

## AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO PARA GESTÃO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO BELTRÃO - MS

*EVALUATION OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY AS A SUBSIDY FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE RIBEIRÃO DO BELTRÃO - MS WATERSHED*

*EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL COMO SUBSIDIO A LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIBEIRÃO DO BELTRÃO - MS*

### RESUMO

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Beltrão apresenta área de 300 km<sup>2</sup>, localizada no município de Selvíria-MS, é marcada por intensas transformações na paisagem, e possui dois assentamentos rurais, o São Joaquim (35,14 km<sup>2</sup>) e o Alecrim (12,7 km<sup>2</sup>). O objetivo deste trabalho foi avaliar a fragilidade ambiental, levando em consideração a relação de variáveis como solos, declividade, intensidade pluviométrica, áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e uso e cobertura da terra. Os procedimentos metodológicos consistiram na sobreposição ponderada dessas variáveis em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Os resultados indicaram que na maior parte da bacia ocorre média fragilidade ambiental (45,7%) associada às áreas de pastagem e silvicultura, com declividades entre 6% e 12%, seguida pela baixa fragilidade ambiental (43,1%), concentrada em locais com a presença de vegetação natural; muito alta (11,1%), correlacionadas as áreas de planície de inundação que apresentam uma dinâmica complexa e necessitam de um manejo conservativo, visto que, estas áreas encontram-se em grande maioria fora das áreas de APPs (28,1 km<sup>2</sup>), e alta (0,1%), que é incipiente no mapeamento realizado.

**Palavras-chave:** Fragilidade Potencial. Geoprocessamento. Álgebra de Mapas. Sensoriamento Remoto. SIG

### ABSTRACT

The Ribeirão do Beltrão watershed has an area of 300 km<sup>2</sup>, located inside the city of Selvíria-MS, is marked by intense changes in the landscape resulting from changes in land use and coverage in the last thirty years. Two rural settlements are installed on the limits of the Ribeirão do Beltrão watershed, São Joaquim (35.14 km<sup>2</sup>) and Alecrim (12.7 km<sup>2</sup>). The objective of this work was to evaluate the environmental fragility, taking into account the relationship of variables such as soils, slope, rainfall intensity, priority areas for biodiversity conservation and land use and coverage. The methodological procedures adopted were the weighted overlap of these variables in GIS (Geographic Information System) environment. The results indicated that in the majority of the basin there is an average environmental fragility (45.7%) associated with pasture and forestry areas, with declines between 6% and 12%, followed by low environmental fragility (43.1%), concentrated in places with the presence of natural vegetation; very high (11.1%), correlated to floodplain areas that have complex dynamics and require conservative management, since these areas are found in the vast majority outside the areas of APPs (28.1 km<sup>2</sup>), and high (0.1%), which is incipient in the mapping performed.

**Keywords:** Potential Fragility. Geoprocessing. Map Algebra. Remote sensing. GIS

### RESUMEN

La cuenca del Ribeirão do Beltrão tiene un área de 300 km<sup>2</sup>, ubicada en el municipio de Selvíria-MS, está marcada por intensas transformaciones en el paisaje y tiene dos asentamientos rurales, São Joaquim (35,14 km<sup>2</sup>) y Alecrim (12, 7 km<sup>2</sup>). El objetivo de este trabajo fue evaluar la fragilidad ambiental, teniendo en cuenta la relación de variables como suelos, pendiente, intensidad de lluvia, áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad y uso y cobertura del suelo. Los procedimientos metodológicos consistieron en la superposición ponderada de

-  Erivelton Pereira Vick <sup>a</sup>
-  Edson Rodrigo dos Santos da Silva <sup>a</sup>
-  Vitor Matheus Bacani <sup>a</sup>
-  César Gustavo da Rocha Lima <sup>b</sup>
-  Ariane Aparecida Peluco <sup>a</sup>
-  Frederico dos Santos Gradella <sup>a</sup>
-  Hermiliano Felipe Decco <sup>c</sup>
-  Víncler Fernandes Ribeiro de Oliveira <sup>a</sup>
-  Milto Ferreira Neto <sup>a</sup>
-  Rafael Martins Brito <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Trêz Lagoas, MS, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita de Filho" (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil

<sup>c</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR, Brasil

**DOI:** 10.12957/geouerj.2021.44364

**Correspondência:** e.vick@hotmail.com

**Recebido em:** 2 ago 2019

**Aceito em:** 30 mar. 2021



estas variables en un entorno SIG (Sistema de Información Geográfica). Los resultados indicaron que en la mayor parte de la cuenca existe fragilidad ambiental media (45,7 %) asociada a áreas de pastoreo y forestación, con pendientes entre 6 % y 12 %, seguida de fragilidad ambiental baja (43,1 %), concentrada en lugares con presencia de vegetación natural; muy alto (11,1 %), correlacionado con las áreas de planicies de inundación que presentan una dinámica compleja y requieren un manejo conservador, ya que estas áreas se encuentran en su mayoría fuera de las áreas de las APP (28,1 km<sup>2</sup>), y alto (0,1 %), que es incipiente en el mapeo realizado.

**Palabras-clave:** Fragilidad potencial. Geoprocesamiento. Álgebra de mapas. Detección remota. SIG



## INTRODUÇÃO

O período pós-revolução industrial constitui um marco desencadeador para a fundação de uma sociedade alicerçada no consumo. Assim, exerce uma pressão cada vez maior sobre os recursos naturais por meio do estabelecimento de interações inadequadas com o ambiente, usufruindo de maneira desenfreada de seus recursos e potencializando a geração de resíduos sólidos e líquidos e a contaminação e posterior poluição do mesmo (SAMPAIO, 2011).

O apelo popular com a problemática ambiental tem como fomento o crescimento econômico em várias partes do mundo, o qual resulta no esgotamento dos recursos naturais, aumentando a poluição, desencadeando aceleração e/ou potencialização por ação antrópica de processos naturais (erosão, sedimentação de canais, inundações, secas, etc.). Surge então, pós I Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, a expressão Desenvolvimento Sustentável, resultado do crescimento econômico com respeito ao meio ambiente e à inclusão social.

Dentro desse cenário, cada vez mais se faz necessário compreender a fragilidade de ambientes naturais face às intervenções antrópicas, estabelecendo e engendrando subsídios para o desenvolvimento de um Planejamento Ambiental centrado na preocupação de conservação e preservação dos ambientes, apoiado no uso racional de recursos naturais (ROSS, 2012). Em vista disso, pode-se conceituar a Fragilidade Ambiental como a vulnerabilidade natural do ambiente (fragilidade potencial) em conjunto à ação antrópica, representada esta, pelos diversos tipos de uso e cobertura da terra (KAWAKUBO et al., 2005). Por conseguinte, a análise da fragilidade dos ambientes está relacionada na gênese da concepção desta metodologia proposta por Ross (1994), expirando-se na da análise do ambiente fundamentada na Teoria da Ecodinâmica de Tricart (1977), na qual no ambiente as trocas de energia e matéria são balizadas pelo equilíbrio dinâmico, em que seu rompimento é seguido por intervenções antrópicas.

Nesta perspectiva, o advento dos recursos computacionais e o seu avanço a partir da década de 70 proporcionou o desenvolvimento de tecnologias que passaram a subsidiar a utilização de técnicas para uma avaliação integrada do ambiente. Neste contexto emerge o Geoprocessamento, que desponta como um conjunto de tecnologias destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais, bem como ao desenvolvimento de novos sistemas e aplicações (ROSA, 2004). Portanto, o espaço geográfico passa a ser não mais apenas um conceito abstrato, mas um espaço computacionalmente representado (CASANOVA et al., 2005).

No contexto do Geoprocessamento, a elaboração do mapeamento de Fragilidade Ambiental consiste em uma excelente ferramenta a ser utilizada por órgãos públicos para o planejamento territorial ambiental, pois permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada combinando à suas características naturais com algumas ressalvas para seu uso (KAWAKUBO et al., 2005). Para a determinação e elaboração do mapeamento da Fragilidade Ambiental é necessária uma análise integrada de diversas variáveis, como os solos, relevos, climas e uso e ocupação da terra, enfim, todos os componentes que dão suporte a vida humana e animal (ROSS, 1994). Entretanto, apesar do

paradigma proposto para o estudo da fragilidade do ambiente partir de um modelo estático, é completamente fundamental que o pesquisador procure compreender a importância de se relacionar o grau de fragilidade encontrado com a dinâmica socioeconômica da área estudada, visto que ações antrópicas desarticulam certas dinâmicas naturais, como o sistema fluvial.

