

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

GESSICA DE JESUS OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISES AMBIENTAIS DAS PAISAGENS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA/MT, BRASIL**

**CÁCERES – MT
2020**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

GESSICA DE JESUS OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISES AMBIENTAIS DAS PAISAGENS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SEPOTUBA/MT, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *strictu sensu* em Geografia para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves

**CÁCERES - MT
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

S586a	<p>SILVA, Gessica de Jesus Oliveira. Análises Ambientais das Paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT, Brasil / Gessica de Jesus Oliveira Silva - Cáceres, 2020. 76 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020. Orientador: Sandra Mara Alves da Silva Neves</p> <p>1. Biomas. 2. Conservação Ambiental. 3. Pressão Antrópica. 4. Paisagem. 5. Geotecnologias. I. Gessica de Jesus Oliveira Silva. II. Análises Ambientais das Paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT, Brasil: .</p> <p style="text-align: right;">CDU 504.7</p>
-------	---

GESSICA DE JESUS OLIVEIRA SILVA

**ANÁLISES AMBIENTAIS DAS PAISAGENS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
SEPOTUBA/MT, BRASIL.**

Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Cáceres, 06 de fevereiro de 2020.

Banca Examinadora



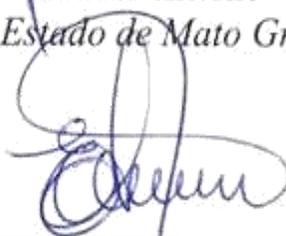
Profª. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Orientadora

Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)



Prof. Dr. Alfredo Zenén Domínguez González
Avaliador Interno

Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)



Profª. Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin
Avaliadora Externa

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

**CÁCERES - MT
2020**

DEDICATÓRIA

A todos que sempre estiveram comigo.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por proporcionar essa qualificação.

À universidade do Estado de Mato Grosso e ao Programa de Pós-graduação em Geografia por me possibilitar a qualificação profissional. À Capes pelo apoio financeiro.

A todos os amigos pelo apoio e incentivo. Agradeço de forma especial ao Alexander Webber, Willian Cosme e a Camila Calazans que auxiliaram imensamente nos estudos.

Aos meus pais, meu irmão, meu esposo e ao meu filho, que sempre se dedicaram muito para que eu pudesse alcançar minhas metas, vocês foram imprescindíveis nessa fase.

E, por fim, à minha orientadora, pelas contribuições durante as orientações.

A todos! Muito Obrigada.

*“O insucesso é apenas uma oportunidade
para recomeçar com mais inteligência”.*

Henry Ford

LISTA DE ABREVIATURAS

Ac	-	Agricultura
Ap+Vs	-	Pecuária com presença de Vegetação Secundária
APP	-	Área de Preservação Permanente
BAP	-	Bacia do Alto Paraguai
BDG	-	Banco de Dados Geográficos
BHRS	-	Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba
ESRI	-	Environmental Systems Research Institute
Fa	-	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial
Fb	-	Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas
Fs	-	Floresta Estacional Semidecidual Submontana
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	-	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	-	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA	-	Índice de Transformação Antrópica
Iu	-	Influência urbana
MT	-	Mato Grosso
PCH	-	Pequena Central Hidrelétrica
PROBIO	-	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
Sa	-	Savana Arborizada
SEPLAG	-	Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão
SIRGAS	-	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNt	-	Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos – Ecótono
Sp	-	Savana Parque
SRTM	-	Shuttle Radar Topography Mission
UHE	-	Usina Hidrelétrica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Pesos atribuídos às classes de uso e cobertura vegetal.....	24
Tabela 2. Dados das imagens orbitais utilizadas na pesquisa.....	25
Tabela 3. Classes de cobertura vegetal e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.....	27
Tabela 4. Pesos dados aos atributos ambientais para obtenção do grau de fragilidade e a fragilidade final.....	28
Tabela 5. Sistemas Geomorfológicos da BHRS.....	32
Tabela 6. Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT.....	32
Tabela 7. Geomorfologia da Interbacia do rio Sepotuba.....	39
Tabela 8. Geologia da sub-bacia do Médio Sepotuba.....	40
Tabela 9. Geomorfologia da sub-bacia do Médio Sepotuba.....	40
Tabela 10. Geologia da sub-bacia Nascentes do Sepotuba.....	40
Tabela 11. Geologia da sub-bacia Ribeirão Tarumã.....	41
Tabela 12. Geologia da sub-bacia do Rio Formoso.....	42
Tabela 13. Geologia da sub-bacia do Rio Juba.....	43
Tabela 14. Geomorfologia da sub-bacia do Rio Juba.....	43
Tabela 15. Geologia da sub-bacia do Rio Sepotubinha.....	44
Tabela 16. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.....	46
Tabela 17. Estabilidade da paisagem das unidades hidrográficas do Rio Sepotuba/MT.....	53
Tabela 18. Fragilidade ambiental potencial e emergente das sub-bacias do Rio Sepotuba/MT.....	57
Tabela 19. Projeção do ITA de 2028 a 2058 para as sub-bacias da BHRS/MT em relação a equação de regressão.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba nos contextos nacional, estadual e intermunicipal.....	23
Figura 2. Esquema de elaboração dos mapas temáticos de uso e cobertura vegetal da terra da BHRS.....	26
Figura 3. Esquema de elaboração dos mapas de fragilidade ambiental da BHRS.....	28
Figura 4. Clima e unidades climáticas relacionadas aos tipos de relevo presentes na BHRS.....	31
Figura 5. Geomorfologia da BHRS/MT.....	33
Figura 6. Geologia da BHRS/MT.....	33
Figura 7. Pedologia da BHRS/MT.....	34
Figura 8. Declividade da BHRS/MT.....	34
Figura 9. Hipsometria da BHRS/MT.....	35
Figura 10. Unidades hidrográficas da BHRS/MT.....	35
Figura 11. Cobertura vegetal e uso da terra na da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.....	36
Figura 12. Cobertura vegetal e usos da terra na BHRS, nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018.....	47
Figura 13. Usos da terra presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT.....	50
Figura 14. Pequena Central Hidrelétrica Graça Brennand situada na várzea do Rio Juba/MT.....	51
Figura 15. Ecodinâmica das paisagens das unidades hidrográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.....	54
Figura 16. Fragilidade ambiental potencial e emergente das sub-bacias do rio Sepotuba/MT.....	56
Figura 17. Pressão antrópica nas unidades da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018.....	60
Figura 18. Projeção do ITA das sub-bacias do Rio Sepotuba, a partir dos dados dos anos investigados.....	62
Figura 19. Predição do estado de conservação das paisagens das sub-bacias para os anos de 2028, 2038, 2048 e 2058.....	64

RESUMO

As demandas por produtos derivados da produção agropecuária têm contribuído de forma expressiva para a antropização das paisagens naturais das bacias hidrográficas mato-grossenses, implicando perdas socioeconômicas e ambientais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar as paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT, buscando a geração de subsídios que contribuam com o planejamento ambiental. A execução do estudo ocorreu em duas etapas: laboratório (compilação dos dados, confecções dos mapas e redação); e campo (coleta de dados e validação dos resultados). Para caracterizar a paisagem da bacia, analisar a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra, investigar o estado de fragilidade ambiental e averiguar a pressão antrópica sobre seus componentes foram elaborados mapas temáticos dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018, utilizando imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, para as quais foram efetuados os processos de registro (Landsat 5), mosaico, recorte, segmentação, classificação supervisionada no software SPRING, quantificação das classes temáticas e elaboração dos layouts dos mapas no software ArcGis. Para investigação da fragilidade ambiental, adotou-se a metodologia proposta por Ross (1994). O Índice de Transformação Antrópica foi aplicado para análise da pressão antrópica sobre os componentes da paisagem nos períodos de 30 anos (1988-2018), utilizando-se tais dados para a projeção futura do índice por mais três décadas, a partir da aplicação de regressão linear. Foram identificados como usos mais expressivos na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) a agricultura e a pecuária extensiva, o que ocasionou a supressão da cobertura vegetal nativa. Houve também alterações em todas as demais classes de vegetação nativa, o que representa uma redução de 70,14% da cobertura vegetal, sendo a Savana parque a principal classe afetada devido à ocupação em áreas com características propícias ao desenvolvimento das atividades agropecuárias. O uso da terra com maior expansão foi a Agricultura (64,61%), embora a pecuária ainda ocupe a maior área. O maior percentual de fragilidade da bacia aparece na categoria de Fraca (54,81%) seguida da Média (24,52%), Muito Fraca (18,27%), Muito Forte (1,97%) e Forte (0,40%). Na BHRS, 58,43% de sua paisagem apresenta-se instável. O estado de conservação de 50% das sub-bacias do rio Sepotuba passou de Regular para Degradado nos últimos 30 anos, indicando que os usos da terra predominantes influenciaram no estado de conservação da natureza na bacia. Caso este padrão seja mantido, até o ano de 2058, quatro das sub-bacias apresentarão estado Degradado e as demais terão estado Muito Degradado. Concluiu-se que as áreas recobertas por vegetação natural na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba decresceram em função da pecuária e agricultura, ocasionando o equilíbrio ecodinâmico das paisagens. Portanto, a implantação de usos inadequados nas áreas frágeis tem interferido na estabilidade ecodinâmica da área de pesquisa.

Palavras-chave: Biomas. Conservação ambiental. Pressão antrópica. Paisagem. Geotecnologias.

ABSTRACT

The demands for products derived from agricultural production have contributed significantly to the anthropization of the natural landscapes of the *mato-grossense* hydrographic basins, resulting in socioeconomic and environmental losses. In this sense, the objective of this work is to analyze the landscapes of the Hydrographic Basin of the Sepotuba River/MT, aiming at the generation of subsidies that contribute to the environmental planning. The study was carried out in two stages: laboratory (compilation of data, preparation of maps and writing) and field (data collection and validation of results). To characterize the basin's landscape, analyze the spatial-temporal dynamics of vegetation covering and land use, investigate the state of environmental fragility and ascertain the anthropic pressure on its components, thematic maps of the years 1988, 1998, 2008 and 2018 were elaborated, using images from the Landsat 5 and Landsat 8 satellites, for which were carried out registration processes (Landsat 5), mosaic, clipping, segmentation, supervised classification in the SPRING software, quantification of thematic classes and preparation of the map layouts in the ArcGis software. To investigate environmental fragility, the methodology proposed by Ross (1994) was adopted. The Anthropic Transformation Index was applied to analyze the anthropic pressure on the landscape components in the periods of 30 years (1988-2018), using these data for the future projection of the index for another three decades, from the linear regression application. The most significant uses identified in the Sepotuba River Hydrographic Basin (SRHB) were agriculture and extensive livestock, which implied the suppression of native vegetation covering. There were also changes in all other classes of native vegetation, which represents a reduction of 70.14% in vegetation covering, with Savana park being the main affected class, due to occupation in areas with characteristics conducive to the development of agricultural activities. The most extensive land use was Agriculture (64.61%), although livestock still occupies the largest area. The highest percentage of fragility in the basin appears in the category of Weak (54.81%) followed by Medium (24.52%), Very Weak (18.27%), Very Strong (1.97%) and Strong (0, 40%). At SRHB, 58.43% of its landscape is unstable. The conservation status of 50% of the Sepotuba River sub-basins has changed from Regular to Degraded in the last 30 years, indicating that the predominant land uses influenced the state of nature conservation in the basin. Should this pattern be maintained, until the year 2058, four of the sub-basins will show a Degraded state and the others will be Very Degraded.

It was concluded that the areas covered by natural vegetation in the Sepotuba River Hydrographic Basin decreased due to livestock and agriculture, implying the ecodynamic balance of the landscapes. Therefore, the implementation of inappropriate uses in fragile areas has interfered with the ecodynamic stability of the research area.

Keywords: Biomes. Environmental Conservation. Anthropic pressure. Landscape. Geotechnologies.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 - INTRODUÇÃO	14
2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3 - MATERIAL E MÉTODOS	22
Localização da área de estudo	22
3.1 - Índice de Transformação Antrópica (ITA)	23
3.2 Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra	25
3.3 - Fragilidade ambiental	27
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 - Caracterização das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT	30
Caracterização dos atributos abiótico, bióticos e antrópicos das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba	30
Caracterização das paisagens das unidades hidrográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT	38
4.2 - Alterações da cobertura vegetal e dos usos da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba	46
4.3 - Fragilidade ambiental das paisagens das sub-bacias do Rio Sepotuba	53
4.4 - Estado de conservação das paisagens da BHRS em 2018 e a projeção de cenários até 2058	60
CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1 - INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas integram condicionantes naturais e antrópicos, apresentando respostas rápidas perante as interferências humanas sobre suas paisagens. Por ser um sistema territorial heterogêneo, elas têm sido ótimas fontes de pesquisas sistematizadas, isto por permitir melhor compreensão econômica, social, cultural e ecológica dos ambientes, uma vez que as constantes interferências ocasionadas pela antropização têm submetido esses locais a estresses ambientais (POLETTE, 1999).

Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica consiste na unidade territorial em que as políticas de recursos hídricos são implementadas. Para Borsoi e Torres (1997), tal fundamento tem papel relevante na gestão ambiental, uma vez que a água indica a partir de modelagens de simulação de diferentes cenários, o funcionamento hidráulico e ambiental, ou seja, seu nível de uso, poluição e as características fisiográficas da bacia. Outro elemento importante que fundamenta a gestão de recursos hídricos está em sua descentralização, pois a participação da comunidade e usuários por meio dos comitês de bacias democratiza e amplia os enfoques direcionados, principalmente ao uso sustentável e conservação da própria bacia e dos corpos d'água em si.

Nesse sentido, no Brasil, de acordo com o inciso XIX, do artigo 21, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), compete à união instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, bem como a definição dos critérios de outorga e direitos de uso da água. Sendo assim, foi instituída a Lei N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997 instituindo a política nacional de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Esse importante instrumento legal tem como objetivos assegurar disponibilidade de água com padrões de qualidade adequada a atuais e futuras gerações, ou seja, o uso sustentável desse componente ambiental por meio de sua utilização racional e integrada, incluindo o transporte aquaviário, além de prevenir e defender contra eventos decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais ou ainda de eventos hidrológicos críticos originados de causas naturais (BRASIL, 2007).

No estado do Mato Grosso, as bacias se distribuem espacialmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, sendo o Estado considerado de grande biodiversidade (FACHIM; GUARIM, 1995). A expansão das atividades produtivas e a adoção de práticas

inadequadas de manejo do solo, da água e das florestas têm contribuído para perda de milhares de quilômetros quadrados de vegetação nativa, gerando consequências aos ecossistemas.

São inúmeros os impactos dessas atividades sobre os seus componentes. Neves, Neves e Canale (2014) destacam que a cobertura vegetal natural é o primeiro elemento ambiental a ser alterado. Destarte, é importante levar em conta que a cobertura vegetal tem atuado como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, contribuindo para que haja infiltração da água no solo e reduzindo expressivamente a contaminação dos cursos d'água (FERREIRA; DIAS, 2004).

Com isso, ao analisar as paisagens, é preciso avaliar as relações entre a sociedade e o ambiente, decorrentes do processo de antropização e a forma com que os espaços são utilizados, pois a relação do homem com a natureza deve estar sustentada no equilíbrio (TORRES; FABIAN, 2006).

É essencial entender o processo de alteração pelo qual as paisagens das bacias têm passado. Por isso, a compreensão da dinâmica que perpassa os elementos que compõem seu quadro físico-natural é vista como primordial, indicando a necessidade do planejamento ambiental.

Nessa perspectiva, a abordagem sistêmica exhibe singular importância, principalmente no que refere ao conhecimento integrado das distintas variáveis biofísicas. Assim, é possível identificar potencialidades ou fragilidades e, por conseguinte, proceder ao uso racional dos componentes de determinada área (SANTOS, 2017).

Desta forma, a Fragilidade ambiental pode ser entendida como a sensibilidade do ambiente de sofrer intervenções ou de ser alterado (SHIAVO; HENTZ; CORTE, 2016). Quando o estado de equilíbrio dinâmico é afetado por perturbações de origem natural (expressas pela própria dinâmica do ambiente) ou antropogênica, o sistema pode entrar em colapso, alterando-se para um cenário de risco (SPÖRL; ROSS, 2004)

Os sistemas ambientais podem responder de diferentes maneiras quando componentes como relevo, solo, geologia, hidrografia e cobertura vegetal sofrem intervenções. Com isso, investigar a fragilidade ambiental permite definir áreas mais frágeis e que merecem maior atenção, pois sua utilização de forma inadequada pode resultar no comprometimento de todo sistema (VALLE; FRANCELENO; PINHEIRO, 2016).

Para o controle eficiente do uso da terra, faz-se necessário um planejamento ambiental que permita analisar o ambiente de maneira integrada, utilizando etapas que envolvam o levantamento de dados e sua sistematização, possibilitando a conservação de áreas essenciais, como as bacias hidrográficas (TROMBETA; LEAL, 2016).

Portanto, o planejamento ambiental apoiado nas geotecnologias propicia a identificação das características geoambientais e antrópicas das bacias, potencializando a gestão dos componentes naturais (MARTINS; SILVA, 2007), o que para Neves et al. (2017, p. 142) é essencial, visto que para “o processo de avaliação de uma paisagem é necessário que sua composição seja compreendida, pois esta é formada pelo resultado da interferência ou influência dos fatores físicos, bióticos e humanos no transcorrer do tempo”.

Nesse contexto, a área de estudo desta pesquisa é a Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS), cujo rio principal, o Sepotuba, é um dos afluentes do Rio Paraguai. Assim, com outros cursos hídricos da Bacia do Alto Paraguai (BAP), propicia o alagamento da planície pantaneira, contribuindo com a manutenção e equilíbrio do bioma Pantanal, fato que evidencia a relevância de sua conservação.

Concomitante a isso, segundo Alho (2011), as enchentes do Pantanal estão relacionadas ao regime hídrico do Rio Paraguai e seus tributários, ao padrão de chuva na BAP e, principalmente, ao aspecto físico dos terrenos do planalto e da planície. Alho (2005) ainda afirma que o Pantanal depende da proteção da cobertura vegetal do planalto, onde estão localizadas as nascentes dos rios que favorecem a ocorrência do pulso de inundação na planície pantaneira.

Entretanto, as áreas de bacias hidrográficas têm passado por diversas modificações, decorrentes das atividades agropecuárias, acarretando alterações ambientais negativas (FERREIRA, 2015).

Levando em conta a necessidade de se obter conhecimento das pressões antrópicas impostas sobre esse ambiente, bem como o grau de suporte dessa área a essas pressões, é que foi definido como objetivo geral deste trabalho analisar as paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT, visando a geração de subsídios que contribuam com o planejamento ambiental.

Especificamente foram determinados os seguintes objetivos:

- Caracterizar os atributos bióticos, abióticos e antrópicos das paisagens da BHRS e das sub-bacias;
- Investigar a dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra da área de estudo;
- Avaliar a fragilidade ambiental das sub-bacias hidrográficas do Rio Sepotuba;
- Averiguar o estado de conservação da paisagem da BHRS, em 2018, efetuando a projeção de cenários futuros até o ano de 2058.

Esta pesquisa está estruturada em capítulos, quais sejam: Introdução, Fundamentação Teórica, Material e Métodos e Resultados e Discussões, que estão estruturados em quatro partes distintas: Caracterização das paisagens bacia hidrográfica do rio Sepotuba/MT; Alterações da cobertura vegetal e dos usos da terra da bacia hidrográfica do rio Sepotuba; Fragilidade ambiental da paisagem das sub-bacias do Rio Sepotuba; Estado de conservação da paisagem da BHRS, em 2018, e a projeção de cenários até 2058. E, por fim, as Considerações finais e as Referências Bibliográficas.

2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo paisagem pode denotar diversas interpretações, uma vez que se refere a um ambiente natural, geralmente antropizado. Por compreender um sistema espacial complexo e dinâmico, resultante atualmente das inter-relações de fenômenos naturais e sociais, a paisagem, segundo Christofolletti (1980), constitui-se como um campo da investigação da Geografia na busca da compreensão de seu objeto, o espaço.

