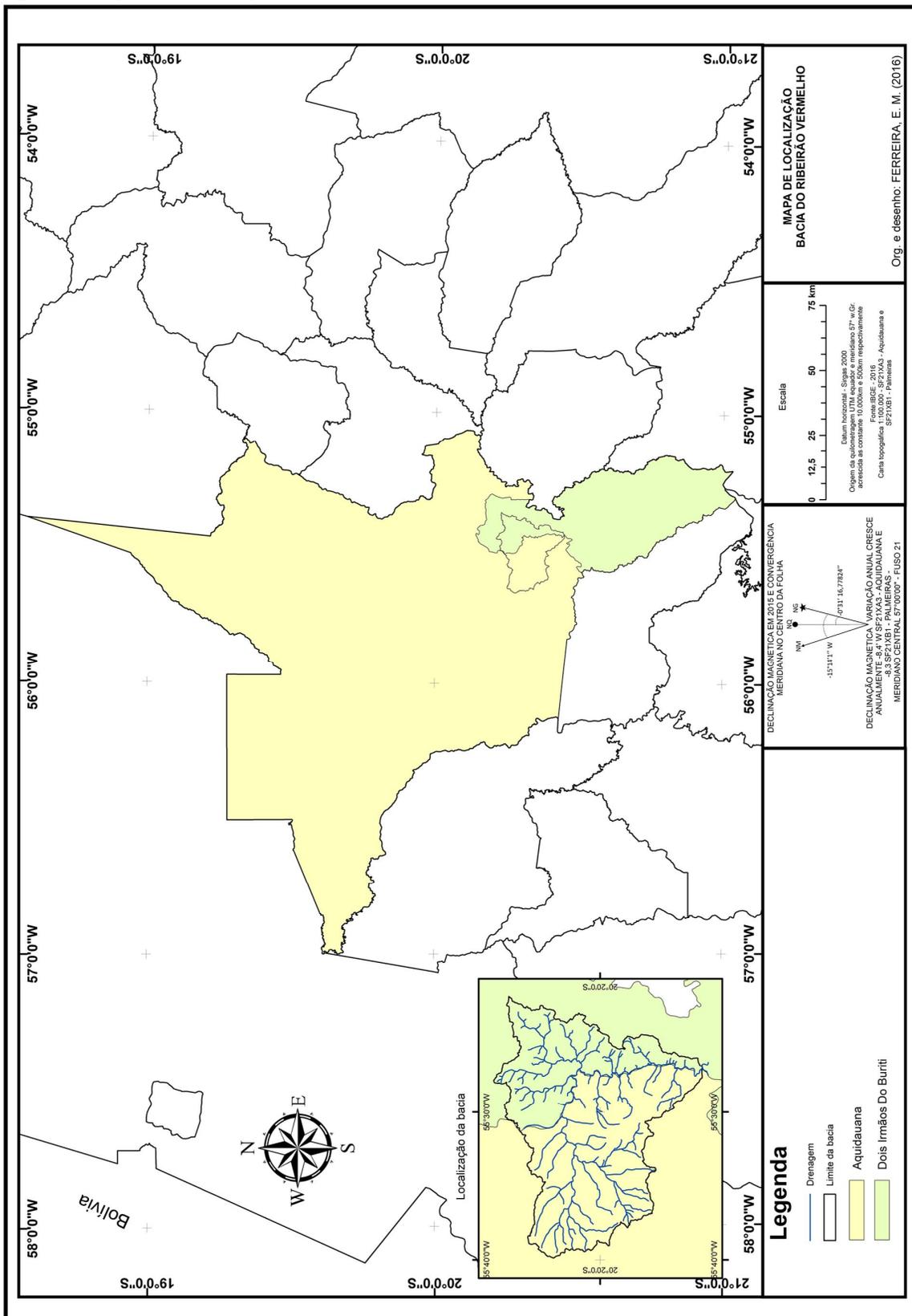
Reforçamos que a bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho integra (Figura 1) parte do seu território no município de Aquidauana e parte do município de Dois Irmãos do Buriti, dos quais possui 63,77%, que correspondem a 288,01 km<sup>2</sup> no território do município de Aquidauana, e 36,23%, correspondendo a 163,64 km<sup>2</sup> dentro do município de Dois Irmãos do Buriti, cuja linha de drenagem atua como limite natural entre os dois municípios. As áreas territoriais e seus respectivos percentuais estão especificados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Área da bacia nos municípios de Aquidauana e Dois Irmãos do Buriti**

| Município             | Perímetro | Área                   | %     |
|-----------------------|-----------|------------------------|-------|
| Aquidauana            | 99,765 km | 288,01 km <sup>2</sup> | 63,77 |
| Dois irmãos Do Buriti | 94,441 km | 163,64 km <sup>2</sup> | 36,23 |
| Total                 |           | 451,65                 | 100   |

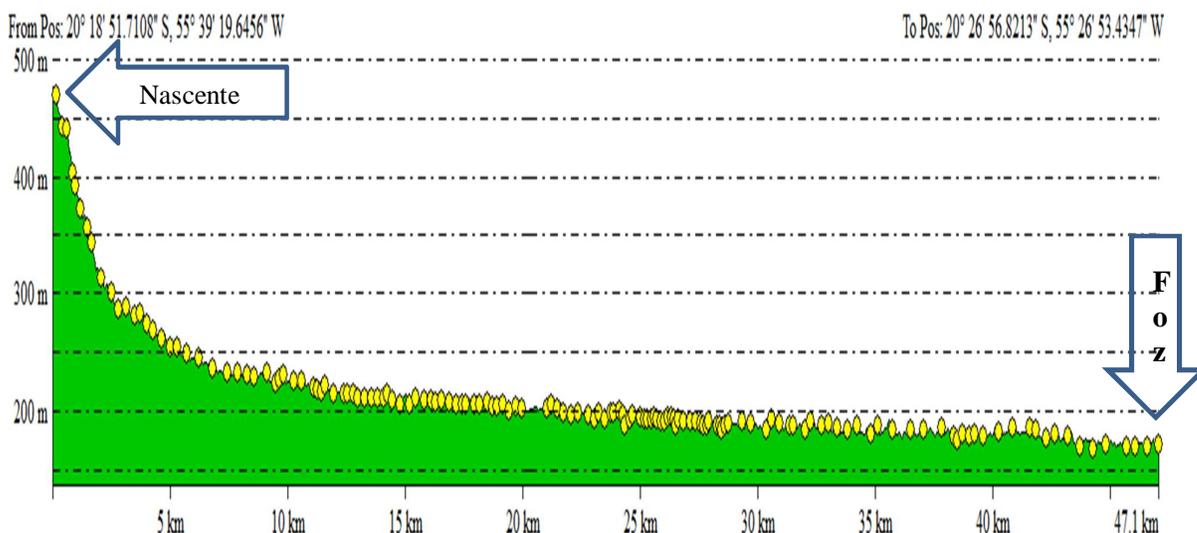
**Fonte:** O próprio autor

Figura 1- Mapa de localização



O perfil longitudinal do ribeirão Vermelho apresenta uma diferença de nível altimétrico significativo de 310,460m acima do mar. Sua principal cabeceira de drenagem encontra-se a 471,429m de altitude e, sua foz, no rio Aquidauana, com uma altitude de 160,965m, tendo como resultante um gradiente de variação 0,32% de declividade (Figura 2) que determina uma característica topográfica de terreno acidentado (muito forte) para uma topografia suave (muito fraca), conforme perfil longitudinal (Figura 2).

**Figura 2 - Perfil longitudinal do ribeirão Vermelho.**



**Fonte:** O próprio autor

#### 4.2 Condições climáticas

O clima da região é classificado como tropical úmido, tipo "Aw", conforme a classificação de Köppen, apresentando durante o ano duas estações distintas: verão chuvoso e inverno seco.

O período de maior precipitação inicia-se em época de normalidade, no mês de outubro e vai prolongando até abril, com maior pico ocorrendo nos meses de dezembro e janeiro. Uma estação seca entre abril a setembro com estiagem bem definida nos meses de junho, julho e agosto (SANT'ANNA NETO, 1993).

A chuva média anual no Cerrado varia entre 1200 e 1800 mm, concentrando-se nos meses de outubro a março, com uma estação seca de 3 a 5 meses de duração (SILVA *et al.*, 2011).

As temperaturas máximas anuais estão situadas em média de 30° a 32°C, no período de outubro a abril, enquanto que as mínimas médias anuais estão em torno de 18° a 20°C, sendo os meses de junho e julho, os mais frios do ano, podendo ocorrer geadas esporadicamente (SANT'ANNA NETO, 1993).

A precipitação anual na bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho é de 1215,29mm, conforme a estação pluviométrica sediada na fazenda Lajeado, no distrito de Palmeiras, localizada entre as coordenadas geográficas de 20°17'29"S e 55°26'41"W (EMBRAPA, 2014).

### 4.3 Aspectos geológicos

A Formação Aquidauana, datada do período Carbonífero Superior, localizada em Mato Grosso do Sul, compreende arenitos com granulometria variável de fina a grosseira, com ampla gama de cores, desde avermelhadas, cinza arroxeadas até esbranquiçadas. A Formação está assentada sobre rochas Pré-Cambrianas representadas pelo Grupo Cuiabá e sequências rudimentares Paleozoicas dos Grupos Paraná (Formação Furnas), e Itararé (Formação Aquidauana), compostas por arenitos porosos e friáveis (BRASIL, 1982).

Essa formação geológica insere-se na transição entre os platôs resquiciais do Planalto Central e a Planície do Pantanal, sendo a maior parte de seus solos formada por arenitos e quartzitos. O relevo escarpado circunscreve platôs com níveis acentuados de elevação posicionados a leste-noroeste (**sudoeste**), do município de Aquidauana. Descrita como a porção superior do relevo denominado Grupo Arenito Aquidauana, é semelhante à Formação Botucatu, porém originária de ambiente flúvio-lacustre e apresentando aproximadamente 500 m de espessura (SCHIAVO et. al., 2010, grifo nosso).

### 4.4 Solos

Quanto ao solo, a bacia possui três (03) classes de solos conforme mapeamento pedológico (Figura 3), com a maior predominância é do Latossolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo (Tabela 2) (SILVA, et al, 2009a,; SILVA, et al, 2009b).

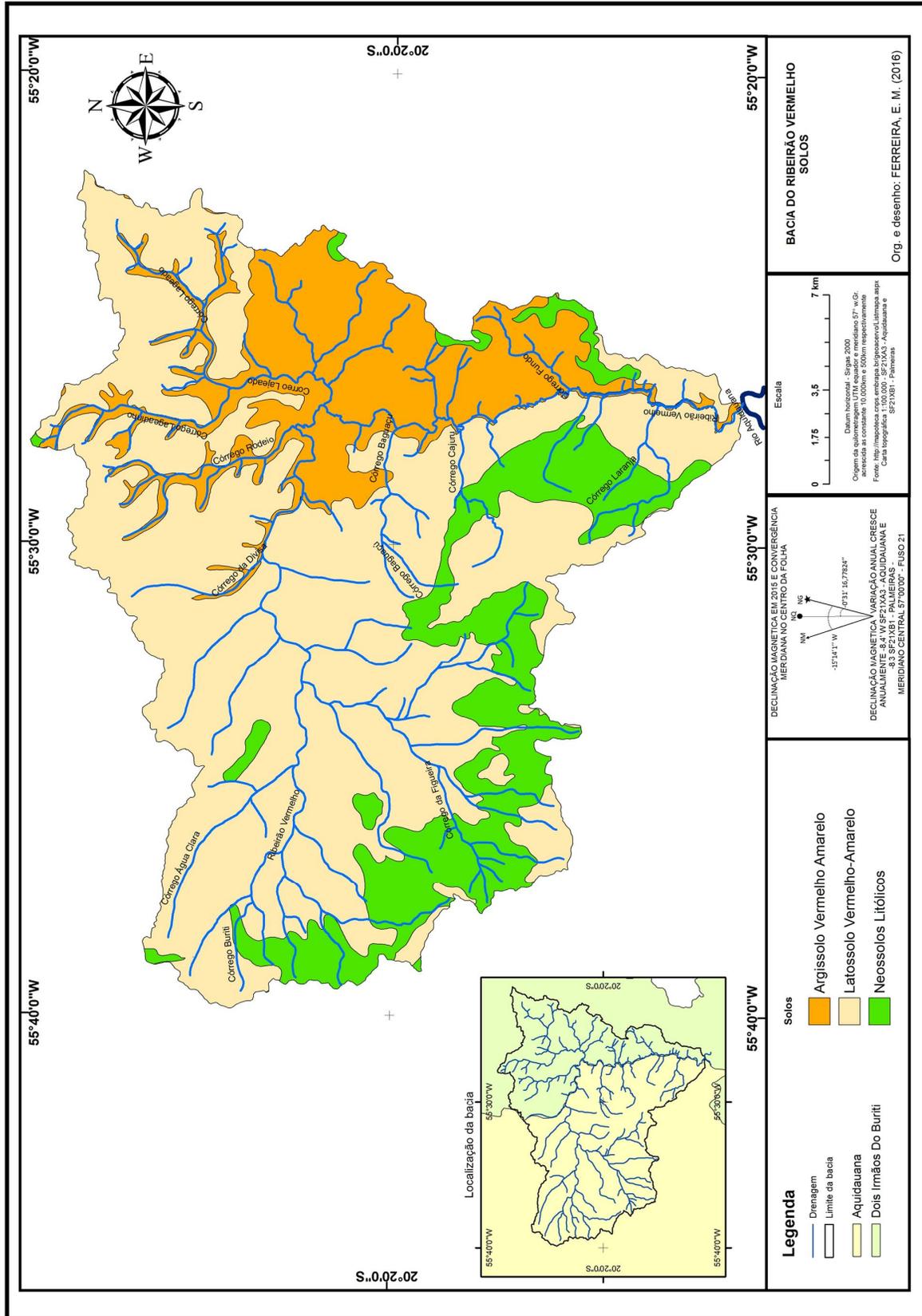
Em menor área, encontra-se o e Neossolos Litólicos (Tabela 2) (SILVA, *et al*, 2009a,; SILVA, *et al*, 2009b).

**Tabela 2 -Tipos de solo, área e percentual**

| Tipo de solos              |      | km <sup>2</sup> | %          |
|----------------------------|------|-----------------|------------|
| Latossolo Vermelho Amarelo | LVd  | 308,97          | 68,42      |
| Argissolo Vermelho Amarelo | PVAd | 74,73           | 16,55      |
| Neossolos Litólicos        | RLd  | 67,95           | 15,03      |
| <b>Total</b>               |      | <b>451,65</b>   | <b>100</b> |

**Fonte:** (SILVA, *et al*, 2009a,; SILVA, *et al*, 2009b).

Figura 3 - Mapa de Solos



#### 4.5 Aspectos geomorfológicos

O relevo do estado não detém grandes altitudes, de uma forma geral a superfície do território é predominantemente plana. Os pontos mais elevados são as serras de Bodoquena e Maracaju, entretanto, com altitudes modestas. Nesse contexto, ao longo do espaço geográfico de Mato Grosso do Sul, a média de altitude varia entre 200 a 600 metros acima do nível do mar. No estado existe ainda uma grande parcela de planícies, nas quais a altitude não ultrapassa 200 metros, e onde está presente o Pantanal. A região, nos períodos chuvosos, sofre inundações ocasionadas pelo tipo de relevo (RIBEIRO, 2016).

Conforme o Atlas multirreferencial (SEPLAN, 1990), a bacia está localizada na região dos patamares e escarpas da borda ocidental da bacia do Paraná, esta unidade se estende em faixa contínua desde as proximidades da cidade de Aquidauana até o Chapadão do Rio Corrente. O relevo é esculpido em rochas siluro-devonianas da Formação Furnas (clásticos continentais grosseiros), que constituem os sedimentos mais antigos da Bacia do Paraná. Predominam os modelados de dissecação do tipo tabular e secundariamente os convexos. A borda oeste da unidade é marcada uma frente de cuesta contínua, por vezes festonada, de direção NE-SO, que faz o limite entre esta unidade e o Pantanal Matogrossense. A cuesta recebe denominações locais de serras como a de Maracaju na parte sul e a do Pantanal na parte norte. Esculpida em arenitos devonianos da Formação Furnas, apresenta desnível relativo de 400 m em relação à superfície do pantanal. No reverso, as altitudes decrescem de oeste para leste, acompanhando a inclinação das camadas, passando de 600 a 300 m, quando coalesce com a superfície da depressão Interpatamares (Tabela 3) (Figura 4).

Definido e caracterizado o Planalto de Campo Grande se destaca como relevo de Planalto, com uma área mais elevada e dissecada, está localizado na porção leste do Planalto de Maracaju/Campo Grande (SEPLAN, 1990). Onde está localizada toda área da bacia do Ribeirão Vermelho.

Na porção noroeste, próximo à Cipolândia aparecem superfícies estruturais tabulares e, a partir da localidade Limão Verde, apresenta patamares estruturais resultantes da erosão diferencial. Na parte norte, aparecem frente de cuestas dissimulada abaixo de 200m, o que se repete para onde estão as ascetas dos rios Dois Irmãos, Aquidauana, Miranda, entre outros. De uma forma geral, na borda do Planalto, aparecem formas tabulares na porção ocidental, convexas e tabulares, na porção oriental e convexas,

tabulares e aguçadas, no interior. Os processos erosivos que atuaram em épocas pretéritas fizeram aparecer as rochas basálticas da Formação Serra Geral que originaram as formas aguçadas e vertentes abruptas do relevo (BORGES *et al.* 1997).

Os morros residuais e as serras esculpidas sobre arenitos da Formação Aquidauana (Unidade DSVMPasaf - THEODOROVICZ, 2010) formam um conjunto paisagístico de exuberante beleza cênica. Uma de suas mais belas paisagens pode ser admirada em um trecho contínuo de aproximadamente 40 km da estrada que liga Aquidauana a Dois Irmãos do Buriti.

Em 2000, uma área com cerca de 10.000 ha que envolve esse trecho da estrada foi reconhecida como Área de Proteção Ambiental da Estrada Parque de Piraputanga, para proteção dos cerrados e serras e do habitat de vários Animais (THEODOROVICZ, 2010).

Os arenitos avermelhados da Formação Aquidauana (Unidade DSVMPasaf) apresentam cor, textura e facilidade de corte favoráveis ao uso como matéria-prima para esculturas (THEODOROVICZ, 2010).