Para execução do mapeamento de Fragilidade Ambiental, utiliza-se como limite espacial a bacia hidrográfica, partindo de seu entendimento enquanto unidade de gerenciamento e planejamento ambiental. Desta forma, a bacia hidrográfica pode ser entendida conforme Stevaux e Latrubesse (2017) como toda área de captação de águas pluviais, que pode escoar em fluxo acanalado, em fluxo superficial não acanalado ou sub-subterrâneo, tendo seus limites definidos por uma linha (interflúvios) que separa os canais de primeira ordem que drenam para vales adjacentes, separando assim uma bacia de sua vizinha. Neste sentido, a bacia comporta-se ao longo do tempo, decorrente da consonância de dois fatores, sendo um de ordem natural, responsável pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e outro de ordem antrópica, onde as atividades humanas irão interferir de forma direta ou indireta em seu funcionamento (VILAÇA et al., 2009).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Beltrão (BHRB) está localizada na porção leste do estado de Mato Grosso do Sul, no interior do Território Rural do Bolsão (TRB). Criado pelo extinto Ministério do Desenvolvimento Agrário, o TRB é formado por oito municípios: Três Lagoas, Água Clara, Selvíria, Paranaíba, Aparecida do Taboado, Inocência, Cassilândia e Chapadão do Sul, os quais tem como base econômica a atividade pecuária de bovinocultura de corte, com forte concentração fundiária (SILVA; ALMEIDA, 2017). Entretanto, nos últimos anos há uma diversificação das atividades econômicas, principalmente as relacionadas às atividades industriais, identificando-se a partir de 2007 uma expansão da área destinada ao complexo eucalipto-papel-celulose na região (ALMEIDA, 2017), complexo este que mantém a característica de forte concentração fundiária. Este fator pressiona pequenos produtores rurais localizados nos dois assentamentos de reforma agrária existentes na bacia, sendo eles os assentamentos São Joaquim e o Alecrim.

Desta maneira, ao longo do tempo a BHRB passou por diversas alterações, e hoje, apresenta uma diversificada e conflituosa utilização devido às distâncias entre a forma de utilização da terra nos assentamentos rurais, nos sistemas produtivos de larga escala das grandes propriedades de plantio de madeira para celulose e as pecuaristas. Assim, contextualizar, espacializar e entender a fragilidade do ambiente nessas áreas de alto interesse é de extrema importância, possibilitando a obtenção de indicativos de quais os melhores manejos a serem utilizados, a fim de consolidar uma adequada gestão ambiental pautada no desenvolvimento sustentável local.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo a elaboração de um mapa de fragilidade do ambiente a processos erosivos para a BHRB, pautado no cruzamento de informações espaciais referentes aos tipos de solos, declividade das vertentes, intensidade pluviométrica e áreas prioritárias a conservação da biodiversidade, utilizadas para consecução do mapa de fragilidade potencial ou fragilidade emergente, seguido pela introdução da ação antrópica na análise, representada através do mapeamento de uso e cobertura da terra, utilizando-se de adaptações das

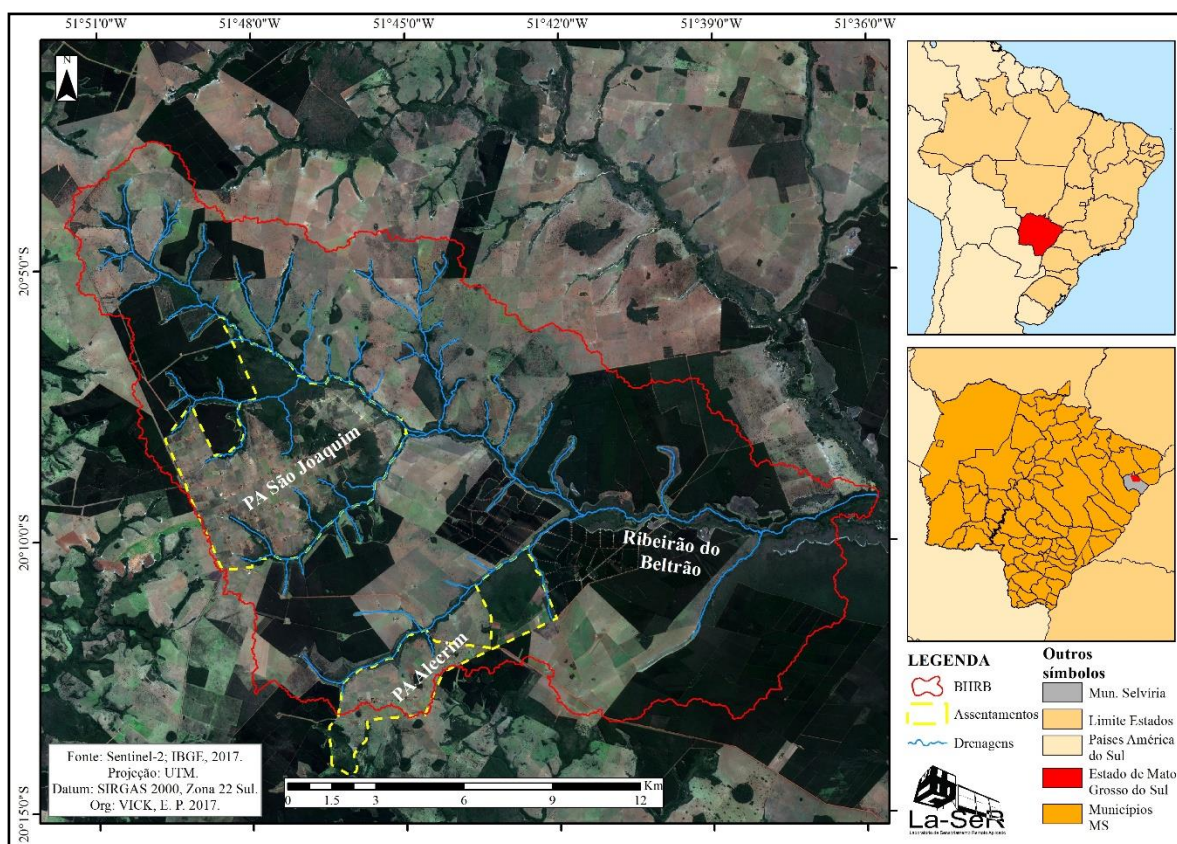
metodologias propostas por Ross (1994), Ross (2012), Crepani et al., (2001) e Cunha et al., (2013), os quais fundamentaram-se na obra Ecodinâmica, de Tricart (1977).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A BHRB está localizada entre os paralelos de  $20^{\circ}02'36.382''\text{S}$  e  $20^{\circ}12'22.387''\text{S}$ , e os meridianos de  $51^{\circ}35'47.375''\text{W}$  e  $51^{\circ}51'37.922''\text{W}$ , apresentando uma área de aproximadamente  $300 \text{ km}^2$  dentro do território municipal de Selvíria, que faz divisa com o município de Ilha Solteira-SP, conforme Figura 1. Após seu exultório, o Ribeirão do Beltrão drena suas águas para o Rio Pântano, que é tributário do rio Paraná. As áreas ocupadas pelos assentamentos São Joaquim e Alecrim são de aproximadamente  $35,12 \text{ km}^2$  e  $12,27 \text{ km}^2$  respectivamente. Entretanto, vale ressaltar que o assentamento Alecrim não está todo ele dentro da bacia, já que sua área total é de  $15,16 \text{ km}^2$ .

Figura 1. Localização da área de estudo.