Conforme Martins e Freitas (2014, p. 41), a categoria paisagem vem sendo “discutida por geógrafos desde a antiguidade, em quase todas as abordagens do século XIX e XX”. Essa ênfase nas discussões acerca da paisagem ocorre por ela ser “um tema abrangente e rico em dados importantes para questões de preservação e contenção de impactos ambientais” (MARTINS; FREITAS, 2014, p. 39).

No decorrer da história, o termo paisagem ganhou conceitos diferentes, uma vez que o indivíduo se apropriava da terminologia e a adequava a partir da finalidade de sua pesquisa. Com isso, a paisagem foi sendo abordada em diferentes perspectivas, fato que ocorre nos estudos ambientais (BERTRAND, 1968; MAXIMIANO, 2004; PISSINATI; ARCHELA, 2009).

Bertalanffy revolucionou o meio científico com sua Teoria Geral dos Sistemas, que são “definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantêm relações entre si e entre o meio ambiente” (RODRIGUES; FILHO, 2001, p. 72). Após a adoção dessa teoria nas ciências, inclusive a geográfica, a paisagem passou a ser analisada de forma integrada por vários pesquisadores, como Chorley e Kenndy (1971), Sotchava (1978) e Monteiro (1996). Diante disso, o conceito de paisagem utilizada nessa dissertação foi a proposta por Bertrand, que a definiu como:

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

Na contemporaneidade, “os estudos da paisagem são considerados como importante recurso para as questões ambientais, uma vez que revela a forma como o espaço geográfico se encontra em função de sua utilização” (LIMA et al., 2004, p. 45).

As geotecnologias, com destaque para o sensoriamento remoto e o Sistema de Informação Geográfica, vêm sendo utilizadas para as análises da paisagem. Para Lima et al. (2004, p. 46) as geotecnologias são:

Ferramentas eficazes para analisar a qualidade dos elementos de uma determinada paisagem” viabilizando “um melhor planejamento do uso dos recursos naturais [...], permitindo com que estes elementos correspondam à disponibilidade dos aspectos físicos que compõem o meio [...] de maneira mais equilibrada e menos agressiva.

Para a delimitação das unidades de paisagem, considerando a teoria sistêmica, é necessária a adoção de critérios que possibilitem a abordagem integrada de seus elementos, concomitantes a isso têm as bacias hidrográficas que nos permitem essa análise, por ser uma unidade natural básica para planejamento e gestão ambiental (PORTO; PORTO, 2008) se mostrado eficiente como unidade de planejamento ambiental (SILVA, 2003; CUNHA; FREITAS, 2004; DIBIESO, 2006; LUCIANO; SILVA; NEVES, 2014).

No Brasil, a seleção da Bacia Hidrográfica como área de trabalho para avaliação ambiental está assumida em muitos estudos acadêmicos, planejamentos oficiais e, pelo menos, num ato legal: a Resolução CONAMA 001/1986, que no artigo 5º, item III, declara: “[...] definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a Bacia Hidrográfica na qual se localiza”. Além disso, há uma recomendação da FAO, desde a década de 1970, de que o planejamento adequado de Bacias Hidrográficas é fundamental para a conservação de regiões tropicais (SANTOS, 2004, p. 41).

Bacia hidrográfica é definida, de acordo com Porto e Porto (2008), como uma área de captação natural da água de precipitação, composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída.

Na perspectiva das bacias hidrográficas, a sociedade, ao lidar com os componentes da paisagem na qual as bacias estão inseridas, altera a dinâmica de funcionamento de seus atributos, potencializando as fragilidades dos elementos constituintes. A fragilidade ambiental, com base em Ross (1994), pode ser concebida como a perturbação do equilíbrio (temporário ou permanente) entre as trocas de energia e matéria na natureza, frequentemente ocasionado pelas interferências humanas.

No decorrer de suas pesquisas, Ross (1990) estabeleceu as classes de fragilidade que são definidas por meio da aplicação de índices que indicam o grau de fragilidade em que se encontra a área. Desta maneira, têm-se a fragilidade ambiental potencial e a fragilidade emergente. “A potencial se caracteriza pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, em função de suas características físicas” (SCHIAVO et al., 2016, p. 465) enquanto que a emergente considera além das características físicas “o elemento humano, caracterizado como a forma que o homem ocupa a terra” (SCHIAVO et al., 2016, p. 465).

Para obter conhecimento do potencial natural de um local, é necessário um levantamento dos elementos que contribuem na manutenção da vida animal/homem, isto é, pedologia, geomorfologia, hidrografia, clima, fauna e flora e entre outros. Ao proceder uma análise de fragilidade, “exige-se que esses conhecimentos setORIZADOS sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes abióticos e bióticos” (ROSS, 1994, p. 65).

Os estudos pautados na fragilidade ambiental são pertinentes, principalmente no que tange o Planejamento Ambiental. Ao identificar as áreas que têm fragilidade potencial ou emergente, há a possibilidade de tomada de decisões mais ágeis e eficazes, servindo como parâmetro para uma gestão territorial com planejamento e sustentabilidade no que se refere ao uso e ocupação do solo (SPÖRL; ROSS, 2004; AMARAL; ROSS, 2009; RODRIGUES; SOUZA, 2013).

Portanto, “as fragilidades dos ambientes naturais devem ser avaliadas quando se pretende aplicá-las ao planejamento do território ambiental” (ROSS, 1994, p. 65), visto que “os sistemas ambientais, face às intervenções humanas, apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características “genéticas” (SPÖRL; ROSS, 2004, p. 40).

Com base nesses fatos, no planejamento devem ser consideradas as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo, as fragilidades diante das diferentes intervenções antrópicas na natureza (AMARAL; ROSS, 2009, p. 60).

O desenvolvimento dos estudos sobre a fragilidade ambiental, assim como os de caracterização e análise de paisagem, cobertura vegetal e uso da terra, planejamento ambiental entre outros, também tem se apropriado das geotecnologias, pois “constituem

atualmente uma das principais fontes geradoras de informações [...] para análises da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados” (BACANI et al., 2015, p. 120).

As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações como referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias podemos destacar: Sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005, p. 81).

De acordo com Coelho e Corrêa (2013), nas últimas décadas a utilização das ferramentas geotecnológicas vem obtendo grande aceitação no meio acadêmico em função do acesso aos *hardwares*, *softwares* e produtos gratuitos como as imagens de satélites, dados interferométricos, entre outros, complementando as análises e aplicações em estudos ambientais. Ramos et al. (2018) acrescentam que as geotecnologias contribuem com a análise dos componentes da paisagem por possibilitar o registro das alterações ambientais ao longo do tempo, favorecendo o gerenciamento dos componentes naturais, tornando-se um dos meios mais eficazes de monitoramento de mudanças da cobertura da terra em grandes extensões espaciais e temporais.

Desta maneira, as geotecnologias além de contribuir com os estudos voltados à paisagem e suas fragilidades “favorecem a tomada de decisão nas atividades de planejamento, licenciamento e planejamento ambiental, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico sustentado” (ECKHARDT; SILVA; LINN, 2010, p. 27).

“O planejamento ambiental surgiu, nas últimas três décadas, em razão do aumento da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra” (ECKHARDT; SILVA; LINN, 2010, p. 25). Viabilizando uma “proposta de superação da inadequada utilização dos componentes naturais e da distribuição e organização da sociedade e das atividades econômicas sobre o território” (DIBIESO, 2006, p. 5).

A constante ação humana nas paisagens naturais tem influenciado na fragilidade dos seus ambientes, refletindo em efeitos negativos, principalmente no âmbito das bacias hidrográficas. Além disso, o planejamento ambiental figurou como algo eficaz em vários aspectos, inclusive, no que se refere às bacias hidrográficas que, por sua vez, têm passado por processos de antropização, que têm sido destrutivos ao longo dos anos (MOTA, 1999, p. 139). Sendo assim, “os estudos analíticos relativos à fragilidade,

expressos através de cartogramas e textos, são documentos de extrema importância ao planejamento ambiental” (ROSS, 1994, p. 64), que são elaborados por meio das geotecnologias.

No próximo capítulo, será evidenciado o caminho percorrido para que os objetivos geral e específico fossem contemplados.

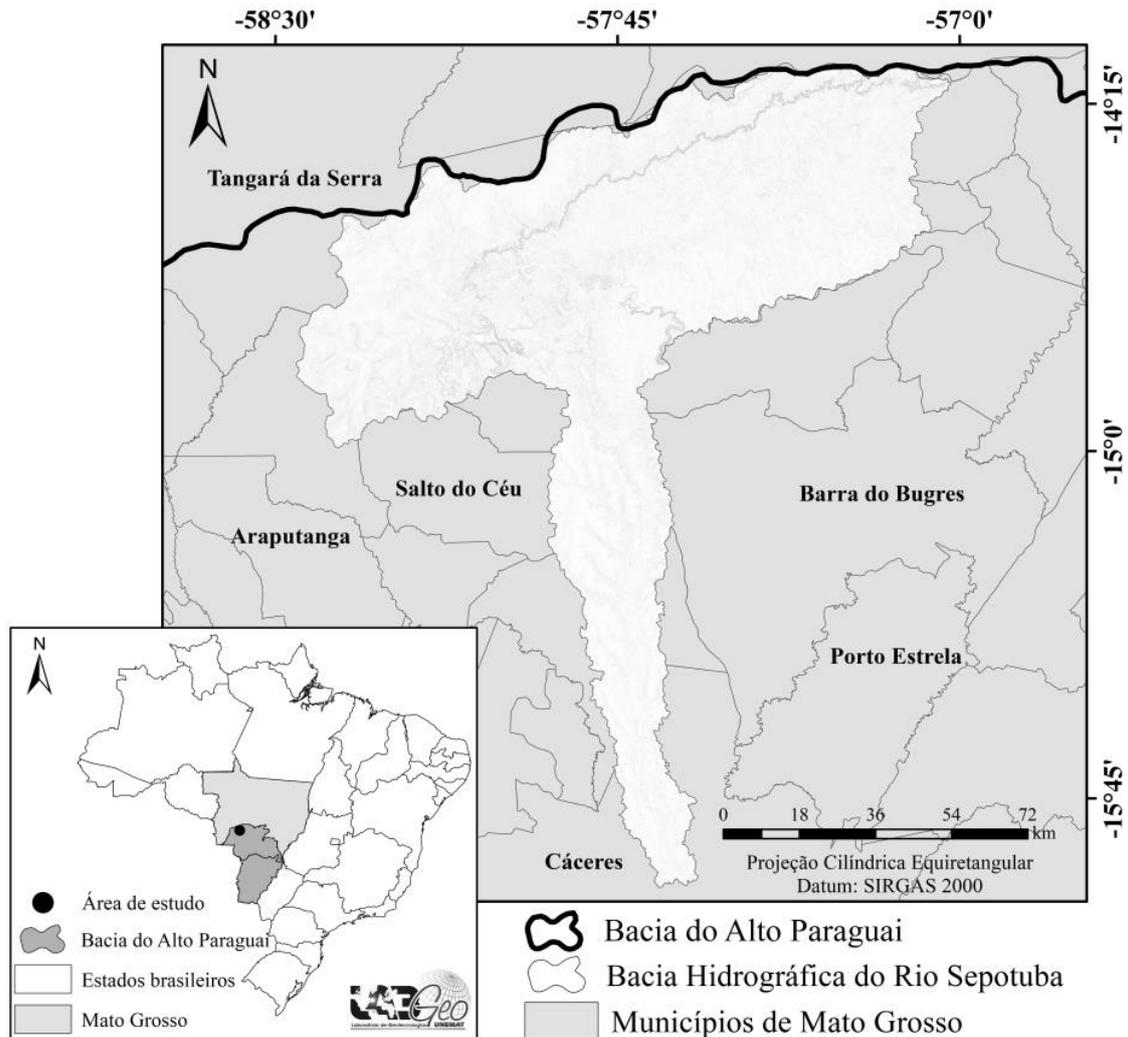
3 - MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) possui uma extensão territorial de 9.827,98 km², distribuída nas regiões mato-grossense de planejamento Oeste (64,25%), Sudoeste (22,05%) e Centro Oeste (13,70%). No contexto da BAP, está situada na sua porção norte (**Figura 1**).

A extensão da BHRS está distribuída em dez municípios: Tangará da Serra (43,40%), Nova Marilândia (13,51%), Santo Afonso (10,36%), Lambari D'Oeste (9,43%), Barra do Bugres (8,13%), Salto do Céu (6,01%), Cáceres (4,78%), Nova Olímpia (1,66%), Diamantino (0,04%), e Campo Novo do Parecis (0,004%).

Figura 1. Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba nos contextos nacional, estadual e intermunicipal.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

3.1 - Índice de Transformação Antrópica (ITA)

O Índice de Transformação Antrópica (ITA), com o aporte das geotecnologias, pode ser utilizado como uma ferramenta para auxiliar na análise do estado da conservação da paisagem, esse índice vem sendo utilizado por vários pesquisadores no intuito de quantificar a pressão antrópica sobre o meio (SCHWENK; CRUZ, 2008; GOUVEIA, GALVANIN; NEVES, 2013).

O ITA foi calculado a partir dos valores de área em % obtidos por meio das classes quantificadas do mapa de uso da terra e cobertura vegetal, dada por Lêmechev (1982).

$$ITA = \sum (\% \text{ USO} * \text{PESO}) / 100 \quad (1)$$

onde:

USO é o percentual de área das classes de cobertura vegetal e uso da terra; e PESO são os valores atribuídos aos diferentes tipos de cobertura vegetal e uso da terra, quanto ao grau de alterações antrópicas, variando de 1 a 10, sendo que 10 indica maior pressão antrópica.

Os pesos para cada classe foram atribuídos conforme o método Delphi, apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Pesos atribuídos às classes de uso e cobertura vegetal.

Classes	Pesos
Agricultura	8,00
Água	2,00
Influência Urbana	9,70
Pecuária	6,00
Vegetação Natural	1,00

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A transposição dos valores mensurados quantitativamente para classes qualitativas ocorreu por meio de adoção do método de quartis, utilizado por Cruz et al. (1998): Pouco degradada (0 | 2,5), Regular (2,5 | 5), Degradada (5 | 7,5) e Muito degradada (7,5 | 10).

Após a coleta dessas informações, procedeu-se os testes de normalidade dos dados (por meio do Teste de Kolmogorov-Smirnov) que foram realizados com grau de confiança de 95%, posteriormente a essa análise, foi utilizado o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e a Regressão Linear, calculados no programa RStudio e Excel, respectivamente, para verificar qual o grau da correlação linear entre o ITA e os anos analisados.

A Regressão Linear foi feita para estabelecer as projeções futuras, adotando-se intervalos de 10 anos até o ano 2058, tendo como meta identificar qual será o estado ambiental da paisagem diante da continuidade dos processos de antropização na bacia. Cabe ressaltar que a regressão pode ser usada para realizar previsões sobre o comportamento futuro, extrapolando-se as relações de causa-efeito – observadas no passado – entre as variáveis. Portanto, considera-se a situação de que a sociedade continue com o mesmo padrão de uso da terra adotado nos últimos 30 anos.

3.2 Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e do uso da terra

Para elaboração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra da bacia, foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5, sensor Thematic Mapper (TM) e Landsat 8 Operational Land Imager (OLI), com resolução de 30 metros (**Tabela 2**), obtidos nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Serviço de Levantamento Geológico Americano, disponibilizadas gratuitamente no formato “tif”, as mesmas foram processadas no software Spring versão 5.3.1 (CÂMARA et al., 1996). A sazonalidade climática regional interfere na qualidade das imagens, pois há maior disponibilidade de imagem com baixa cobertura de nuvens no período com menor incidência de chuva que, segundo Garcia (1984), é de abril até setembro para o Pantanal, situados nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

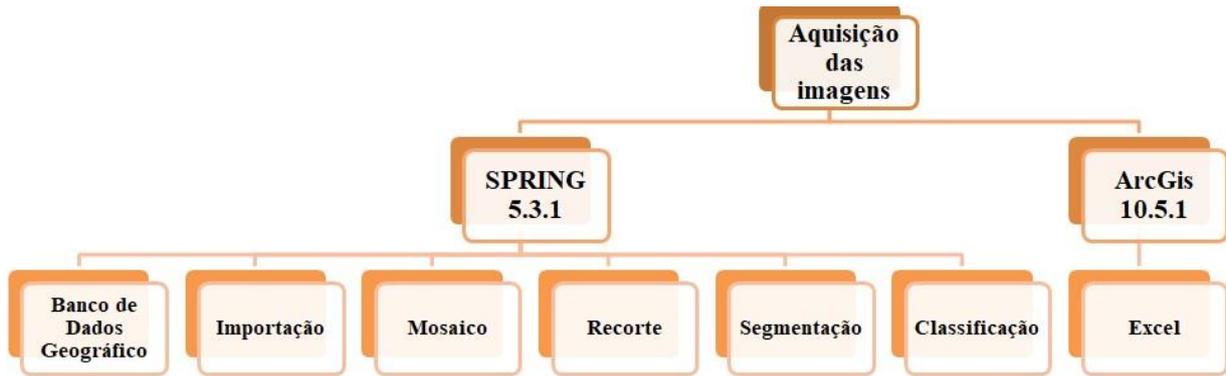
Tabela 2. Dados das imagens orbitais utilizadas na pesquisa.

Órbita/Ponto	Data	Satélite	Banda
227/70	20/09/1988	Landsat 5	3,4,5
	02/09/1998	Landsat 5	3,4,5
	22/05/2008	Landsat 5	3,4,5
	18/06/2018	Landsat 8	4,5,6
227/71	20/09/1988	Landsat 5	3,4,5
	28/06/1998	Landsat 5	3,4,5
	22/05/2008	Landsat 5	3,4,5
	18/06/2018	Landsat 8	4,5,6
228/70	20/09/1988	Landsat 5	3,4,5
	23/09/1998	Landsat 5	3,4,5
	22/05/2008	Landsat 5	3,4,5
	18/06/2018	Landsat 8	4,5,6

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Para proceder a elaboração dos mapas supracitados (**Figura 2**), criou-se um Banco de Dados Geográfico (BDG) no SPRING, versão 5.3.1, do INPE (CÂMARA et al., 1996), adotando os seguintes parâmetros cartográficos: projeção Universal Transversa de Mercator, Datum SIRGAS 2000 e Retângulo envolvente: Long 1 (60° 00' 00”) e Long 2 (54° 00' 00”) e Lat 1 (20° 00' 00”) e Lat 2 (7° 00' 00”). No BDG, importaram-se as bandas 4, 5 e 6 das imagens, que foram mosaicadas e recortadas pela máscara da área de estudo.

Figura 2. Esquema de elaboração dos mapas temáticos de uso e cobertura vegetal da terra da BHRS.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

O arquivo matricial correspondente a cada data passou pelo processo de segmentação, utilizando o método crescimento de regiões. Para definição dos limiares de similaridade e de área, foram realizados testes, sendo o que melhor possibilitou a separação espectral entre as classes para as imagens Landsat 5 foi o de similaridade 15 e área 15 e para as imagens do Landsat 8 foi o de similaridade 50 e área 100. Para Dassoller, Miranda e Neves (2018, p. 167), “a diferença entre os valores de similaridade e área ocorre por conta da imagem do Landsat 8 ser 16 bits, o que representa o dobro dos bits das imagens do outro satélite Landsat”, ou seja, as imagens de Landsat 8 possuem maior número de tons de cinza, o que possibilita a melhor identificação das feições.

A classificação passou por etapas distintas, ou seja, primeiro foi feita a extração de atributos seguida do treinamento, quando foram adquiridas amostras de segmentos homogêneos, discriminando as classes temáticas da área de estudo, a partir dos elementos: Tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, padrão, localização e contexto (FLORENZANO, 2002). Feito isso, procedeu-se a classificação propriamente dita, usado o classificador supervisionado por regiões Bhattacharya com limiar de aceitação de 99,9% e o mapeamento para classes temáticas, por meio da conversão matriz-vetor, na escala de 1:100.000.

As classes e suas respectivas cores foram estabelecidas a partir do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO (BRASIL, 2004) e do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), tal como destacado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Classes de cobertura vegetal e uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.