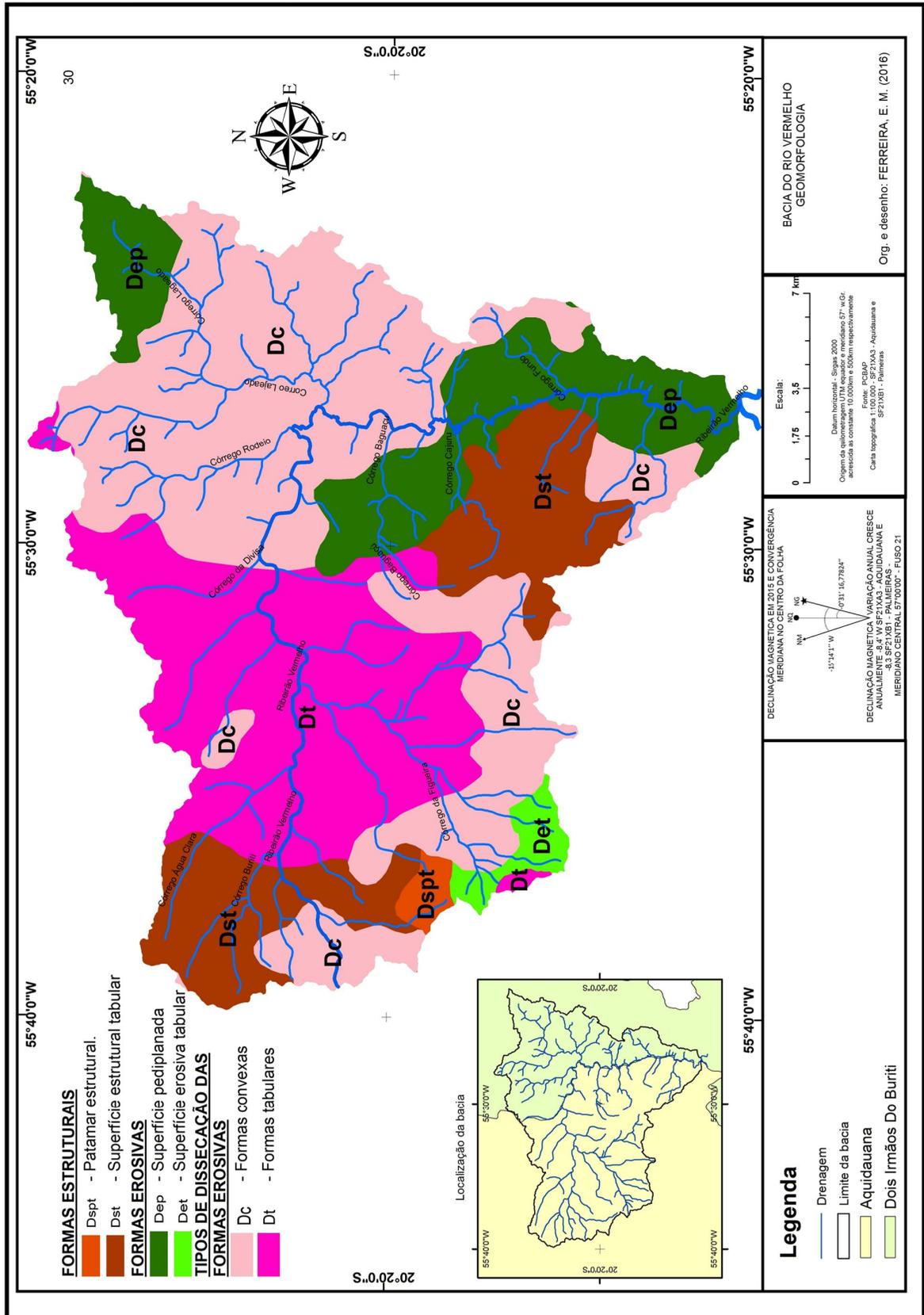
O artesanato em arenito tem a presença garantida em exposições e feiras em Aquidauana, com a participação dos artesãos que apresentam diversificados trabalhos manuais, representando através de seus trabalhos a fauna pantaneira.

**Tabela 3 -Descrição das formas de relevo**

| Formas de relevo                               |      | Descrição   |
|--|------|---|
| <b>Formas Estruturais</b>                      | Dst  | Superfície estrutural tabular. Superfície aplanada de topo parcial ou totalmente coincidente com a estrutura geológica. Limitada por escarpas e retrabalhada por processos de pediplanação. |
|  | Dspt | Patamar estrutural. Relevo escalonado, comportando degraus topográficos, resultantes de erosão diferencial  |
| <b>Formas Erosivas</b>                         | Dep  | Superfície pediplanada. Superfície de aplanamento elaborada por processos de pediplanação.  |
|  | Det  | Superfície erosiva tabular. Relevo residual de topo aplanado, provavelmente testemunho de superfície aplanada e geralmente limitado por escarpas erosivas.                                  |
| <b>Tipos de Dissecação das Formas Erosivas</b> | Dt   | Formas tabulares. Relevos de topo aplanado com diferentes ordens de grandeza e aprofundamento de drenagem, separados por vales de fundo plano.  |
|  | Dc   | Formas convexas. relevos de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem separados por vales de fundo plano e / ou em "V".                               |

**Fonte:** Cartas geomorfológicas 1:250.000 em BORGES *et al.* (1997).

Figura 4– Mapa de Geomorfologia



#### 4.6 Aspectos hidrográficos

Num estudo que tem como preocupação o meio ambiente, torna-se necessário todo o conhecimento das redes de drenagem para a realização de uma análise ambiental mais profunda.

A degradação da drenagem natural dá-se, na maioria dos casos, pelo gerenciamento inadequado tanto da ocupação da bacia como da conservação de sua qualidade ambiental, levada a efeito pela falta de controle sobre a impermeabilização dos solos, pela disposição incorreta ou falta de regras para disposição de lixo e de outros rejeitos e pela ausência de planejamento e conservação de leitos e vegetação lindeira (MARTINS, 1995).

Em alusão ao ribeirão Vermelho, o seu canal principal é formado por três cabeceiras que são: córrego Lajeado, Lajeado e cabeceira Pequena, com nascente no cimo das ramificações da serra de Maracaju (Figura 5).

Quanto aos tributários, o canal principal recebe águas em sua margem direita dos córregos Rodeio, Baguaçu, Cajuru, Laranja; e, na margem esquerda recebem águas dos córregos Poeira e Fundo. As mencionadas linhas de drenagem supracitadas são todas afluentes da margem direita do rio Aquidauana.



## 4.7 Cobertura vegetal original e ação antrópica

De acordo com Pivello, a cobertura vegetal:

... existente na área estudada compõe-se em parte da formação Senso Lato (complexo de formações oreádicas num gradiente herbáceo-florestal, com formas ecotonais savânicas contendo flora mista), onde ocorre a formação de floresta, formação savânica, típica da região, além dessas, outros tipos florísticos de fisionomia vegetal foram registradas, como as matas ciliares e encostas (PIVELLO, 2013).

A outra cobertura vegetal encontrada na área de estudo são formas antropizadas, caracterizadas pela culturas e pastagens plantadas (Figura 6).

As coberturas vegetais existente na bacia do ribeirão Vermelho foram cadastradas cinco fisionomias florísticas, tais como (Figura 6)(SILVA *et al.*, 2011):

- Cerrado (arbórea aberta),
- Cerradão (arbórea densa),
- Pastagem cultivada (uso antrópico),
- Culturas (uso antrópico),
- Mata ciliares e mata de encosta.

É patente registrar que Waibel, em trabalho na América Central, descreve que vegetação de costa do Pacífico, na América Central, como uma floresta semidecidual alta e para a vegetação do Planalto Central, apresenta uma descrição como floresta semidecidual de meia altura. Entretanto, ele diferencia uma terceira formação vegetal, certificando que entre:

[...] essas duas formas de floresta, há uma terceira vegetação semelhante à mata que é chamada de Cerradão. O Cerradão é mais alto e mais denso que o Cerrado, porém mais baixo e menos denso que a mata. O tamanho médio das árvores, no Cerradão, é de 10 a 15 metros, contra 4 a 8 metros no Campo Cerrado. Mais importante ainda é o fato que as árvores crescem altas com os troncos normais, como as árvores comuns das florestas. Nos Cerradões encontramos apenas solos Vermelhos, extraordinariamente arenosos, com uma camada fina de humo, que coloca esse tipo de terra claramente na categoria dos solos florestais (WAIBEL, 1979).



Localiza-se nas margens dos cursos d'água e caracteriza-se por ser uma vegetação de locais úmidos (Tabela 4, Item 1), na maioria das vezes ocupando áreas de acumulações fluviais e solos argilosos ou areno-argilosos. Sua estrutura é diferente de uma floresta ciliar pois, além da vegetação arbórea denominada mata ciliar, com altura entre 10 e 17 metros, essa vegetação pode apresentar diferentes fisionomias, tais como campos gramíneos úmidos, vegetação arbustiva e flutuante, tornando o termo "vegetação ciliar", mais apropriado e abrangente, em vez de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial.

**Tabela 4 -Fisionomia da Cobertura Vegetal**

| Item | Região Fitoecológica, Formação ou Subformação                                       | Código      | km <sup>2</sup> | %     |
|------|---|-------------|-----------------|-------|
| 1    | Aluvial (Arbórea, arbustiva, herbácea) - ao longo dos flúvios                       | Fa          | 78,34           | 17,35 |
| 2    | Florestada (Cerradão)   | Sd          | 10,41           | 2,30  |
|      | - sem floresta-de-galeria   | Sas         | 2,28            | 0,50  |
|      | - com floresta-de-galeria   | Saf         | 4,08            | 0,90  |
|      | Florestada + Arborizada   | Sd+Sa       | 38,34           | 8,49  |
|      | Arborizada + Florestada   | Sa+Sd       | 43,57           | 9,65  |
| 3    | Savana/Floresta Estacional Semi-decidual Submontana (Mata)                          | SNc/(Sd+Fs) | 1,87            | 0,41  |
| 4    | Pastagem plantada na Região de Floresta Estacional Semi-decidual Aluvial            | Ap.Fa       | 3,25            | 0,72  |
|      | Pastagem plantada na Região de Savana   | Ap.S        | 266,09          | 58,92 |
| 5    | Massas d'água (represas, açudes, rios, córregos. corixos. vazantes, baías, salinas) | Agua        | 0,95            | 0,21  |

**Fonte:** SILVA *et al.*, 2011

Nos rios de planície, as árvores mais frequentes são cambará (*Vochysia divergens*), canafístula (*Peltophorum dubium*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), ingá (*Inga vera*), jenipapo (*Genipa americana*), laranjinha-de-pacu (*Pouteria Glomerata*), morcegueira (*Andira inermis*), mulateira (*Albisia hassleri*), novateiro ou

pau-de-novato (*Triplaris americana*), Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), Jatobá-mirim (*Hymenaea coubaril*), siputá (*Salacia elliptica*), tarumã (*Vitex cymosa*), tucum (*Bactris glaucescens*), lixeira (*Curatella americana*) e outras.

Em rios do planalto existem buriti (*Maritia flexuosa*), congonha (*Citronella gongonha*), figueira-vermelha (*Hyeronima alchormeoides*), guanandi (*Calophyllum brasiliense*), guariroba (*Syagrus oleracea*), maria-mole (*Dendropanax cuneatum*), pau-pombo (*Tapirira guianensis*), pindaíba-do-brejo (*Xylopia emarginata*), sangra-d'água (*Croton urucurana*).

Os solos são predominantemente arenosos, mas podem ser encontradas variações até solos argilosos. (Tabela 4, Item 2).

Entre os fatores determinantes dessa riqueza florística está o da diversidade de ambientes. Existem várias fisionomias de cerrado, em função da densidade de árvores, desde campo limpo até cerradão, porém a formação mais característica é o cerrado senso estrito. Uma fisionomia importante do ponto de vista de recursos hídricos são as veredas, de difícil representação na escala adotada neste trabalho, porque são faixas relativamente estreitas de campos encharcados que acompanham as nascentes e os pequenos cursos d'água, com ou sem a presença de buriti (SILVA *et al.*, 2011).

Os encraves são as transições florísticas (Tabela 4, Item 3), onde a flora de diferentes regiões Fitoecológicas se interpenetram, constituindo-se numa fitofisionomia onde as espécies não se misturam, ou seja, são áreas disjuntas que se contatam. Podem estar ligadas a contatos edáficos, mas não obrigatoriamente. Localizam-se, preferencialmente, nas encostas das serras, geralmente sobre as linhas de drenagens e nas bordas dos platôs; no entanto, podem ser encontrados sobre relevo não escarpado como na região entre a cidade de Alcínópolis e o Rio Taquari, e também no Pantanal nas sub-regiões de Miranda, Nabileque e Porto Murtinho, nos contatos entre Chaco e Floresta. Nos contatos Cerrado e Floresta, na Serra de Maracaju, é comum encontrar coquinho (*Syagrus romanzoffianus*), mandiocão (*Schefflera morototoni*) e pau-de-vidro (*Priogymnanthus hasslerianus*). Apesar das áreas estarem associadas, elas podem ser mapeadas e distinguidas se avaliadas em uma escala de maior detalhe. Os solos variam de arenosos a argilosos (SILVA *et al.*, 2011).

Áreas Antrópicas é toda vegetação nativa não original, isto é, de regeneração, podendo estar em várias fases de sucessão, com a altura variável, localizadas em áreas onde houve intervenção humana para algum tipo de uso e depois abandonada (Tabela 4, Item 4).

Pode ocorrer retorno de cerrado ou floresta em área que foi passado correntão ou o alastramento de plantas consideradas invasoras de pastagem degradada. Geralmente é chamada de capoeira ou, quando mais desenvolvida, de capoeirão.

Nos locais onde houve cerrado ocorrem angiquinho (*Calliandra parviflora*), ariticunzinho (*Duguetia furfuracea*), café-bravo (*Matayba guianenses*), camboata (*Matayba guianensis*), ciganinha (*Memora peregrina*), genciana (*Acosmuim subelegans*), lixeira (*Curatella americana*), limãozinho (*Strychnos pseudoquina*), mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii*), marolo (*Annona coriacea*), mata-barata-rasteiro (*Andira coriacea*), mercurinho (*Myrcia bella*), muricis (*Byrsonima*), pau-terra (*Qualea*), pindaíba (*Xylopia aromatica*) e tamanqueira (*Aegiphila lhotskiana*); nos de Floresta Decidual permanecem barrigudas (*Ceiba pubiflora*) e cactos (*Arthrocereus spinosissimus*), e retornam aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), aromita (*Aromita farnesiana*), bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), castelo (*Calycophyllum multiflorum*) e sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*); nos de Floresta Semidecidual surgem aroeirinha-brava (*Lithraea molleoides*), canafístula (*Peltophorum dubium*), capixingui (*Croton floribundus*), cipó-são-joão (*Prostegia venusta*), espinho-agulha (*Dasyphyllum brasiliense*), espora-de-galo (*Celtis pubescens*), falso-cipó-prata (*Trigonía nivea*), leiteiro (*Sapium haematospermum*), limãozinho-bravo (*Sebastiania commersoniana*), maminha-preta (*Zanthoxylum rhoifolium*), periquiteira (*Trema micrantha*), sapuva (*Dalbergia frutescens*), tarumã (*Vitex cymosa*), tarumãzinho (*Sparattosperma leucanthum*) e unha-de-gato (*Acacia plumosa*); e nos de Floresta Aluvial ou ripária, reaparecem ingás (*Inga vera*) e sangra-d'água (*Croton urrucurana*) (SILVA *et al.*, 2011).

Áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forrageiras perenes. Nesses locais, o solo está coberto por vegetação de gramíneas (poucas vezes com leguminosas), cuja altura pode variar, em geral, de alguns decímetros a dois metros.

As espécies mais utilizadas são as braquiárias (*Urochloa decumbens*, *U. brizantha*, *U. humidicola*) (SILVA *et al.*, 2011) (Tabela 4, Item 4).

Os espelhos d'água representados pelos rios, represas, córregos, corixos, vazantes, baías e salinas. Em Mato Grosso do Sul, o estado de conservação dos corpos d'água, bem como da qualidade da água, é bastante variável (SILVA *et al.*, 2011) (Tabela 4, Item 5).

## 5 MATÉRIAS E MÉTODOS

### 5.1 Base Cartográfica

A metodologia usada para a delimitação automática da bacia foi do Global Mapper 13.2®, gerada das imagens 20s57ZN e 20S555ZN do TOPODATA, e depois ajustada pelas cartas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército para sua utilização como base cartográfica.

O ajustamento foi efetivado em cartas utilizadas como referência para o trabalho, em média escala de 1:100.000, conforme nomenclatura de SF21XA3 – AQUIDAUANA e SF21XB1 – PALMEIRAS, todas georreferenciadas no DATUM horizontal córrego Alegre e DATUM vertical, Imbituba e convertido em WGS 84.

Os critérios adotados para o ajustamento geométrico da base cartográfica foram feições naturais tais como: linha de terço, cabeceira de drenagem e área de elevações.

Os trabalhos de uso de informações do TOPODATA devem ser realizados em grandes áreas, onde as feições superficiais da terra são generalizadas e homogêneas e onde as variações e distorções verticais não são levadas em conta em função da extensão territorial mapeada.

Apesar do TOPODATA apresentar resolução de 30m, bem como apresentar melhor resultado na análise da precisão vertical, seus dados devem ser utilizados com a mesma cautela dos dados SRTM, visto tratam-se de dados derivados do SRTM original, e por isso mantêm parte da generalização/homogeneização topológica dos dados SRTM (SOUZA, 2015).

Entende-se por Base Cartográfica uma área delimitada e extraída de um dos produtos cartográficos de referência, conhecidos como “Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais” (DSG, 2011).

Gerada na década de 60 pelo Exército Brasileiro por meio de levantamento aerofotogramétrico, resultou em cartas topográficas, que posteriormente foram digitalizadas e disponibilizadas para o estado de Mato Grosso do Sul.

### 5.2 Metodologia

Para determinação do uso da terra da bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho, foram selecionadas duas imagens do satélite LANDSAT-5, sensor TM, órbita/ponto 225/74 datadas de 09/11/1988 e 09/10/2000, que possuem células de 30 metros e foram adquiridas gratuitamente no site do GLCF – (Global Land Cover Facility) e uma do Landsat 8 (Landsat Data Continuity Mission, USGS, 2015) de 17/11/2014, e uma largura de faixa imageada de 185 km; e duas imagens 20s57ZN e 20S555ZN do radar SRTM/TOPODATA.

Procurou-se utilizar imagens do mesmo período para as diferentes datas estudadas com o objetivo de minimizar a variação do ângulo de incidência solar e de fatores associados a sazonalidade tais como condições atmosféricas, umidade de solo e uso de cobertura da terra. As amostras foram selecionadas com o objetivo de selecionar pixels individuais ou em grupo armazenando seus valores.

O tratamento das imagens selecionadas foi efetuado através do software SPRING 5.2.7 tomando-se como base para o registro, as imagens de 09/11/1988 (GLCF - LANDSAT 5). Sistema de projeção UTM (Universal Transverse of Mercator) pelo datum WGS84.