Segundo Zavattini (2009), o clima para a região pode ser classificado como clima tropical, alternando entre períodos secos e úmidos, onde se destaca a ação da massa tropical atlântica, com uma pluviosidade

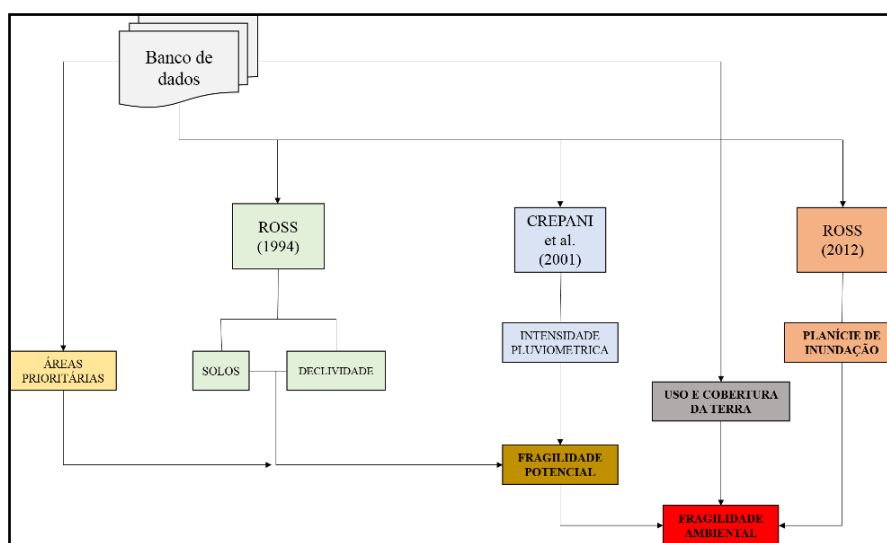


média anual entre 1400 e 1600 mm, possuindo chuvas concentradas na primavera-verão e um período seco bem definido.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração do Mapa de Fragilidade Ambiental para BHRB partiu da adaptação das metodologias propostas por Ross (1994, 2012), Crepani et al. (2001) e Cunha et al., (2013). Na Figura 2, estão representadas as etapas metodológicas adotadas para consecução do modelo de fragilidade ambiental para BHRP, estando destacadas as relações de cada variável empregada com os respectivos autores que abordam sobre as mesmas. Desta forma, empregou-se das variáveis físicas do ambiente (solos, declividade, intensidade pluviométrica e áreas prioritárias a conservação da biodiversidade) para elaboração da fragilidade potencial natural do ambiente a processos erosivos, seguindo esta etapa pelos cruzamentos da fragilidade potencial com o mapeamento de uso e cobertura da terra e as áreas de planície de inundação.

**Figura 2.** Procedimentos metodológicos adotados para consecução do modelo de fragilidade ambiental para BHRB.



Fonte: Autores.

Inicialmente, obteve-se de maneira gratuita uma imagem do Radar ALOS PALSAR de Dezembro de 2010, no portal da Universidade do Alasca Fairbanks (<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>). Através da imagem de radar foi possível realizar o procedimento de delimitação da BHRB. A delimitação ocorreu de maneira automática utilizando-se do software *Global Mapper*® 13.2.

Para subsidiar o mapeamento da fragilidade potencial, utilizaram-se como produtos os materiais cartográficos: mapa de solos, mapa de declividade, intensidade pluviométrica e áreas prioritárias à conservação da biodiversidade 1ª atualização. Para a elaboração do mapa de solos (representados na escala

de 1:250.000) foram adquiridos dados provenientes do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA) (SPERANZA; SILVA, 2010), que teve como base o levantamento de solos realizado pelo Macrozoneamento 1984/1985 (MATO GROSSO DO SUL, 1989). Os tipos de solos predominantes na bacia são: Planossolo, encontrado na foz, que possui característica de ser imperfeitamente ou mal drenados; Argissolo Vermelho com textura média argilosa e Latossolo Vermelho com textura média. Cada classe foi relacionada aos seus graus de fragilidade conforme a Tabela 1. A diferenciação de pesos se dá através de características principais de cada tipo de solo, tais como textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão de partículas, dentre outros (ROSS, 1994). Neste trabalho, as classes de solos empregados estão categorizadas até terceira ordem, então, a definição de seus níveis de fragilidades encontra-se calcada nas características principais relacionadas à sua composição granulométrica, estando estas definidas em uma escala generalizada, encontrando-se para o Latossolo Vermelho textura média, Argissolo Vermelho textura média-argilosa e Planossolo.

**Tabela 1.** Classes de Solos

Classes de Solos	Nível de Fragilidade	Pesos atribuídos
Latossolo Vermelho	Muito Baixa	1
Argissolo Vermelho	Média	3
Planossolo	Média	3

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Os dados pluviométricos foram obtidos através do portal do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) (PINTO et al., 2011) que apresentam a precipitação média anual (mm) para uma série temporal de quase 30 anos (1977 a 2006), disponíveis em isoietas. A precipitação média para a área foi quantificada em 1.481 mm. A representação da precipitação média anual se deu através do método de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*), no software ArcGIS® 10.6 (ESRI, 2018).

Ross (1994) salienta a importância da precipitação no contexto da fragilidade ambiental, porém, não orienta como se deve ponderar e atribuir os graus de fragilidade; recorrendo complementação com a metodologia de Crepani et al. (2001), na qual expressa os atributos fundamentais envolvidos na ação das chuvas nos processos erosivos, sendo eles: pluviosidade total, intensidade pluviométrica e distribuição sazonal. Definido o volume de precipitação média anual, através da aplicação da equação 1 ( $PMA/DPC = IP$ ), entre a precipitação média anual (PMA) e a duração do período chuvoso (DPC) (adotando o período de 10 meses, seguindo as unidades climáticas com a duração do período chuvoso para o território nacional (CREPANI et al., 2001) pôde-se obter a intensidade pluviométrica (IP), conforme procedimentos expostos por Crepani et al. (2001). Dessa maneira, a intensidade pluviométrica obtida a partir da equação 1 foi de aproximadamente 148,1 mm classificado na escala de 1,4 de vulnerabilidade. Toda a estruturação deste trabalho está baseada na hierarquização das classes de Ross (1994) e, como Crepani et al. (2001) agrupa os graus de vulnerabilidade

em uma escala de 1 a 3, com vinte e um intervalos intermediários. Houve a necessidade de padronização recorrendo a uma regra de três simples entre o peso da vulnerabilidade à perda de solo obtido na intensidade pluviométrica (1,4), o grau máximo de vulnerabilidade atribuído pela metodologia de Crepani et al. (2001) que é 3 e o grau máximo de fragilidade definido por Ross (1994) que é 5. O resultado final permitiu a atribuição do peso 2 para a variável como apresenta-se na Tabela 2, em que, todos os procedimentos descritos para obtenção dessa variável seguem as indicações de Cunha et al. (2013).

**Tabela 2.** Intensidade Pluviométrica

Precipitação Média Anual	Intensidade Pluviométrica (IP): Mínima/Máxima	Classificação de Crepani et al. (2001) (IP)	Peso
1473,5 a 1492,4 mm	147,4/149,2	125 – 150 mm =1,4	2

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001) e Ross (1994).

Para o mapa de declividade, utilizou-se da imagem do Radar ALOS PALSAR já mencionada anteriormente, seguindo-se a metodologia de Ross (1994) para a definição das classes em cinco categorias hierárquicas, variando de muito fraca a muito forte como apresentado na Tabela 3. O seu processamento foi executado com o auxílio do software ArcGIS® 10.6 (ESRI, 2018).

**Tabela 3.** Classes hierárquicas de declividade

Categoria	Porcentagem	Peso
Muito Fraca	Até 6%	1
Fraca	6 a 12%	2
Média	12 a 20%	3
Forte	20 a 30%	4
Muito Forte	Acima de 30%	5

Fonte: Ross (1994).

Os dados de áreas de proteção ambiental foram adquiridos junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA). Os dados também foram processados no *software* ArcGIS® 10.6 (ESRI, 2018), no qual foi extraído apenas as áreas prioritárias para conservação que se localizam dentro dos limites da bacia hidrográfica. A estas áreas foram atribuídas pesos levando em consideração suas características específicas, como apresentado na Tabela 4. O emprego desta variável foi baseado no trabalho de Cunha e Bacani (2016).





**Tabela 4.** Classes hierárquicas de declividade

Classes de Áreas Prioritárias	Nível de Fragilidade	Peso
Prioritária	Extremamente Alta	5
Não Prioritária	Muito Baixa	1

Fonte: Áreas prioritárias adquiridas do MMA, 1ª aproximação.