Região Fitoecológica, Formação ou Subformação	Código
I – Floresta Estacional Semidecidual	
Aluvial	Fa
Submontana	Fs
Das Terras Baixas	Fb
II – Savana (Cerrado)	
Arborizada	Sa
Parque	Sp
III – Áreas de Tensão Ecológica ou Contatos Florísticos - Ecótono	
Savana/ Floresta Estacional	SNt
IV – Áreas Antrópicas	
Agricultura	Ac
Pecuária com presença de Vegetação Secundária	Ap+Vs
Influência urbana	Iu
Massas d'água	

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019) adaptado de Silva et al. (2007).

O arquivo vetorial de cobertura vegetal e uso da terra, gerado no Spring, foi exportado na extensão shapefile (shp) e no ArcGIS 10.5.1 (ESRI, 2017) quando foram efetuados os procedimentos de pós-classificação, sendo que os erros de rotulação de classes foram corrigidos por meio da edição de polígonos (bem como a elaboração dos layouts dos mapas) e exportado o arquivo dbf. para que, no programa Excel da Microsoft, fossem realizadas as quantificações.

Para a validação do mapeamento (verdade terrestre), realizou-se em novembro de 2018 trabalhos de campo, cujos locais de observação foram georreferenciados por meio do GPS Garmin, modelo 60 Csx, e fotografados com a câmera digital Sony DSC HX-100, sendo a descrição da paisagem do local anotada em caderneta de campo. A validação dos mapas de 1988, 1998 e 2008 ocorreu a partir dos dados contidos nos mapeamentos feitos por Serigatto (2006) e pelo IBGE (2017).

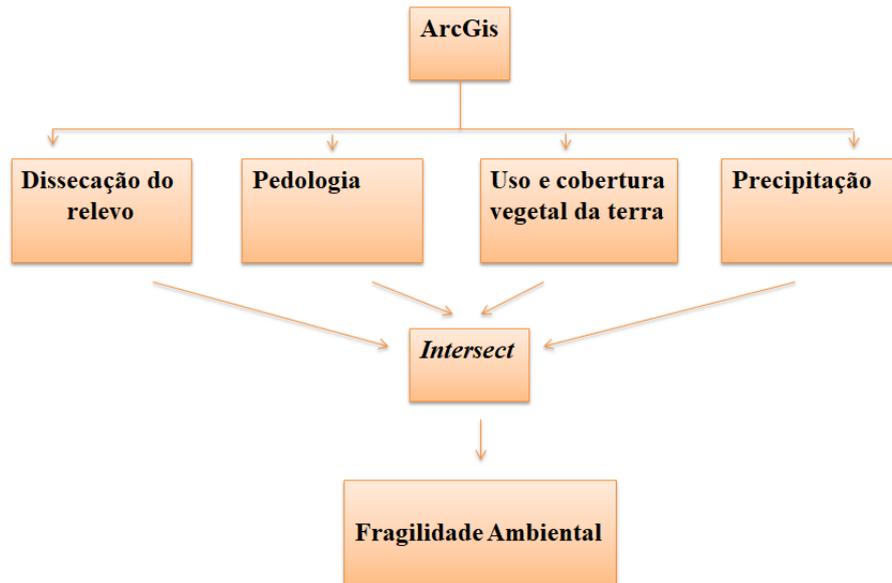
3.3 - Fragilidade ambiental

A avaliação da fragilidade ambiental da BHRS foi efetuada conforme a proposta metodológica de Ross (1994). Foram necessários os produtos cartográficos de dissecação do relevo, classes de solo, cobertura vegetal e uso da terra e precipitação.

As bases cartográficas referentes ao solo, relevo e clima (precipitação) foram obtidas no site da Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Mato Grosso – SEPLAG (MATO GROSSO, 2001), na escala de 1:250.000. Essas bases foram recortadas pela máscara da área de estudo e atribuídos valores e classes de fragilidade. Os procedimentos foram executados no ArcGis, versão 10.5.1 (ESRI, 2017).

Para a compilação dos dados e geração dos mapas temáticos de fragilidade ambiental, utilizou-se a álgebra de mapas, que consiste na intersecção dos dados supracitados, em formato *shapefile*, realizada no SIG ArcGis 10.5.1 (ESRI, 2017) por meio da ferramenta *Intersect* (**Figura 3**).

Figura 3. Esquema de elaboração dos mapas de fragilidade ambiental da BHRS.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Cada variável recebeu dígitos de 1 a 5 no seu plano de informação (**Tabela 4**), sendo que o primeiro diz respeito ao relevo, o segundo ao solo, o terceiro à cobertura vegetal e uso da terra e o quarto à precipitação, visto que combinando esses dígitos é possível classificar a fragilidade ambiental em cinco classes: Muito Fraca (1), Fraca (2), Média (3), Forte (4) e Muito Forte (5).

Tabela 4. Pesos dados aos atributos ambientais para obtenção do grau de fragilidade e a fragilidade final.

Atributos ambientais	Grau de fragilidade e os pesos atribuídos				
	Muito Fraca Peso (1)	Fraca Peso (2)	Média Peso (3)	Forte Peso (4)	Muito Forte Peso (5)
Dissecação do relevo	11	21, 22, 12	33,13, 23	34	54, 25
Classes de Solo	Latossolo Vermelho	Latossolo Vermelho- Amarelo	-	Nitossolo Vermelho	Neossolos Litólicos Neossolos Quartzarênicos
Cobertura Vegetal e uso da terra	Água Vegetação	-	-	Agricultura	Influência Urbana Pecuária

Precipitação	1300mm a 2100mm	-	-	-	-
--------------	--------------------	---	---	---	---

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva adaptado de Ross (1994).

Sendo assim, a dissecação do relevo, classificada a partir da densidade de drenagem e grau de entalhamento (ROSS, 1994), foi a que definiu o grau de fragilidade das áreas analisadas, visto que as demais variáveis estabeleceram a hierarquização dos coeficientes de fragilidade.

Nos quatro capítulos seguintes, serão salientados os resultados, análises e as discussões geradas a partir da operacionalização da metodologia proposta. Em seguida, serão ressaltados os itens de Conclusão e Referências bibliográficas utilizadas na pesquisa.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Caracterização das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT

Este capítulo versará sobre as características abióticas, bióticas e antrópicas da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba e de suas unidades, na perspectiva da geração de subsídios para o entendimento das implicações da antropização no estado de conservação da paisagem. Para tanto, é importante que se tenha compreensão de que o primeiro passo para a conservação ambiental é o processo de planejamento.

O planejamento de cunho ambiental perpassa pela avaliação das paisagens, ou seja, a análise dos elementos e fatores que, de forma integrada, agem sobre os ambientes. Para Figueirêdo et al. (2010), essas informações possibilitam a identificação de locais que se encontram com estado de conservação mais afetados devido às atividades humanas e, com isso, busca-se desenvolver planos de recuperação e/ou minimização de impactos.

A partir do entendimento da composição dos elementos ambientais é possível, por meio de um planejamento ambiental, a prevenção de conflitos advindos da utilização incorreta das terras, por meio do direcionamento das atividades mais degradadoras para locais que possuam menor sensibilidade ambiental, minimizando os impactos ambientais (KREITLOW et al., 2016).

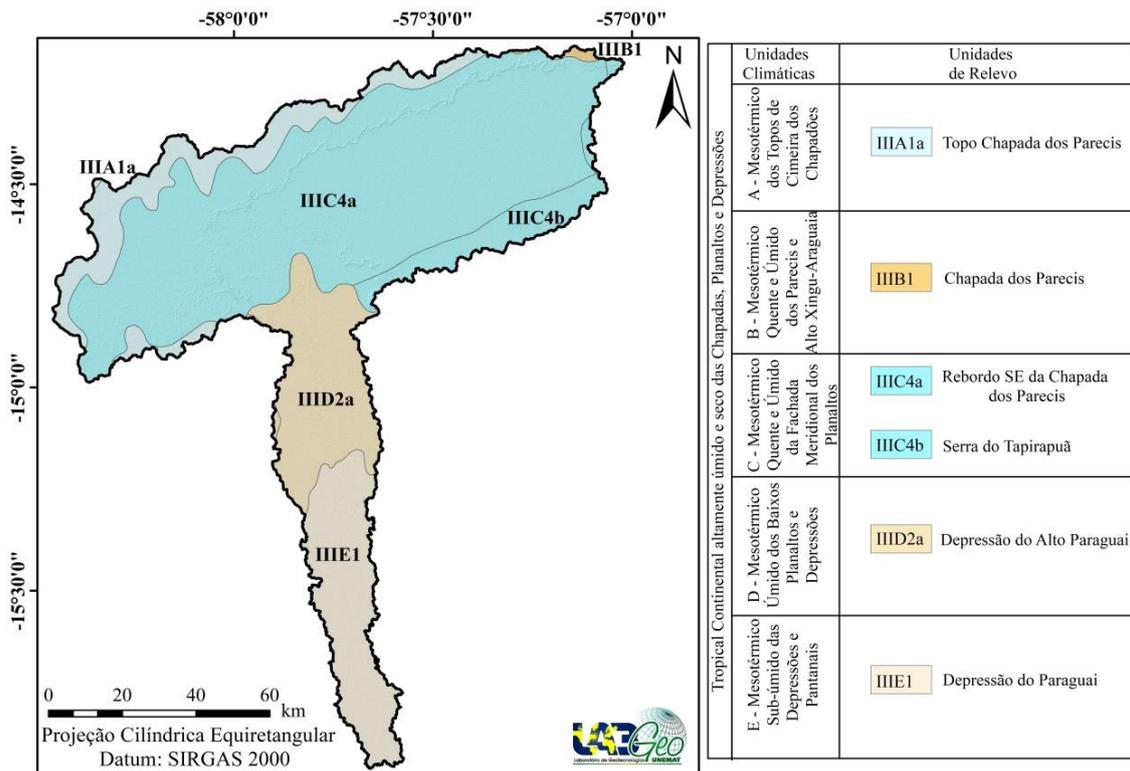
Caracterização dos atributos abiótico, bióticos e antrópicos das paisagens da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba

Dentre os componentes abióticos na área de estudo, o clima que ocorre na bacia segundo Tarifa (2011) é do tipo Tropical continental altamente úmido e seco (**Figura 4**). A unidade climática predominante em 44,37% das unidades de paisagem da BHRS foi a Mesotérmica Quente e Úmido da Fachada Meridional dos Planaltos - IIIC4a (40,76%) e IIIC4b (3,61%), cuja temperatura média entre variou entre 24,5°C e 22,9°C e a pluviosidade de 1900 a 2100 mm anual.

A segunda unidade climática presente na bacia foi a Mesotérmica dos Topos de Cimeira dos Chapadões (IIIA1a) que está presente em 37,28% das unidades, com temperatura média variando de 22,9°C a 22,4°C e pluviosidade de 1900 a 2100 mm.

As unidades Mesotérmica Úmida dos Baixos Planaltos e Depressões (IIID2a) e Mesotérmica Sub-úmido das Depressões e Pantanaís (IIIE1), estendem-se por 18,14% da bacia e, em menor percentual (0,21%), tem-se a Mesotérmica Quente e Úmida dos Parecís e Alto Xingu-Araguaia (IIIB1).

Figura 4. Clima e unidades climáticas relacionadas aos tipos de relevo presentes na BHRS.



Fonte: Tarifa (2011). Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Ainda sobre as características dos componentes abióticos das paisagens da bacia, em termos geomorfológicos (**Figura 5**), a classe que ocupa maior extensão territorial é o Sistema de Aplanamento 3 com 66,23%, que corresponde aos relevos mais rebaixados apresentando como principais características “o posicionamento na base do relevo regional, as baixas altitudes e a presença de relevos residuais” (MATO GROSSO, 2000, p. 15).

O Sistema de Dissecção em Colinas e Morros (17%) (**Tabela 5**) ocorre em amplas extensões territoriais de Mato Grosso, sendo que “comporta as formas que ocorrem nas áreas de transição entre os sistemas de aplanamento, caracterizando-se preferencialmente por áreas dissecadas em rebordos erosivos, que podem encontrar-se

escalonados em patamares” (MATO GROSSO, 2000, p. 13) e o Sistema de Pedimento (7,23%), que é gerado “em regime de clima árido quente ou semiárido sendo, portanto, feições relictuais no estado de Mato Grosso, geralmente, encontram-se na base de relevos montanhosos ou serranos” (MATO GROSSO, 2000, p. 15).

Tabela 5. Sistemas Geomorfológicos da BHRS.

Sistemas	km²
Sistema de Aplanamento 2	102,44
Sistema de Aplanamento 3	6.515,44
Sistema de Dissecação	36,74
Sistema de Dissecação em Morros e Colinas	1.667,37
Sistema de Dissecação em Escarpa	222,28
Sistema de Dissecação/Lagos	70,30
Sistema de Pedimento	709,08
Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme	230,90
Sistema de Planície Fluvial	172,92
Sistema de Planície Fluvial - Terraços Baixos	100,45
Total	9.827,98

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva

Ocorrem na BHRS treze unidades geológicas (MATO GROSSO, 2001), dentre elas as duas que apresentam maior extensão em área são: a Formação Utiariti (47,36%) e a Formação Pantanal (17,75%), tal como pode ser constatado na **Tabela 6** e na **Figura 6**.

Tabela 6. Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT.

Formação geológica	km²
Aluviões Atuais	496,63
Formação Araras	152,60
Formação Morro Cristalino	115,94
Formação Pantanal	1.741,66
Formação Puga	5,94
Formação Raizama	50,29
Formação Salto das Nuvens	780,15
Formação Sepotuba	507,49
Formação Tapirapuã	744,43
Formação Utiariti	4.664,34
Formação Vale da Promissão	238,26
Grupo Serra do Rio Branco	225,74
Superfície Paleogenica Peneplanizada com Latossolização	104,51
Total	9.827,98

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Segundo a classificação de solos da Embrapa (SANTOS et al., 2018), são encontradas cinco classes de solos na bacia, sendo a mais representativa em termos de

extensão o Nitossolo Vermelho com 4.787,17 km² este, por sua vez, configura-se como um solo de menor erodibilidade, com textura específica, profundos e, apesar de argilosos, possuem boa permeabilidade interna.

Figura 5. Geomorfologia da BHRS/MT.

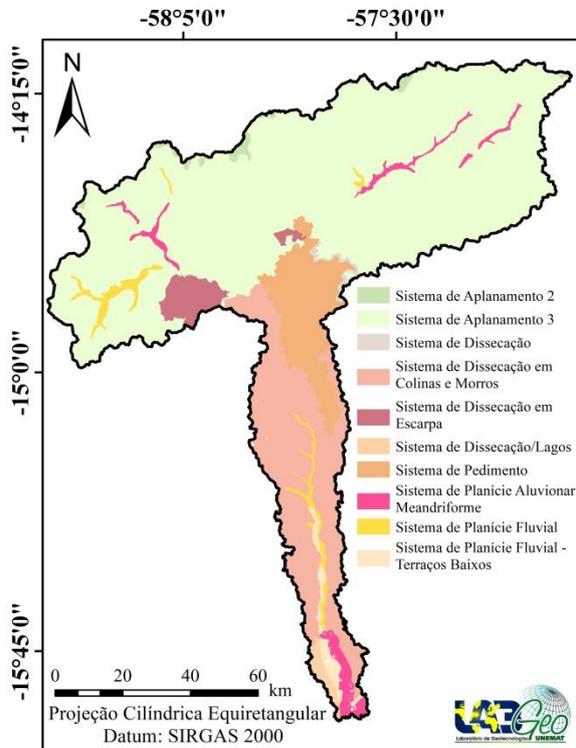
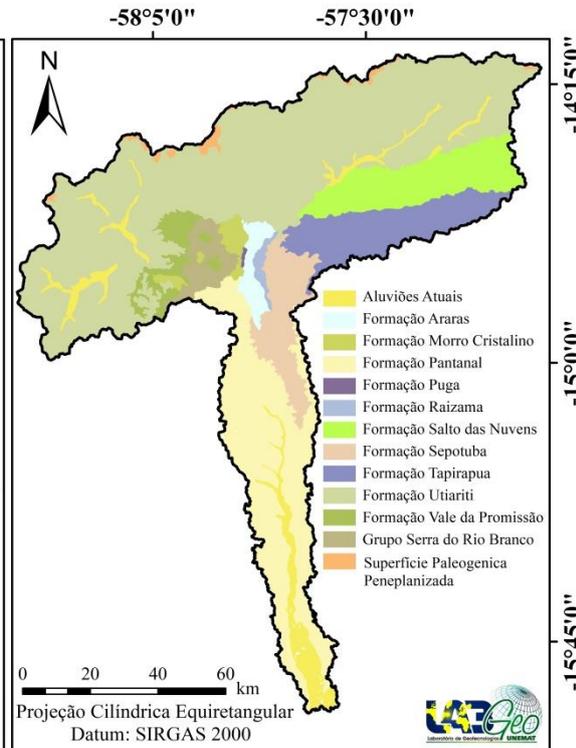


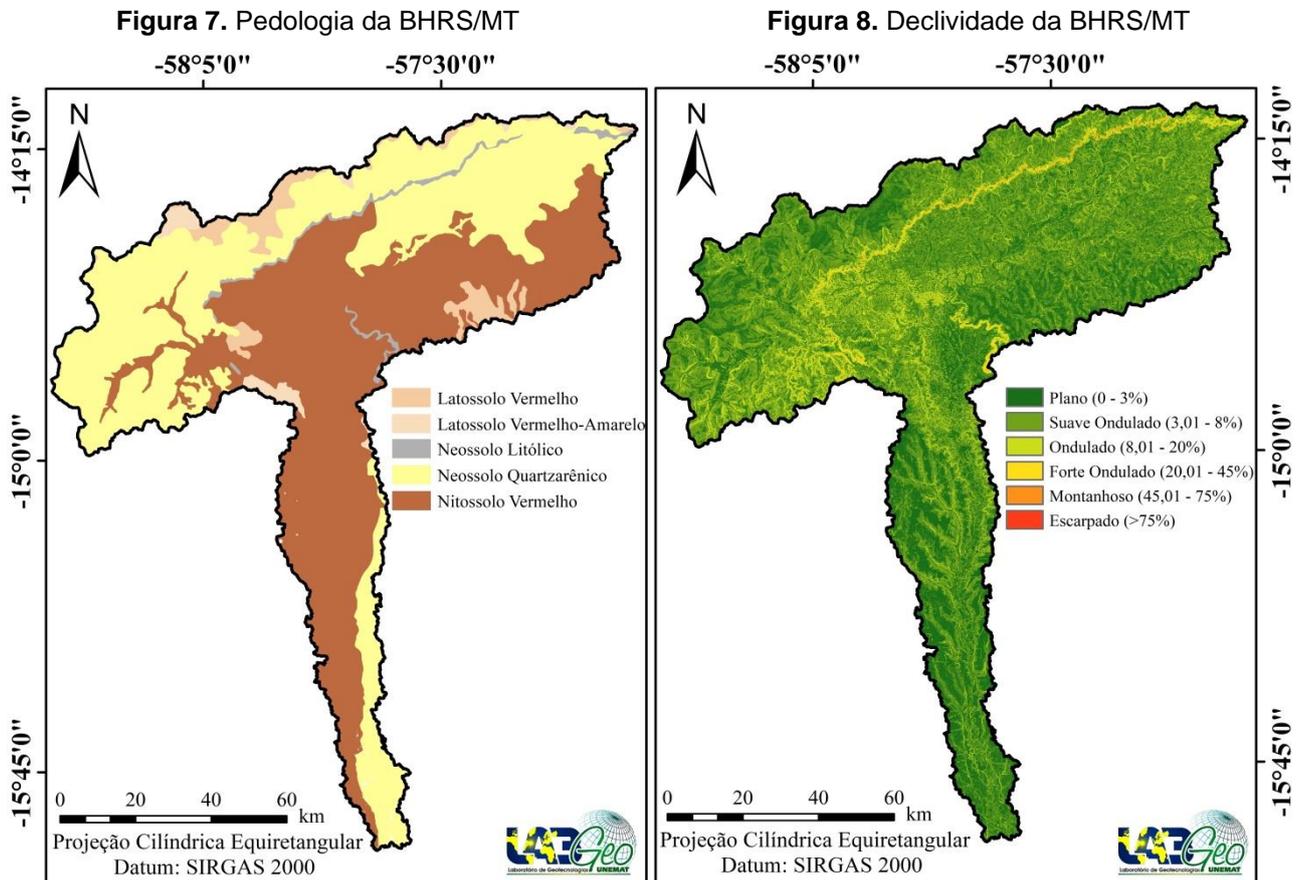
Figura 6. Geologia da BHRS/MT.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

“A maior parte dos Nitossolos corresponde às anteriormente denominadas Terras Roxas Estruturadas, constituindo solos de grande importância agrícola” (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009, p. 14) e o Neossolo Quartzarênico com 4.102,68 km², como são arenosos, com baixa capacidade de armazenamento de água exercem influência direta sobre a vegetação, ou seja, “como suas areias são constituídas praticamente de mineral quartzo, estes são solos desprovidos por completo de minerais primários alteráveis e, portanto, virtualmente sem nenhuma reserva potencial de nutrientes para as plantas” (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009, p. 13). Em menores percentuais, temos o Latossolo Vermelho (443,60 km²), o Neossolo Litólico (307,85 km²) e Latossolo Vermelho-Amarelo com 169,06 km² (**Figura 7**).

