
GEOTECNOLOGIAS APLICADA A ANÁLISE DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PERIQUITO (MS)

GEOTECHNOLOGY APPLIED TO ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY OF THE RIBEIRÃO PERIQUITO WATERSHED (MS)

Matheus Henrique de Souza Barros¹
Patricia Helena Mirandola Garcia²
Rafael Martins Brito³
Amanda Moreira Braz⁴

RESUMO: A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito está localizada entre os municípios de Três Lagoas/MS e Selvíria/MS, sendo parte componente da Sub-Bacia do Rio Sucuriu, com uma área de aproximadamente 10.206 km². Com o avanço da silvicultura na região e a manutenção da pecuária como atividade econômica, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise dos diferentes níveis de fragilidade ambiental na bacia hidrográfica em questão, podendo ser mais uma ferramenta para o planejamento e ordenamento da bacia. Deste modo a análise realizada no presente trabalho fundamentou-se nas propostas de Ross (1994) e Crepani (2001). Quanto à parte metodológica deste artigo, destaca-se o uso das geotecnologias, sendo um conjunto de ferramentas que auxiliam de forma decisiva os estudos aqui propostos. Em relação aos resultados obtidos, notou-se a ocorrência de baixa fragilidade ambiental em grande área da bacia, seguido pela média fragilidade, alta fragilidade e muito alta fragilidade.

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental. Bacia Hidrográfica. Geotecnologias.

1 Mestrando Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL. Membro do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) e Bolsista CAPES. Membro do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) e Bolsista CAPES. E-mail: matheus.geo2013@gmail.com.

2 Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia Mestrado (UFMS/CPTL) e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências (Doutorado) - Área Educação Ambiental, do Instituto de Física da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS-Campo Grande). Líder do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) E-mail: patriciaufmsgeografia@gmail.com.

3 Mestrando Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL. Membro do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias) e Bolsista CAPES. E-mail: rafaelgeografiaufms@gmail.com.

4 Bolsista Iniciação Científica (CNPq), discente de graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL. Membro do grupo de pesquisa DIGEAGEO (Diretrizes de Gestão Ambiental com Uso de Geotecnologias). E-mail: amandabraz.geo@gmail.com.

Artigo recebido em julho de 2018 e aceito para publicação em dezembro de 2018.

ABSTRACT: The Ribeirão Periquito Watershed is located between the municipalities of Três Lagoas/MS and Selvíria/MS, being part of the Sub-Basin of Sucuriu River, with an area of approximately 10,206 km². With the advancement of forestry in the region and the maintenance of livestock farming as an economic activity, this work aims to analyze the different levels of environmental fragility in the watershed in question. The analysis carried out in the present work was based on the proposals of Ross (1994) and Crepani (2001). As for the methodological part of this article, we highlight the use of geotechnologies, being a set of tools that help in a decisive way the studies proposed here. In relation to the results obtained, it was observed the occurrence of low environmental fragility in a large area of the basin, followed by the medium fragility, high fragility and very high fragility.

Keywords: Environmental fragility. Watershed. Geotechnology.

INTRODUÇÃO

Devido ao eminente crescimento da silvicultura na região da qual a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP) está inserida, o presente trabalho visa utilizar as geotecnologias em uma análise dos níveis de fragilidade ambiental neste local, sendo mais uma ferramenta auxiliadora no planejamento e ordenamento deste ambiente.

Silva et al. (2010) acreditam ser fundamental conhecer os ambientes naturais e seus potenciais de fragilidade para o exercício de planejamento ambiental e que assim ocorram formulações de políticas públicas que visam o uso sustentável de um determinado local. O autor afirma também que o Cerrado, bioma da BHRP, é um dos mais devastados, necessitando assim de maiores cuidados do poder público.

Sendo assim, este trabalho fundamentou-se nas obras de Ross (1994) e de Crepani (2001), iniciando com o diagnóstico da fragilidade potencial, que consiste na análise e combinação de determinadas variáveis tais como, solo, relevo, clima e vegetação (ROSS, 1994).

Quanto à análise de fragilidade ambiental, esta ocorre a partir da combinação dos dados obtidos no diagnóstico das potencialidades, ou seja, das fragilidades potenciais, com as informações adquiridas a partir do mapeamento de uso e cobertura vegetal.

Diante disso, o presente trabalho buscou analisar a BHRP a partir de um enfoque sistêmico, tendo como referência a obra desenvolvida por Bertalanffy (1975), “Teoria Geral dos Sistemas”. Nesta abordagem diversos elementos e fatores devem ser analisados de forma integrada, fazendo parte de uma grande estrutura, um sistema.

Deste modo, o objeto de estudo está estruturado da seguinte maneira: Sistema – Bacia Hidrográfica do Rio Paraná; Subsistema – Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriu; Parte componente – Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito. Vale destacar que na reflexão de Tricart (1977), o conceito de sistema, atualmente, é o melhor instrumento lógico para os estudos ambientais.