Com a realização de tais procedimentos, iniciou-se as operações de Álgebras de Mapas (CORDEIRO et al., 2007), partindo-se da operação de Reclassificação, meio pelo qual é possível a obtenção de um campo temático através de um outro campo temático, onde cada classe da área de estudo é associada a um valor, gerando assim um novo mapa com os pesos para solos, declividade, média pluviométrica e áreas de proteção ambiental, conforme apresentados nas tabelas 1, 2, 3 e 4. Essa operação também foi realizada para as classes temáticas do mapa de uso e cobertura da terra. Desta forma, as variáveis que apresentam valores mais próximos a 1,0 são consideradas mais estáveis, ao contrário daquelas mais próximas a 5,0 que são as mais vulneráveis (BACANI, 2010).

Utilizando-se dos mapas reclassificados de solos, declividade, intensidade pluviométrica e áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, realizou-se a sua sobreposição dos mesmos, no *software* ArcGIS® 10.6 (ESRI, 2018), efetuando-se uma ponderação entre as variáveis utilizadas gerando como produto deste processo, o mapa de fragilidade potencial.

Para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental foram utilizadas as mesmas ferramentas, adotando-se a fragilidade potencial, o mapa de uso e cobertura da terra e as planícies de inundação identificadas na área. Ao final de tal operação, foi realizado a união da planície de inundação (devidamente reclassificado e associado o peso 5) e o mapa de fragilidade ambiental procurando responder ao adendo realizado por Ross (2012).

Posteriormente a consecução do mapa de Fragilidade Ambiental, utilizou-se do mapeamento da rede de drenagem consistida para BHRB na escala de 1:30.000, elaborando um do *buffer* de 30 metros conforme a Lei nº12.651 (BRASIL, 2012).

Na elaboração do mapeamento de uso e cobertura da terra para o ano de 2017 foi utilizada uma imagem do Satélite Sentinel-2, com uma resolução espacial de 10 metros, do dia 20/07/2017. A sua aquisição foi realizada de maneira gratuita junto ao portal *Earth Explorer* do *United State Geological Survey* (USGS), (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Para a melhor visualização dos alvos a serem mapeados, foi utilizada a composição colorida falsa-cor 8R, 4G, 3B no SIG SPRING® 5.3 (CÂMARA et al., 1996), onde utilizou-se deste mesmo programa para a classificação. O processamento digital das imagens seguiu as rotinas descritas em Jensen (2009), Novo (2010) e Moreira (2011) que consistem no pré-processamento, realce e posterior classificação da imagem.

Pelo fato de a imagem apresentar alta qualidade e já vir corrigida geometricamente, optou-se por não realizar o seu pré-processamento. O contraste aplicado foi linear na composição colorida falsa-cor (já citada), onde foi realizada a

classificação supervisionada por regiões sobre a imagem. De maneira inicial, foi empregado o processo de segmentação na imagem para agrupar os pixels de características semelhantes, tendo como valores de similaridade e área, 3 e 6 respectivamente. Para o processo de classificação digital adotou-se o algoritmo Bhattacharya, pois este apresenta bons resultados quando empregado na classificação de uso e cobertura da terra (LEÃO et al., 2007). Este algoritmo necessita do procedimento de treinamento do sistema, procedimento este que consiste na coleta de variadas amostras de uma mesma classe. Para o mapeamento foram utilizadas ainda imagens de alta resolução do *software Google Earth* (SULLIVAN, 2009) e do mapeamento de vegetação para o estado de Mato Grosso do Sul, na escala de 1:100.000, realizado no âmbito do projeto GeoMS (SILVA et al., 2011). As classes temáticas para o mapeamento foram definidas tendo como base os diversos usos e ocupações da terra identificados na bacia e as classes definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em seu “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2013). Assim, as classes de mapeamento de uso e ocupação da terra utilizadas foram: vegetação de cerrado, vegetação ciliar, silvicultura, pastagem e solo exposto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

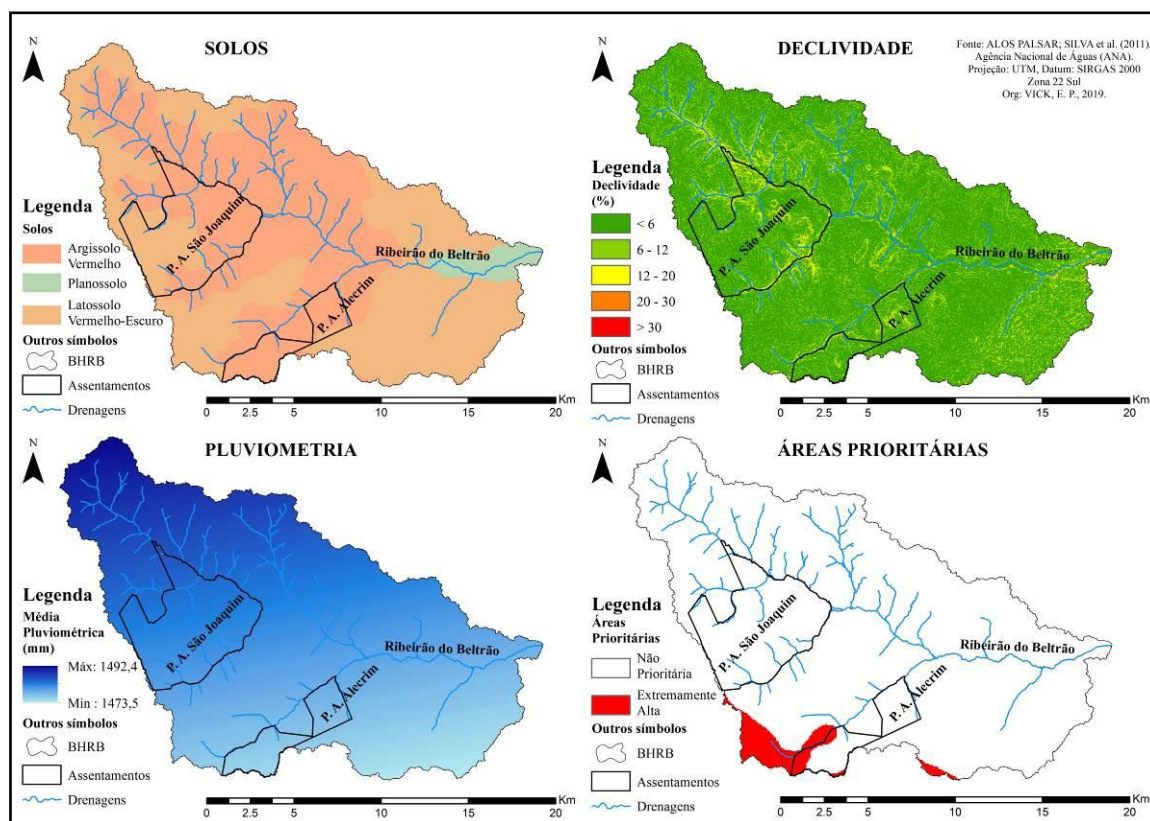
Na BHRB foram identificados três tipos de solos predominantes, sendo eles: os Argissolos Vermelhos com textura média argilosa, ocupando uma área de aproximadamente 50,06% do total; Latossolos Vermelhos com textura média, encontrados em 46,75% da área; e os Planossolos com característica de ser imperfeitamente ou mal drenados, encontrados na foz do Ribeirão do Beltrão, equivalendo a uma área de 3,19%.

A maioria dos Argissolos são bem aproveitados pela agricultura desde que não estejam em áreas de forte declive, pois nessas condições estão muito sujeitos a erosão. A maior parte é pobre em nutrientes e possui pH ácido, necessitando assim da utilização de produtos agrícolas e ações corretivas (LEPSCH, 2010). Com relação aos Latossolos, Lepsch (2010) relata que com a evolução dos fertilizantes, esses solos são muito procurados para atividades agrícolas. Nas áreas onde esses produtos são utilizados, os Latossolos são economicamente produtivos se cultivados com diversificação de lavouras, e o fato de comumente apresentarem relevo com suave inclinação torna-o pouco susceptível à erosão hídrica, favorecendo sua mecanização. Os Planossolos localizam-se nas áreas mais planas e úmidas da bacia, nas proximidades de sua foz, o que dificulta o seu aproveitamento agrícola.