A declividade na bacia constitui-se em 45,08% plano, em 44,72% suave ondulado 8,26% ondulado, 1,43% forte ondulado, 0,48% montanhoso e 0,03% escarpado (**Figura 8**).



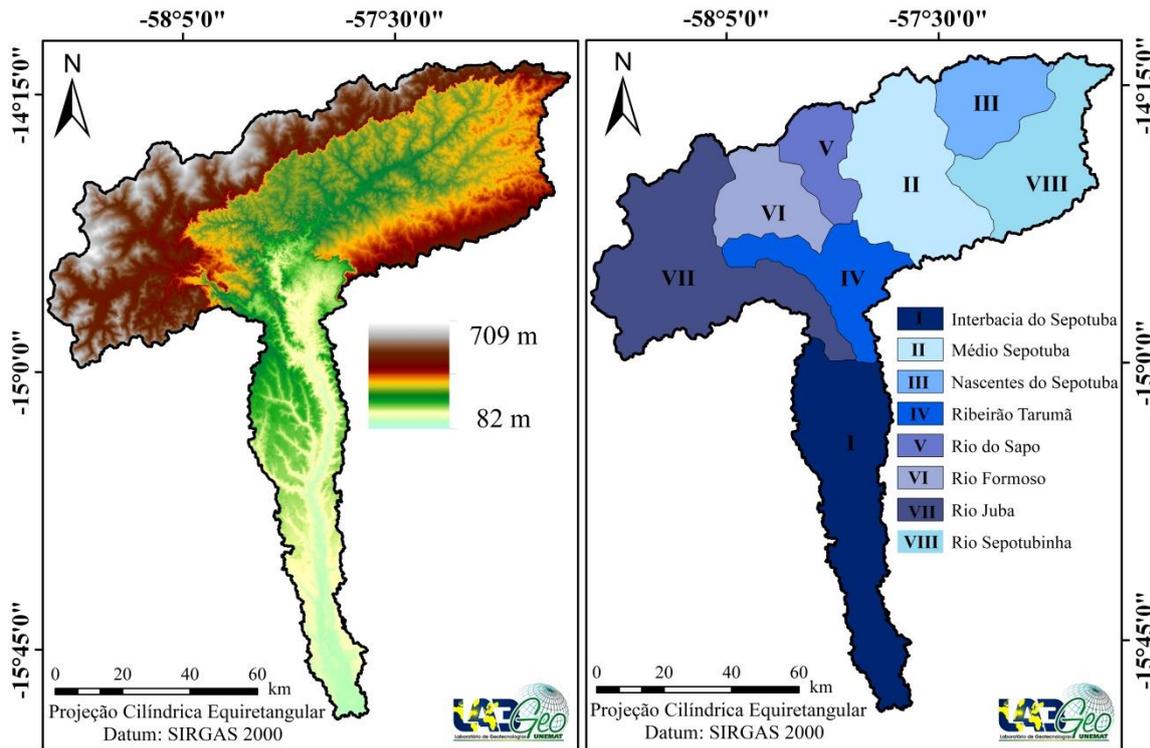
Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A altitude mínima presente na bacia é 82 m e a máxima de 709 m (**Figura 9**).

A Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba possui oito sub-bacias (**Figura 10**): a Interbacia do rio Sepotuba possui a extensão de 1.938 km²; a Médio Sepotuba com 1.571 km²; a Nascentes do Sepotuba com 769 km²; Ribeirão Tarumã com 870 km²; Rio do Sapo com 542 km²; Rio Formoso com 715 km²; Rio Juba com 2.179 km² e a Rio Sepotubinha com 1.221 km².

Figura 9. Hipsometria da BHR/MT.

Figura 10. Unidades hidrográficas da BHR/MT.



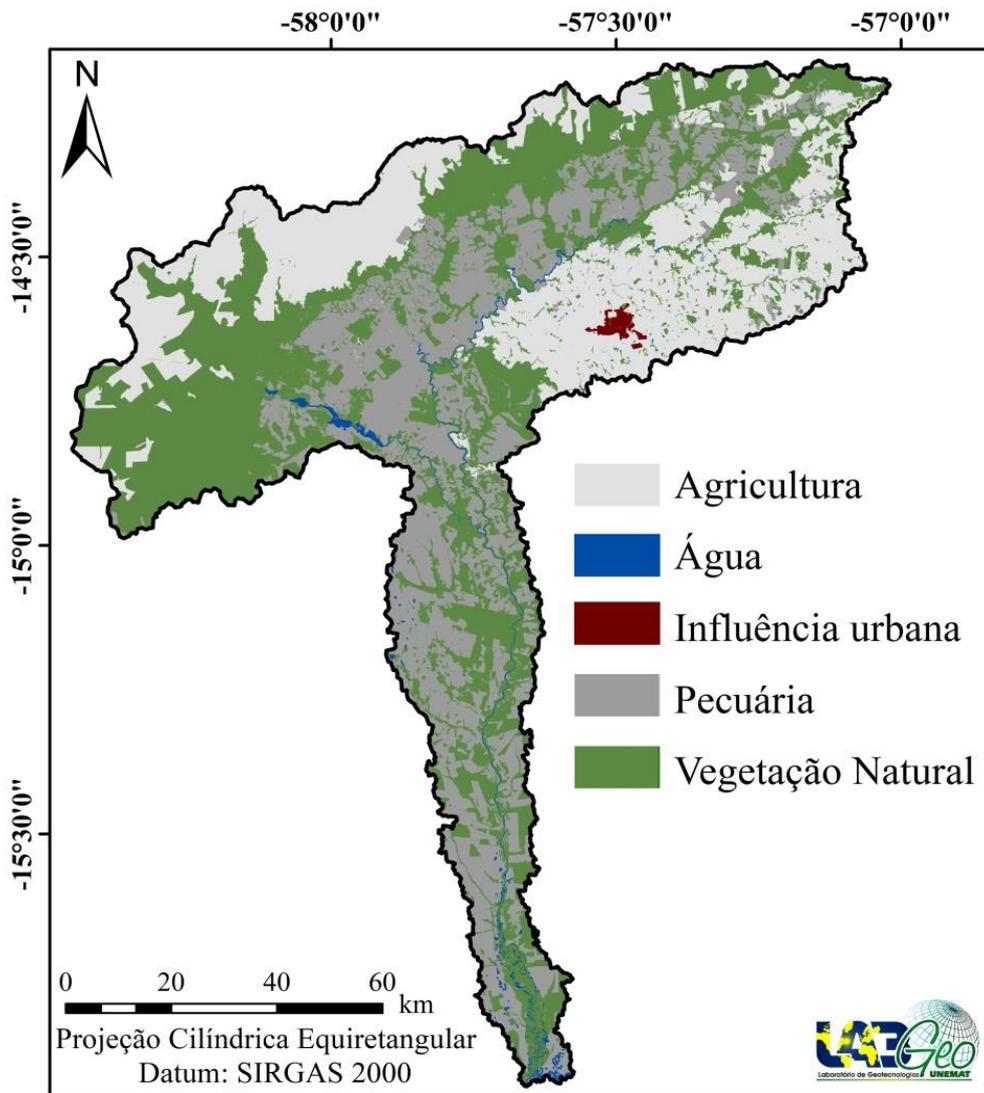
Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A bacia do Sepotuba passou por transformações ao longo do tempo e sua paisagem foi sendo alterada. Com isso, tal como os usos antrópicos foram sendo inseridos (**Figura 11**). Os componentes abióticos foram sendo impactados negativamente, a exemplo a cobertura vegetal que, ao ser suprimida, deixa de possibilitar o equilíbrio dos ecossistemas, bem como a manutenção da diversidade biológica (RODRIGUES, et al., 2015). A classe Vegetação Natural, constituída pelas classes de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, Savana Arborizada, Ecótono (Savana/Floresta Estacional) ao longo dos anos vem diminuindo sua área de abrangência e, atualmente, ocupa 41,02% da bacia (4.030,90 km²). A redução vegetacional está relacionada diretamente com as atividades econômicas realizadas nos municípios em que ocupa extensões, isto é, a agricultura e a pecuária, ambas desenvolvidas de forma extensiva, fato também constatado nos estudos de Gouveia, Galvanin e Neves (2013).

O estudo feito por Serigatto (2006) em diferentes anos também evidenciou que a área ocupada por florestas nativa passou por um processo de desmatamento seguido pela implantação do sistema agrícola e, posteriormente, pela conversão para pastagens, corroborando com os resultados obtidos nessa pesquisa. Periotto e Filho (2014) explicam

que a retirada das florestas e matas ciliares reduz a capacidade de retenção e percolação das chuvas no solo, diminuindo a reposição hídrica e aumenta o escoamento superficial, o que ocasiona transporte de sedimentos em massa durante as cheias.

Figura 11. Cobertura vegetal e uso da terra na da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Em contrapartida, as classes Pecuária (29,75%) e Agricultura (28,34%) se mostraram crescentes, sendo distribuídas por 5.707,73 km². Essas classes estão distribuídas de Norte a Sul e Leste a Oeste, representando as áreas destinadas a Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs). Fatos como estes ocorrem em todo Brasil e estão associados às principais causas na redução da biodiversidade (DIAS; MOSCHINI; TREVISAN, 2017), ainda mais se for considerado que

a bacia do Sepotuba possui extensões nos biomas Amazônia e Cerrado, caracterizados como abundantes em fauna e flora (AB'SABER, 2002; KLINK; MACHADO, 2005).

O único núcleo urbano localizado totalmente nessa bacia é Tangará da Serra (0,26%), que figura entre as cinco cidades mais populosas de Mato Grosso (IBGE, 2010). Cabe aqui destacar que a cidade de Tangará da Serra sofre com a escassez de água nos períodos de estiagem, pois o córrego que abastece a cidade está sofrendo com impactos ambientais de retirada de vegetação ciliar, considerada por Gouveia et al. (2015) de alta proteção em relação aos cursos hídricos.

Para Tambosi et al. (2015), a crise hídrica traz diversas consequências, sobretudo no saneamento básico, saúde pública e setores econômicos. Vale ressaltar que há uma intenção em captar água do rio Sepotuba para tratamento e abastecimento, porém há necessidade de futuros e maiores investimentos, pois existe um trajeto de aproximadamente 12 km de distância da área urbana de Tangará da Serra.

A classe Massas d'água (0,63%), em razão da escala de representação, não pode ser quantificada apropriadamente. No entanto, a presença de PCHs, instaladas a partir de 1999 principalmente no Rio Juba a noroeste da bacia, alterou a dinâmica hídrica como, por exemplo, enchimento dos reservatórios, que implicou reduzir expressivamente as águas ao longo dos cursos hídricos (SERIGATTO, 2006).

Os componentes antrópicos que interagem nas paisagens com os bióticos e abióticos, a exemplo da população dos municípios que possuem extensão territorial na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, têm aumentado ao longo dos anos estudados, constituindo atualmente em 283.880 habitantes (IBGE, 2010), sendo que Cáceres, Tangará da Serra, Barra do Bugres e Campo Novo do Parecis representam 81,28%. A densidade demográfica nos municípios é de: 3,61 hab/km² em Cáceres; 7,37 hab/km² em Tangará da Serra; 5,25 hab/km² em Barra do Bugres; 3,08 hab/km² em Lambari D'Oeste e 2,92 hab/km² em Campo Novo do Parecis.

As municipalidades contidas na BHRS apresentaram IDH-M entre 0.627 (Lambari D'Oeste) e 0.734 (Campo Novo do Parecis), configurando-se como Médio e Alto, respectivamente. Dados semelhantes foram encontrados nas pesquisas Scheuer et al. (2018) quando verificaram que o desenvolvimento humano não deve ser medido somente por meio de dados econômicos, mas por vários pressupostos (até mesmo ambientais) e

que a falta de algum deles (humanos, sociais, físicos, econômicos, administrativos e ambientais) pode implicar na qualidade de vida das pessoas.

Em relação ao esgoto sanitário adequado, os percentuais são um tanto desafiadores, considerando que 50% dos municípios com extensões territoriais na BHRS têm menos de 11% de seus resíduos despejados de forma adequada. Conforme IBGE (2010), Cáceres tem o maior percentual (59,60%) de resíduos sólidos despejados de forma adequada. No entanto, verifica-se na cidade que o despejo de esgoto nos córregos urbanos faz com que ocorra contaminação dos corpos hídricos (PAIVA et al., 2015).

Tundisi et al. (2006, p. 216) esclareceram que o “material residual proveniente de fontes orgânicas e inorgânicas, resultantes de atividades industriais, agrícolas ou de resíduos domésticos, é uma fonte extremamente importante de poluição e contaminação”, o que favorece os impactos ambientais negativos podendo atingir diretamente a sociedade, uma vez que, ao poluir o curso hídrico local, será necessário buscar fontes mais distantes para obtenção da água, acarretando custos econômicos elevados.

Além dos impactos decorrentes do despejo impróprio de resíduos sólidos, constatou-se por meio de outro estudo na área relatada que a Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba tem a presença de lixões, como o antigo lixão municipal de Tangará da Serra, que causou poluição de córregos e rios, além dos processos erosivos nas margens dos corpos hídricos provocados pelo pisoteio do gado (SIEBERT, 2013).

Outro fato relevante é a produção de energia elétrica na BHRS, Siebert (2013) afirma que, ao longo da bacia, há quatro empreendimentos em operação e vinte e dois em fase de construção, licenciamento, projeto e inventário. Souza Filho (2013) esclarece que o Rio Sepotuba atualmente possui duas Usinas Hidrelétricas (UH) e duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), ambas nos rios Juba e seu afluente Jubinha, os reservatórios estão distribuídos em cascata e a PCH de Salto Maciel é o aproveitamento, situada na parte mais baixa, representando equivalentes 4.319 km², no rio Juba os reservatórios também são em cascata que, por sua vez, é finalizada pela PCH de Tapirapuã, cuja a área de drenagem é de 2.317 km².

Caracterização das paisagens das unidades hidrográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT

A seguir, é apresentada a caracterização das paisagens por unidade hidrográfica da bacia de pesquisa com intuito de que os dados e informações gerados beneficiem o planejamento ambiental que contemple o uso da terra em consonância com a conservação.

A Interbacia do rio Sepotuba possui três formações geológicas, a Formação Pantanal representa 80,12%, os Aluviões Atuais 14,56% e a Formação Sepotuba 5,31%. Para Souza (2004), a formação Pantanal data do período Quaternário e possui sedimentos semiconsolidados e inconsolidados de textura argilosa e intercalado com texturas mais arenosas, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomerados. Leandro e Souza (2012) esclarecem que os aluviões atuais são caracterizados por depósitos recentes de areias, silte, argila e cascalhos. Os sistemas geomorfológicos estão apresentados na **Tabela 7**.

Tabela 7. Geomorfologia da Interbacia do rio Sepotuba.

Sistemas	km²
Sistema de Dissecação em Colinas e Morros	1.484,05
Sistema de Dissecação/Lagos	69,73
Sistema de Pedimento	102,03
Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme	109,70
Sistema de Planície Fluvial	2,28
Sistema de Planície Fluvial - Terraços Baixos	100,45
Total	1.868,24

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A Interbacia possui quatro classes de solos, sendo elas: o Nitossolo Vermelho (71,85%), Neossolos Quartzarênicos (19,60%), Neossolos (8,53%) e o Latossolo Vermelho Amarelo (0,02%).

Ela tem 40,45% de sua área coberta por vegetação natural, porém o que predomina é a Pecuária (57,89%).

Pode-se encontrar na sub-bacia do Médio Sepotuba seis formações geológicas, sendo a formação Utiariti a mais abrangente (53,77%) (**Tabela 8**), essa formação, litologicamente, é um pacote sedimentar constituído de sedimentos arenosos, em cores variadas de matriz branca, amarela, roxa e avermelhada, depositadas em bancos maciços e espessos, com estratificações cruzadas e composição quartzosas e feldspática (BRASIL, 1982).

Tabela 8. Geologia da sub-bacia do Médio Sepotuba.

Formações	km²
Aluviões Atuais	39,29
Formação Salto das Nuvens	254,70
Formação Sepotuba	0,35
Formação Tapirapuã	421,61
Formação Utiariti	845,27
Superfície Paleogenica Peneplanizada com Latossolização	10,55
Total	1.572

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A formação Tapirapuã, também presente nessa sub-bacia, refere-se a um evento geológico ocorrido no Triássico e Jurássico (Mesozóico) de derrame basáltico (MENONCELLO, 2016).

A geomorfologia da Médio Sepotuba é composta em sua maior parte pelo Sistema de Aplanamento 3 (97,09%), conforme exposto na **Tabela 9**.

Tabela 9. Geomorfologia da sub-bacia do Médio Sepotuba.

Formações	km²
Sistema de Aplanamento 2	4,28
Sistema de Aplanamento 3	1526,32
Sistema de Dissecação	0,87
Sistema de Pedimento	2,04
Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme	30,09
Sistema de Planície Fluvial	8,40
Total	1.572

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

No que diz respeito à pedologia, a classe mais abrangente é a de Neossolos Quartizarênicos (40,63%), seguida de Nitossolo (25,32%), Nitossolo Vermelho (23,77%), Latossolo Vermelho (7,85%), Neossolos Litólicos (1,90%) e o Latossolo Vermelho-Amarelo com 0,53%.

Nessa sub-bacia, os usos como Agricultura (45,79%), Pecuária (20,49%) e Influência urbana (1,62%) sobressaem em relação à vegetação natural (31,73%).

A unidade hidrográfica Nascentes do Sepotuba é composta em sua maioria pela Formação Utiariti (95,40%), como demonstrado na **Tabela 10**.

Tabela 10. Geologia da sub-bacia Nascentes do Sepotuba.

Formações	km²
Aluviões Atuais	17,44
Formação Utiariti	734,13
Superfície Paleogenica Peneplanizada com Latossolização	17,93
Total	769,50

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Sua geomorfologia é pautada no Sistema de Aplanamento 3 (94,44%), com menores incidências o Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme (4,50%) e o Sistema de Aplanamento 2 (2,27%). Em relação aos sistemas de Aplanamento, todos constituem “a base da superfície de aplanamento, atualmente está sendo dissecada pelo sistema fluvial instalado juntamente com o clima úmido. Apresenta [...] posicionamento na base do relevo regional, as baixas altitudes e a presença de relevos residuais” (MATO GROSSO, 2000, p. 15).

Os Neossolos Quartzarênicos são predominantes nesta sub-bacia, visto que representam 68,20% de toda área. Além disso, são também encontrados em menores quantidades o Nitossolo Vermelho (21,39%), Latossolo Vermelho (7,42%), Latossolo Vermelho Amarelo (1,55%) e o Neossolo Litólico (1,45%). Os Nitossolos Vermelhos são configurados como um solo de menor erodibilidade, com textura específica, profundos e, “apesar de argilosos, possuem boa permeabilidade interna. A maior parte dos nitossolos corresponde às anteriormente denominadas Terras Roxas Estruturadas, constituindo solos de grande importância agrícola” (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009, p. 14).

A Nascentes do Sepotuba ainda possui uma quantidade considerável de vegetação natural (46,63%). Entretanto, a Pecuária (31,01%) e a Agricultura (22,37%) estão ganhando espaço ao longo dos anos.