Para a realização do trabalho utilizou-se o *software* SPRING, onde foi criado um banco de dados e um projeto com a definição da projeção geográfica, sistema de referência e um retângulo envolvente que recobrisse a área de estudo. Importadas as imagens, foram elaboradas as composições falsas-cores RGB (*Red*, *Green* e *Blue*), a partir de três bandas espectrais do sensor TM5. Logo após, foi aplicada a técnica de contraste linear para realce das características da imagem, com o intuito de extrair o máximo de informações das imagens.

Posteriormente, procurou-se realçar a qualidade presente nas imagens através do aumento linear do contraste, disponível no SPRING. Este procedimento foi efetuado para todas as imagens dos anos monitorados (1988, 2000). Para a interpretação visual das imagens e visando identificar os diferentes usos, diversas combinações de bandas foram testadas para a caracterização multitemporal da área da bacia do ribeirão Vermelho e dentre elas, a que forneceu condições para uma melhor interpretação foi a banda3, sendo usada a vermelha (R), para banda4 o verde (G) e para a banda5 o azul (B).

Para a combinação R3G4B5, a mata aparece com um tom de verde, sendo mais escuro quanto mais exuberante for a cobertura. A pastagem com um tom amarelado e a água, azul.

A combinação para 2014 foi, para a banda4 a cor azul (B), a banda5 o verde (G), e para banda6 a cor vermelha (R).

O método mais comum de classificação supervisionada de imagens, do tipo *pixel-pixel*, que utiliza a informação espectral isoladamente de cada “pixel” para achar regiões homogêneas, é o da máxima verossimilhança (maxver). O referido método considera a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais das classes cujas amostras de treinamento são definidas pelo usuário, utilizando parâmetros estatísticos e ajuste segundo uma distribuição gaussiana. Para que esta classificação seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de “pixels” para cada amostra de treinamento (INPE, 2015).

A técnica de classificação utilizada neste estudo baseia-se no algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança), que agrupa os *pixels* que aproximadamente pertencem a uma mesma classe de interesse, no qual o resultado é tanto melhor quanto maior o número de pixels em uma amostra de treinamento (PREVIDELLI, 2005). Para caracterizar os pixels que foram agrupados, foi utilizada a classificação digital e selecionadas amostras que apresentavam padrões semelhantes para caracterização dos diferentes usos do solo: mata, solo exposto, pastagem, água e reflorestamento.

Também foi retirado o valor das medidas das classes analisadas para a criação de gráficos e tabelas para a comparação dos períodos analisados. No programa ArcMap 10®, foram editados os mapas finais.

A análise espacial foi gerada classificando assim, o quanto antropizada está a bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho, por meio do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal para se obter a determinação numérica da carga antropogênica a que se encontra submetida a paisagem.

Após o procedimento acima citado, deu-se início a classificação supervisionada, pelo método da máxima verossimilhança, para as imagens de cada ano. O objetivo foi determinar a área relativa aos diferentes tipos de uso do solo.

As amostras foram consideradas adequadas e a classificação aceita como representativa, pois o desempenho médio foi maior de 98% e a confusão média em torno de 1,5%. Feito isto, os mapas temáticos para cada ano foram gerados. Com estes mapas finalizados, determinou-se a área relativa a cada classe e para cada ano.

### 5.3 Validação

Os trabalhos de campo envolveram três etapas distintas: o planejamento da missão, a execução do curso planejado (navegação/caminhamento) e o controle e registro de dados baseados em Cartas Topográficas elaboradas pelo DSG e imagem de satélite de 2014 - Landsat 8.

Dados referentes ao meio físico (estradas, pastagens, matas, açudes, plantação de eucalipto) foram compilados, modelados e complementados, através de técnicas e métodos de processamento de imagens multiespectrais (LANDSAT 8), associados a levantamentos de campo, compartimentados em unidades homogêneas visando elaborar um produto de análise ambiental pormenorizado e validado pelas avaliações *in loco*.

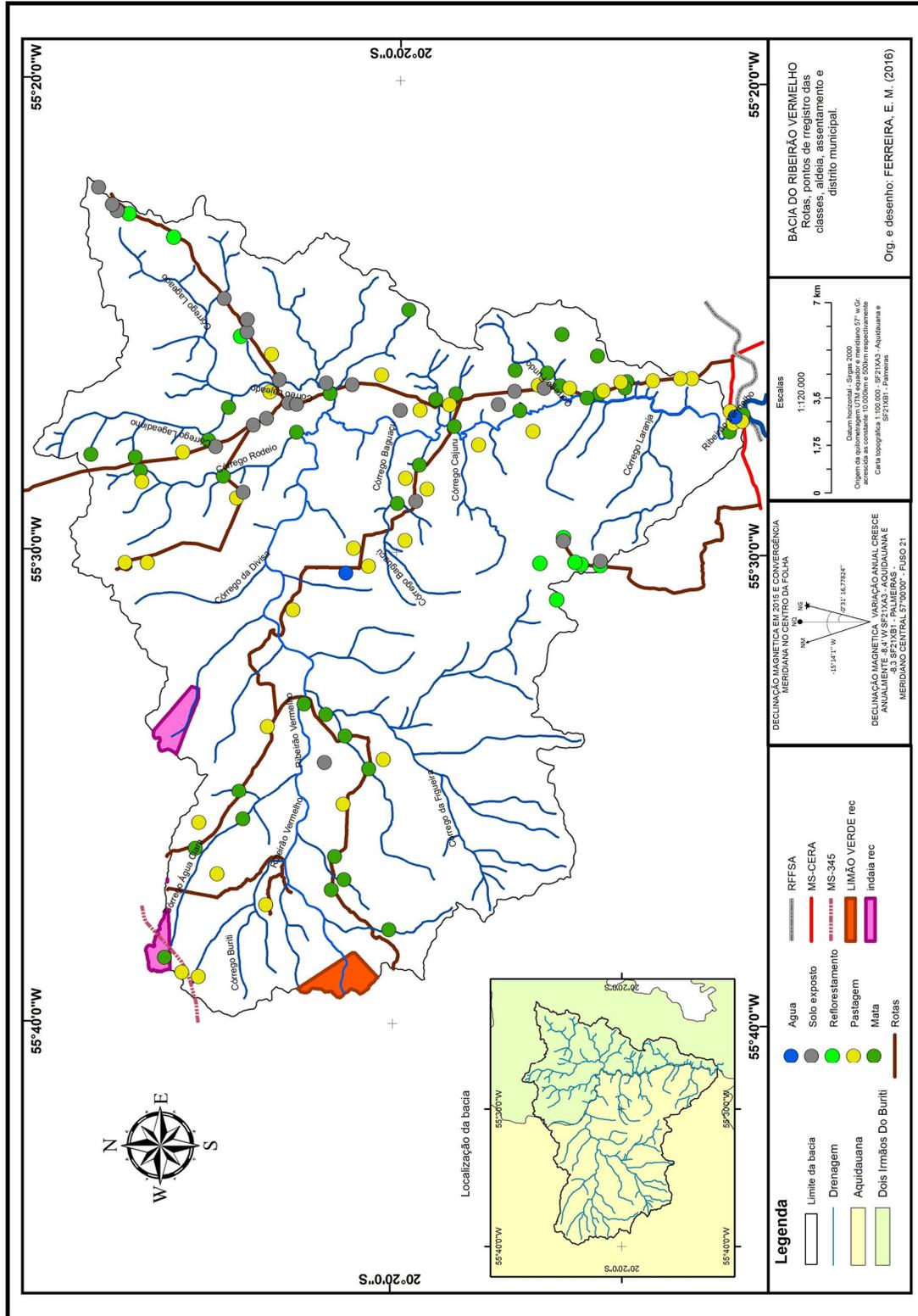
Durante todo o estudo foram utilizados os equipamentos e materiais descritos a seguir:

- 1 receptor GPS Garmin Etrex Vista H;
- 1 notebook Positivo, 6 GB DDR3, e processador Intel Core i5;
- 1 veículo Toyota Hilux;
- cartas Topográficas (DSG) em escala 1:100.000;
- 1 antena externa da Garmin para veículo;
- 1 cabo de transferência de dados Garmin-Notebook;
- imagem Landsat 8 – Órbita:225 – Ponto:74 (novembro/2014) ;
- Software Global Mapper 13.2®;
- 3 dias de deslocamento, dentro da bacia, mais de 125 km.

Ao todo, foram percorridos mais de 300 km de caminhos pré-definidos. Sendo, os 125 km dentro da bacia mais a distância da cidade de Aquidauana até o limite de entrada da bacia. Validando as informações das classes a partir do processamento e da interpretação de imagens orbitais, identificando, definindo e ajustando os limites entre as classes da área estudada. Os caminhos do percurso foram armazenados em um arquivo no formato shapefile, gerado pelo Global Mapper 13.2® (Figura 7).

Conforme tabela (Apêndice), dos pontos coletados por GPS, para validação.

Figura 7- Rotas planejadas, pontos de controle do registro das classes, aldeia, assentamento e distrito municipal.



## 5.4 Hipsometria e declividade

Para a caracterização do relevo da área de estudo, foi elaborado um mapa de hipsometria e declividade a partir do modelo digital de elevação adquirido diretamente no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - TOPODATA através do seguinte endereço: <http://www.dsr.inpe.br/topodata>, o qual posteriormente foi processado em ambiente Arcgis, para a geração do cálculo de declividade da bacia (VALERIANO, 2005; VALERIANO, *et al.*, 2009).

A declividade é relação direta entre distância vertical com a distância horizontal do terreno, onde a verticalidade do terreno é determinada por valores arbitrários ou altitude e a distância são em função da horizontalidade do terreno.

O estudo da declividade do terreno, em síntese, apresenta informações importantes para o planejamento físico-territorial e ambiental, visando o equacionamento de atividades antrópicas.

O procedimento foi realizado no programa Arcgis, As classes de declividades (Tabela 6) foram obtidas a partir dos dados SRTM da região, gerou-se um mapa de declividade com o auxílio da ferramenta ArcToolbox>Spatial Analyst Tools>Surface>Slope; foi utilizada a ferramenta “*Reclassify*” para agrupar as declividades nas classes definidas anteriormente.

À determinação das classes de Fragilidade da declividade, foram utilizadas as classes de fragilidade de Ross(1994).

**Tabela 5 -Classes de declividade e suas respectivas categorias de influências**

| Valor | Classes de fragilidade | Categoria de influência |
|-------|------------------------|-------------------------|
| 1     | Ate 6%                 | Muito fraca             |
| 2     | De 6 a 12%             | Fraca                   |
| 3     | De 12 a 20%            | Média                   |
| 4     | De 20 a 30%            | Forte                   |
| 5     | Acima de 30%           | Muito forte             |

**Fonte:** Ross (1994).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Compartimentação topográfica\geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.

Para a compartimentação, foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Beltrame (1994), onde utilizamos como base as linhas de drenagem (divisor de águas e talvegues), a hipsometria, o mapa de declividade e o traçado do perfil longitudinal do ribeirão Vermelho. No acompanhamento do trabalho, não deixamos de incluir a divisão político-territorial da bacia.

Essa parte político-territorial é enfatizada por Beltrame (1994), quando destaca que esse: [...] entrosamento comunitário, o que pode efetivamente facilitar os trabalhos práticos de execução do planejamento conservacionista.

Sendo assim, as compartimentações do ribeirão Vermelho, foram determinadas em três compartimentos, com a designação de 1, 2 e 3 (Figura 11); todos em concordância com a topografia, a geomorfologia e a declividade do terreno.

Os trabalhos de mapeamento com representação de modelos com distâncias verticais do terreno, hoje de acesso fácil, permitindo aos usuários sua:

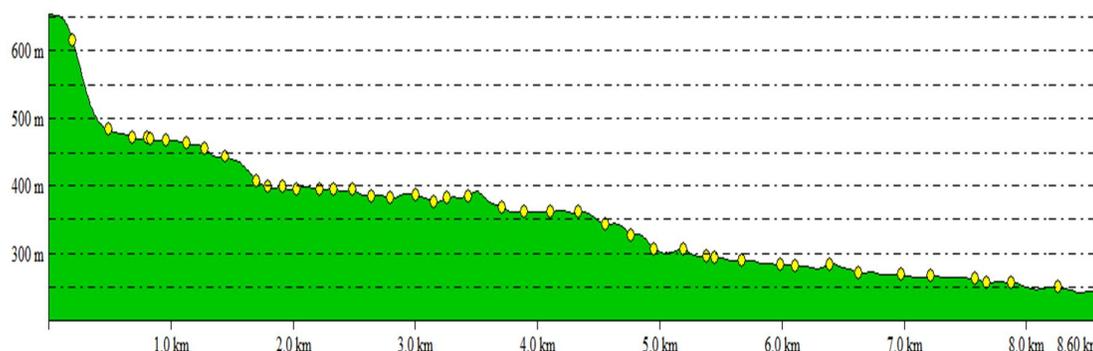
[...] disponibilização dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) para a América do Sul abriu um amplo leque de possibilidades em estudos geomorfológicos. Entre outras atribuições, permitem o cálculo de variáveis topográficas com rapidez, como a declividade e altimetria, além da identificação de formas, rugosidade e estruturas do relevo (GROHMANN et al., 2008 apud MACHADO; LIMA, 2011).

A compartimentação determinada pelo nº 1 (Figura 8), correlaciona-se com o divisor de água com altitude de 654,225m, próximo a uma das nascentes do ribeirão Vermelho, cuja cabeceira de drenagem denomina-se córrego Buriti com uma extensão de aproximadamente de 8.600,00m, até o encontro com a principal linha de drenagem o ribeirão Vermelho, com uma altitude de 244,737m, com uma declividade de 6,61% esculpindo em terreno com feições geomorfológicas de superfície estrutural tabular. A declividade acima descrita possibilitou uma classificação do terreno em muito fraca para fraca, conforme mapa de declividade (Figura 13).

**Figura 8 - Compartimentação nº 1**

From Pos: -55.6239516210, -20.3564428805

To Pos: -55.6090467195, -20.2972740904



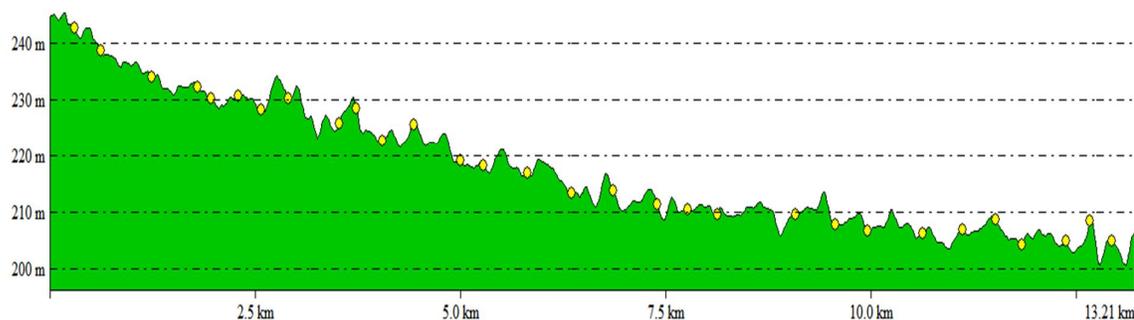
A 2ª compartimentação (Figura 9) da bacia do ribeirão Vermelho tem como origem a barra (244,737m) córrego Buriti com o ribeirão Vermelho, daí, ribeirão abaixo, cortando feições geomorfológicas, formas tabulares e com uma distância de 13.210,00m até a foz do córrego da Divisa, cuja altitude é de 204,022m, resultando numa declividade de 0,32%, classificando esse tipo de terreno como muito baixa, conforme mapa de declividade.

Nessa porção do terreno, o ribeirão Vermelho recebe as águas de três pequenas bacias que são: bacia do córrego Figueira, bacia do córrego Água Clara e Divisa, sendo a primeira em sua margem direita e as duas segundas em sua margem esquerda.

**Figura 9 - Compartimentação nº 2**

From Pos: -55.6085898790, -20.2975799252

To Pos: -55.5043301866, -20.2898359987



A última compartimentação (Figura 10), aquela que tem com referencial a desembocadura do córrego da Divisa com o ribeirão Vermelho, com altitude de 204,022m, daí o ribeirão Vermelho segue serpenteado por formas geomorfológicas de superfície pediplana e, sempre delimitadas pelas feições estruturais tabular,

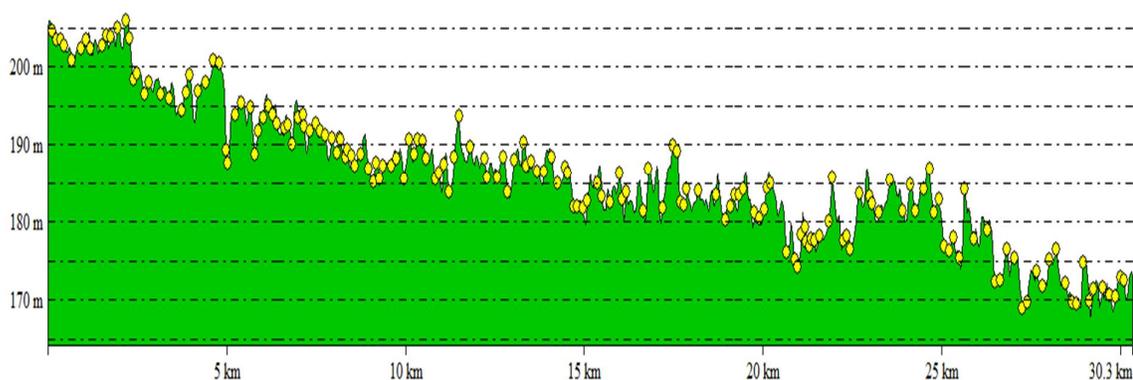
numa distância linear aproximada de 30.300,00m até atingir a desembocadura do rio Aquidauana, numa altitude de 160, 965m. O percurso percorrido pelo ribeirão Vermelho possui uma gradiente de 0,15 %, sendo classificado com um terreno de declividade fraca.

Apesar da classificação de declividade ser semelhante a compartimentação 2, a compartimentação de nº 3, tem um aspecto *sui generis*, nesta porção da bacia do ribeirão, há grande número de pequenas bacias com canais perenes que drenam para o ribeirão Vermelho. Na margem direita, sobressaem as bacias dos córregos Baguaçu, Cajuru e Laranjal; já em sua margem esquerda, são recebidas as águas das bacias dos córregos Divisa, Rodeio, Lageadinho, Lageado, Poeira e Fundo.