Conjuntamente aos solos, a declividade apresenta grande importância para o ambiente de uma bacia hidrográfica, pois influencia diretamente na perda de solo por erosão hídrica, principalmente quando se considera que um elevado grau de declividade acarreta em uma maior intensidade de escoamento das águas, dificultando sua infiltração devido ao menor tempo de contato com o solo (OLIVEIRA; PINTO; LOMBARDI NETO, 2007). Assim, em relação à declividade, a BHRB apresenta índice médio de 5,1%, o que constitui um elemento de baixa fragilidade ambiental segundo a metodologia de Ross (1994).

A classe de declividade de até 6% corresponde a 210 km<sup>2</sup> (70% do total), sendo classificada como uma declividade suave, possuindo, portanto, pequenas ou nulas limitações de uso (LEPSCH, 2010). A declividade entre 6 a 12% corresponde a 27,14% do total da bacia, podendo ser classificada como suave ondulada. Neste intervalo a agricultura convencional deve ser restrita e práticas de conservação do solo são recomendadas. As classes que representam forte ou muito forte fragilidade, registradas em intervalos entre 20 a 30% e acima de 30% respectivamente, somam menos de 1% da área total da bacia. Além da espacialização da declividade na bacia, a Figura 3 apresenta as representações das variáveis referentes aos tipos de solos, a média pluviométrica e as áreas prioritárias para conservação, que foram utilizadas para elaboração do mapa de fragilidade potencial.

**Figura 3.** Variáveis utilizadas na avaliação da fragilidade potencial da BHRB



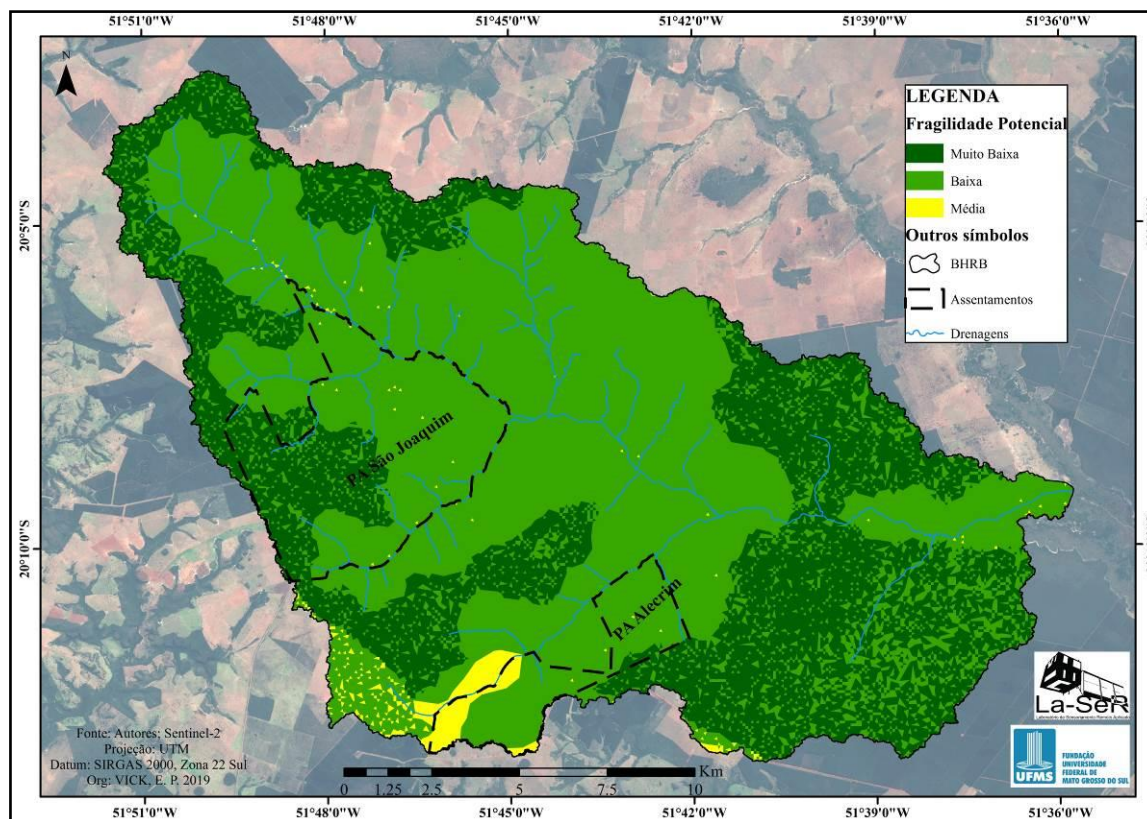
Fonte: SISLA; Allos Palsar; MMA.

## FRAGILIDADE POTENCIAL

A conjunção das variáveis físicas da BHRB citadas resultou no mapa de fragilidade potencial, segmentado em três níveis, conforme espacializado na Figura 4. A classe de baixa fragilidade potencial predomina na bacia, em uma área de aproximadamente 193,9 km<sup>2</sup>, o que equivale a 64,63% do total da bacia. Do restante, 33,73% da área foi classificada com muito baixa fragilidade potencial e 4,9% como média

fragilidade, ficando evidente a influência da baixa declividade, que predomina em 70% da área da bacia, contribuindo para a contenção de processos erosivos, principalmente nos Argissolos que estão presente em aproximadamente 150 km<sup>2</sup>, ou 50% da área total da bacia.

**Figura 4.** Mapa da Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica Ribeirão do Beltrão



Fonte: Autores

A baixa fragilidade potencial distribui-se entre pontos com maiores declividades cobertos por Argissolos e principalmente em áreas prioritárias classificadas como de muito alta fragilidade. Já a média fragilidade potencial restringiu-se a pontos localizados em terrenos com declividade relativamente alta, cobertos por Argissolos e classificados como áreas prioritárias. Neste contexto, os assentamentos rurais apresentaram predominância de áreas com muito baixa fragilidade ambiental, ou seja, os assentamentos Alecrim e São Joaquim registraram índices respectivos de 82,78% e 70,65% de muito baixa fragilidade a processos erosivos levando em consideração única e exclusivamente as variáveis ambientais. Por outro lado, o assentamento Alecrim apresentou uma área maior de média fragilidade potencial, de aproximadamente 14,76%, valor este decorrente em grande parte da localização em seu território de áreas prioritárias à conservação, o que exige políticas públicas específicas em relação ao uso e ocupação da terra no assentamento. Os índices de fragilidade potencial para os assentamentos o conjunto da bacia estão quantificados na Tabela 5.



**Tabela 5.** Classes de Fragilidade Potencial

Classes De Fragilidade Potencial						
Classes	Bacia		PA- S. Joaquim		PA – Alecrim	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Muito Baixa	101,2	33,73	24,8	70,65	10,1	82,78
Baixa	193,9	64,63	10,2	29,05	0,3	2,46
Média	4,9	1,64	0,1	0,3	1,8	14,76
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>35,1</b>	<b>100</b>	<b>12,2</b>	<b>100</b>