A sub-bacia Ribeirão Tarumã registrou a ocorrência de 10 formações geológicas com dimensões variadas (**Tabela 11**).

Tabela 11. Geologia da sub-bacia Ribeirão Tarumã.

Formações	km²
Formação Araras	107,00
Formação Morro Cristalino	38,82
Formação Pantanal	32,08
Formação Puga	4,21
Formação Raizama	50,29
Formação Sepotuba	339,53
Formação Tapirapuã	83,60
Formação Utariti	71,48
Formação Vale da Promissão	58,03
Grupo Serra do Rio Branco	85,68
Total	870,72

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A Formação Araras pertence ao Grupo Alto Paraguai sendo a litologia mais antiga do grupo constituindo-se de calcário (LEANDRO; SOUZA; NASCIMENTO, 2018).

Essas formações geológicas comportam cinco sistemas geomorfológicos, o Sistema de Aplanamento 3 (67,72%), Sistema de Dissecação (0,45%), Sistema de Dissecação em Colinas e Morros (20,42%), Sistema de Dissecação em Escarpa (2,72%) e o Sistema de Pedimento (8,69%). Esse perímetro é composto por Latossolo Vermelho (6,56%), Latossolo Vermelho Amarelo (1,15%), Neossolo Litólico (1,77%), Neossolos Quartzarênicos (35,33%), Nitossolo (10,06%) e o Nitossolo Vermelho (45,13%).

Na Ribeirão Tarumã, a vegetação natural recobre 43,36% da área enquanto que a Pecuária (47,96%) e a Agricultura (8,05%) estendem-se por 56,01%.

A sub-bacia do Rio Formoso é geologicamente composta por sete formações (Tabela 12).

Tabela 12. Geologia da sub-bacia do Rio Formoso.

Formações	km²
Formação Araras	20,16
Formação Morro Cristalino	51,02
Formação Puga	1,72
Formação Utariti	517,03
Formação Vale da Promissão	74,43
Grupo Serra do Rio Branco	33,27
Superfície Paleogênica Paneplanizada com Latossolização	17,73
Total	715,36

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Registros geomorfológicos apontam quatro sistemas, o Sistema de Aplanamento 2 (0,97%), Sistema de Aplanamento 3 (81,78%), Sistema de Dissecação em Escarpa (4,12%) e o Sistema de Pedimento (13,14%).

A pedologia na sub-bacia consiste em Latossolo Vermelho (7,75%), Neossolos Litólicos (1,54%), Neossolos Quartzarênicos (41,77%) e Nitossolo Vermelho (48,94%). Os Neossolos Quartzarênicos arenosos, com baixa capacidade de armazenamento de água, implicam diretamente na manutenção da vegetação, ou seja, “como suas areias são constituídas praticamente de mineral quartzo, estes são solos desprovidos por completo de minerais primários alteráveis e, portanto, virtualmente sem nenhuma reserva potencial de nutrientes para as plantas” (SILVA; CHAVES; LIMA, 2009, p. 13).

Sua vegetação natural (26,15%) foi fortemente suprimida, perdendo espaço para a Agricultura (41,07%) e a Pecuária (32,70%).

Na sub-bacia do Rio Juba, foram constatadas nove formações geológicas que estão descritas na **Tabela 13**.

Tabela 13. Geologia da sub-bacia do Rio Juba.

Formações	km²
Aluviões Atuais	131,21
Formação Araras	24,08
Formação Morro Cristalino	26,08
Formação Pantanal	156,20
Formação Sepotuba	64,58
Formação Utiariti	1.543,41
Formação Vale da Promissão	105,79
Grupo Serra do Rio Branco	106,78
Superfície Paleogênica Paneplanizada com Latossolização	21,75
Total	2.180

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A formação Sepotuba pertence ao Grupo Alto Paraguai, que é constituída por folhelhos e siltitos (LEANDRO; SOUZA; NASCIMENTO, 2018).

A geomorfologia da sub-bacia abrange sete sistemas (**Tabela 14**).

Tabela 14. Geomorfologia da sub-bacia do Rio Juba.

Formações	km²
Sistema de Aplanamento 2	19,26
Sistema de Aplanamento 3	1.575,80
Sistema de Dissecação em Colinas e Morros	154,42
Sistema de Dissecação em Escarpa	198,41
Sistema de Pedimento	93,18
Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme	46,56
Sistema de Planície Fluvial	92,30
Total	2.180

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

O Sistema de Dissecação de Colinas e Morros comporta as formas que ocorrem nas áreas de transição entre os sistemas de aplanamento, caracterizando-se preferencialmente por “áreas dissecadas em rebordos erosivos, que podem encontrar-se escalonados em patamares” (MATO GROSSO, 2000, p. 13).

Foram constatados cinco sistemas pedológicos na Rio Juba, o Latossolo Vermelho e Vermelho Amarelo, que abrangem 6,01% e 2,33%, respectivamente. Os Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos perfazem 0,34% e 56,62%, enquanto o Nitossolo Vermelho 34,69%.

Diferente das demais sub-bacias na do Rio Juba a vegetação natural prevalece (59,96%) em relação aos usos antrópicos (Pecuária (14,16%) e Agricultura 25,10%).

A sub-bacia do Rio Sapo possui formações geológicas distintas, como a Formação Araras (3,11%), Formação Utiriti (94,75%) e a Superfície Paleogênica Peneplanizada com Latossolização (2,31%).

Em relação à geomorfologia, foram constatados quatro sistemas, o Sistema de Aplanamento 2 e 3 abrangem 31,52 km² e 493,37 km², respectivamente. O Sistema de Dissecção em Escarpa que possui 1,36 km² e o Sistema de Pedimento 16,28 km². O Sistema de Pedimento é gerado:

“em regime de clima árido quente ou semiárido sendo, portanto, feições relictuais no Estado de Mato Grosso, geralmente encontram-se na base de relevos montanhosos ou serranos. O material superficial é composto por detritos transportados em forma de leques aluviais” (MATO GROSSO, 2000, p. 15).

Verificou-se a presença de Latossolo Vermelho e Vermelho Amarelo que se estendem por 94,89 km² e 5,98 km² sequentemente. Os Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos que possuem 12,24 km² e 204,88 km² e o Nitossolo Vermelho com 224,54 km². A vegetação natural recobre 32,69% dessa sub-bacia e também há a presença de Agricultura (36,57%) e Pecuária (30,74%).

As formações geológicas da sub-bacia do Rio Sepotubinha estão representadas na **Tabela 15**.

Tabela 15. Geologia da sub-bacia do Rio Sepotubinha.

Formações	km²
Aluviões Atuais	26,28
Formação Salto das Nuvens	525,44
Formação Tapirapuã	239,21
Formação Utiriti	424,19
Superfície Paleogênica Paneplanizada com Latossolização	6,36
Total	1.221

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A formação Salto das Nuvens é inserida no Grupo Parecis datada do período cretáceo e é constituída por arenitos, arcóseos e níveis conglomeráticos intercalados predominantemente na sua porção basal (MATO GROSSO, 2000).

Foram constatados três sistemas geomorfológicos, o Sistema de Aplanamento 2 (46,29%) e 3 (51,85%) e o Sistema de Planície Aluvionar Meandriforme (1,86%). Os solos

são o Latossolo Vermelho (10,26%) e Vermelho Amarelo (2,18%), Neossolos Litólicos (0,58%) e Quartzarênicos (40,81%), Nitossolo (15,74%) e Nitossolo Vermelho (30,42%).

A Agricultura (63,85%) prevalece em relação à Pecuária (8,79%) e a vegetação natural (27,32%).

4.2 - Alterações da cobertura vegetal e dos usos da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba

Com a expansão dos usos da terra (agricultura, pecuária e cidades) nos municípios, com extensões inseridas na bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, a vegetação foi sendo progressivamente suprimida (**Tabela 16**).

Tabela 16. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.

Classes Temáticas	Área (km ²)								Dinâmica (%)
	1988	%	1998	%	2008	%	2018	%	
Fa	513,23	5,22	505,68	5,15	436,08	4,44	383,57	3,90	-33,80
Fs	1.537,54	15,65	1.238,86	12,61	931,54	9,48	775,61	7,89	-98,24
Fb	1.275,75	12,98	1.068,33	10,87	793,33	8,07	697,37	7,10	-82,94
Sa	1.998,67	20,34	1.790,23	18,22	1.740,78	17,72	1.665,70	16,95	-19,99
Sp	1.162,11	11,83	706,33	7,19	331,63	3,38	288,42	2,94	-302,93
SNt	370,99	3,78	362,78	3,69	360,51	3,67	220,24	2,24	-68,45
Ac	985,52	10,03	2.115,78	21,53	2.615,53	26,62	2.784,61	28,34	64,61
Ap + Vs	1.925,64	19,60	1.973,02	20,08	2.547,95	25,93	2.923,12	29,75	34,12
Iu	7,70	0,08	16,14	0,16	19,81	0,20	25,53	0,26	69,83
Massas d'água	48,66	0,50	48,66	0,50	48,66	0,50	61,65	0,63	21,07
Total	9.825,82	100	9.825,82	100	9.825,82	100	9.825,82	100	-

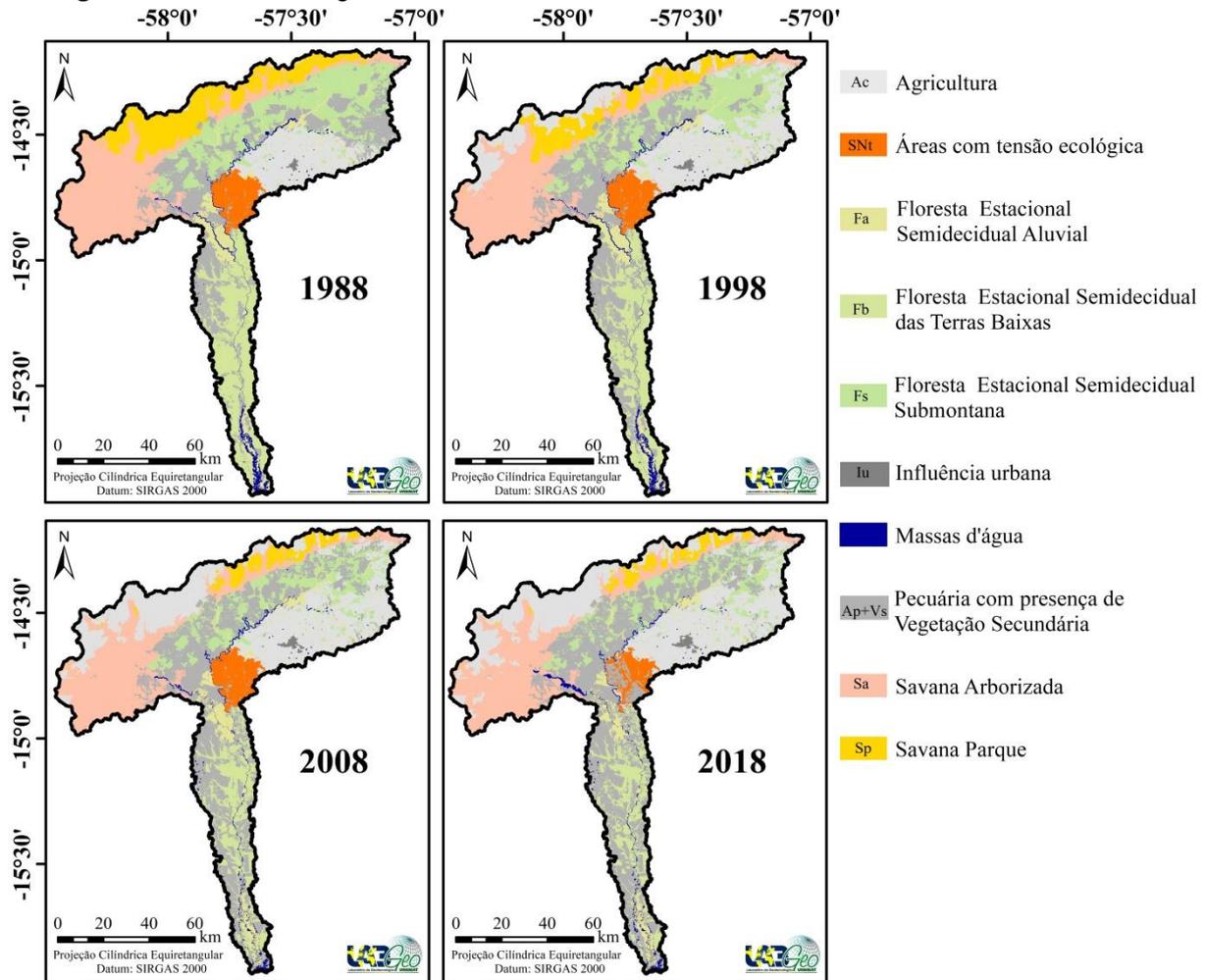
*Fa - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial; Fs - Floresta Estacional Semidecidual submontana; Fb - Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas; Sa - Savana arborizada; Sp - Savana parque; SNt - Áreas com tensão ecológica; Ac - Agricultura; Ap+Vs - Pecuária com presença de Vegetação Secundária; Iu - Influência urbana. * Relativa ao período inicial e final do estudo. Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

A cobertura vegetal era predominante nos anos de 1988 e 1998 na área de pesquisa, porém a situação foi modificada nos anos de 2008 e 2018, quando os usos da terra ocuparam maiores extensões que a cobertura vegetal (**Figura 12**), evidenciando que, no período analisado, a cobertura vegetal foi reduzida em 70,14%. A supressão da vegetação se não estiver de acordo com a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012) pode ocasionar multas estabelecidas pelo art. 50 do Decreto nº 6.514/2008 (BRASIL, 2008).

A Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Fa) agrupa as fitofisionomias aluviais que ocorrem ao longo dos cursos hídricos, ocorre com maior frequência na grande depressão pantaneira mato-grossense-do-sul e sempre margeia os afluentes da Bacia do Rio Paraguai. Na área de estudo, a Fa teve redução de 33,80% no período estudado, essa situação pode refletir nas condições do ambiente em que essa se encontra. Wadt (2003) afirma que a Fa contribui com a proteção das margens dos rios, lagos, cursos d'água e nascentes contra assoreamentos, mantendo a capacidade original de escoamento

dos leitos, facilitando ainda na infiltração da água das chuvas no solo. Além disso, esse tipo de vegetação recobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) desempenhando a função de proteger as margens de erosões e desmoronamentos promovendo o equilíbrio dinâmico dos rios.

Figura 12. Cobertura vegetal e usos da terra na BHRS, nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Sendo assim, as matas ciliares perfazem a constituição das APP tendo, nos termos do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), a função primordial de preservar os recursos hídricos. Destarte, o referido ordenamento jurídico também estipula os cursos naturais d'água, sendo eles perenes ou intermitentes, desde a borda da calha do leito regular largura mínima de preservação. Tal como Brasil (2012) aponta:

- 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

- 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Assim, temos algumas ocupações irregulares das áreas marginais dos rios brasileiros que, por sua vez, estão em desacordo com a lei, promovendo uma série de impactos ambientais.

A Floresta Estacional Semidecidual submontana (Fs) ocorre, basicamente, nos terrenos sedimentares do Planalto dos Parecis, em altitudes que variam de 300m a 450m. Apresenta variações tanto de estrutura como de fisionomia, ora apresentando uma estrutura exuberante, com dossel emergente e altura superior aos 30m, ora exibindo uma estrutura fina, de porte baixo, com dossel uniforme. Na BHRS, essa classe apresentou uma dinâmica de 98,24%, mesmo sendo protegida pela legislação ambiental (BRASIL, 2012). Segundo pesquisas realizadas por Rocha et al. (2011), somente entre os anos de 2002 e 2009, a Floresta Estacional Semidecidual submontana perdeu 8,96% de sua área no bioma Cerrado, essas supressões estão intrinsicamente relacionadas à formação de novas fronteiras agrícolas. Essas novas fronteiras acabam por fragmentar as floretas, o que, para Nascimento et al. (1999), constitui-se como a principal ameaça à biodiversidade.

A Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (Fb) ocorre em terrenos das formações geológicas Sepotuba e Guaporé, em altitudes em torno de 200m. Esta floresta se caracteriza por apresentar na sua composição indivíduos de grande porte que se destacam no seu dossel, podendo atingir 35 a 40m, assim como a submontana também teve sua vegetação suprimida (82,94%). Em se tratando de Mato Grosso, podemos relacionar esse decréscimo ao incentivo governamental da estruturação fundiária que, nos anos 70, abriam caminho para “colonização empresarial”, que favoreciam projetos voltados para agropecuária, agroindústrias etc. Além do mais, houve a implementação de polos de desenvolvimento (POLOAMAZÔNIA, POLOCENTROESTE, POLONOROESTE) e projetos voltados basicamente para o desenvolvimento da agropecuária e exploração mineral (MORENO, 1999).

A Savana Arborizada (Sa), que ocupa a maior área, comparada com as demais classes vegetacionais, apresentou menor percentual de decréscimo nos anos de pesquisa (19,99%), embora seja a cobertura nativa mais ameaçada por ocorrer em áreas propícias às atividades agropecuárias (BRASIL, 2012; PAIVA et al., 2014). É caracterizada em função do estrato arbóreo descontínuo, com altura variando entre 7 e 12 metros, com presença de arbustos, subarbustos e ervas (gramíneas e outras). Vale salientar que as áreas de Savana menos impactadas são as que recobrem solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos), que estão localizados na porção noroeste da bacia, solos estes que impõem restrições ao desenvolvimento das atividades agropecuárias.

A Savana Parque (Sp), que ocorre com feição de campos litossólicos e/ou rupestres em tipologias naturais de Cerrado-de-Pantanal com denominações regionais diversas caracterizadas pela presença de “covoais”, “monchões” ou “murun”, diminuiu em 300%, sendo que a alteração foi intensificada em 1998 com a expansão da agricultura. Tal fato ocorreu a partir dos anos noventa quando a economia de Mato Grosso foi inserida na economia nacional decorrente da pauta de exportação que passou a ser mais diversificada (PEREIRA; MENDES, 2014).

As áreas com tensão ecológica (Ecótono), que representa o contato entre duas ou mais regiões fitoecológicas e que se manifesta na forma de interpenetrações de espécies em uma mesma área (neste caso do contato Savana/Floresta Estacional), decresceram 68,45%, principalmente entre 2008 e 2018. Tal como ocorre nas demais classes, esta teve sua área regredida em função da expansão da pecuária. Outro fator que pode ter colaborado com a supressão da vegetação tem relação com as atividades econômicas desenvolvidas no assentamento Antônio Conselheiro, pois, segundo os estudos de Silva, Queiroz e Galvanin (2017), somente entre os anos de 1995 a 2015, a vegetação natural que recobria o assentamento diminuiu 31,96%, ao passo que a pastagem plantada e a agricultura aumentaram 31,29%.

A classe Massa d'água, que se refere aos corpos hídricos, cresceu 21,07% no período investigado, podendo esse aumento estar associado ao período das imagens utilizadas no mapeamento e/ou pelas massas d'água da bacia serem utilizadas para geração de energia elétrica, uma vez que no rio Juba e Jubinha estão em operação duas Usinas hidrelétricas (UHE) e duas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) (**Figura 13**)

(ANEEL, 2017). Além delas, existe a previsão de mais três UHEs e de mais dezenove PCHs (SOUZA FILHO, 2013).

Figura 13. Pequena Central Hidrelétrica Graça Brennand situada na várzea do Rio Juba/MT.



Fonte: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Zerlotti (2011) expôs que, dentre os impactos causados por elas, destaca-se a alteração no ciclo natural do fluxo do rio em planícies inundáveis e modificação nos ecossistemas aquáticos, terrestres e na biodiversidade. Convém ressaltar também que a construção de uma usina, além de provocar alteração do fluxo hídrico, promove mudanças no uso e cobertura do solo, além de outros fatores externos negativos, tais como erosão, eutrofização dos canais fluviais, redução da flora e da população faunística aquática e, principalmente, de peixes, em razão das alterações no balanço hídrico da bacia em questão (TOZATO; DUBREUIL; MELLO-THÉRY, 2013; ROSA et al., 2007).