**Figura 10 -Compartimentação nº 3**

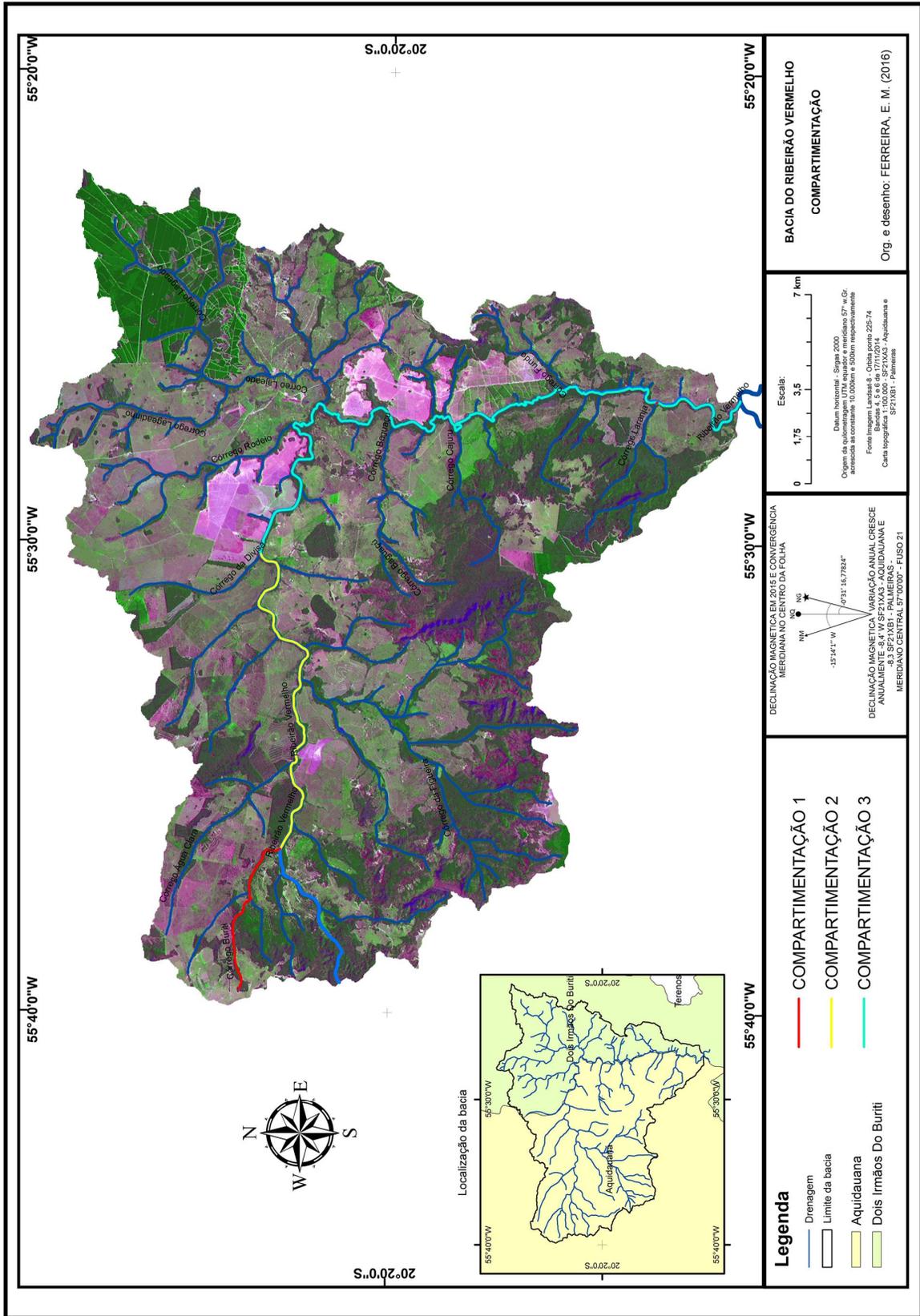
From Pos: -55.5044517320, -20.2901819804

To Pos: -55.4485443607, -20.4493417041



Outra questão que torna importante o estudo sobre a declividade das vertentes é a existência de leis que regulam o uso do solo nas encostas, o que pode ser observado no Código Florestal e na Resolução Conama, citados por Vieira e Furtado (2004), em que áreas com declividade superior a 45° ou 100% são consideradas áreas de preservação permanente.

Figura 11 - Compartimentação



A partir do processamento dos dados SRTM dentro do SIG pode-se comprovar sua eficiência na elaboração da hipsometria e da declividade da área de estudo. A distância entre as isolinhas foi um dos fatores positivos na geração do mapa hipsométrico, especialmente em se tratando de uma bacia hidrográfica que abrange uma área com uma variação altimétrica com intervalo de 494 metros (Figura 12).

As classes iniciaram-se no primeiro valor encontrado (160 m), que se intercalou de acordo com o tamanho definido até atingir o valor máximo encontrado na imagem SRTM, correspondente a 654 m (Figura 12).

O mapa de hipsometria gerado a partir da imagem SRTM demonstra eficácia na representação da área de estudo e constitui-se como uma excelente ferramenta de análise do meio físico com vistas à análise e planejamento ambiental.



## 6.2 Declividade

Em análise das informações de declividade do terreno da bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho, comprovou-se que a classe com rampa até 6% predomina no relevo, com aproximadamente 376,64km<sup>2</sup>, correspondendo a 81,40% da área total, sendo determinada com a categoria muito fraca (Tabela 7) (Figura 13).

As outras declividades, acima de 6%, parte ocorrem nas regiões dominadas por linha de fecho, que localiza-se nas porções oeste, sudoeste e pequenas partes a leste da bacia hidrográfica do ribeirão Vermelho, e algumas elevações isoladas e pequenas vertentes no interior da bacia (Figura 13).

A declividade de encostas é um elemento muito estudado, já que é um dos fatores que contribuem em diversas dinâmicas que sucedem no uso da terra, como os movimentos de massa, processos erosivos entre outros.

Considerando Silveira *et al.* (2006), afirma que: quanto maior o ângulo da declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais se transforma em energia cinética, aumentando a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte”. Assim, em uma vertente com maior declividade, há a tendência de haver maior perda de solo. O prévio trabalho de:

[...] conhecimento da declividade de um determinado terreno é de suma importância e primordial na aplicação e interpretação geomorfológica, além das questões de planejamento, em função de sua estreita relação com processos de transporte gravitacional. A declividade é definida como o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação à horizontal, normalmente expressa em ângulo ou em porcentagem, em DEMs, sua estimativa se baseia na análise dos desníveis entre pixels vizinhos (VALERIANO, 2008).

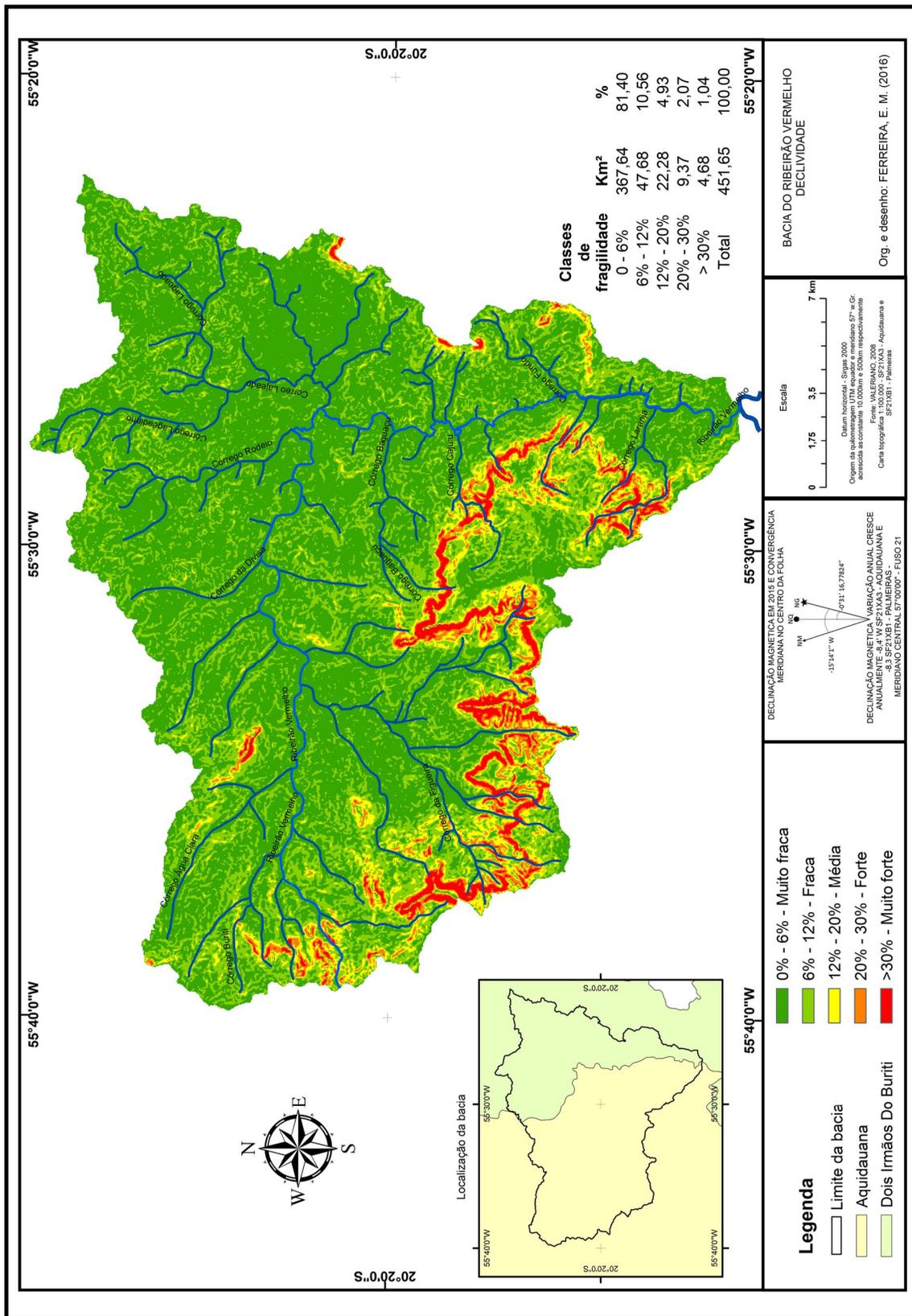
**Tabela 6 -Classes de declividade e suas áreas**

| <b>Classes de fragilidade</b> | <b>Km<sup>2</sup></b> | <b>%</b> |
|-------------------------------|-----------------------|----------|
| 0 - 6%                        | 367,64                | 81,40    |
| 6% - 12%                      | 47,68                 | 10,56    |
| 12% - 20%                     | 22,28                 | 4,93     |
| 20% - 30%                     | 9,37                  | 2,07     |
| > 30%                         | 4,68                  | 1,04     |
|                               | 451,65                | 100,00   |

**Fonte:** O próprio autor

Na declividade, a classe com maior área mapeada é a de 0% a 6%.

Figura 13 -Mapa de Declividade



### 6.3 Uso da terra

Na análise de uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do ribeirão vermelho, verifica-se que houve acréscimo considerável da área de pastagem plantada nos períodos de 1988, 2000 e 2014.

O aumento desta atividade agropecuária, atribuímos à classe de declividade muito fraca, que facilita o manejo da terra para a utilização de máquinas e implementos agrícolas.

Conforme a análise temporal, o período que abrange 1988, a área total detinha 55,41%, em 2000 área passa para um percentual de 66,24% sobre o total da área, isso corresponde a um acréscimo de 10,83% neste período.

Destacamos que no ano de 2014, apenas 0,59% foram acrescentados a atividades relativas às formações de pastagens na bacia do ribeirão Vermelho, uma área equivalente a 2.800 ha, uma fazenda de porte médio na região.

Além disso, este tipo de topografia beneficiou atividades de silvicultura implantada na bacia no ano de 2003, cuja área aumenta, em média, aproximadamente 1%.

A área plantada de eucalipto, que aparece na imagem de 2014 foi implantada na área em 2012, mudou o aspecto da paisagem.

Após o processamento das imagens do sensor TM/Landsat-5, foram realizadas três classificações supervisionadas e pós-classificações da bacia do ribeirão Vermelho para os anos de 1988, 2000 e 2014 .

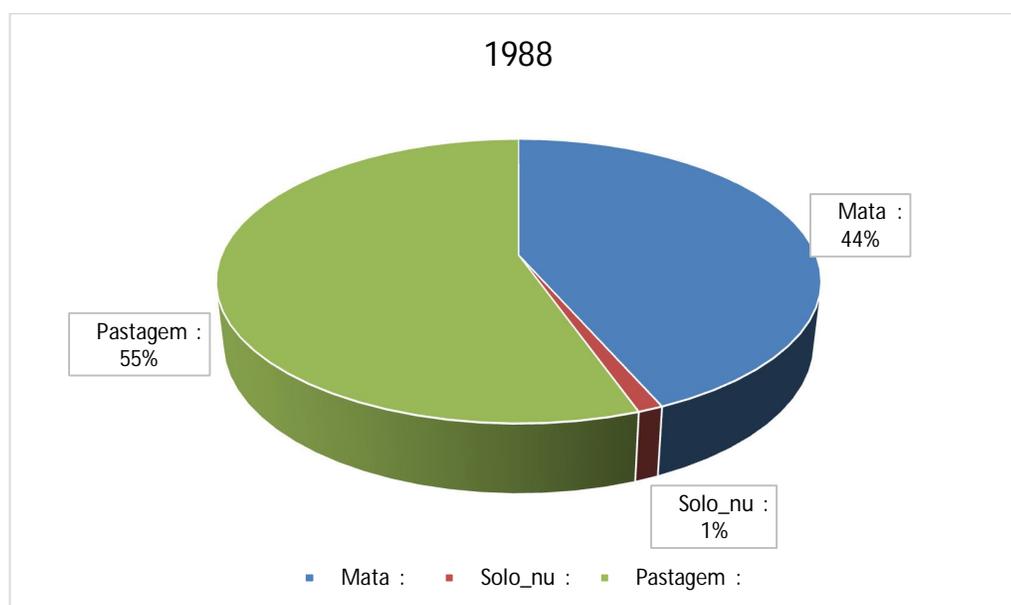
Percebe-se, de acordo com as Figuras 14 e 15, que no ano de 1988 predominavam, na área, as classes de pastagem e mata nativa.

Observa-se, na transição entre os mapas de 2000 e 2014, uma dinâmica acelerada no comportamento da cobertura vegetal com a substituição progressiva das áreas de pastagem e mata nativa, pelas de pastagem/reflorestamento (eucalipto) (Tabela 7 e Gráfico 1).

**Tabela 7 - Uso da terra - 1988**

| CLASSES                | 1988                    |        |
|------------------------|-------------------------|--------|
|                        | Área (km <sup>2</sup> ) | %      |
| Mata                   | 196,23                  | 43,45  |
| Solo exposto           | 5,17                    | 1,14   |
| Pastagem               | 250,25                  | 55,41  |
| Área total das classes | 451,65                  | 100,00 |

**Fonte:** O próprio autor

**Gráfico 1 – representação da Tabela 8**

**Fonte:** O próprio autor

Figura 14 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal – 1988

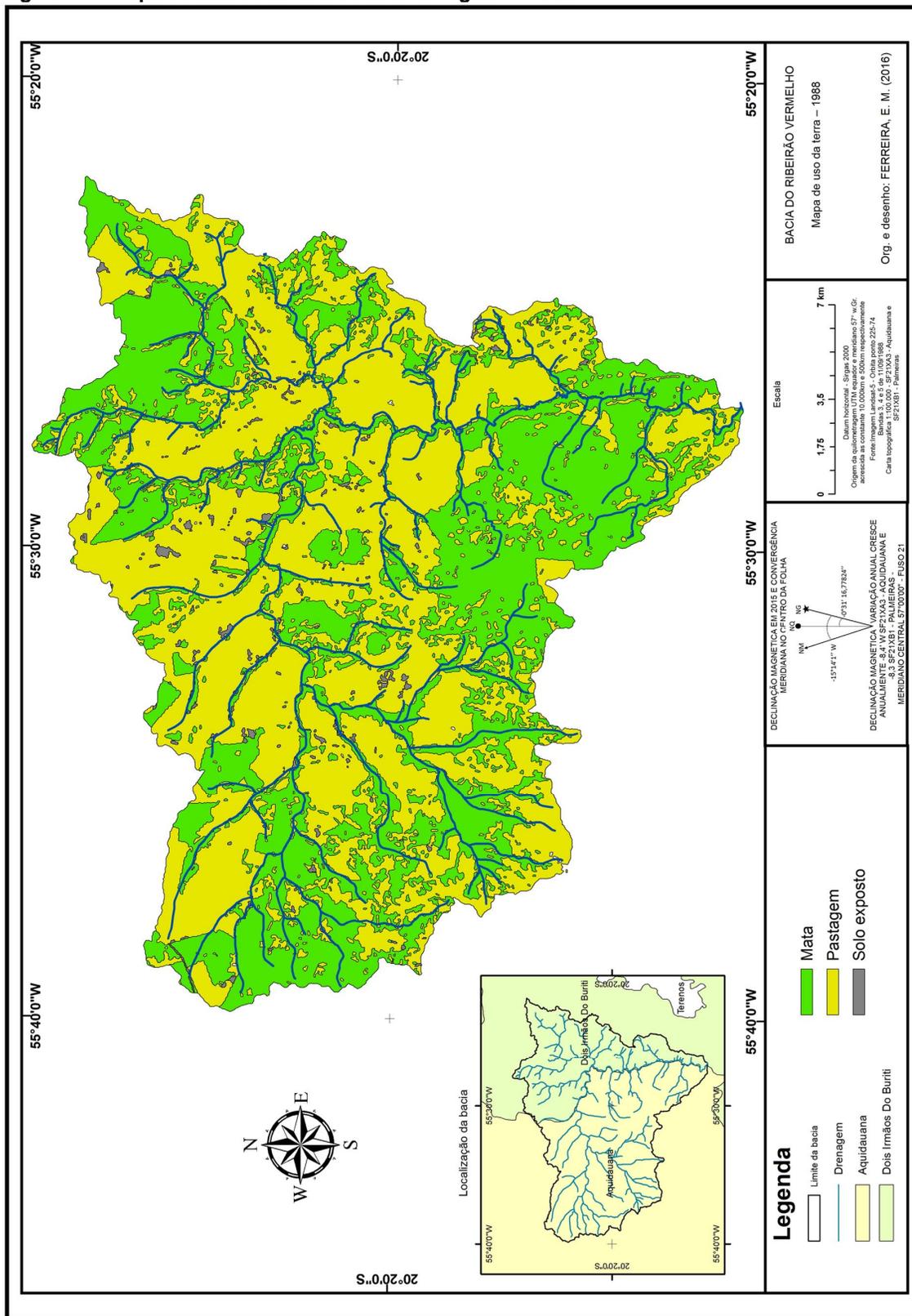
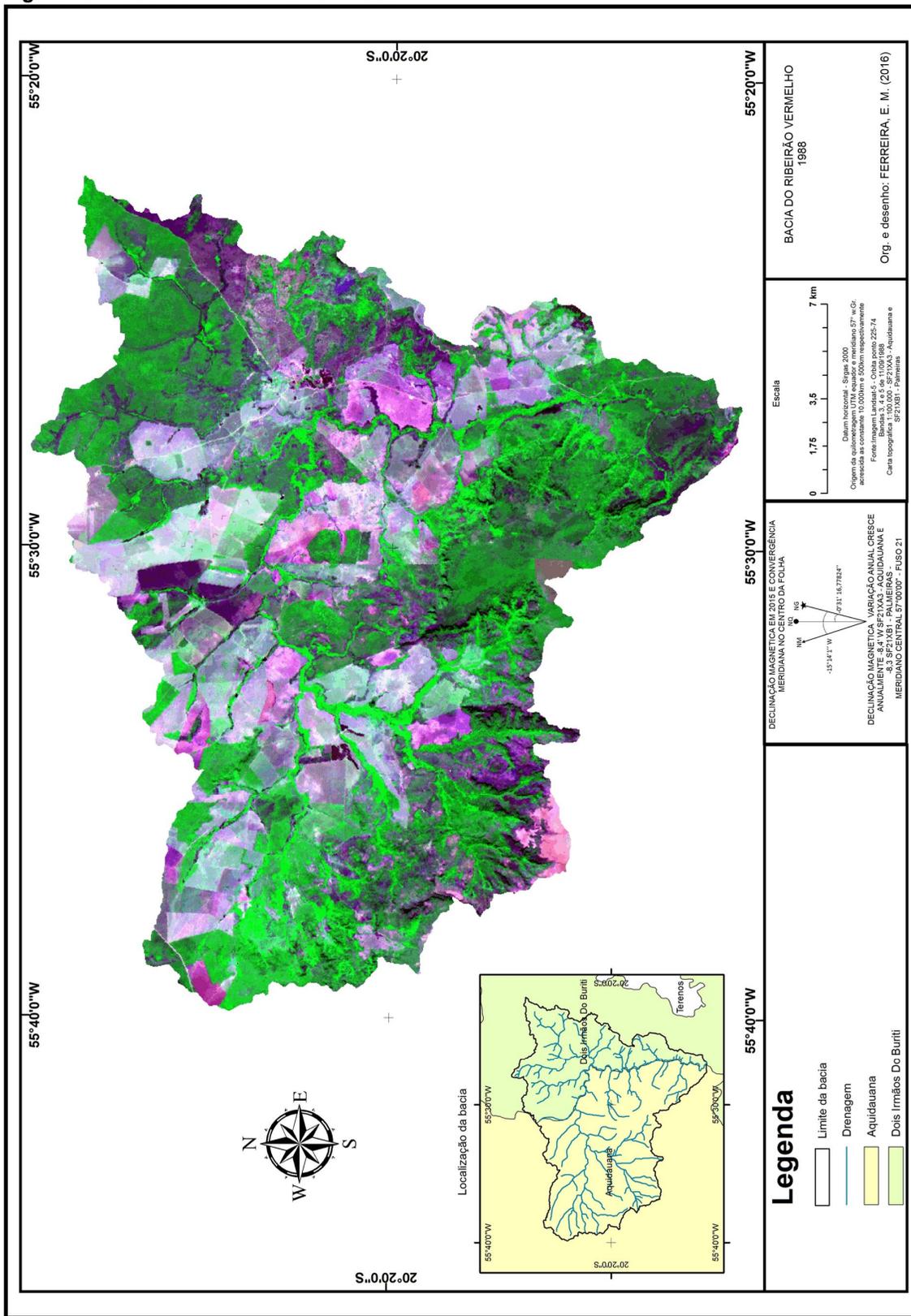