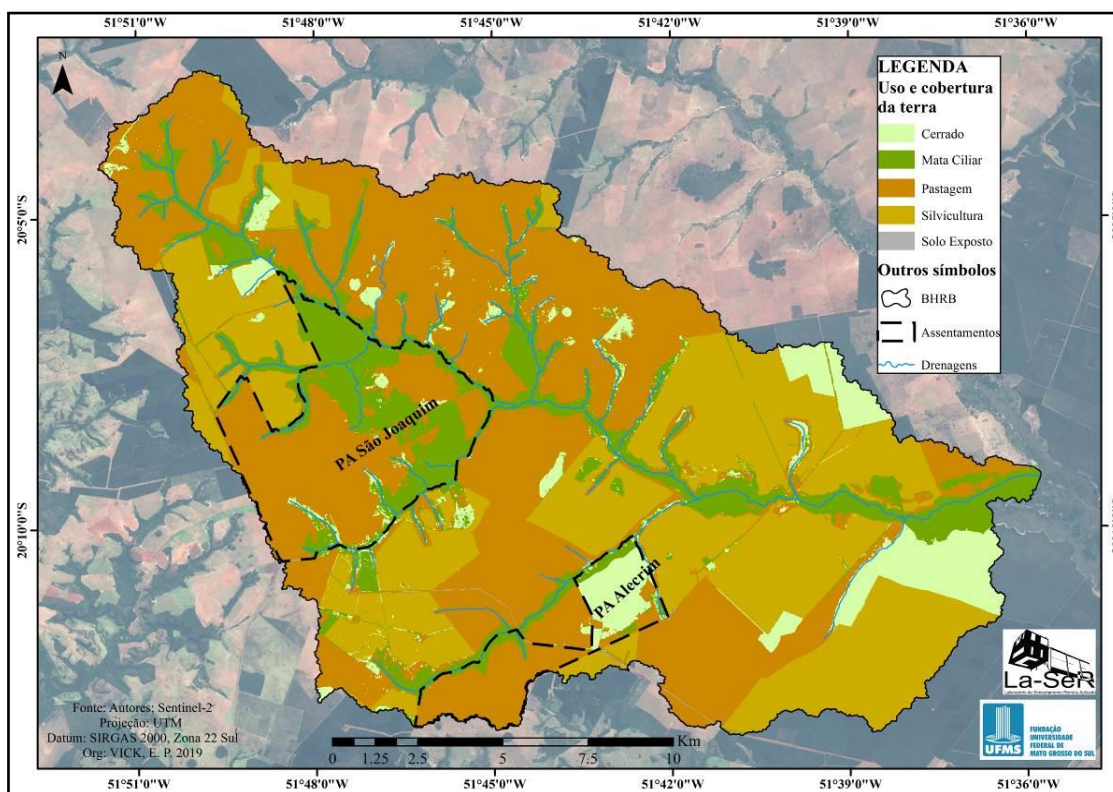
Fonte: Autores.

## USO E COBERTURA DA TERRA

O mapeamento de uso e cobertura da terra (Figura 5) aponta que dos 300 km<sup>2</sup> abrangidos pela BHRB, aproximadamente 44,63% é composto por pastagens, constituindo a principal classe de uso da terra. As pastagens estão distribuídas ao longo da bacia de maneira contínua, concentrando-se principalmente em seu centro. A silvicultura constitui a segunda maior classe de uso e ocupação da terra, distribuindo-se por 31,68% da área da bacia, principalmente nas proximidades da rede de drenagem na área mais a jusante da bacia. A vegetação ciliar apresenta significativo índice de conservação, constituindo 15,97% da área de toda a bacia. Assim, conjuntamente à vegetação ciliar e de Cerrado, que ocupa porções restritas na bacia, totalizando 7,63% da área total, a vegetação natural identificada na BHRB totaliza apenas 23,60% da área total, indicando uma reduzida biodiversidade da flora local e, potencialmente, da fauna. Por fim, o solo exposto foi verificado em apenas 0,09% da bacia, distribuído em estradas e pontos de pastagem extremamente degradada.

As áreas de silvicultura registradas no mapeamento do uso e ocupação da terra na BHRB constituem resultado de um amplo processo de expansão da área destinada à silvicultura que o Estado de Mato Grosso do Sul tem presenciado a partir de 2006, o qual até 2012 registrou crescimento superior a 492% na área plantada, representando assim um novo território para a expansão e acumulação do capital para empresas do ramo de papel e celulose (FONSECA; THOMAZ JUNIOR, 2014). No contexto da silvicultura, percebe-se na BHRB que áreas anteriormente destinadas a práticas voltadas à pecuária estão sendo substituídas por monocultivo de Eucaliptos, conforme identificado por Nardoque (2017) em diferentes áreas do Território Rural do Bolsão (TRB).

**Figura 5.** Mapa do Uso da Terra e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica Ribeirão do Beltrão em 2017



Fonte: Autores.

Neste contexto, a partir da espacialização dos dados de uso e cobertura da terra da BHRB (Figura 5) é possível notar que os assentamentos São Joaquim e Alecrim estão cercados por silvicultura e porções de pastagens, o que representa uma dificuldade para a (re) produção camponesa, conforme aponta Fonseca e Thomaz Junior (2014). Conforme o mapeamento, estes assentamentos são recobertos basicamente por pastagens para a pecuária e trechos de vegetação ciliar e de cerrado, com pequenas porções destinadas à agricultura, não identificadas no mapeamento devido à escala empregada neste processo. Os dados de uso e ocupação da terra nos assentamentos rurais e no conjunto da bacia estão quantificados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Classes de uso e ocupação da terra

Classes De Uso e Ocupação da Terra						
Classes	Bacia		PA- S. Joaquim		PA – Alecrim	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Cerrado	22,9	7,63	0,8	2,28	3,61	29,42
Pastagem	133,9	44,63	20,2	57,55	7,06	57,54
Silvicultura	95,1	31,68	-	-	-	-
Solo Exposto	0,2	0,09	0,2	0,57	0,03	0,24
Vegetação Ciliar	47,9	15,97	13,9	39,60	1,57	12,80
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>35,1</b>	<b>100</b>	<b>12,27</b>	<b>100</b>

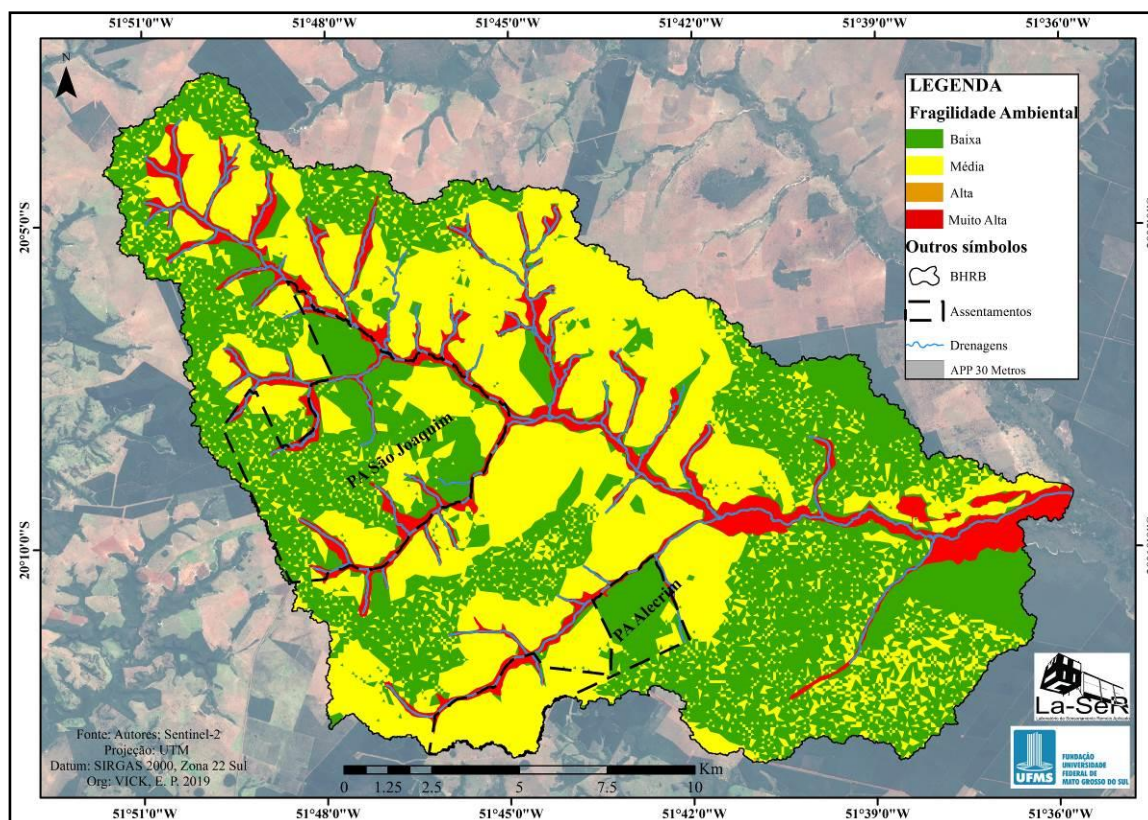
Fonte: Autores.