As classes Agricultura (Ac), Pecuária com presença de Vegetação Secundária (Ap + Vs) e Influência urbana (Iu) apresentaram crescimento de 49,08% na BHRS (Figura 14).

Figura 14. Usos da terra presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT.



Fonte: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

No período investigado, a Agricultura, que corresponde às terras utilizadas para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio, foi o uso que mais aumentou correspondendo a 64,54%, principalmente nos municípios de Tangará da Serra, Nova Olímpia, Nova Marilândia e Santo Afonso. Em tais municípios, a monocultura da cana-de-açúcar sobressai quanto aos demais cultivos, especialmente por conta da presença da usina Itamarati localizada no município de Nova Olímpia. Além do mais, esses municípios estão sobre os Nitossolos que, associados com a pouca declividade, são altamente propícios ao cultivo. Conforme Neves et al. (2015), o tipo de solo e a declividade tendem a favorecer tal economia porque implica menos custos de produção, manejo e mecanização do solo. Os dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (2019) evidenciaram que Mato Grosso registrou um aumento na produção de cana-de-açúcar na safra 2018/19, apontando que o Estado produziu 17,3 milhões de toneladas, cerca de 7% a mais que na safra anterior.

A Pecuária com presença de Vegetação Secundária (Ap+Vs) corresponde às áreas nas quais são plantadas forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Esta apresentou aumento de 34,12%, constituindo a principal atividade produtiva na bacia e contribuiu com 42% do PIB da região Centro-Oeste (IBGE, 2010). A partir da década de 1980, avançou sobre solos menos férteis e relevos ondulados, pouco atrativos para as culturas agrícolas mecanizadas. Em geral, a pecuária de corte está relacionada com os empreendimentos capitalistas de médio e grande porte (FARIA, 2013).

Na unidade hidrográfica de estudo, a classe Influência urbana (lu), que corresponde a área ocupada por aglomerado de pessoas - cidade, está representada pela cidade de Tangará da Serra, que contribuiu com o aumento de 69,83% da classe no período de estudo. O acréscimo mencionado ocorre em razão do crescimento demográfico, pois a população passou de 39.848 habitantes, em 1991, para 83.431 habitantes em 2010 (IBGE, 2010).

A forma como a sociedade se apropria dos componentes da paisagem, geralmente em detrimento da manutenção de suas necessidades, inserindo usos da terra que, muitas vezes, não são implantados adequadamente, em desconformidade com as fragilidades dos seus atributos, pode promover desequilíbrios dinâmicos que implicam degradação ambiental. Sendo assim, o próximo capítulo abordará a fragilidade ambiental da BHRS, bem como de suas sub-bacias.

4.3 - Fragilidade ambiental das paisagens das sub-bacias do Rio Sepotuba

Estudos acerca da fragilidade favorecem o planejamento ambiental, pois a “identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial” (GOUVEIA et al., 2015, p. 131). Por isso, os diferentes padrões de fragilidade ambiental podem ser classificados em Unidades Ecodinâmicas Estáveis, quando as paisagens “estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em seu estado natural” e em Unidades Ecodinâmicas Instáveis, devido terem sofrido “(...) intervenções antrópicas que modificaram intensamente seus componentes ambientais” (ROSS, 1994, p. 66).

Na BHRS, 41,57% de sua paisagem representam um percentual que se encontra ecodinamicamente estável por conta da vegetação conservada, porém 58,43% estão ecodinamicamente instável, visto que a forte influência da economia dos municípios, com extensões territoriais contidas na bacia, é pautada por meio da atividade agropecuária realizada de forma extensiva, o que acarretou a supressão da vegetação natural.

A dinâmica estável da paisagem por sub-bacia é apresentada da seguinte maneira: Rio Juba (13,35%), Interbacia do Rio Sepotuba (8%), Médio Sepotuba (5,11%), Ribeirão Tarumã (3,85%), Nascentes do Sepotuba (3,73%), Rio Sepotubinha (3,40%), Rio do Sapó (2,15%) e Rio Formoso (1,97%), tal como pode ser observado no **Tabela 17** e na **Figura 15**.

Tabela 17. Estabilidade da paisagem das unidades hidrográficas do Rio Sepotuba/MT.

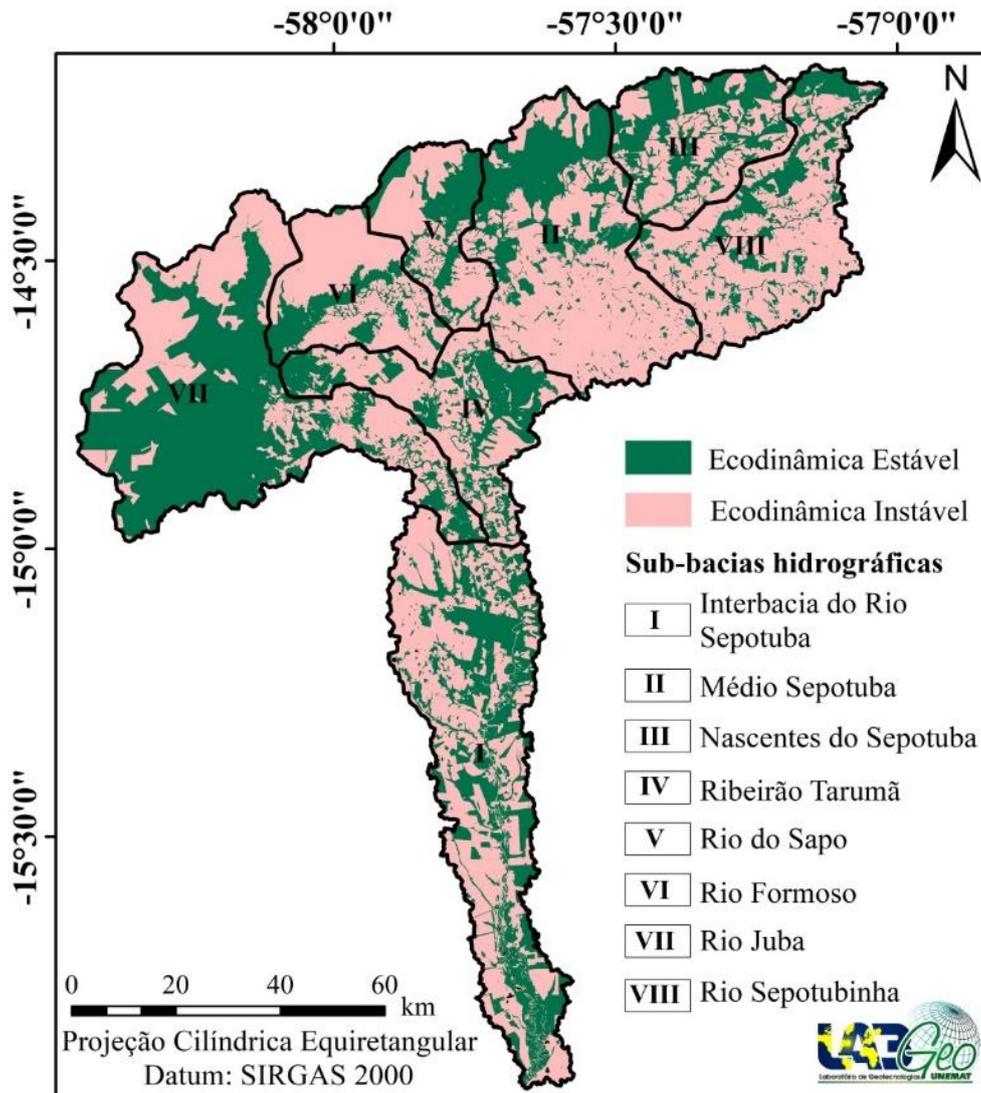
Ecodinâmica	Sub-bacias (km ²)								Total (km ²)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Estáveis	785,63	501,98	366,40	377,97	211,50	193,82	1.310,43	334,04	4.081,78
Instáveis	1.159,18	1.071,76	404,12	493,75	331,80	522,58	872,08	890,94	5.746,21
Total	1.944,81	1.573,74	770,52	871,72	543,30	716,40	2.182,51	1.224,98	9.827,98

Sub-bacias: 1 - Interbacia do Rio Sepotuba; 2 - Médio Sepotuba; 3 - Nascentes do Sepotuba; 4 - Ribeirão Tarumã; 5 - Rio do Sapó; 6 - Rio Formoso; 7 - Rio Juba; 8 - Rio Sepotubinha.

Da paisagem da Interbacia do Rio Sepotuba 11,74% configuram um percentual que se encontra em instabilidade, sendo que o restante, ou seja, 46,69% ocorrem nas sub-bacias do Médio Sepotuba (10,91%), Rio Sepotubinha (9,05%), Rio Juba (8,88%),

Rio Formoso (5,32%), Ribeirão Tarumã (5,03%), Nascentes do Sepotuba (4,12%) e Rio do Sapo (3,38%).

Figura 15. Ecodinâmica das paisagens das unidades hidrográficas da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Nas áreas em que a ecodinâmica é instável possuem em seu território usos como: pecuária, agricultura e influência urbana que, em conjunto, podem fazer com que os locais, que antes estavam em equilíbrio, passassem a evidenciar desconformidades, causando até mesmo degradação ambiental. Para Pessoa et al. (2013) e Rodrigues e Leitão Filho (2001), o processo de supressão da vegetação nativa para expansão de

cultivos agrícolas e criações de alto retorno econômico têm provocando intensos desmatamentos, tornando em, alguns casos, os solos mais suscetíveis à degradação, ocasionando a lixiviação de nutrientes, a alteração de suas propriedades físicas e a contaminação por defensivos agrícolas, favorecendo o aumento da perda de solo. Esse processo de expansão de áreas é o principal responsável pelo uso e ocupação dos territórios altamente antropizados e predominantes no espaço rural mato-grossense.

As unidades com paisagem que mantém estabilidade continuam a desempenhar suas funções ecológicas, o que favorece a conservação e a resiliência da fauna, considerando que a vegetação natural está beneficiando a manutenção do equilíbrio ecodinâmico entre os componentes ambientais, ao impedirem, por exemplo, que as águas das chuvas escoem superficialmente com maior velocidade, inibindo possíveis processos erosivos (TAMBOSI et al., 2015) que fragilizam o ambiente.

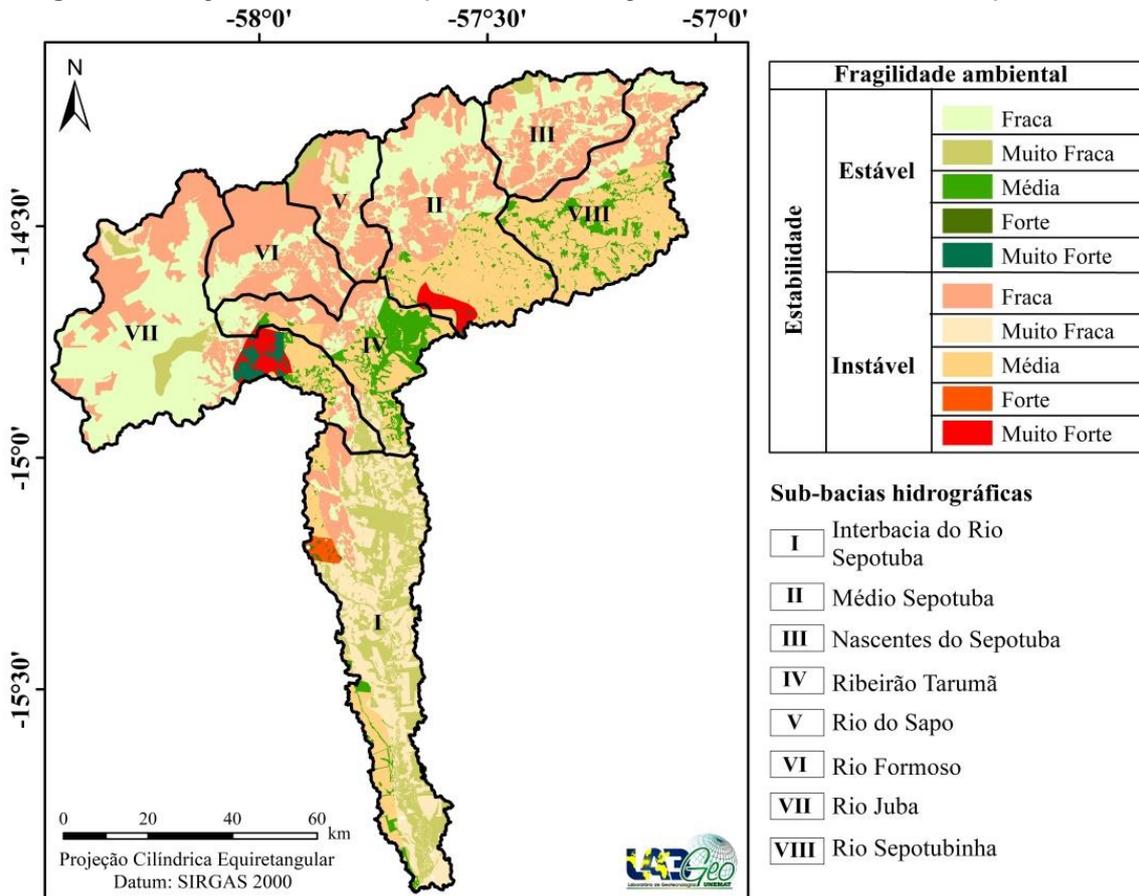
As áreas que tiveram grau de fragilidade potencial Muito Fraca, Fraca e Média são compostas por planície meadriforme, formas de topos planos, planícies fluviais, planície fluvial de terras baixas, formas dissecadas com topos salientando morfologias tabulares, com solos do tipo Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo caracterizados por apresentarem menor erodibilidade, bastante permeáveis, caracterizando áreas com vulnerabilidade muito baixa à erosão hídrica, são profundos ou muito profundos, bem drenados, com características favoráveis ao aproveitamento agrícola (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007; RESENDE et al., 2002) com pluviosidade entre 1901mm – 2100mm e com presença de vegetação natural considerável. A manutenção da vegetação é de fundamental importância para obtenção desse resultado. Nessa perspectiva, pode-se dizer que áreas mais estáveis são aquelas que possuem cobertura de vegetação nativa, permitem uma maior infiltração das precipitações pluviais, bem como diminuem o escoamento superficial e a capacidade de erosão do solo (LOPES; SALDANHA, 2016).

As extensões com fragilidade ambiental emergente Forte e Muito Forte são compostas por topos de morfologias aguçadas, áreas de morfologias convexas, predominando os Nitossolos Vermelhos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos, com a implantação de usos como agricultura, pecuária e influência urbana. Os Neossolos Quartzarênicos são rasos com afloramento de rochas, sendo esses inaptos para o preparo mecanizado, apresentam baixa fertilidade natural, com reduzidos níveis de matéria orgânica, baixa capacidade de água disponível e são muito suscetíveis aos

processos erosivos, mesmo em locais de baixa declividade. Logo, requerem maior atenção para prevenção de sua degradação (RESENDE et al., 2002). Para Spera, Reatto e Bezerra (1999), áreas como essas devem ser destinadas à preservação permanente da fauna e flora. Em razão das suas características geomorfológicas e solos altamente erodíveis, é indicado o reflorestamento com espécies nativas buscando a redução dos riscos de erosão.

A fragilidade potencial e emergente, quando analisada por sub-bacias da área estudada, descrita na **Figura 16** e **Tabela 18**, evidencia uma situação preocupante, pois em sete das unidades hidrográficas ocorre o predomínio da fragilidade emergente, indicando desequilíbrio dinâmico da paisagem em face às atividades antrópicas.

Figura 16. Fragilidade ambiental potencial e emergente das sub-bacias do rio Sepotuba/MT.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Tabela 18. Fragilidade ambiental potencial e emergente das sub-bacias do Rio Sepotuba/MT.

Classes		Sub-bacias (km ²)								Total (km ²)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
POTENCIAL	Muito Fraca	696,89	2,65	26,96	24,90	46,16	6,47	130,17		934,20
	Fraca	33,25	452,20	339,26	132,71	164,22	187,35	1091,16	179,78	2579,93
	Média	48,43	44,75	0,19	218,68	1,12	-	30,94	154,26	498,37
	Forte	7,06	-	-	-	-	-	-	-	7,06
	Muito Forte	-	2,38		1,68	-	-	58,16		62,22
Total		785,63	501,98	366,40	377,97	211,50	193,81	1310,43	334,04	4081,76
EMERGENTE	Muito Fraca	747,02	-	3,02	33,58	27,26	-	56,67	-	867,55
	Fraca	140,65	437,07	397,21	181,36	301,90	522,61	617,81	205,78	2804,40
	Média	239,57	574,33	4,00	273,54	2,70	-	132,85	683,28	1910,27
	Forte	32,78	-	-	-	-	-	-	-	32,78
	Muito Forte	-	60,53	-	5,39	-	-	65,30	-	131,22
Total		1160,02	1071,94	404,23	493,87	331,86	522,61	872,81	889,06	5746,22

Sub-bacias: 1 - Interbacia do Rio Sepotuba; 2 - Médio Sepotuba; 3 - Nascentes do Sepotuba; 4 - Ribeirão Taramã; 5 - Rio do Sapo; 6 - Rio Formoso; 7 - Rio Juba; 8 - Rio Sepotubinha. Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Na Interbacia do Rio Sepotuba, 40,52% da área possuem fragilidade potencial e 59,48% emergente. Dessa forma, predomina em relação à fragilidade potencial a classe Muito Fraca (35,95%), seguida da Média (2,50%), Fraca (1,72%) e Forte (0,36%) e a fragilidade emergente sendo distribuída entre Muito Fraca (38,17%), Média (12,36%), Fraca (7,25%) e Forte (1,69%).

A sub-bacia do Médio Sepotuba tem 31,90% de área de fragilidade potencial com predominância do grau de fragilidade Fraca (28,73%) e, em menores percentuais, Média (2,84%), Muito Fraca (0,17%) e Muito Forte (0,15%). Em contrapartida, a maior parte da sub-bacia (68,10%) corresponde à fragilidade emergente, distribuída entre Média (36,49%), Fraca (27,76%) e Muito Forte (3,85%).

Na sub-bacia Nascentes do Sepotuba, 47,55% são áreas de fragilidade potencial, sendo que a classe Fraca (44,03%) é a mais abrangente e com menor representatividade, assim como existe a Muito Fraca (3,50%) e Média (0,02%). Os 52,45% de fragilidade emergente são representados em sua maioria (51,54%) pelo grau Fraca sendo que a Média e Muito Fraca somam 0,91% da área. Com isso, a realidade em questão pode estar relacionada com a manutenção da vegetação ao longo dos corpos hídricos. Para Wadt (2003), esse fato colabora com a proteção das margens dos rios, lagos, cursos de

água e nascentes da bacia contra assoreamentos, mantendo a capacidade original de escoamento dos leitos, facilitando ainda na infiltração da água das chuvas no solo.

No Ribeirão Tarumã, 43,36% da área é de fragilidade potencial (Média (25,09%), Fraca (15,22%), Muito Forte (2,86%) e Muito Fraca (2,86%) e 56,64% de emergente sendo que deste 31,38% correspondem ao grau de fragilidade Média, 20,79% Fraca, 3,85% Muito Fraca e 0,62% Muito Forte.

O Rio do Sapo possui em sua área 38,93% de fragilidade potencial sendo que 30,23% condizem ao grau de fragilidade Fraca, 8,50% Muito Fraca e 0,21% Média, em relação à fragilidade emergente (61,07%) 55,56% é Fraca, 5,02 Muito Fraca e apenas 0,50 é Média.

A sub-bacia do Rio Formoso apresenta somente 27,05% de fragilidade potencial (26,15% Fraca e 0,90% Muito Fraca). Em contrapartida, a fragilidade emergente (72,95%) se sobressai nas extensões da bacia, porém é Fraca. Deve-se considerar que a principal atividade econômica na sub-bacia do rio Formoso, relacionada ao uso da água, é a irrigação, com destaque para o método por inundação. Com isso, são gerados vários conflitos, provocando grande pressão sobre os recursos hídricos devido, principalmente, à grande demanda por recursos hídricos que as atividades agrícolas apresentam (MAGALHÃES FILHO et al., 2015).