Figura 15 -Bacia do Rio Vermelho – 1988



A análise quantitativa dos mapas de uso da terra (Figuras 14 e 16), mostra que houve um aumento na área de pastagem no ano de 2000, quando comparado ao ano 1988.

Na comparação entre os de 1988 e 2000, a mata tem uma redução de mais de 50 km<sup>2</sup> (1988 - 43,45% e 2000 – 32,16%), valor que aumenta na pastagem em quase sua totalidade 49 km<sup>2</sup> (1988 – 55,41% e 2000 – 66,24%) e o solo exposto tem um aumento de mais de 2 km<sup>2</sup> (1988 – 1,14% e 2000 – 1,60%) (Tabelas 7 e 8).

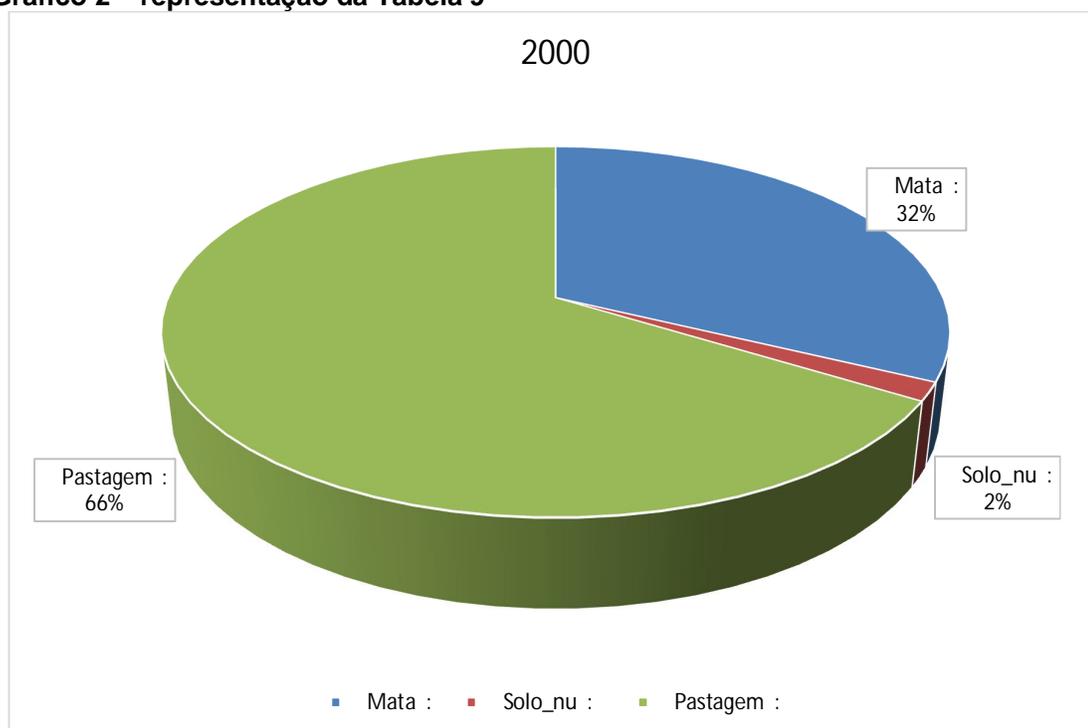
Também se evidencia que a bacia tem menos da metade da vegetação nativa, com a predominância de pastagem na área cultivada (Tabela 8 e Gráfico 2).

**Tabela 8 - Uso da terra - 2000**

| CLASSES                | 2000                    |        |
|------------------------|-------------------------|--------|
|                        | Área (km <sup>2</sup> ) | %      |
| Mata                   | 145,28                  | 32,16  |
| Solo exposto           | 7,27                    | 1,60   |
| Pastagem               | 299,10                  | 66,24  |
| Área total das classes | 451,65                  | 100,00 |

**Fonte:** O próprio autor

**Gráfico 2 – representação da Tabela 9**



**Fonte:** O próprio autor

Figura 16 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal – 2000

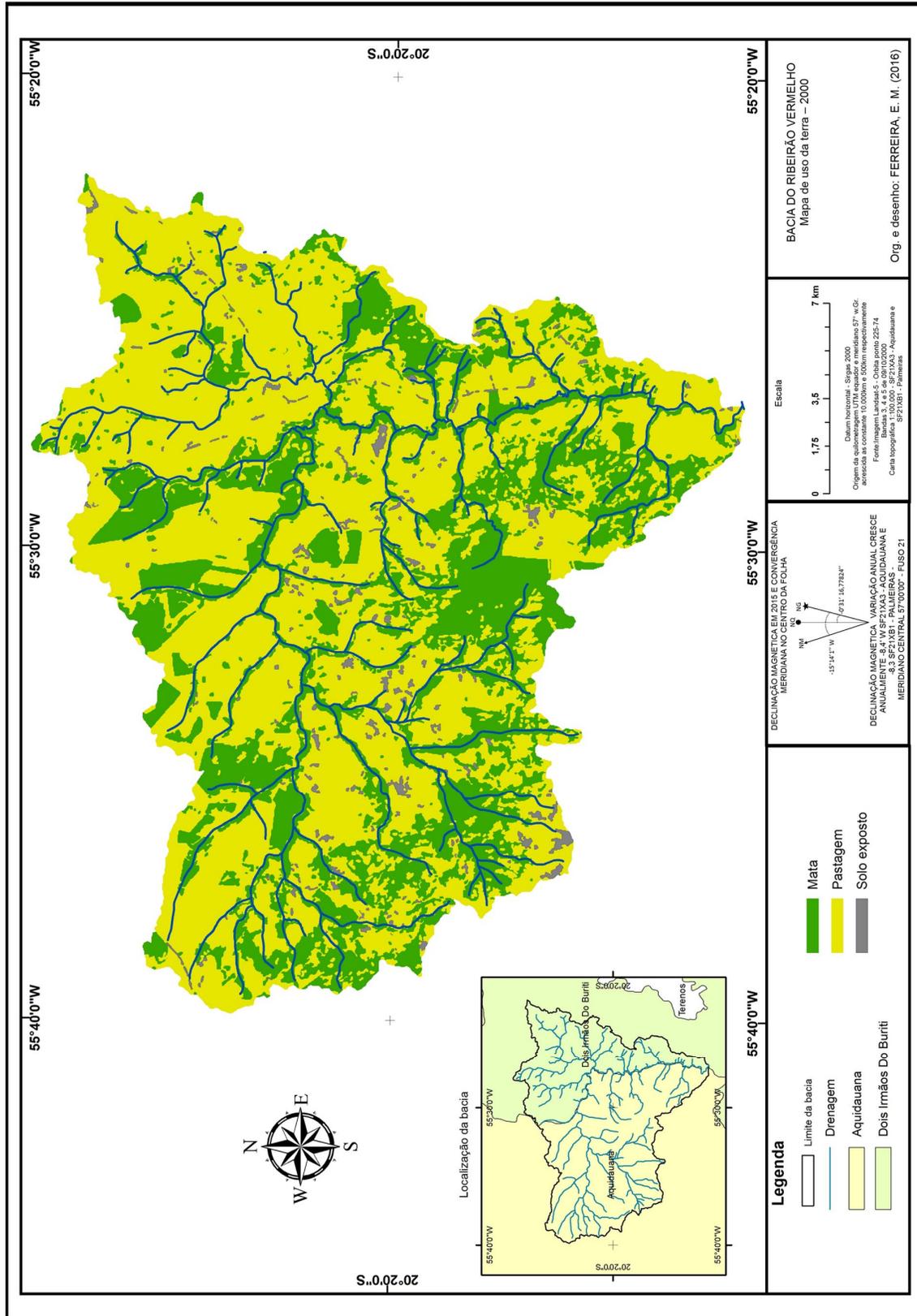
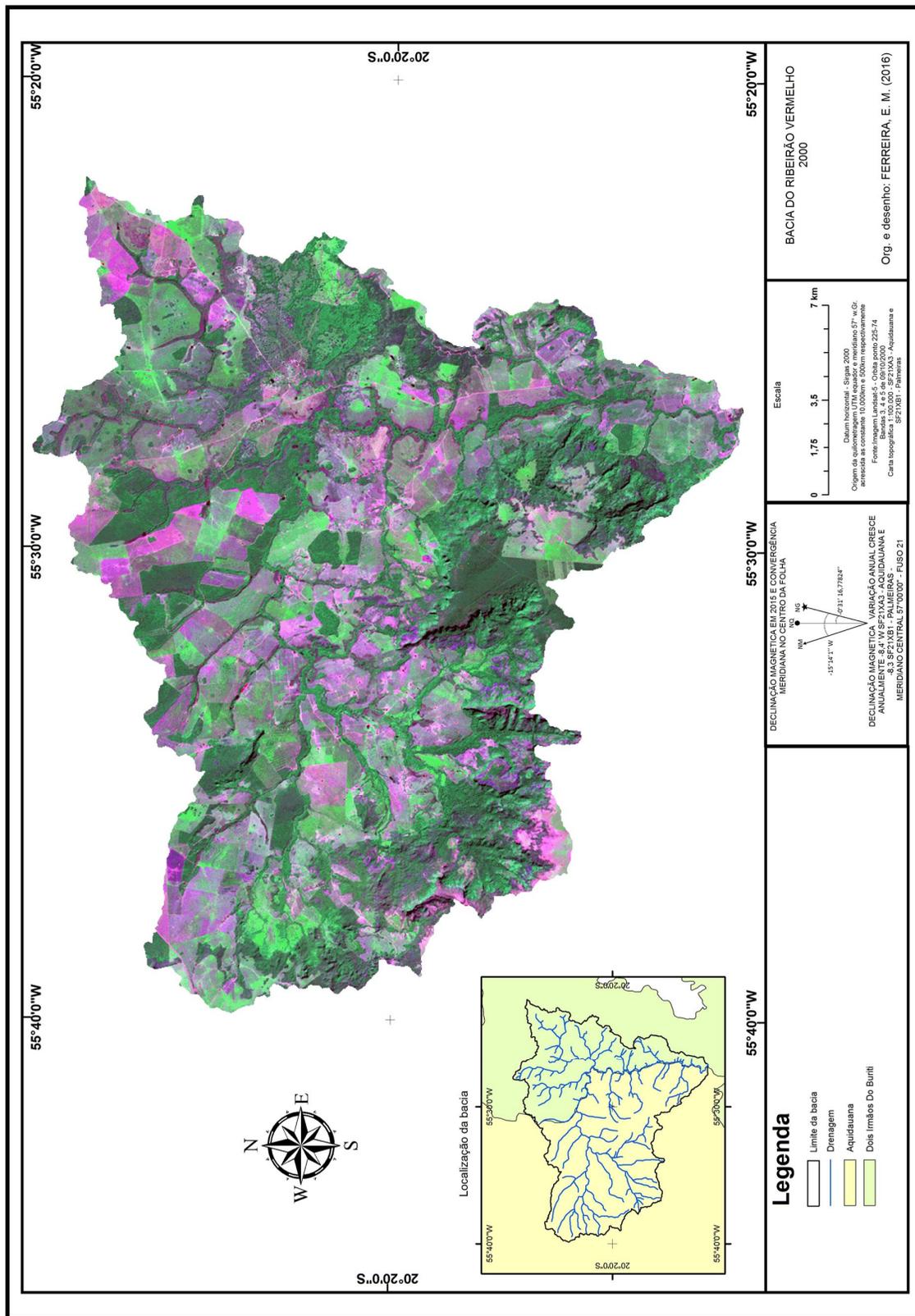


Figura 17 -Bacia do Rio Vermelho – 2000



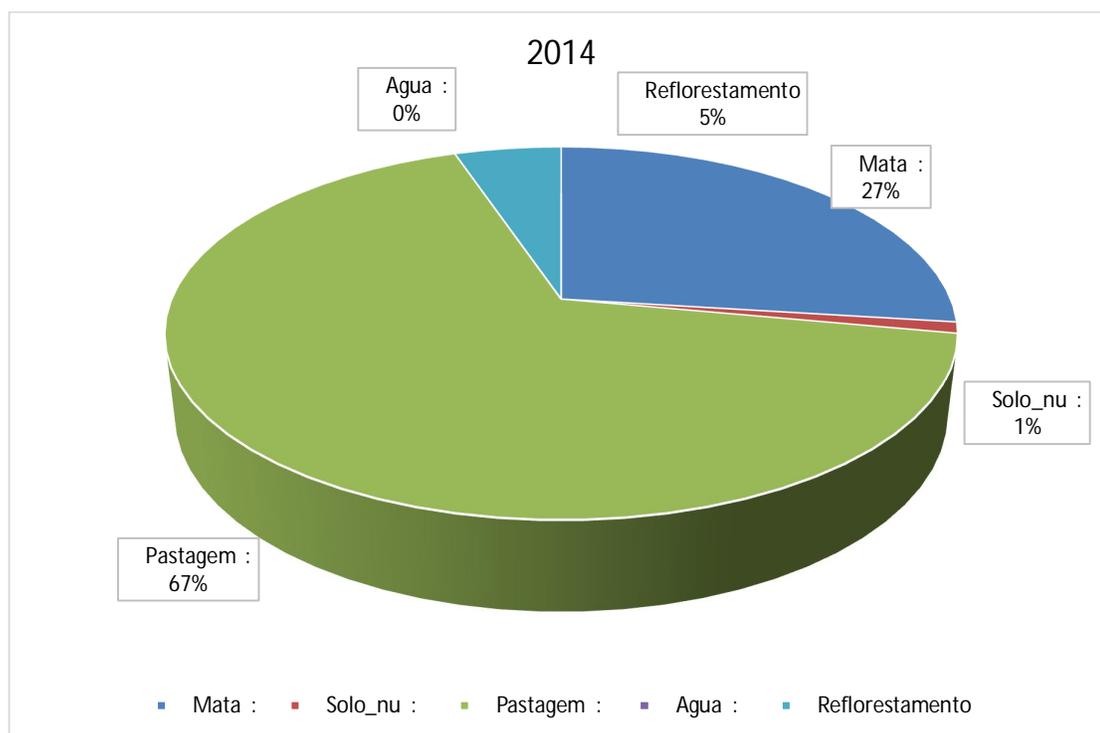
Esta conclusão é reforçada com dados numéricos onde, para o ano de 1988, a área de pastagem era 250,25 km<sup>2</sup> (55,41% da área total), passou para 299,09 km<sup>2</sup> (66,24% da área total) em 2000 e depois sofreu um aumento para 301,85km<sup>2</sup> (66,83% da área total) no ano de 2014 (Tabelas 8 e 9 e Gráfico 3), mapa de uso - 2014 (Figuras 18 e 19) demonstrando que houve um acréscimo para este uso.