## FRAGILIDADE AMBIENTAL

O mapeamento de fragilidade ambiental resulta da combinação dos mapeamentos da fragilidade potencial, do uso e cobertura da terra e das áreas de planícies de inundação identificadas na BHRB, constituindo assim, uma importante ferramenta para o conhecimento da vulnerabilidade do ambiente à degradação, registrando-se dessa forma como um importante subsídio para o planejamento, gestão e ordenamento do território, de forma a racionalizar a relação entre a produção agrícola e a conservação ambiental. Desta forma, seguindo os procedimentos metodológicos já abordados, foi gerado o mapa de fragilidade ambiental da BHRB, o qual foi compartimentado em quatro níveis, sendo eles: baixa, média, alta e muito alta fragilidade, conforme espacializado na Figura 6.

Figura 6. Mapa de Fragilidade Ambiental da BHRB



Fonte: Autores.

Conforme o mapeamento, aproximadamente 43,1% das áreas da BHRB apresentam baixa fragilidade ambiental, pois estão localizadas em regiões com presença de vegetação natural (vegetação ciliar e de Cerrado) e com declividade suave ondulada, de índices que oscilam entre 6 a 12%. Do ponto de vista físico,

estas áreas já apresentam baixa fragilidade potencial, tendo no uso e cobertura da terra outra variável que mantém esta classificação relativamente estável.

A média fragilidade ambiental distribui-se por aproximadamente 45,7% da área da bacia, constituindo assim na maior classe mapeada. Esta classificação está associada ao grau intermediário de proteção ao solo proveniente das áreas de pastagem e silvicultura, distribuídas basicamente em declividades que variam entre os 6 a 12%, com apenas alguns pontos de declividade próximos a 20%. Estas áreas necessitam de uma atenção especial em relação ao seu manejo, pois apesar de apresentarem solos pouco férteis, são amplamente utilizadas para a silvicultura devido à aplicação de insumos. Por outro lado, as pastagens não apresentam em sua total extensão sistemas integrados de manejo (como curvas de nível) que, conjuntamente à elevada mecanização da silvicultura, torna estas áreas potencialmente susceptíveis ao desencadeamento de processos erosivos agressivos. Assim, segundo LEPSH (2002), há sérias precauções que devem ser tomadas para a proteção do solo, principalmente nas áreas de pastagem, onde se perde em média 700 kg/ha de solo ao ano.

A alta fragilidade ambiental distribui-se por apenas 0,1% da área da bacia, tornando-se praticamente imperceptível no mapeamento, estando restritas a pontos que apresentam solo exposto, expressando assim a preponderância do uso e cobertura da terra nesta classificação. Por outro lado, a fragilidade muito alta está relacionada às áreas de planície de inundação, mapeadas nos principais canais da bacia. Estas áreas, conforme metodologia de Ross (2012), possuem o mais elevado grau de fragilidade ambiental, pois sua dinâmica é complexa, particular e altamente instável, constituindo assim a feição morfológica mais delicada da bacia. Para além de sua importância à biodiversidade local, a planície de inundação possui papel hidrológico importante para a bacia, constituindo “filtro” para a rede de drenagem, retendo excessivas cargas sedimentares, defensivos agrícolas e demais poluentes provenientes do escoamento superficial de áreas mais altas da bacia. Os valores absolutos e relativos da fragilidade ambiental estão disponíveis na Tabela 7.

Em relação aos assentamentos de reforma agrária, ocorre o predomínio de média fragilidade ambiental, o qual no assentamento São Joaquim abrange aproximadamente 57,8% da área total, enquanto no assentamento Alecrim este índice é de 56,5% estando associada a preponderância a fragilidade ambiental média ao uso e cobertura da terra, principalmente no que se refere à pastagem. Os terrenos nos quais estão instalados os assentamentos rurais apresentam declividade média entre 6 e 12%, no entanto, apresentam algumas áreas com declividades elevadas, muito próximas a 20%. A maior parte destas significativas declividades localiza-se em terrenos compostos por Argissolos, o que torna a área potencialmente susceptível à erosão hídrica. Assim, tendo em vista a propensão natural da área ao desenvolvimento de processos erosivos e o uso e cobertura da terra baseado em pastagens com baixo nível de proteção do solo, torna-se altamente necessário um cuidado especial com os terrenos nos quais estão instalados tais assentamentos, visto que devido a questões socioeconômicas, perda de solos por processos erosivos podem ocasionar impactos

significativamente mais graves aos camponeses e agricultores familiares. Neste sentido, no interior do assentamento São Joaquim há uma área de preservação permanente que permite a existência do que se pode denominar (ao menos empiricamente) de um corredor ecológico, permitindo o retardo dos processos de assoreamento dos rios e consequentemente diminuindo o risco de degradação ambiental.

**Tabela 7.** Classes de fragilidade ambiental

Classes De Fragilidade Ambiental						
Classes	Bacia		PA- S. Joaquim		PA – Alecrim	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Baixa	129,3	43,1	10,5	29,9	4,6	37,8
Média	137,2	45,7	20,3	57,8	6,9	56,5
Alta	0,1	0,1	-	-	-	-
Muito Alta	33,4	11,1	4,3	12,3	0,7	5,7
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>35,1</b>	<b>100</b>	<b>12,2</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores.

Analisando o mapeamento de fragilidade potencial percebe-se que, a despeito de predominância de argissolos arenosos e de declividades entre os 6 e 12%, a BHRB apresenta índices estáveis de fragilidade à degradação ambiental. Entretanto, quando se analisa o uso e cobertura da terra e as áreas de planícies de inundação, a fragilidade do ambiente eleva-se a níveis de média fragilidade, isto é, uma classificação intermediária que exige um conjunto de medidas para a proteção ao solo, principalmente em relação a um manejo mais adequado e integrado. Neste sentido, a predominância das pastagens e o avanço da silvicultura na bacia aumentam o seu grau de fragilidade ambiental, além de pressionarem pequenos produtores, afetando seu modo de (re) produção.

As áreas de preservação permanente (APPs) constituem-se áreas delimitadas conforme a Lei n. 12.651/2012 (BRASIL, 2012), cujas quais devem ser protegidas independentemente de sua cobertura vegetal, com a finalidade de assegurar a preservação dos recursos hídricos, a paisagem, estabilidade geológica, biodiversidade, fluxo de fauna e flora e a proteção do solo com o propósito de garantir o desenvolvimento e bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Nesta perspectiva, tendo em vista que conforme a legislação canais com largura de até de 10 metros carecem de APPs de 30 metros medidas a partir das margens dos canais, as APPs identificadas na BHRB apresentam área de 11,02 km<sup>2</sup> (3,67% da área da BHRB). No interior dessas áreas cujas quais já são protegidas por lei, localiza-se uma parcela das áreas de muito alta fragilidade ambiental. Entretanto, cerca de 28,1 km<sup>2</sup> (9,36% da área da BHRB) das áreas de muito alta fragilidade ambiental não estão localizadas dentro das áreas de APPs, ou seja, a despeito de apresentar uma maior sensibilidade ao ambiente, estas áreas não tem o aporte legal para serem preservadas.

É necessário expor o cenário no qual a BHRB é tributário da Bacia Hidrográfica do Rio Pântano (BHRP) que, conforme apresentado por Vick (2019), a BHRP passou por dois momentos de transformações em sua paisagem: em um primeiro momento, entre os anos de 1984 à 2007, ocorreu o desmatamento das áreas com vegetação natural (Cerrado: Savana Arborizada, Savana Florestada, Savana Gramíneo-Lenhosa e Vegetação Ciliar) para introdução de pastagem, e um segundo momento, de 2007 à 2017, com o avanço do cultivo de Eucalipto em substituição as áreas de pastagens. Assim sendo, as áreas de muito alta fragilidade ambiental estão diretamente relacionadas às áreas de planícies de inundação, fazendo-se necessário uma percepção maior aos usos a serem adotados nas mesmas, na qual em grande parte encontram-se fora das áreas de APPs, tendo em vista o histórico de mudanças dos usos e coberturas da terra para BHRB.