Na sub-bacia do Rio Juba, 60,04% é de fragilidade potencial (50% Fraca, 5,96% Muito Fraca, 2,66% Muito Forte e 1,42% é Média) e os 39,96% emergente (28,28% Fraca, 6,09% Média, 2,99% Muito Forte e 2,60% Muito Fraca). Trata-se da única sub-bacia na qual a fragilidade potencial se sobressai em relação à emergente. Em suas extensões, há a predominância da Savana Arborizada que, por sua vez, foi pouco suprimida no passar das décadas. Para Luz (2017), a manutenção da vegetação nativa nas áreas em que a aptidão exige a sua presença é imprescindível, promovendo a manutenção da biodiversidade, maior infiltração de água no solo e a consequente recarga de aquíferos, atuando de forma essencial para a manutenção dos recursos hídricos da bacia.

Semelhante à sub-bacia do Rio Formoso, a do Rio Sepotubinha apresenta menor percentual de fragilidade potencial (27,32%) (14,70% Fraca e 12,62% Média) e, consequentemente, maior fragilidade emergente (72,68%), sendo que 55,88% é Média e 16,80% Fraca.

Os graus de fragilidade emergente Forte e Muito Forte estão relacionados com a retirada da cobertura vegetal natural, principalmente para implantação do uso agropecuário (BARROS, 2018), implicando diversos problemas ambientais, que foram identificados nos estudos realizados na região por Serigatto (2006), Neves et al. (2015), Freitas et al. (2015), Junior, Statella e Santos (2016), dentre outros. Cunha et al. (2008) corrobora com tal afirmação ao destacar que a exploração da agropecuária de forma inadequada às condições edafoclimáticas da região, gera impactos adversos no meio ambiente, com sérios riscos comprometedores à produção e à produtividade futuras.

O desenvolvimento da agricultura nessa região é decorrente do crescimento populacional ligado à chegada de imigrantes em busca de emprego, tendo em vista que os municípios são produtores de grãos e estão localizados próximos as indústrias de processamento de cana-de-açúcar (RODRIGUES et al., 2015). As áreas destinadas à agricultura sofrem diversos tipos de impacto, sendo assim, é necessária adoção de medidas conservacionistas visando à conversão do estado da paisagem atual, preservação de corpos hídricos e manutenção da atividade econômica na bacia.

“Por fim, o tipo de uso da terra [...] está relacionado com a dinâmica de ocupação, necessitando de monitoramento, considerando que a fragilidade pode ser alterada por intervenção humana, sendo a erosão hídrica o principal problema ambiental da região” (GOUVEIA, et al., 2015, p. 139).

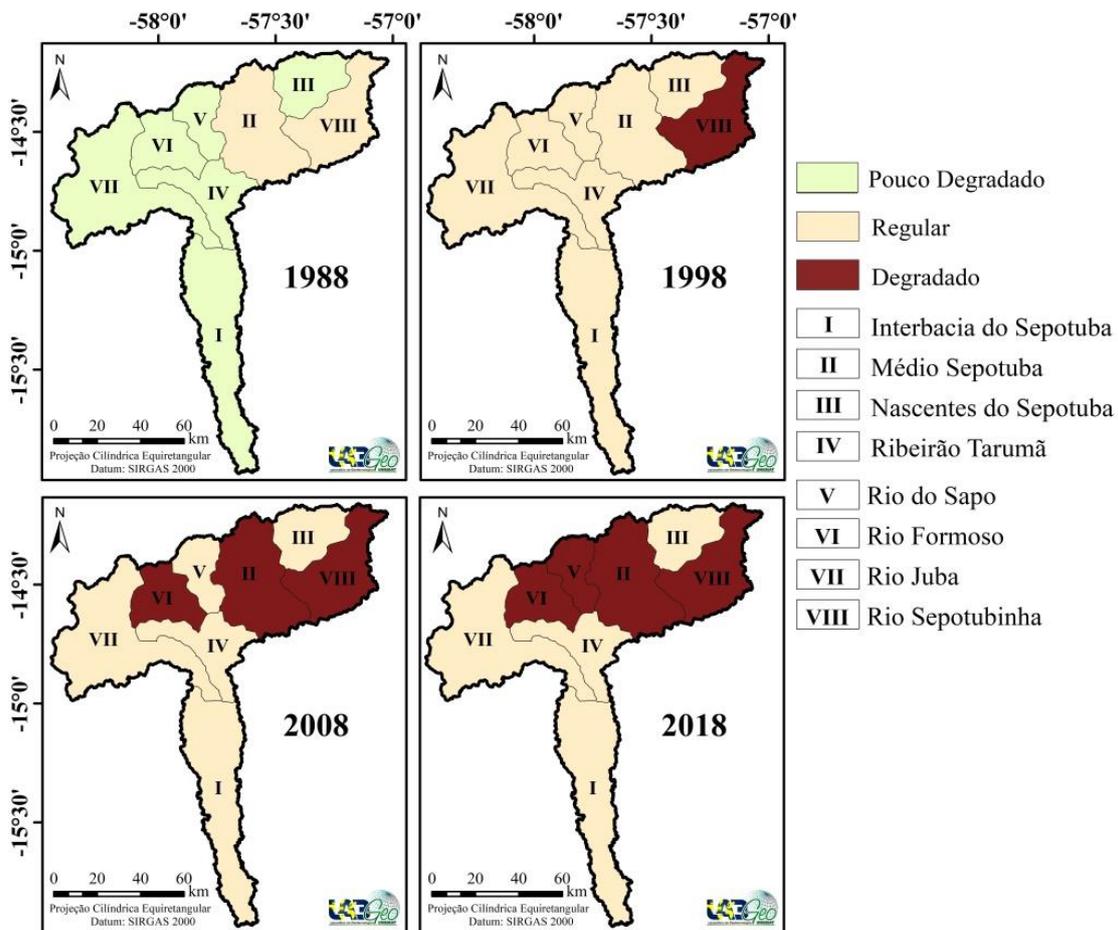
Diante da realidade salientada, entende-se que é fundamental a ação do poder público e da sociedade organizada no direcionamento das atividades econômicas rurais na bacia investigada, propiciando o desenvolvimento econômico em consonância com a conservação, visando minimizar os danos ambientais. Para tanto, é preciso levar em conta no planejamento que sejam consideradas as fragilidades dos ambientes, a fim de permitir o uso das terras e a definição as áreas que requerem maior proteção ou apresentem mais restrições, adequando-as à conservação do solo e da água.

4.4 - Estado de conservação das paisagens da BHRS em 2018 e a projeção de cenários até 2058

O estado de conservação das paisagens da BHRS, em 2018, era Regular (4,5). No entanto, a análise por sub-bacia mostrou que 50% de suas unidades hidrográficas (5.771,18 km²) evidenciavam estado Degradado.

Esse fato ocorreu gradativamente conforme foram sendo expandidos os usos da terra, pois, no ano de 1988, seis sub-bacias destacavam estado de conservação Pouco Degradado (8.254,07 km²) e duas delas estado Regular (1.573,92 km²). Em 1998, sete passaram para Regular (8.604,89 km²) e uma Degradado (1.223,10 km²). Em 2008, três estavam Degradadas (3.513,45 km²) e, em 2018, cinco sub-bacias passaram para estado Degradado, representando 58,72% da área da bacia (**Figura 17**).

Figura 17. Pressão antrópica nas unidades da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba/MT nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

O estado Pouco Degradado das paisagens foi registrado no ano de 1988, pois as sub-bacias: Interbacia do Sepotuba, Nascentes do Sepotuba, Ribeirão Tarumã, Rio do Sapo, Rio Formoso e Rio Juba tiveram os usos da terra paulatinamente expandidos. Até 1988, as atividades de pecuária e agricultura ocorriam em apenas 2.168,121 km², sendo que a Influência urbana não se fez presente por se localizar nas extensões do Médio Sepotuba (Em 1988, o estado era Regular). Tal como Gouveia, Galvanin e Neves (2013), outro fato que corrobora para que as bacias estejam em estado Pouco Degradado é a vegetação natural como, por exemplo, as APPs. Sendo assim, as sub-bacias supracitadas tiveram, na data em questão, sua vegetação natural pouco suprimida.

A única sub-bacia da porção noroeste que estava em estado de Regular (4,11) no ano de 2018 era a Nascentes do Sepotuba. Fato este que pode ser atribuído à predominância de Neossolos Quartzarênicos em mais de 60% de sua extensão territorial, pois as “suas características marcantes são: o baixo teor de nutrientes, a elevada acidez, a predominância de argilas de baixa atividade” (FRAZÃO et al., 2008, p. 641) e de relevo suave ondulado, com incidência de áreas declivosas, o que dificulta a implementação de máquinas agrícolas e implantação de pastagens, além da restrição de uso imposta pela legislação ambiental que obriga a manutenção da vegetação nativa.

Na porção Sul e Sudoeste da bacia, há três sub-bacias em estado Regular (ano de 2018), sendo elas: a Interbacia do Sepotuba (3,85), Ribeirão Tarumã (3,96) e a sub-bacia do Rio Juba (3,47), isso pode estar relacionado com a presença de vegetação natural.

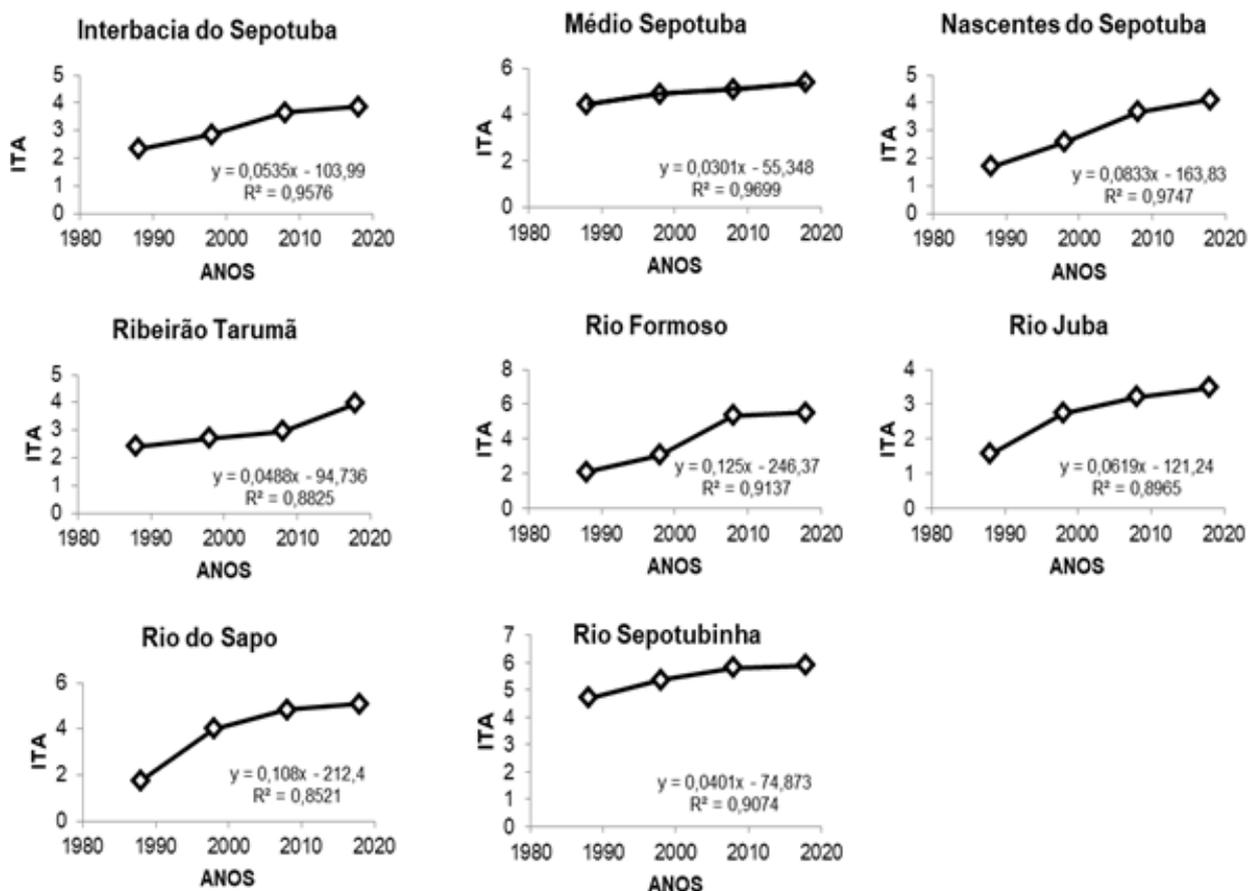
As sub-bacias que, em 2018, encontravam-se em estado Degradado estão situadas na porção noroeste da BHRS, sendo elas: a do Rio do Sapo (5,09), o Médio Sepotuba (5,37), Rio Formoso (5,51) e o Rio Sepotubinha (5,90). Nelas, a economia está pautada na agricultura e pecuária, pois o desenvolvimento da pecuária no Estado é realizado principalmente de forma extensiva, por ser considerado de baixo custo (RIBEIRO; GALVANIN; PAIVA, 2017).

O fato de quatro sub-bacias apresentarem estado de conservação Degradado no ano de 2018 indica um decréscimo expressivo da vegetação nativa, algo que deve remeter preocupação aos órgãos gestores públicos, isso devido às funções biológicas e humanas que água e todo ecossistema desempenham.

Pesquisas desenvolvidas por Rodrigues et al. (2015) na região constataram que determinadas bacias possuem o estado da paisagem caracterizado como degradado, resultante da extensão de terras pela agricultura moderna, em consequência da supressão, fragmentação e desconectividade das áreas nativas, especialmente pela cultura da soja e da cana-de-açúcar (paisagens produtivas), principais itens da pauta de exportações do Brasil (SAWYER; LOBO, 2008).

As projeções futuras na BHRS (**Figuras 18 e 19; Tabela 19**) evidenciaram que se não ocorrer mudança no comportamento da sociedade em relação aos usos da terra em 2028 aproximadamente, 50,88% das sub-bacias apresentarão estado Regular enquanto que 49,12% Degradado.

Figura 18. Projeção do ITA das sub-bacias do Rio Sepotuba, a partir dos dados dos anos investigados.



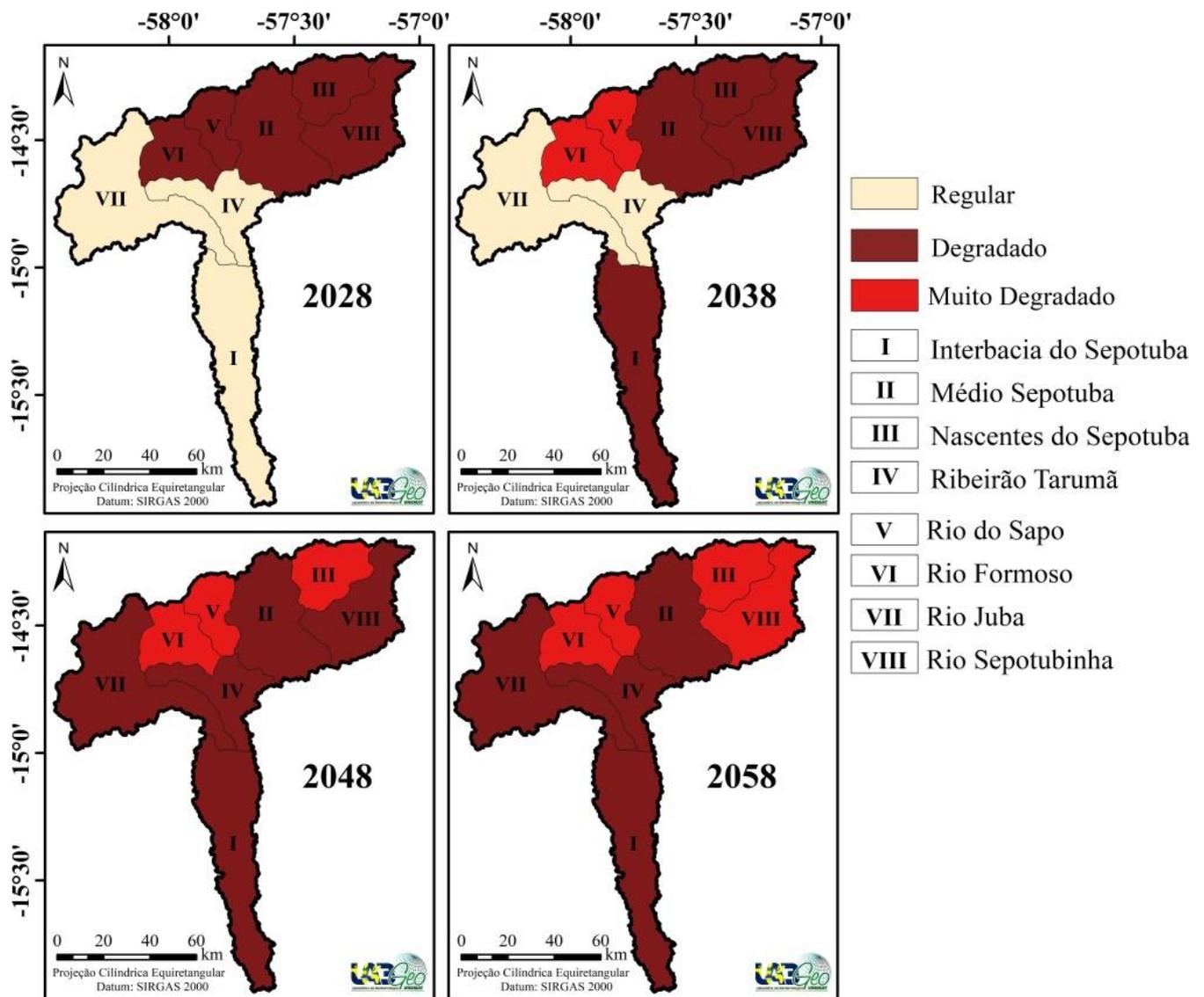
Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019)

Tabela 19. Projeção do ITA de 2028 a 2058 para as sub-bacias da BHRS/MT em relação à equação de regressão.

Interbacia do Sepotuba			Médio Sepotuba		
Tempo	Equação de regressão	Resultado	Tempo	Equação de regressão	Resultado
2028	$y=(0,0535*2028)-103,99$	4,508	2028	$y=(0,0301*2028)-55,348$	5,6948
2038	$y=(0,0535*2038)-103,99$	5,043	2038	$y=(0,0301*2038)-55,348$	5,9958
2048	$y=(0,0535*2048)-103,99$	5,578	2048	$y=(0,0301*2048)-55,348$	6,2968
2058	$y=(0,0535*2058)-103,99$	6,113	2058	$y=(0,0301*2058)-55,348$	6,5978
Nascentes do Sepotuba			Ribeirão Tarumã		
Tempo	Equação de regressão	Resultado	Tempo	Equação de regressão	Resultado
2028	$y=(0,0833*2028)-163,83$	5,1024	2028	$y=(0,0488*2028)-94,736$	4,2304
2038	$y=(0,0833*2038)-163,83$	5,9354	2038	$y=(0,0488*2038)-94,736$	4,7184
2048	$y=(0,0833*2048)-163,83$	6,7684	2048	$y=(0,0488*2048)-94,736$	5,2064
2058	$y=(0,0833*2058)-163,83$	7,6014	2058	$y=(0,0488*2058)-94,736$	5,6944
Rio Formoso			Rio Juba		
Tempo	Equação de regressão	Resultado	Tempo	Equação de regressão	Resultado
2028	$y=(0,125*2028)-246,37$	7,13	2028	$y=(0,0619*2028)-121,24$	4,2932
2038	$y=(0,125*2038)-246,37$	8,38	2038	$y=(0,0619*2038)-121,24$	4,9122
2048	$y=(0,125*2048)-246,37$	9,63	2048	$y=(0,0619*2048)-121,24$	5,5312
2058	$y=(0,125*2058)-246,37$	10,88	2058	$y=(0,0619*2058)-121,24$	6,1502
Rio do Sapo			Rio Sepotubinha		
Tempo	Equação de regressão	Resultado	Tempo	Equação de regressão	Resultado
2028	$y=(0,108*2028)-212,4$	6,624	2028	$y=(0,0401*2028)-74,873$	6,4498
2038	$y=(0,108*2038)-212,4$	7,704	2038	$y=(0,0401*2038)-74,873$	6,8508
2048	$y=(0,108*2048)-212,4$	8,784	2048	$y=(0,0401*2048)-74,873$	7,2518
2058	$y=(0,108*2058)-212,4$	9,864	2058	$y=(0,0401*2058)-74,873$	7,6528

Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Figura 19. Predição do estado de conservação das paisagens das sub-bacias para os anos de 2028, 2038, 2048 e 2058.