**Tabela 9 - Uso da terra – 2014**

| CLASSES                | 2014                    |        |
|------------------------|-------------------------|--------|
|                        | Área (km <sup>2</sup> ) | %      |
| Mata                   | 121,81                  | 26,97  |
| Solo exposto           | 4,32                    | 0,96   |
| Pastagem               | 301,85                  | 66,83  |
| Água                   | 0,22                    | 0,05   |
| Reflorestamento        | 23,45                   | 5,19   |
| Área total das classes | 451,65                  | 100,00 |

**Fonte:** O próprio autor

**Gráfico 3 – representação da Tabela 10**



**Fonte:** O próprio autor

Figura 18 -- Mapa de uso da terra e cobertura vegetal – 2014

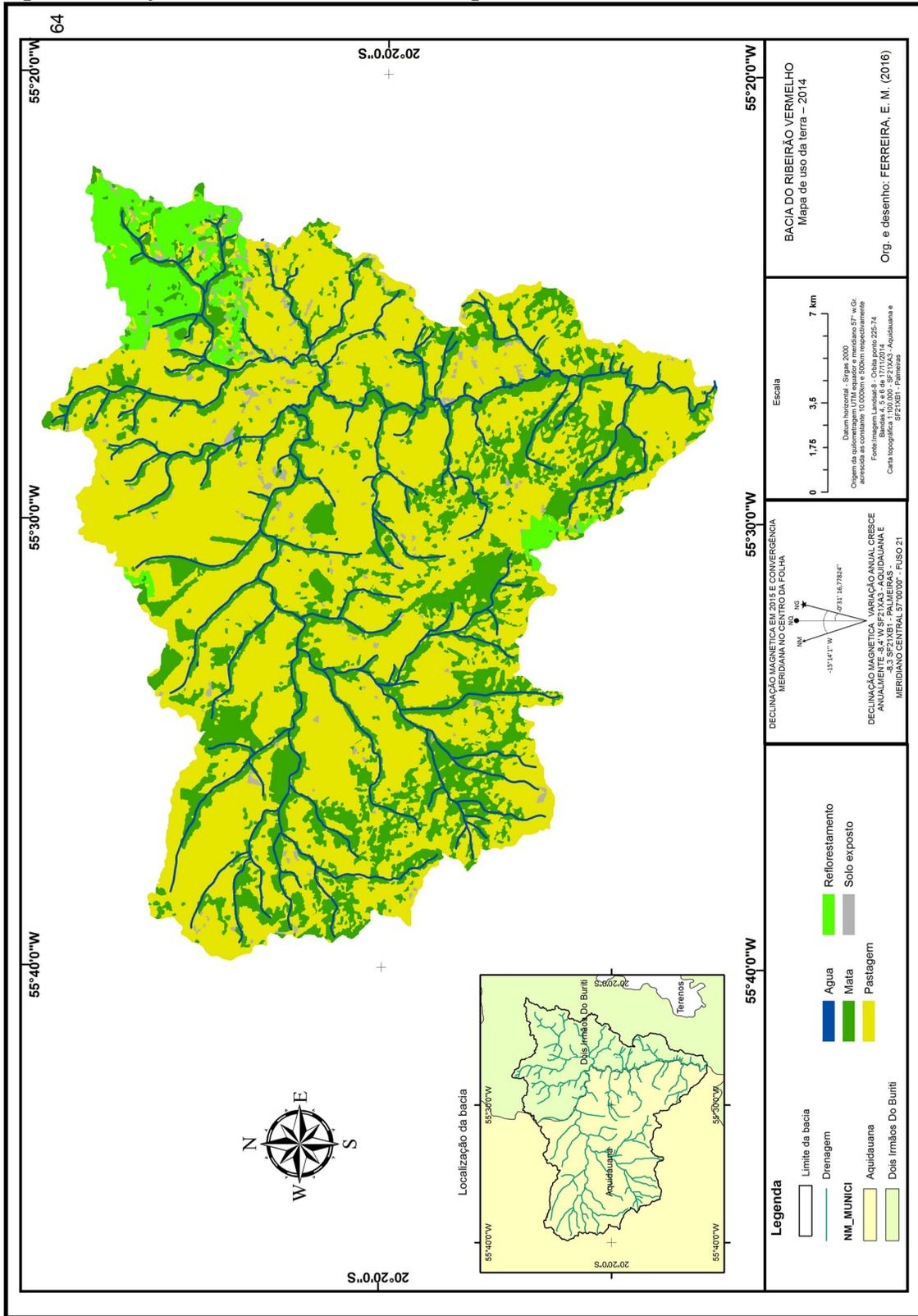
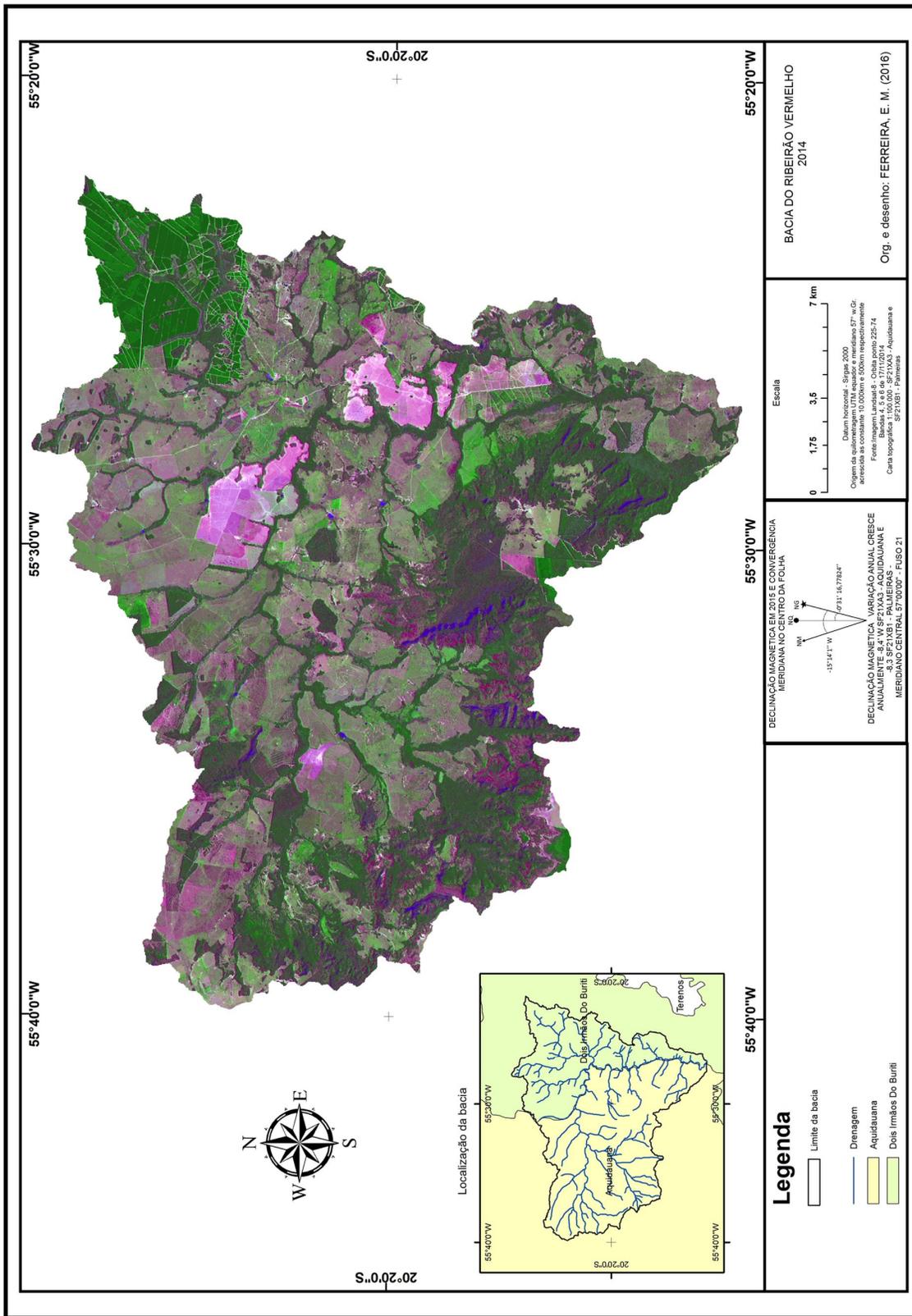


Figura 19 - Bacia do Rio Vermelho – 2014



Se, por outro lado, ao se analisar a área de mata na região (nativa+secundária), vê-se que, em 1988 ela ocupava 43,45% da área total, passou para 32,16% em 2000 e diminuiu para 26,97% em 2014. Isto leva a crer que uma grande parcela da vegetação tinha sido previamente removida e, depois, por motivos como redução no número de cabeças de gado ou diminuição da área plantada de lavouras temporárias, que vem sendo substituída por outra atividade.

No que diz respeito à área com cultura temporária (eucalipto, principalmente), esta sofreu uma brusca variação saindo de 0% da área total em 1988, 0% em 2000, para chegar com área 5,19% em 2014, sendo que, a implantação desta atividade ocorreu em 2012 na bacia. (Tabela 10).

É importante destacar que a configuração de solo exposto é geralmente transitória, ocorrendo nos períodos de estiagem, em que alguns proprietários ainda usam a queimada para limpar o campo, para o preparo do solo e rebrota da pastagem.

Constataram-se estas oscilações no uso do solo, visto que a tradição da região da bacia do ribeirão Vermelho era a criação de gado, produção da agricultura para consumo próprio. Hoje, há uma transição para a produção de eucalipto.

Considerando a tradição agropecuária na região, a diminuição no número de estabelecimentos criadores poderá representar uma redução na área de pastagem em detrimento do aumento na área de cultivo de eucalipto ou outras culturas, como se pode conferir com os dados advindos das imagens.

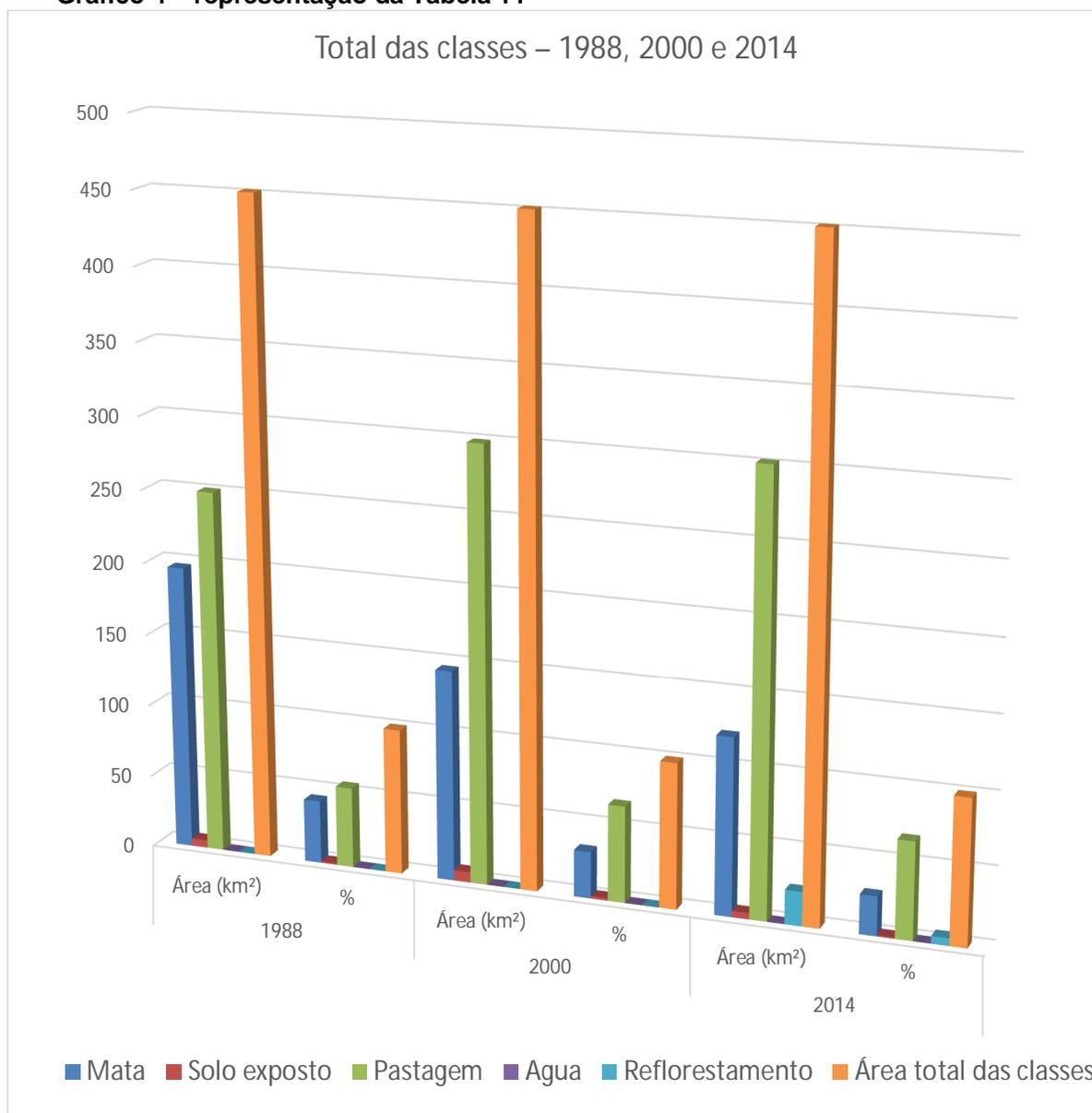
Em resumo, a aplicação da metodologia citada resultou na classificação das imagens e das classes da bacia para os anos de 1988, 2000 e 2014 e como consequência desta, foram obtidos os mapas de uso da terra mostrados anteriormente e conforme tabela 10:

**Tabela 50 - Total das classes – 1988, 2000 e 2014**

| CLASSES                | 1988                    |        | 2000                    |        | 2014                    |        |
|------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
|                        | Área (km <sup>2</sup> ) | %      | Área (km <sup>2</sup> ) | %      | Área (km <sup>2</sup> ) | %      |
| Mata                   | 196,23                  | 43,45  | 145,18                  | 32,16  | 121,81                  | 26,97  |
| Solo exposto           | 5,17                    | 1,14   | 7,22                    | 1,60   | 4,32                    | 0,96   |
| Pastagem               | 250,25                  | 55,41  | 299,09                  | 66,24  | 301,85                  | 66,83  |
| Água                   | - 0 -                   | - 0 -  | - 0 -                   | - 0 -  | 0,22                    | 0,05   |
| Reflorestamento        | - 0 -                   | - 0 -  | - 0 -                   | - 0 -  | 23,45                   | 5,19   |
| Área total das classes | 451,65                  | 100,00 | 451,65                  | 100,00 | 451,65                  | 100,00 |

**Fonte:** O próprio autor

Gráfico 4 – representação da Tabela 11



Fonte: O próprio autor

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mudanças nos padrões da paisagem são geralmente conhecidas por ser afetadas por fatores socioeconômicos e estão sendo cada vez mais identificadas como fatores críticos que influenciam a mudança ambiental. Na maioria das paisagens, a taxa de variação nos tipos de vegetação é direta ou indiretamente influenciada por atividades humanas, e entre as principais causas do desmatamento está à pressão antrópica, que eleva o grau de exigência das terras para a produção de pecuária e iniciando atividade madeireira.

Uma alternativa encontrada pelo setor para suprir a demanda crescente por madeira são parcerias para o cultivo florestal, tornando-se uma prática estratégica para as empresas de celulose e papel. Localizadas geralmente em áreas com preço de terra elevado para a atividade florestal, veem na parceria com produtores rurais uma alternativa para o aumento da sua base florestal.

As áreas de cultivo das florestas também crescem aliadas à proposta do silvipastoril, que alia criação de floresta e gado no mesmo terreno. Para alguns pecuaristas é a melhor forma, porque não tem que vender, se desfazer do gado, para plantar a floresta. Fazendo assim, a conciliação das duas atividades, gado e eucalipto. A diferença das duas áreas é que no terreno com silvipastoril as árvores precisam ser plantadas com espaço de 10 metros, enquanto que no cultivo normal o espaço cai para 3 metros.

Os padrões de uso da terra e cobertura vegetal influenciam a qualidade da água, o fluxo da fauna e altera a abundância e os padrões espaciais das espécies nativas, muitas vezes resultando em perda de habitat e fragmentação.

Conhecer a interação entre os padrões da paisagens e as políticas de uso da terra e cobertura vegetal é importante para revelar os problemas ambientais, e uma das formas de descrever os efeitos do manejo da terra é a quantificação dos padrões da paisagem.

Pode-se observar a dinâmica espacial da microrregião a partir dos mapas temático, que representa uma mudança temporal em um período de 26 anos, o que permitiu a quantificação dos temas de uso do solo. Foi observado um aumento nas áreas de florestas plantadas, eucaliptos.

Após a realização das etapas propostas neste trabalho, constata-se que a classificação supervisionada por máxima verossimilhança apontou mudanças

significativas na cobertura vegetal do solo, de solo exposto e das áreas de pastagens, além do aparecimento da área cultivada com eucalipto.

A aplicação do Sensoriamento Remoto para o estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho demonstrou ser uma ferramenta importante para a análise da dinâmica e caracterização espacial da referida bacia. Com base nas análises, pode-se concluir que, dentre outros aspectos, existe uma tendência de crescimento na área cultivada com eucalipto, dada a valorização do uso do carvão vegetal, celulose, também a madeira. A área de pastagem tende a diminuir toda vez que ocorre um aumento na área plantada de eucalipto, o aumento da área de pastagem ou de área cultivada leva a uma redução na área de vegetação nativa ou renascida/replantada. A utilização do sensoriamento remoto para a análise em curso foi fundamental para se concluir que a bacia está bastante antropizada e sua cobertura nativa vem sendo substituída, restando algo em torno de 26,97% de cerrado, que corresponde a 121,81 km<sup>2</sup> de um total de 451,65 km<sup>2</sup> (tabela 10).

A silvicultura começa a ocupar grandes áreas da bacia hidrográfica, podendo provocar consequências danosas ao solo, como a desertificação das áreas plantadas, empobrecimento do solo, redução da biodiversidade e desmatamento. Com a derrubada da cobertura vegetal nativa e o plantio de outro tipo de cultura, os animais têm dificuldade de encontrar proteção, abrigo e alimento para produzir e reproduzir, refugiam-se em outros ambientes, invadem até mesmo áreas urbanas, e causam transtorno à população.

Na bacia hidrográfica, predomina a pecuária com grandes áreas de silvicultura, o que indica o uso da terra e cobertura vegetal definido de acordo com os interesses socioeconômicos.

O estudo de uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica demonstrou a importância de conhecer de forma representativa o meio físico da área estudada e permite concluir que um planejamento eficiente conservará e protegerá o solo, a fauna e flora.

## 8 REFERÊNCIAS

ABRÃO, Cleiton Messias Rodrigues. **Diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, MS como subsídio ao planejamento ambiental**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana.

ABDON, M.M.; LUCIANO, A.C. S.; SILVA, J. S. V.; OLIVEIRA, M. S. Classificação de pastagens degradadas nos municípios de Corguinho e Rio Negro, MS, utilizando fusão de imagens CBERS. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 34, número especial, p. 709-720, 2009.