A BHRP está localizada entre os municípios de Três Lagoas e Selvíria, ambos no Estado de Mato Grosso do Sul, mais precisamente entre as coordenadas 19°30’ a 21°06’S e 51° 30’ a 52° 30’W. Possui uma área de aproximadamente 10.206 km², sendo parte componente da sub-bacia do Rio Sucuriú (Figura 1).



Fonte: Earthstar Geographics/Microsoft Corporation. Organizado pelo autor (2017).

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito/MS

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho contou com o suporte das geotecnologias, que consistem em um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam de forma decisiva nos estudos ambientais atuais.

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)

Dentre as principais geotecnologias utilizadas neste artigo, pode-se destacar o uso do Sensoriamento Remoto, definido por Paranhos Filho et al. (2008) como a técnica de obtenção de dados ou imagens de um determinado objeto que se encontra distante do sensor de amostragem, como as imagens de satélite, radar e fotografias aéreas.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), que segundo Mirandola (2004), possui um enorme potencial de análise dentro dos estudos geográficos, além da capacidade de armazenar e manipular informações de uma determinada área de estudo, a partir de um leque de ferramentas integradas, também foi fundamental na metodologia desta análise.

SIG é um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas integra dados, pessoas e instituições, de forma

a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georeferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2005, p. 81).

Nesta reflexão, nota-se que as geotecnologias estão diretamente ligadas às atividades de planejamento, auxiliando nas tomadas de decisões e na obtenção de resultados de forma mais rápida e precisa.

Deste modo, a parte inicial do trabalho consistiu na pesquisa e leituras de bibliografias acerca dos conceitos que permeiam o assunto aqui tratado, além do levantamento dos dados necessários para a elaboração dos mapas temáticos. Nesta etapa também foi definida a composição da estrutura sistêmica da BHRP. Christofolleti (1999) salienta a importância da abordagem sistêmica nos estudos geográficos, focalizando as pesquisas, obtendo assim resultados mais precisos.

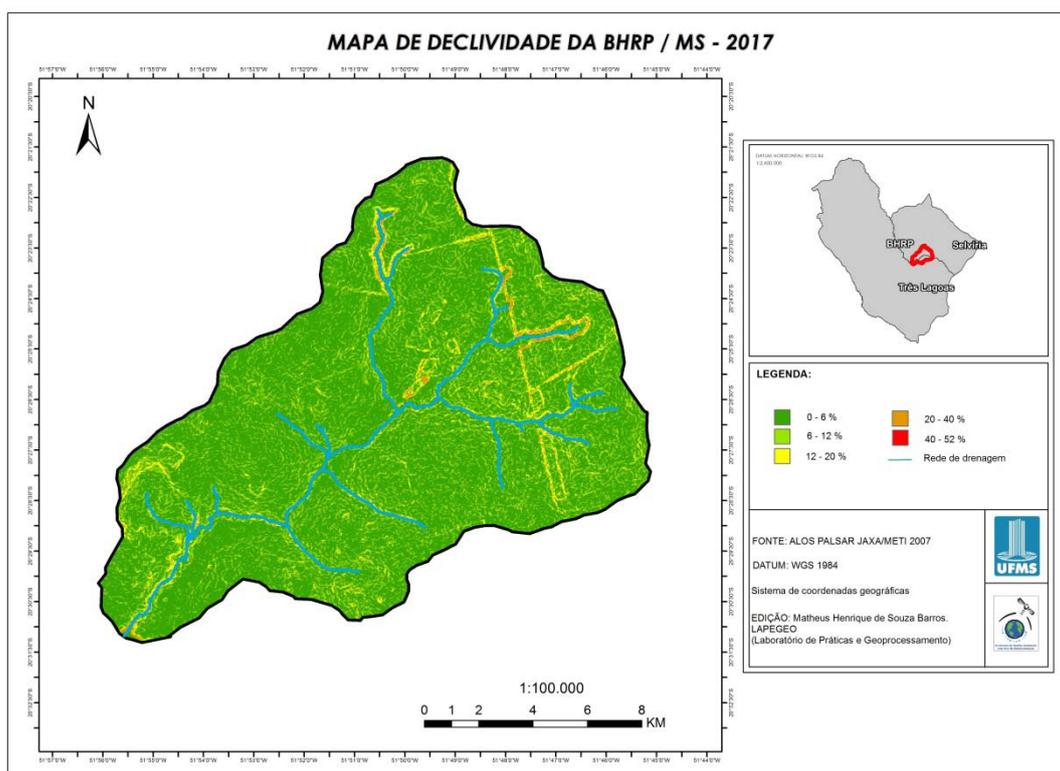
Em um segundo momento, dando início aos procedimentos de caráter técnico, foi realizado primeiramente a delimitação da BHRP e a vetorização da rede de drenagem da bacia, utilizando a imagem do radar *Advanced Land Observing Satellite Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar* (ALOS PALSAR) e o *software Global Mapper*. Posteriormente, foram elaborados os seguintes mapas temáticos: Declividade, solos, pluviosidade, áreas prioritárias e uso e cobertura vegetal.