Conforme Stevaux e Latrubesse (2017) a instabilidade no sistema de uma bacia hidrográfica pode ser provocada pela retirada da vegetação original e seu câmbio por outra cobertura no qual, na maior parte dos casos, pode intensificar processos erosivos e o respectivo transporte sedimentar. As áreas de alta fragilidade ambiental para BHRB, como mencionado anteriormente, estão associadas às áreas de planície de inundação, contudo, é necessário refletir-se sobre o manejo levando em consideração o sistema bacia hidrográfica em seu todo e não apenas à própria planície de inundação (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Através de algumas técnicas de manejo conservativo que objetivam a utilização de recursos de forma sustentável, são concebidos meios que delineiem a redução do estresse ambiental, contaminação e uso intensivo do meio ambiente, pautados em estratégias de curta duração que possibilitem a preservação em longo prazo (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017). Isto posto, dentre as técnicas de manejo conservativo mais apresentadas está a instalação da zona tampão ripária, que pode ou não coincidir com a área de planície de inundação, mas tem função ímpar na manutenção ou restauração do ambiente fluvial como: "...estabilização das margens, regulação do fluxo e da entrada de nutrientes, filtração de sedimentos, sombreamento, refúgio para a fauna e fonte de fragmentos vegetais (folhas, galhos e troncos)..." (STEVAUX; LATRUBESSE, p. 276, 2017).

Desta maneira, o atual trabalho se faz presente e aberto para subsidiar novas discussões acerca da necessidade de refletir-se sobre os métodos que estão sendo empregados no uso e ocupação da terra na BHRB, no qual possa conciliar um desenvolvimento sustentável para o ambiente, bem como para todos aqueles que têm o direito de usufruir dele, pautando sempre em uma maneira mais igualitária.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que a BHRB apresenta basicamente uma baixa fragilidade potencial a erosão quando relacionados apenas as variáveis ambientais naturais. Entretanto, quando combinada a



fragilidade potencial com a ação antrópica esse quadro muda, passando a apresentar uma fragilidade ambiental média na maior parte da bacia. Portanto, mais de 75% da área total da BHRB necessita de um grau de atenção moderado em relação às atividades desenvolvidas, seja nas pastagens ou na silvicultura, levando em consideração, por um lado, o elevado nível de mecanização empregada nos plantios de eucaliptos e por outro a ausência de manejo correto nas pastagens.

As APPs apresentaram-se espacialmente incapazes de recobrir as áreas de muito alta fragilidade ambiental presentes às margens dos cursos d'água (associadas às planícies fluviais ou inundação), o que remete a necessidade de revisão de limites rígidos previamente estabelecidos em lei.

Assim como na maior parte da bacia, os assentamentos Alecrim e São Joaquim manifestam uma fragilidade ambiental média. Apesar da difícil luta para manter-se na terra e para garantir a (re) produção de sua agricultura familiar, é necessário um cuidado especial com a conservação do solo, principalmente em relação às áreas de pastagem e à manutenção da vegetação ciliar e de cerrado que se faz presente em ambas as áreas dos assentamentos.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa, processo nº 306448/2020-3.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rosemeire Aparecida de. **Recriação camponesa no Bolsão/MS em tempos de Impérios de Papel: ambiguidade e resistência**. VIII Simpósio Internacional de Geografia Agrária – SINGA2017. Curitiba, 1 a 5 de Novembro de 2017.

BACANI, Vitor Matheus. **Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS**. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm)

CÂMARA, Gilberto; SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto; FREITAS, Ubirajara Moura; GARRIDO, Juan. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Computers and Graphics, Volume 20, Issue 3, p. 395-403, May-June 1996.





CASANOVA, Marco; CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: MundoGeo, 2005.

CORDEIRO, João Pedro; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria; CÂMARA, Gilberto. Álgebra de Campos e Objetos. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais/INPE, 2007. p. 1-26. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap8-algebra.pdf>. Acesso em: 10. Set. 2017.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão de Medeiros; HERNANDEZ FILHO, Pedro; FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Sensoriamento Remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

CUNHA, Elias Rodrigues da; BACANI, Vitor Matheus. Caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Come Onça, Água Clara-MS. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 10, n. 22, jan./abr. p. 193-205, 2016.

CUNHA, Elias Rodrigues da; BACANI, Vitor Matheus.; AYACH, Lucy Ribeiro. Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental. **Revista da ANPEGE**, v. 9, n. 12, p. 89-105, jul./dez. 2013.

ESRI, 2018. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

FONSECA, Silas Rafael da; THOMAZ JUNIOR, Antonio. A consolidação do complexo de celulose e papel na região leste de Mato Grosso do Sul: Estudo de caso do Município de Selviria. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS – nº 19 – Ano 11**, p. 75-103, maio 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. p. 271.

JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes; CAMPOS, Kleber Cavaça; LUCHIARI, A.; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XII, 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. p. 16-21.

LEÃO, Caroline; KRUG, Lilian Anne; KAMPEL, Milton; FONSECA, Leila Maria Garcia. Avaliação de métodos de classificação em imagens TM/Landsat e CCD/CBERS para o mapeamento do uso e cobertura da terra na região costeira do extremo sul da Bahia. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis, Brasil, **Anais**. Florianópolis: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. p. 939-946.

LEPSCH, Igo Fernando. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MATO GROSSO DO SUL. **Macrozoneamento Geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/>. Acesso: 17/05/2017.

MOREIRA, Mauricio Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

NARDOQUE, Sedeval. Expansão geográfica do capital e reforma agrária em Mato Grosso do Sul nos governos FHC e Lula. In: COELHO, Fabiano; CAMACHO, Rodrigo Simão. **O campo no Brasil contemporâneo: do governo FHC aos governos petistas (questão agrária e reforma agrária)**. Curitiba: CRV, 2017.

NOVO, Evelyn Márcia Leão de Moraes. **Sensoriamento remoto: Princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, Antonio Marcos Machado de; PINTO, Sérgio dos Anjos Ferreira; LOMBARDI NETO, Francisco. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v.5, n.1, p.63-86, 2007.

PINTO, E. D. A.; AZAMBUJA, A. D.; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. D. B.; PICKBRENNER, K. Atlas Pluviométrico do Brasil: Isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos. **Brasília: CPRM**, v.1, 2011.

ROSA, Roberto. **Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento, 2004.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.8, p. 63-74, 1994.





ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Landforms and Environment Planning: Potencialities and Fragilities. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Volume Especial 30 anos, p. 38-51, 2012.

SAMPAIO, Rômulo. **Direito ambiental**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2011.

SILVA, João dos Santos Vila; POTT, Antonio; ABDON, Myrian de Moura; POTT, Vali Joana; SANTOS, Kelson Ribeiro dos. **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 64 p.

SILVA, Mariele de Oliveira; ALMEIDA, Rosemeire Aparecida de. Território Rural do Bolsão/MS: A Mobilidade do Complexo Eucalipto/Celulose e seus Impactos em Comunidades Camponesas. **Geografia em Questão**, Cascavel, v. 10, n. 01, p. 77-94, 2017.

SPERANZA, Eduardo Antônio; SILVA, João dos Santos Vila da. **Sistema interativo de suporte ao licenciamento ambiental e sua integração com sistemas locais via Serviços Web**. Embrapa Informática Agropecuária. Comunicado Técnico, 2010. Disponível em: [http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina\\_inicial.php](http://sisla.imasul.ms.gov.br/sisla/pagina_inicial.php). Acesso: 31/07/2019.

STEVAUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de textos, 2017. 336p.

SULLIVAN, D. Google Earth Pro, **EContent**, v. 32, n. 3, p. 16-18, 2009.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. p. 91.

VICK, Erivelton Pereira. Análise Multitemporal de Modelagem Preditiva das Mudanças no Uso da Terra e Cobertura Vegetal na Bacia Hidrográfica do Rio Pântano – MS. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

VILAÇA, Marina Freitas; GOMES, Ivair; MACHADO, Marley Lamounier; VIEIRA, Eliane Maria; SIMÃO, Maria Lélia Rodriguez. Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão: O Estudo de Caso do Ribeirão Conquista no Município de Itaguara – MG. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XIII, 2009, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no estado do Mato Grosso do Sul**: estudos geográficos como vistas à regionalização climática. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.