ABDON, M. M; SILVA, J. S. V.; TRIVELONI, D. E.; CEZAR, R. M. Mapas municipais de cobertura vegetal e uso da terra para planejamento em Mato Grosso do Sul. In: SEMANA DE GEOGRAFIA DA UNEMAT (SEMAGEO), 9., 2008, Cáceres. **Anais...** Cáceres, MT : UNEMAT, 2008. p.01. CD-ROM. ISBN 978-85-89898-88-1.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Brasília : Embrapa, 1993. 434 p.

BALLESTER, M. V. R.; KRUSCHE, A. V.; MARTINELLI, L. A.; FERRAZ, E.; VICTORIA, R. L.; BERNARDES, M. C.; OMETTO, J. P.; CERRI, C. E. P.; TOLEDO, A. M. A.; CAMARGO, P.; FRACASSI, F.C. Análise Integrada de Bacias de Drenagem Utilizando Sistemas de Informações Geográficas e Biogeoquímica de Águas Superficiais: a Bacia do Rio Piracicaba (São Paulo). In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Editores). **Conceitos de bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus : Editus, 2002, p. 219-238.

BARROS, K. O. et al. **Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais**. Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno I, p. 43-54, ago. 2013.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994. 112 p.

BORGES, C.; WERLE, H. J. S.; ROSA, D. B.; PAIVA, D. J. de; MORAES, E. P. de; SILVA, L. B. S. M. e. Geomorfologia. In: BRASIL. Programa Nacional do Meio Ambiente. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP**, vol. II, tomo I: diagnóstico dos meios físico e biótico: meio físico. Brasília : MMA/SEMAM/PNMA, 1997. p.77-126

BOTELHO, R. G. T. M.; SILVA, A. S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VIITE, A.C.; GUERRA, A. J. T. (Org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 2007. 280 p.

BOURLON, N.; BERTHON, D.; Desenvolvimento Sustentável e Gerenciamento de Bacias Hidrográficas na América Latina. **A Água em Revista**. Belo Horizonte, ano VI, n. 10, p. 16-22, jun. 1998.

BRANDÃO, N. M. C.; LOPES, S. S. **Ecologia e Meio Ambiente: mais de mil conceitos**. Volta Redonda : Fundação Educacional Rosemar Pimentel, 1999. 265 p.

BRASIL. Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)> Acesso em: 29 de mar. 2016.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 maio 2012. p. 1. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm) > Acesso em: 29 de mar. 2016.

BRASIL. Decreto n. 94.076, de 5 de março de 1987. Institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 06 de mar. 1987. Seção 1. p. 3159. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D94076.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D94076.htm)> Acesso em: 29 de mar. 2016.

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.

CABRAL, F. F. N.; PACHECO, A. P.; BORGES, U. Uma contribuição do sensoriamento remoto para detecção de áreas degradadas na caatinga brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.26, n.1, p. 46-68, jan/jun. 2008.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. ver. ampl. Brasília : SPI/EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 3-11.

CAVALLARI, R. L.; TAMAE, R. Y.; ROSA, A. J. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano 6, n. 11, jun. 2007.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Curitiba : Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas/UFPR, 2004. 209 p.

CHORLEY, R. J. The Drainage Basin as the Fundamental Geomorphic Unit. In: Chorley, R. J. (Filitor). **Water, Earth and Man**. Inndon : Methuen & co. Ltd., 1969, p.77-99.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo : Edgard Blucher, 1980. 188 p.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia**: uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 2007, p.93-148.

CONAMA. **Livro das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**. 1ª ed. Brasília: MMA, 2006. 808p.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas : IG/UNICAMP. 1992. 170 p.

DSG. Diretoria do Serviço Geográfico. **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**, 2011. Brasília-DF.

EMBRATER. **Programa nacional de microbacias hidrográficas**. Brasília: EMBRATER/Ministério da Agricultura, 1987. 32 p.

ESRI. **Using ArcGIS Geostatistical Analyst – GIS by ESRI**. Redlands, CA: ESRI, 2001.

FERNANDES, M. R. **Manejo integrado de sub-bacias hidrográficas**: um projeto mineiro. Belo Horizonte : EMATER, 1996.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos\\_sm.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)> Acesso em: 20 dez. 2015.

FORNASARI FILHO, N.; BITAR, O.Y. O meio físico em estudos de impacto ambiental-EIAs. In: BITAR, O.Y. (Coord.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo : Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995. p.151 -163.

FORTES, P. T. F. O.; GONÇALVES L. C.; LAZARIN, F. A.; NASCIMENTO, R. S. Aplicação e Integração de Geotecnologias no Apoio ao Geoecoturismo e Educação Ambiental no Município de Cavalcante, Chapada dos Veadeiros (Go). In XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. (SBSR), 2003, Belo Horizonte. **Anais...**, São José dos Campos, SP : INPE, 2003. p. 567-574.

GIOVANNETTI, G.; LACERDA, M. **Dicionário de Geografia**: termos, expressões, conceitos. São Paulo : Melhoramentos, 1996. 246 p.

GLCF. **Imagem do satélite TM/LANDSAT ortorretificada**. Disponível em: <<http://glcfapp.glcfc.umd.edu:8080/esdi/>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

GUERRA, A. T.; **Dicionário Geológico Geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro : IBGE, 1980. 448 p.

HERNANDEZ FILHO, P.; PONZONI, F. J.; PEREIRA, M. N. Mapeamento da fitofisionomia e do uso da terra de parte da Bacia do Alto Taquari mediante do uso de imagens TM/Landsat e HRV/SPOT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. especial, p. 1755-1762, (s.m.), 1998.

HERNANI, L. C.; O Manejo e conservação de solo e de água In: **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, Ano VI, n. 24, p. 14-17, Mar./Abr. 2003.

INPE. **Spring: Tutorial de Geoprocessamento - Classificação de imagens**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em 13 abr. 2015.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land - use and land – cover change. **Annual Review of Environment and Resources**, Stanford, CA, v. 28, 2003.

IBGE, Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)> Acesso em: 29 de mar. 2016.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo : EDUSP/FAPESP, 2000. p.33-44.

MACHADO, L. E. G.; LIMA, C. V. de. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Vermelho (GO) utilizando imagens ASTER. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos, SP : INPE, 2011. p.8231-8239.

MACHADO, P. J. de O. [Org.]; **Diagnóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro: um exercício acadêmico de gestão dos recursos hídricos** / Pedro José de Oliveira Machado [Org.] - Ubá: Ed. Geographica, consultoria, estudos e projetos ambientais Ltda., 2010.

MALDONADO, F. D. Rotação Espectral Controlada como alternativa em Análise por Componentes Principais para detecção de mudanças em regiões do semiárido. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** São José dos Campos, SP : INPE, 2001. p. 627-630

MARTINS, J. R.; Obras de macrodrenagem. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. de. **Drenagem urbana**. Porto Alegre : ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. 428 p.

MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na Bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 5-18, abr. 2009.

MATO GROSSO DO SUL (Estado). Zoneamento Ecológico Econômico - Mato Grosso do Sul: contribuições técnicas, teóricas, jurídicas e metodológicas. s/d. Vol. III

MEDEIROS, Marlene Retamal. **Dicionário de Geografia**. Porto Alegre: Editora Globo, 1970. 330 p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Download de dados geográficos**. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: maio 2016.

NOVO, E. M. L. M., **Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações**. São Paulo : Edgard Blucher, 1998. 308 p.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)**, PCBAP. Brasília, DF : O Programa, 1997. 369 p.

PEREIRA, M.N., KURKDJIAN, M.L.N.O., FORESTI, C. **Cobertura e uso da Terra através de Sensoriamento Remoto**. 1989. 118 fls. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, INPE, 1989.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PREITE, M. E.; A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Hídricos. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Editores). **Conceitos de bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus : Editus, 2002, p. 17-35.

PIVELLO, V. R.; **A origem, evolução e diversidade da vegetação do Bioma Cerrado** – BIOTA - Educação - Ciclo de Conferências 2013. Bioma Cerrado 18/05/2013 - FAPESP - São Paulo.

PREVIDELLI, I.T.S. **Estimadores de máxima verossimilhança corrigidos para modelos super dispersados não lineares**. 2005. 144 fls. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

REIS, A. A. dos; TEIXEIRA, M. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; MELLO, J. M. DE; LEITE, L. R.; SILVA, S. T. da;. Land use and occupation analysis of Permanent Preservation Areas in Lavras County, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 300-308, maio/jun. 2012.

RIBEIRO, G. do N., TEOTIA, H. S.; MARACAJÁ, V. P. B. B.; BARRO, D. F.; Mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal no Agreste Paraibano: Municípios de Pocinhos e Puxianã. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 231-244, maio/jun. 2008.

RIBEIRO, Thiago. **Aspectos naturais de Mato Grosso do Sul**. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/brasil/aspectos-naturais-mato-grosso-sul.htm>>. Acesso em 02 de abr. 2016.

ROCHA, J. S. M., KURTZ, S. M. J. M. **Manual de Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria : Edições UFSM/CCR/UFSM, 2001. 181 p.

ROCHA, O.; PIRES, J. S. R., SANTOS, J. E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: **A bacia hidrográfica do Rio do Monjolinho**.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo : Oficina de Textos, 2005, p. 147-166.

ROMAGNOLI, I.; PIROLI, E. L.; ZANATA, J. M.; GIMENES, G. R. Geoprocessamento aplicado na análise do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da microbacia do rio da Prata-SP. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 1519-1527, 2012.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7.ed. Uberlândia : EDUFU, 2009. 264 p.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientais naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327> >. Acesso em: 16 mai. 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. O caráter transicional do clima e a diversidade da paisagem natural na região de Aquidauana. In: SEMANA DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS, 1993, Aquidauana. **Anais...** Aquidauana, MS : UFMS/CEUC, 1993. p. 118-128.

SANTANA, Derli Prudente. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas, MG : Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 62 p.

SANTOS, J.Y.G.; SILVA, R.M.; CARVALHO NETO, J.G.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; SANTOS, C.A.G.; SILVA, A.M. Assessment of land use change on the streamflow using GIS, remote sensing and physically-based model. **IAHS-AISH Publication**, Bologna, v.368, p. 38-43, jun., 2014.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (MS) (SEPLAN). **Atlas Multirreferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Conv. Fundação IBGE (Solos, Vegetação, Geologia, Geomorfologia e Clima). Campo Grande, MS, 1990. 24 p.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M. de, DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 881-889, maio/jun., 2010.

SILVA, E. F. da; COELHO, M. R.; AMARAL, F. C. S. do, et al. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Aquidauana - MS (SHP)**, Embrapa Solos, Seprotur. 2009a. Disponível em <[mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/det\\_mapa.aspx](http://mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/det_mapa.aspx)>. Acessado em 26 de junho de 2014.

SILVA, E. F. da; COELHO, M. R.; AMARAL, F. C. S. do, et al. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Dois Irmãos do Buriti - MS** (SHP), Embrapa solos, Seprotur. 2009b. Disponível em <mapoteca.cnps.embrapa.br/geoacervo/det\_mapa.aspx>. Acessado em 26 de junho de 2014.

SILVA, J. S. V. EMBRAPA; EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas, SP : Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 64 p

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, M. P.; ROMERO, H. R. Mapeamento e Quantificação de áreas desmatadas no Pantanal brasileiro, utilizando dados TM. In: ENCONTRO SOBRE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A ESTUDOS NO PANTANAL, n.1, 1995, Corumbá. **Anais...** São José dos Campos : INPE, 2005. p. 31-32.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; ROSSI, M. Identificação de padrões de vegetação ciliar em imagens CBERS e respectivo estado de conservação. **Geografia**, Rio Claro, n. 34, número especial, p. 629-641, dez. 2009.

SILVA, J. S. V.; POTT, A.; ABDON, M. M.; POTT, V. J.; SANTOS, K. R. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas, SP : Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 64 p.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre : UFRS/USP/ABRH, 1993, p. 35-51.

SILVEIRA, C. T.; OKA-FIORI, C; FIORI, A. P.; ZAI, C. Mapeamento de declividade de vertentes: aplicação na APA de Guaratuba / Paraná. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA / REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 2006, Goiania. **Anais...** Goiânia, 2006. p. 6-10.

SMITH, C. T. The Drainage Basin as na Historical Basis for Human Activity. In: CHORLEY, R. J. (Editor). **Water, Earth and Man**. London : Methuen & Co. Ltd., 1969, p. 101-110.

SOARES. V.P.; MOREIRA. A.A.; RIBEIRO. C.A.A.S.; GLERIANI. J.M.; GRIPP JUNIOR. J. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu – MG. **Revista Árvore**. Viçosa, n. 3, v. 35, p. 555-563, 2011.

SOUSA, R. F.; BARBOSA, M. P.; GUIMARÃES, C. L.; CARVALHO, A.P. Avaliação das classes de cobertura vegetal e mapeamento do uso atual dos solos no município de Itaporanga - PB. **Revista Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 1, (s.p.), 2007.

SOUZA, J. O. P. de. Análise da precisão altimétrica dos modelos digitais de elevação para área semiárida do nordeste brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 30, p. 56-64, 2015. Disponível em <https://www.bing.com/search?q=an%c3%81lise+da+precis%c3%83o+altim%c3%89

trica+dos+modelos+digitais+de+eleva%c3%87%c3%83o+para+%c3%81rea+semi%  
c3%81ridado+nordeste+brasileiro&pc=mozd&form=mozlbr>. Acesso em: 09 de maio  
2016.

STRAHLER, Arthur N. **Geografia Física**. Barcelona : Ediciones Omega, 1982. 449 p.

THEODOROVICZ, A. M. de G. **Geodiversidade do Estado de Mato Grosso do  
Sul**. \_\_\_\_\_; THEODOROVICZ, A. São Paulo : CPRM, 2010.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em:  
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos :  
RIMA, 2003. 251 p.

USGS. **Landsat Missions**: Using the USGS Landsat8 Product. U.S. Department of  
the Interior - U.S. Geological Survey – NASA. Site: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>.  
Acesso em 20/01/2015.

VALERIANO, M. de M. **Topodata: Guia de utilização de dados geomorfométricos  
locais**. São José dos Campos : INPE, 2008. Disponível em  
<<http://www.dpi.inpe.br/topodata/contato.php>> Acesso em 09 de out de 2015.

VALERIANO, M. M.; Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM  
para o território nacional: o Projeto Topodata. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
SENSORIAMENTO REMOTO, 12 (SBSR), 2005, Goiânia, . **Anais...** São José dos  
Campos, SP : INPE, 2005. p. 1-8.

VALERIANO, M. M., ROSSETTI, D.F., ALBUQUERQUE, P.C.G., **Topodata:  
desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos  
locais em cobertura nacional**. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
SENSORIAMENTO REMOTO, 14 (SBSR), 2009, Natal, INPE, **Anais...** São José dos  
Campos: INPE, 2009. p. 5499-5506

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e  
Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a partir de Imagens Orbitais de  
Alta Resolução. **Floresta e Ambiente**, (s.l.), v. 17, n. 1, p. 23-29, jun./jul., 2010.  
Disponível em:<<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>> Acess em: 19 de  
abr. 2016.

VIEIRA, R.; FURTADO, S. M. A. Caracterização dos Aspectos Físico-Naturais  
Intrínsecos da Encosta e Identificação das Áreas Susceptíveis a Deslizamentos na  
Sub-Bacia do Ribeirão Araranguá – Blumenau/SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
DESASTRES NATURAIS. 1, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis :  
GEDN/UFSC, 2004. p. 337-351.

WAIBEL, L. O sistema da Geografia Agrária In: WAIBEL, L. (org.). **Capítulos de  
Geografia Tropical e do Brasil**. Rio de Janeiro : SUPREN, 1979, p. 29-35.

## 9 APÊNDICE

**Pontos Coletados**

| Pontos Coletados com GPS | Coordenadas dos locais |                    |
|--------------------------|------------------------|--------------------|
| refl01                   | 55° 23' 21.2183" W     | 20° 15' 29.9723" S |
| refl02                   | 55° 22' 52.0874" W     | 20° 14' 36.1352" S |
| refl03                   | 55° 25' 06.6626" W     | 20° 14' 58.3393" S |
| refl04                   | 55° 25' 27.1263" W     | 20° 16' 51.5043" S |
| refl05                   | 55° 30' 14.6473" W     | 20° 24' 05.4676" S |
| refl06                   | 55° 30' 13.3175" W     | 20° 23' 42.4304" S |
| refl07                   | 55° 30' 10.6390" W     | 20° 23' 34.8169" S |
| refl08                   | 55° 29' 39.7909" W     | 20° 23' 21.0668" S |
| refl09                   | 55° 30' 12.6256" W     | 20° 22' 53.1533" S |
| refl10                   | 55° 30' 58.5049" W     | 20° 23' 13.4835" S |
| past01                   | 55° 26' 56.6131" W     | 20° 26' 39.5429" S |
| past02                   | 55° 27' 11.8639" W     | 20° 26' 43.0482" S |
| past03                   | 55° 27' 09.0737" W     | 20° 26' 53.9990" S |
| past04                   | 55° 27' 52.7837" W     | 20° 26' 25.5005" S |
| past05                   | 55° 27' 55.1986" W     | 20° 26' 02.1569" S |
| past06                   | 55° 26' 15.1851" W     | 20° 25' 53.2760" S |
| past07                   | 55° 26' 15.3775" W     | 20° 25' 39.3834" S |
| past08                   | 55° 26' 18.6859" W     | 20° 25' 06.4983" S |
| past09                   | 55° 26' 40.8747" W     | 20° 25' 24.8607" S |
| past10                   | 55° 27' 45.4265" W     | 20° 25' 05.4963" S |
| past10                   | 55° 28' 20.6887" W     | 20° 26' 10.2064" S |
| past11                   | 55° 27' 33.4649" W     | 20° 24' 53.1993" S |
| past12                   | 55° 26' 56.9737" W     | 20° 24' 43.5399" S |
| past13                   | 55° 26' 03.9065" W     | 20° 24' 45.7063" S |
| past14                   | 55° 26' 20.6018" W     | 20° 24' 28.1365" S |
| past15                   | 55° 27' 05.5201" W     | 20° 24' 36.0071" S |
| past16                   | 55° 27' 28.4165" W     | 20° 24' 15.4957" S |
| past17                   | 55° 26' 31.7320" W     | 20° 24' 06.9891" S |
| past18                   | 55° 27' 06.5536" W     | 20° 23' 59.5159" S |
| past19                   | 55° 25' 49.5167" W     | 20° 24' 07.1083" S |
| past20                   | 55° 26' 29.0290" W     | 20° 23' 26.8409" S |
| past21                   | 55° 25' 30.9929" W     | 20° 23' 23.2633" S |
| past22                   | 55° 25' 56.9104" W     | 20° 23' 00.4066" S |