Org.: Gessica de Jesus Oliveira Silva (2019).

Para o ano de 2038, as sub-bacias que antes apresentavam estado de conservação Degradado passarão para Muito Degradado (12,82%), sendo que, em 2048, não existirão sub-bacias cujo estado seja Regular, pois as sub-bacias terão estado Degradado (79,34%) e Muito Degradado (20,66%). Em 2058, a classe Degradada reduzir-se-á em 12,45%, em favor do aumento da classe Muito Degradada, que corresponderá a 33,10%.

Os resultados da regressão mostraram que nas sub-bacias de estudo, conforme passa o tempo, cresce o grau de antropização (**Figuras 18 e 19; Tabela 19**)

demonstrando forte correlação entre essas variáveis, pois os coeficientes de correlação variaram de 0,92 a 0,98.

CONCLUSÃO

Constatou-se que a implantação dos usos pecuária e agricultura, que demandaram a supressão da vegetação, na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba implicou no desequilíbrio ecodinâmico das paisagens.

A vegetação nativa sofreu intensos processos de antropização na área nos últimos 30 anos para o desenvolvimento da agricultura e pecuária, o que ocasionou na redução da vegetação natural, com destaque para a Savana Parque. A expansão de ambas atividades ocorreu em toda bacia, principalmente nas porções noroeste e sul, com tudo na sub-bacia do rio Juba houve menor incidência desses usos, implicando na preservação de parte de sua vegetação natural.

As atividades antrópicas foram determinantes na predominância da fragilidade emergente, sendo que a instabilidade das paisagens pode ocasionar problemas ambientais, como perda da biodiversidade e redução da recarga de aquíferos.

No decorrer do período de estudo verificou-se piora no estado de conservação da paisagem da bacia que foi determinado pelo decréscimo expressivo da vegetação nativa e aumento dos usos da terra.

Os cenários futuros evidenciaram que se não ocorrer mudanças no comportamento da sociedade, em relação aos usos da terra, no ano de 2058, na bacia, haverá somente os estados de conservação Degradado e Muito Degradado. Evidenciando que nas sub-bacias ocorre forte correlação entre o passar do tempo e o aumento da antropização.

Sugere-se aos gestores municipais que se contemple no planejamento ambiental da BHRS a indicação das formas adequadas para o desenvolvimento dos usos da terra, conforme as fragilidades dos componentes ambientais, na perspectiva de que se concilie o modo de produção com a conservação ambiental das paisagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Revista Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 7-30, 2002.
- ALHO, C. J. R. Biodiversidade associada aos habitats sazonais do Pantanal: desafios para a conservação. In: RODRIGUES, S. C.; MERCANTE, M. A **Paisagens do Pantanal e do Cerrado: Fragilidades e potencialidades**. Uberlândia/MG: UDUFU, 2011. p. 69-96.
- ALHO, C. J. R. The Pantanal. In: LAUHLAND, H. F.; KEDDY, P. A. (Ed.). **The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 203-271.
- AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**, n. 26, p. 59-78, 2009.
- ANNEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Brasília: ANNEL, 2017. Disponível em: < <http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html> > Acesso em: 19 mar. 2017.
- BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y.; LUCHIARI, A.; QUENOLD, H. Sensoriamento remoto e SIG aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de Bacia Hidrográfica. **Revista Mercator**, v. 14, n. 2, p. 119-135, 2015.
- BARROS, C. A. **O uso agropecuário e sua implicação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Jauru, Mato Grosso –Brasil**. 2018. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra/MT, 2018.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2. ed. Brasília: Editora Petrópolis/Vozes, 1901 - 1975.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço metodológico. **Revista Ra'e Ga**, v. 8, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.
- BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 4, n. 8, p. 143-166, 1997.
- BRASIL. Artigo 21, Inciso XIX de 1988. Constituição Federal de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: < <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10720358/inciso-xix-do-artigo-21-da-constituicao-federal-de-1988>> Acesso em: 15 out. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, de 22 de julho de 2008. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em: out. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 15 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 3.167, de 28 de agosto de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 28 de agosto de 2007. Disponível em: <https://www.abas.org/arquivos/Lei-n-3167-07_AM.pdf> Acesso em: 15 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=FF6287BC38836EBD9BC60A913B631C31.proposicoesWebExterno2?codteor=470365&filename=LegislacaoCitada+-PL+1253/2007> Acesso em: 15 out. 2019.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radambrasil**. Folha SE 21 Corumbá e parte da folha SE. 20; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 452 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto Probio**: Avaliação e Ações para a Conservação da Biodiversidade nos Biomas Cerrado e Pantanal, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario%20Cerrado-Pantanal.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2018.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CHORLEY, R.; KENNEDY, B. **Physical Geography**. A System Approach. London: Prentice-Hall International, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 189 p.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar - Análise Mensal**. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cana-de-acucar/item/11383-cana-de-acucar-analise-mensal-abril-maio-2019>> Acesso em: 26 jun. 2019.

CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. J. A.; BARROS, R. S.; ARGENTO, M. S. F.; MAYR, L. M.; MENEZES, P. M. L. (1998); Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. 9er. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos.

CUNHA, N. R. S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008.

- CUNHA, S. B.; FREITAS, M. W. D. Geossistemas e gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio São João-RJ. **Revista GEOgraphia**, v. 6, n. 12, p. 87-110, 2004.
- DASSOLLER, T. F.; MIRANDA, M. R. S.; NEVES, S. M. A. S. Dinâmica espaço-temporal da paisagem de Mirassol d'Oeste/Mato Grosso, Brasil. **Revista Geosul**, v. 33, n. 67, p. 162-180, 2018.
- DIAS, L. C. C.; MOSCHINI, L. E.; TREVISAN, D. P. A Influência das Atividades Antrópicas na Paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Pandeiros, MG - Brasil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 85-105, 2017.
- DIBIESO, E. P. **Planejamento Ambiental da Bacia do Córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP**. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/ SP, 2006.
- ECKHARDT, R. R.; SILVA, J. F.; LINN, R. M. As geotecnologias no contexto do planejamento ambiental municipal - estudo de caso para o município de Três Coroas - RS – Brasil. **Revista Geografia**, v. 19, n. 1, p. 23-47, 2010.
- ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.5. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2017.
- FACHIM, E.; GUARIM, V. L. M. S. Conservação da biodiversidade: espécies da flora de Mato Grosso. **Revista Acta Botânica Brasilica**, v. 9, n. 2, p. 281-287, 1995.
- FARIA, A. M. M. **Perspectivas para o desenvolvimento de Mato Grosso**. (Nota Técnica). Rio de Janeiro: BNDES, 2013. p. 395-423.
- FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2004.
- FERREIRA, F. S. **Qualidade da água nas bacias do rio Sepotuba e Jauquara-MT, para uso doméstico e agrícola**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra/MT, 2015.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B.; VIEIRA, V. P. P. B.; MOTA, S.; ROSA, M. F.; MIRANDA, S. **Análise da vulnerabilidade ambiental**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010, 47p.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 99p.
- FRAZÃO, L. A.; PÍCCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 5, p. 641-648, 2008.
- ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16. n. Especial, p. 81-90, 2005.

FREITAS, L. E.; SILVA, C. C.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NUNES, M. C. M. Analysis on the susceptibility to erosion and land use conflicts by geotechnologies in the micro-region Jauru no Mato Grosso state, Brazil. **Revista Geografia**, v. 40, n. Especial, p. 99-118, 2015.

GARCIA, E. A. C. **O clima no Pantanal Mato-grossense**. Corumbá, EMBRAPA/UEPAE de Corumbá, 1984. 42 p.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica na análise multitemporal da bacia do Córrego do Bezerra Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1045-1054, 2013.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Análise da fragilidade ambiental na bacia do rio Queima-Pé, Tangará da Serra, MT. **Revista Pesquisas em Geociências**, v. 42, n. 2, p. 131-140, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?>> Acesso em: 19 mar. 2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 45-168.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2000 – 2010 – 2012 – 2014**. Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 18 mar. 2018.

JUNIOR, E. V. M.; STATELLA, T.; SANTOS, V. S. Estimativa da fragmentação florestal na microbacia Sepotubinha, Nova Marilândia – MT, entre os anos de 1990 a 2014. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 48-60, 2016.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Revista Mega Diversidade**, v.1, n. 1, p. 147-1, 2005.

KREITLOW, J. P.; SILVA, J. S. V.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NEVES, L. F. S. Vulnerabilidade ambiental e conflito no uso da terra no município de Mirassol D'Oeste, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 10, p. 1917-1936, 2016.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A.; NASCIMENTO, F. R. Sistemas Denudacionais e Agradacionias no corredor fluvial do rio Paraguai em Cáceres, Pantanal Superior, Mato Grosso. **Revista Equador**, v. 7, n.1, p. 72 – 95, 2018.

LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. S. Pantanal de Cáceres: composição granulométrica dos sedimentos de fundo no rio Paraguai entre a foz do rio Cabaçal e a cidade de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 2, p. 264-276, 2012.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v. 100, p. 357- 375, 1982.

LIMA, E. C.; SANQUETTA, C. R.; KIRCHNER, F. F.; FERRETTI, E. R. Qualidade da paisagem: estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, v. 34, n. 1, p. 45-56, 2004.

LOPES, M. S.; SALDANHA, D. L. Vulnerabilidade ambiental e conflito no uso da terra no município de Mirassol D' oeste, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 9, p. 1689-1708, 2016.

LUCIANO, A. C. S.; SILVA, J. S. V.; NEVES, S. M. A. S. Geotecnologias Aplicadas na Caracterização e Diagnóstico da Paisagem da Upg do Rio Aporé, MS. **Revista GeoPantanal**, v. 9 n. 16, p. 57-75, 2014.

LUZ, C. C. S.; NEVES, R. J.; NEVES, S. M. S.; FREITAS, L. E.; MIRANDA, M. R. S.; NUNES, M. C. M. Análise de conflito e dinâmica de uso da terra no município de Salto do Céu/MT. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. v 8, n 1, p 194-207, 2017.

MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; FIGUEROA, F. E. V.; AMBRÓSIO, L. D.; REZENDE, C. S. A.; OLIVEIRA, R. M. Caracterização dos usuários de água da bacia hidrográfica do rio Formoso. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 185-199, 2015.

MARTINS, F.; FREITAS, A. R. Identificação das unidades de paisagem na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras, em Irati-PR. **Revista Perspectiva**, v. 38, n.143, p. 39-49, 2014.

MARTINS, M. H. B.; SILVA, S. F. Uso de Imagens dos satélites CBERS-2 e Landsat V para mapeamento do Desflorestamento no Município de Ipixuna – AM: uma proposta metodológica para a fiscalização ambiental na região Amazônica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2007. p. 21-26.

MATO GROSSO. Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso - PRODEAGRO. **Zoneamento sócio-econômico-ecológico**: diagnóstico socioeconômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação, Cuiabá, 2000.

MATO GROSSO. Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso - PRODEAGRO. **Zoneamento sócio-econômico-ecológico**: diagnóstico socioeconômico-ecológico do estado de Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação, Cuiabá, 2001.

MATO GROSSO. Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso. **Relatório Técnico Consolidado da Geomorfologia do Estado de Mato Grosso 2000**. Disponível em: <<http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/geomorfologia/rt/DSEE-GM-RT-003.pdf>>. Acessado em: 20 abr. 2018.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista Ra'e Ga**, v. 8, n. 8, p. 83-91, 2004.

MENONCELLO, K. D. **Proveniência e exumação da formação Jauru: evidências com base em dados u-pb em zircões detriticos e traços de fissão em zircão**. 2016. 62f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto

de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Cuiabá, 2016.

MONTEIRO, C. A. F. Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**. v.14, n.19, p.67-101, 1996.

MOREIRA, M. L.C.; VASCONCELOS, T. N. N. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá: Entrelinhas, 2007. 272p.

MORENO, G. O processo histórico de acesso à terra em Mato Grosso. **Revista Geosul**, v. 14, n. 27. p. 67-90, 1999.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 352p.

NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 329-342, 1999.

NEVES, L. F. S.; NEVES, S. M. A. S.; CANALE, G. R. Análise da fragmentação de Cerrado na bacia hidrográfica do rio Aguapeí, Porto Esperidião (MT): um estudo de caso a partir das geotecnologias e métricas da paisagem. **Revista Ateliê Geográfico**, v. 8, n. 2, p. 130-149, 2014.

NEVES, S. M. A. S.; KREITLOW, J. P.; SILVA, J. S. V.; MIRANDA, M. R. S.; VENDRAMINI, W. J. Pressão antrópica na paisagem de Mirassol D'Oeste/MT, Brasil: subsídios para o planejamento ambiental municipal. **Revista Ciência Geográfica**, v. 21, n. 1, p. 141-155, 2017.

NEVES, S. M. A. S.; NASCIMENTO, I. S.; KREITLOW, J. P.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J.; CRUZ, C. B. M. Geotechnologies applied to the evaluation of sugarcane dynamics in the Bugres river basin, Mato Grosso state - Brazil. **Revista Geografia**, v. 40, n. Especial, p. 195-209, 2015.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J.; KREITLOW, J. P.; GALVANIN, E. A. S. Susceptibility of soil to hydric erosion and use conflicts in the microregion of Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. **Environmental Earth Sciences (Print)**, v. 74, n.1, p. 813-827, 2015.

PAIVA, S. L. P.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; MUNIZ, C. C. Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto aplicado na análise de conflito de uso da terra na Bacia Ribeirão Jacobina-Pantanal Mato-grossense. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 5., Campo Grande - MS. **Anais...** Campo Grande: INPE, 2014. p. 966-973.

PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. MIRANDA. M. R. Ações antrópicas na Área de Preservação Permanente do Córrego Sangradouro em Cáceres/MT, e suas implicações nos aspectos físicoquímico da água. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 56, p. 49-61, 2015.

- PEREIRA, B. D.; MENDES, C. M. A modernização da agricultura de Mato Grosso. **Revista de Estudos Sociais**, v. 4, n. 7, p. 61-76, 2014.
- PERIOTTO, F.; FILHO, R. C. A mata ciliar: conceituação considerações sobre conservação, ecologia e recuperação. In: POLETO, C. (org). **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. p. 73-87.
- PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p.119-128, 2013.
- PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema território e paisagem – método de estudo da paisagem rural sob a ótica bertrandiana. **Revista Geografia**, v. 18, n. 1, p. 5-31, 2009.
- POLETTE, M. Paisagem: uma reflexão sobre um amplo conceito. **Revista Turismo: visão e ação**, v. 2, n. 3, p. 83-94, 1999.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-66, 2008.
- RAMOS, A. W. P.; LUZ, C. C. S.; NEVES, S. M. A. S.; FREITAS, L. E.; NEVES, L. F. S. Análise da capacidade e conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego da Piraputanga-MT, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 55, p. 812-827, 2018.
- RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S.B., CÔRREA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes, 4. ed. Viçosa-MG: NEPUT, 2002. 35p.
- RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Revista Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 378-389, 2017.
- ROCHA, G. F.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Detecção de desmatamentos no Bioma Cerrado entre 2002 e 2009: Padrões, Tendências e Impactos. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 63, n. 3, p. 341-349, 2011.
- RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P. Dinâmica da antropização da paisagem das sub-bacias do rio Queima Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Espacios**, v. 36, n. 10, p. 1-5, 2015.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. 2 ed. São Paulo: Edusp, 2001. 320 p.
- RODRIGUES, S. C.; SOUZA, N. C. Mapeamento da fragilidade ambiental no trecho de vazão reduzida do Rio Araguari (MG) com técnicas de geoprocessamento. **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**, v. 17, n. 35, p. 129-142, 2013.
- ROSA, D. B.; HAYASHIDA, L. M.; MANCILLA, G. D.; NASCIMENTO, L. A.; SOUZA, R. R.; PEREIRA, J. A. M.; DIAS, A. P. Análise da unidade litoestratigráfica formação Utariti na associação com os recursos hídricos e a geração de energia hidrelétrica em parte da

porção sudoeste do estado de Mato Grosso, e os impactos ambientais. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 1., 2007, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2007. p 1-20.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista Departamento de Geografia**, v. 8, n. 1, p. 63-74, 1994.

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

SANTOS, F. A. Fragilidade ambiental no município de Castelo do Piauí, Nordeste do estado do Piauí. **Revista Formação**, v. 25, n. 45, p. 51-66, 2017.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 556 p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SAWYER, D.; LOBO, A. S. O papel da sociedade no estabelecimento de políticas públicas para as savanas. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS N., Austecínio L. (Eds.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. p. 1153-80, 2008.

SCHEUER, J. M.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J. Desenvolvimento Humano dos Municípios de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul Contidos no Bioma Pantanal. **Revista Desenvolvimento em Questão**, v. 16, n. 45, p. 82-96, 2018.

SCHIAVO, B. N. V.; HENTZ, A. M. K.; CORTE, E. P. D.; SANQUETTA, C. R. Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 464-474, 2016.

SCHWENK, L. M., CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômicos - ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 501-51, 2008.

SERIGATTO, E. M. **Delimitação automática das áreas de preservação permanente e identificação dos conflitos de usos da terra na bacia hidrográfica do rio Sepotuba-MT**. 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2006.

SIEBERT, D. E. Presidente do CBH do Sepotuba. Apresentou no **Seminário em Defesa das Cabeceiras do Pantanal**. Cáceres, 10 e 11 de abril de 2013. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/a_bacia_do_rio_sepotuba_e_a_atuacao_do_comite_de_bacia.pdf. Acesso em: 2019.

SILVA, F. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. **Geografia Física II**. Natal, RN: EDUFRN, 2009, 28p.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, A. M.; SOUZA, L. A. Banco de dados de vegetação do Projeto PROBIO-Pantanal. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 13., 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007. p. 1643-1652. Disponível na biblioteca digital URLib: < http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/11.30.11.41/doc/silva_banco.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

SILVA, J.S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental, estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT**. 2003. s.n. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/ SP, 2003.

SILVA, T. V.; QUEIROZ, T. M.; GALVANIN, E. S. Uso da terra no Assentamento Antônio Conselheiro no estado de Mato Grosso. **Revista Ra'e Ga**, v. 40, p. 35 -44, 2017.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Revista Biogeografia**. Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1978.

SOUZA FILHO, E. E. As barragens na bacia do rio Paraguai e a possível influência sobre a descarga fluvial e o transporte de sedimentos. **Revista Boletim de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 117-133, 2013.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a Estação Ecológica da ilha de Taiamã-MT**. 2004. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SPERA, S. T.; REATTO, A.; BEZERRA, H. S. **Solos e aptidão agrícola das terras da região administrativa de Taguatinga, Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 22 p.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **Revista Espaço e Tempo**, n. 15, p. 39-49, 2004.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas. **Revista Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso – Clima: análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 102p.

TORRES, J. L. R; FABIAN, A. J. Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 6, n. 19, p.150–159, 2006.

TOZATO, H. C.; DUBREUIL, V.; MELLO-THÉRY, N. A. Tendências e rupturas climato-hidrológicas no sítio Ramsar Parna Pantanal (MT, Brasil). **Revista Brasileira de Climatologia**, v 13, n 2, p. 164-184, 2013.

TROMBETA, L. R.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental e geoecologia das paisagens: contribuições para a Bacia Hidrográfica do Córrego Guaiaçarinha, município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil. **Revista Formação**, v. 3, n. 23, p. 187-216, 2016.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ABE, D. S.; ROCHA, O.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, D.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 203-240.

VALLE, C. I.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 295-308, 2016.

WADT, G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: EMBRAPA, 2003. 32 p.

ZERLOTTI, P. **Hidrelétricas na Bacia do Alto Paraguai**. Campo Grande: ECOA, 2011. 32 p.