|        |                    |                    |
|--------|--------------------|--------------------|
| past23 | 55° 26' 25.6899" W | 20° 22' 48.9584" S |
| past24 | 55° 27' 24.1769" W | 20° 22' 43.2086" S |
| past25 | 55° 27' 42.0266" W | 20° 21' 38.1094" S |
| past26 | 55° 26' 51.3893" W | 20° 21' 02.7297" S |
| past27 | 55° 26' 14.3527" W | 20° 19' 41.0358" S |
| past28 | 55° 26' 58.4522" W | 20° 20' 27.7602" S |
| past29 | 55° 28' 38.7259" W | 20° 20' 36.6851" S |
| past30 | 55° 28' 25.0761" W | 20° 20' 10.9604" S |
| past31 | 55° 29' 44.8751" W | 20° 20' 10.9604" S |
| past32 | 55° 27' 56.2015" W | 20° 19' 28.4359" S |
| past32 | 55° 25' 17.6534" W | 20° 19' 32.6359" S |
| past33 | 55° 29' 55.3750" W | 20° 19' 09.2737" S |
| past34 | 55° 30' 17.9497" W | 20° 19' 27.1235" S |
| past35 | 55° 31' 14.1240" W | 20° 17' 57.0871" S |
| past36 | 55° 25' 49.4447" W | 20° 17' 28.5041" S |
| past37 | 55° 26' 37.2774" W | 20° 17' 26.8708" S |
| past38 | 55° 25' 13.7451" W | 20° 18' 15.6368" S |
| past38 | 55° 26' 56.8772" W | 20° 16' 26.6715" S |
| past39 | 55° 27' 54.5098" W | 20° 15' 43.2720" S |
| past40 | 55° 28' 32.3094" W | 20° 14' 54.2726" S |
| past41 | 55° 28' 54.4757" W | 20° 15' 19.2390" S |
| past42 | 55° 28' 45.6092" W | 20° 15' 47.9386" S |
| past43 | 55° 28' 52.1424" W | 20° 16' 48.1379" S |
| past44 | 55° 30' 16.1414" W | 20° 14' 35.0229" S |
| past45 | 55° 30' 15.9081" W | 20° 15' 01.8559" S |
| past46 | 55° 31' 41.0737" W | 20° 15' 55.8719" S |
| past47 | 55° 34' 15.3052" W | 20° 16' 02.0551" S |
| past48 | 55° 35' 45.8374" W | 20° 16' 06.2551" S |
| past49 | 55° 36' 51.1699" W | 20° 16' 28.6548" S |
| past50 | 55° 33' 42.6389" W | 20° 17' 27.6874" S |
| past51 | 55° 38' 56.7017" W | 20° 15' 47.4720" S |
| past50 | 55° 39' 02.0683" W | 20° 16' 07.3051" S |
| past51 | 55° 39' 31.9346" W | 20° 16' 38.1047" S |
| past52 | 55° 38' 43.8686" W | 20° 16' 46.7379" S |
| past53 | 55° 39' 23.7681" W | 20° 17' 24.3041" S |
| past54 | 55° 37' 29.9028" W | 20° 17' 27.6874" S |

|         |                    |                    |
|---------|--------------------|--------------------|
| past55  | 55° 35' 36.5042" W | 20° 17' 28.6207" S |
| past56  | 55° 36' 28.7702" W | 20° 18' 19.3701" S |
| past57  | 55° 39' 05.8016" W | 20° 17' 47.6372" S |
| past58  | 55° 35' 54.9373" W | 20° 18' 38.5032" S |
| past59  | 55° 35' 21.3377" W | 20° 18' 59.3863" S |
| past60  | 55° 34' 23.1772" W | 20° 19' 47.2685" S |
| past61  | 55° 32' 58.9210" W | 20° 18' 45.4201" S |
| past63  | 55° 33' 35.5442" W | 20° 21' 08.5828" S |
| past64  | 55° 35' 55.3627" W | 20° 22' 49.5114" S |
| expos01 | 55° 26' 19.3251" W | 20° 26' 03.5410" S |
| expos02 | 55° 26' 19.2945" W | 20° 25' 56.8207" S |
| expos03 | 55° 28' 12.2828" W | 20° 26' 21.2584" S |
| expos04 | 55° 26' 08.5597" W | 20° 24' 41.2684" S |
| expos06 | 55° 30' 08.9445" W | 20° 24' 05.7269" S |
| expos07 | 55° 29' 44.0233" W | 20° 23' 20.9122" S |
| expos09 | 55° 29' 11.2253" W | 20° 22' 46.6740" S |
| expos10 | 55° 29' 05.7435" W | 20° 22' 51.5984" S |
| expos12 | 55° 26' 29.3618" W | 20° 22' 56.1253" S |
| expos13 | 55° 26' 15.0017" W | 20° 22' 30.1150" S |
| expos15 | 55° 26' 33.3880" W | 20° 22' 20.8031" S |
| expos16 | 55° 25' 55.3249" W | 20° 22' 02.8659" S |
| expos17 | 55° 26' 06.8563" W | 20° 21' 52.8984" S |
| expos18 | 55° 26' 20.1669" W | 20° 21' 49.3833" S |
| expos19 | 55° 26' 29.9124" W | 20° 21' 52.6593" S |
| expos20 | 55° 26' 50.4425" W | 20° 22' 01.4309" S |
| expos20 | 55° 34' 02.1245" W | 20° 21' 57.6854" S |
| expos22 | 55° 34' 46.4488" W | 20° 21' 30.7796" S |
| expos24 | 55° 38' 23.4558" W | 20° 20' 37.4505" S |
| expos25 | 55° 38' 15.2795" W | 20° 20' 42.6536" S |
| expos26 | 55° 34' 50.1587" W | 20° 21' 04.6711" S |
| expos27 | 55° 33' 20.1901" W | 20° 21' 20.8793" S |
| expos28 | 55° 32' 07.0660" W | 20° 20' 22.8686" S |
| expos29 | 55° 30' 59.5661" W | 20° 20' 18.3749" S |
| expos30 | 55° 30' 45.4385" W | 20° 20' 39.5422" S |
| expos30 | 55° 30' 36.8816" W | 20° 20' 37.2199" S |
| expos31 | 55° 30' 22.3405" W | 20° 20' 37.2028" S |

|         |                    |                    |
|---------|--------------------|--------------------|
| expos32 | 55° 30' 21.8759" W | 20° 20' 24.3809" S |
| expos33 | 55° 28' 54.1588" W | 20° 20' 23.2116" S |
| expos34 | 55° 26' 59.2057" W | 20° 20' 03.8445" S |
| expos35 | 55° 26' 21.2969" W | 20° 19' 58.3385" S |
| expos36 | 55° 26' 13.7427" W | 20° 18' 29.5844" S |
| expos37 | 55° 26' 25.3120" W | 20° 18' 34.5660" S |
| expos37 | 55° 25' 10.6060" W | 20° 18' 20.4363" S |
| expos38 | 55° 26' 27.1688" W | 20° 19' 05.7467" S |
| expos38 | 55° 25' 12.0167" W | 20° 17' 54.0043" S |
| expos39 | 55° 25' 04.8400" W | 20° 17' 47.8904" S |
| expos40 | 55° 24' 23.9217" W | 20° 17' 40.7882" S |
| expos41 | 55° 26' 21.6845" W | 20° 17' 37.9581" S |
| expos42 | 55° 26' 51.0266" W | 20° 17' 49.5251" S |
| expos43 | 55° 26' 52.7419" W | 20° 17' 59.1725" S |
| expos44 | 55° 27' 19.7440" W | 20° 17' 34.6087" S |
| expos45 | 55° 30' 08.8193" W | 20° 18' 19.2116" S |
| expos46 | 55° 30' 13.0164" W | 20° 18' 04.2986" S |
| expos47 | 55° 29' 38.8748" W | 20° 17' 48.5516" S |
| expos48 | 55° 29' 14.2358" W | 20° 17' 31.9937" S |
| expos49 | 55° 30' 39.4483" W | 20° 17' 51.3582" S |
| expos50 | 55° 28' 49.3341" W | 20° 17' 38.3685" S |
| expos51 | 55° 29' 01.1351" W | 20° 17' 51.5053" S |
| expos52 | 55° 28' 56.2923" W | 20° 17' 24.8777" S |
| expos53 | 55° 34' 27.6754" W | 20° 18' 36.3819" S |
| expos54 | 55° 39' 08.3714" W | 20° 16' 53.8002" S |
| expos55 | 55° 35' 49.9027" W | 20° 17' 15.0953" S |
| expos57 | 55° 29' 51.3696" W | 20° 16' 53.6901" S |
| expos58 | 55° 28' 52.0297" W | 20° 17' 21.1888" S |
| expos59 | 55° 28' 44.5770" W | 20° 16' 56.1766" S |
| expos59 | 55° 27' 31.6217" W | 20° 17' 01.8805" S |
| expos60 | 55° 27' 19.2588" W | 20° 17' 07.7231" S |
| expos61 | 55° 27' 10.9347" W | 20° 17' 23.3579" S |
| expos61 | 55° 27' 03.4351" W | 20° 16' 59.4051" S |
| expos62 | 55° 25' 21.5089" W | 20° 16' 58.8943" S |
| expos63 | 55° 25' 05.5419" W | 20° 16' 59.1145" S |
| expos64 | 55° 24' 51.9630" W | 20° 17' 07.0258" S |

|         |                    |                    |
|---------|--------------------|--------------------|
| expos65 | 55° 24' 40.1840" W | 20° 17' 01.5196" S |
| expos66 | 55° 24' 05.3570" W | 20° 16' 52.9048" S |
| expos67 | 55° 23' 22.6474" W | 20° 16' 40.1281" S |
| expos68 | 55° 23' 49.3273" W | 20° 16' 16.4903" S |
| expos69 | 55° 23' 24.0304" W | 20° 16' 07.2471" S |
| expos70 | 55° 23' 07.4550" W | 20° 16' 16.1849" S |
| expos71 | 55° 24' 39.4584" W | 20° 16' 31.2681" S |
| expos72 | 55° 26' 00.4020" W | 20° 15' 53.2833" S |
| expos73 | 55° 26' 46.8735" W | 20° 15' 50.8817" S |
| expos74 | 55° 27' 47.0033" W | 20° 16' 22.5017" S |
| expos75 | 55° 34' 18.6151" W | 20° 16' 12.2054" S |
| expos76 | 55° 33' 53.0909" W | 20° 15' 19.9429" S |
| expos78 | 55° 29' 53.3645" W | 20° 15' 06.2261" S |
| expos79 | 55° 29' 18.2465" W | 20° 14' 37.0451" S |
| expos80 | 55° 25' 46.7762" W | 20° 14' 37.5288" S |
| expos81 | 55° 24' 47.9249" W | 20° 15' 00.9021" S |
| expos81 | 55° 25' 15.0287" W | 20° 14' 59.2929" S |
| expos82 | 55° 23' 06.8940" W | 20° 14' 36.7833" S |
| expos83 | 55° 23' 01.6665" W | 20° 14' 32.5462" S |
| expos84 | 55° 22' 57.3282" W | 20° 14' 29.1591" S |
| expos85 | 55° 22' 48.4095" W | 20° 14' 21.9545" S |
| expos86 | 55° 22' 40.2014" W | 20° 14' 16.0248" S |
| expos87 | 55° 22' 18.8773" W | 20° 13' 59.0468" S |
| agua01  | 55° 27' 03.5686" W | 20° 26' 45.5596" S |
| agua02  | 55° 30' 26.8968" W | 20° 19' 00.0903" S |
| agua03  | 55° 28' 52.9642" W | 20° 17' 48.0575" S |
| agua04  | 55° 33' 14.0164" W | 20° 16' 03.9177" S |
| mata01  | 55° 27' 00.3657" W | 20° 26' 55.2876" S |
| mata02  | 55° 27' 08.7452" W | 20° 26' 50.7569" S |
| mata03  | 55° 28' 00.7234" W | 20° 26' 31.9242" S |
| mata04  | 55° 27' 22.3047" W | 20° 26' 38.9192" S |
| mata04  | 55° 28' 27.5187" W | 20° 25' 42.3961" S |
| mata05  | 55° 28' 12.9243" W | 20° 26' 07.2450" S |
| mata06  | 55° 26' 42.5145" W | 20° 25' 47.9073" S |
| mata07  | 55° 27' 59.3845" W | 20° 25' 30.1493" S |
| mata08  | 55° 27' 00.2089" W | 20° 26' 06.0230" S |

|        |                    |                    |
|--------|--------------------|--------------------|
| mata09 | 55° 26' 58.2728" W | 20° 25' 24.6319" S |
| mata10 | 55° 29' 02.3332" W | 20° 24' 59.6171" S |
| mata11 | 55° 27' 57.7640" W | 20° 25' 00.4242" S |
| mata12 | 55° 27' 23.2213" W | 20° 25' 03.2914" S |
| mata13 | 55° 26' 36.5682" W | 20° 25' 02.1999" S |
| mata14 | 55° 26' 01.0697" W | 20° 24' 56.1214" S |
| mata15 | 55° 26' 19.9378" W | 20° 24' 35.5058" S |
| mata16 | 55° 26' 28.0127" W | 20° 24' 33.1437" S |
| mata17 | 55° 27' 15.6348" W | 20° 24' 36.4583" S |
| mata18 | 55° 26' 55.1037" W | 20° 24' 18.7478" S |
| mata19 | 55° 25' 47.4956" W | 20° 23' 59.8099" S |
| mata20 | 55° 26' 35.3974" W | 20° 24' 02.5715" S |
| mata21 | 55° 26' 41.0331" W | 20° 23' 47.4996" S |
| mata22 | 55° 25' 20.6993" W | 20° 23' 16.8713" S |
| mata23 | 55° 26' 10.1616" W | 20° 22' 59.7089" S |
| mata24 | 55° 26' 25.8536" W | 20° 23' 15.0439" S |
| mata26 | 55° 26' 06.8248" W | 20° 22' 21.2387" S |
| mata26 | 55° 26' 57.9480" W | 20° 22' 27.0916" S |
| mata27 | 55° 26' 37.5399" W | 20° 21' 10.2916" S |
| mata28 | 55° 27' 18.7284" W | 20° 21' 08.7055" S |
| mata29 | 55° 26' 44.6069" W | 20° 20' 46.3539" S |
| mata30 | 55° 28' 08.0698" W | 20° 20' 27.0897" S |
| mata30 | 55° 28' 57.0430" W | 20° 20' 01.2715" S |
| mata31 | 55° 26' 38.6354" W | 20° 18' 39.4657" S |
| mata32 | 55° 24' 51.3709" W | 20° 20' 12.7939" S |
| mata33 | 55° 27' 27.9503" W | 20° 17' 59.4121" S |
| mata34 | 55° 28' 24.5448" W | 20° 16' 32.1961" S |
| mata34 | 55° 26' 57.3248" W | 20° 16' 37.7723" S |
| mata35 | 55° 27' 39.0238" W | 20° 16' 13.8456" S |
| mata36 | 55° 28' 01.3902" W | 20° 14' 46.2325" S |
| mata37 | 55° 28' 18.4886" W | 20° 14' 52.6254" S |
| mata38 | 55° 27' 58.2960" W | 20° 13' 52.8362" S |
| mata39 | 55° 29' 47.4721" W | 20° 14' 55.4431" S |
| mata40 | 55° 30' 51.4634" W | 20° 15' 37.5253" S |
| mata41 | 55° 30' 26.4895" W | 20° 16' 39.1017" S |
| mata42 | 55° 33' 11.5553" W | 20° 15' 41.0001" S |

|        |                    |                    |
|--------|--------------------|--------------------|
| mata43 | 55° 32' 42.6149" W | 20° 15' 49.5110" S |
| mata44 | 55° 34' 07.4002" W | 20° 15' 49.2331" S |
| mata45 | 55° 33' 00.4432" W | 20° 16' 44.7849" S |
| mata46 | 55° 35' 04.7078" W | 20° 16' 54.2938" S |
| mata47 | 55° 36' 18.7238" W | 20° 16' 02.4531" S |
| mata48 | 55° 35' 40.7557" W | 20° 16' 59.1657" S |
| mata49 | 55° 33' 13.4548" W | 20° 18' 11.3385" S |
| mata50 | 55° 33' 26.6561" W | 20° 18' 37.5961" S |
| mata51 | 55° 33' 53.7458" W | 20° 19' 00.8461" S |
| mata51 | 55° 34' 34.9583" W | 20° 19' 29.5748" S |
| mata52 | 55° 35' 26.2473" W | 20° 18' 22.6671" S |
| mata53 | 55° 36' 27.9026" W | 20° 18' 49.4952" S |
| mata54 | 55° 36' 57.2296" W | 20° 19' 00.9749" S |
| mata55 | 55° 37' 10.2918" W | 20° 18' 45.9380" S |
| mata56 | 55° 38' 49.7894" W | 20° 18' 34.1289" S |
| mata57 | 55° 38' 37.8735" W | 20° 15' 26.4056" S |
| mata58 | 55° 38' 32.2612" W | 20° 16' 17.2947" S |
| mata58 | 55° 39' 13.4908" W | 20° 16' 56.4461" S |
| mata59 | 55° 38' 00.4642" W | 20° 19' 55.5099" S |
| mata60 | 55° 34' 01.1530" W | 20° 20' 24.9205" S |
| mata61 | 55° 35' 27.2462" W | 20° 21' 17.8133" S |
| mata62 | 55° 36' 33.9422" W | 20° 21' 44.5945" S |
| mata63 | 55° 36' 27.0509" W | 20° 22' 26.2023" S |
| mata64 | 55° 34' 47.2933" W | 20° 22' 50.8742" S |
| mata65 | 55° 34' 10.9673" W | 20° 21' 17.8105" S |
| mata66 | 55° 34' 06.9660" W | 20° 22' 13.8292" S |
| mata67 | 55° 32' 59.9986" W | 20° 21' 40.8807" S |
| mata68 | 55° 32' 56.8065" W | 20° 22' 37.0754" S |
| mata69 | 55° 32' 17.0132" W | 20° 21' 59.6672" S |
| mata70 | 55° 32' 15.6661" W | 20° 22' 32.8289" S |
| mata71 | 55° 31' 50.5970" W | 20° 22' 38.4506" S |
| mata72 | 55° 32' 47.2279" W | 20° 21' 15.0388" S |
| mata73 | 55° 32' 27.9778" W | 20° 21' 26.8787" S |
| mata74 | 55° 31' 01.4460" W | 20° 20' 58.9281" S |
| mata75 | 55° 30' 10.2909" W | 20° 21' 18.8350" S |
| mata76 | 55° 29' 32.3065" W | 20° 22' 10.0715" S |

|        |                    |                    |
|--------|--------------------|--------------------|
| mata77 | 55° 29' 22.6446" W | 20° 22' 03.5489" S |
| mata78 | 55° 29' 31.6897" W | 20° 23' 41.9900" S |
| mata79 | 55° 29' 53.5750" W | 20° 24' 44.2146" S |
| mata80 | 55° 28' 41.7995" W | 20° 25' 32.4716" S |