Para a elaboração do mapa de declividade também foram utilizados a imagem de radar ALOS PALSAR e o *software ArcGIS* (versão de teste para estudantes), tendo como base a técnica de Modelagem Digital do Terreno (MDT) a partir da ferramenta *Slope*. Vale ressaltar que a MDT é uma representação da superfície no formato *raster* e é uma das principais técnicas computacionais utilizadas para fins de estudos do relevo (Figura 2).

Braz (2014) destaca que a análise de declividade é uma ferramenta importante para os estudos ambientais, representando em mapas temáticos a distribuição dos diferentes níveis de inclinação existente em uma determinada área de estudo. O autor ainda salienta que a declividade é um fator decisivo no planejamento de atividades praticadas no meio rural, informando as áreas mais propícias para tais atividades e identificando as mais restritas.

Ressalta-se que devido a grande presença de silvicultura (floresta plantada) representada pelo plantio de eucalipto, observou-se a ocorrência do chamado efeito dossel. Tal efeito ocorre de acordo com a interação da radiação com uma formação vegetal (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPHICH, 2012).

Para Ponzoni, Shimabukuro e Kuphich (2012) é importante nos estudos de sensoriamento remoto compreender o processo de interação entre a radiação eletromagnética e os diversos tipos de vegetação. Estes diversos tipos de formações vegetais, tais como: floresta, culturas agrícolas, etc. são denominados dosséis.



Fonte: ALOS PALSAR JAXA/MÉTI. Organizado pelo autor (2017).

Figura 2. Declividade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

Portanto, em um trabalho futuro, espera-se realizar uma análise comparativa entre as imagens do ALOS/PALSAR com as do *Shuttle Radar Topography Mission*.

Diante disso, a declividade varia de 0 a 12% em grande parte da bacia, no entanto algumas áreas apresentaram um maior ângulo de inclinação em relação ao plano horizontal. Tais áreas de maior declividade são representadas por estradas e rodovias (Tabela 1).

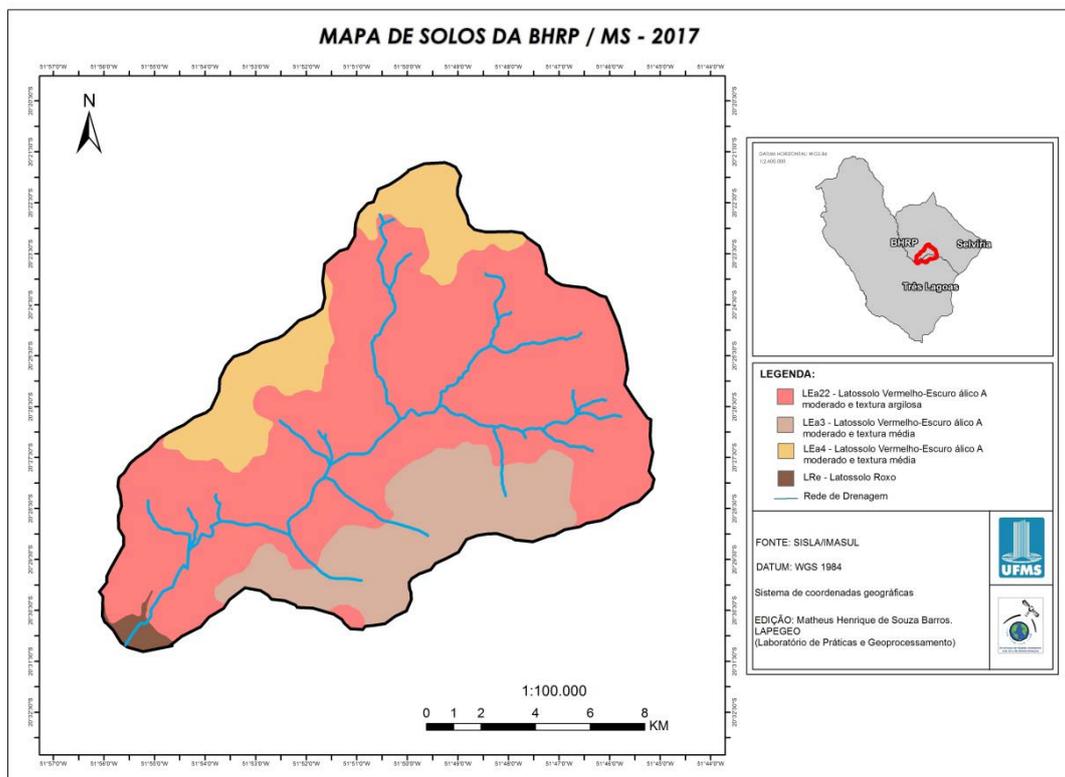
Tabela 1. Declividade Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

Classes Temáticas	Fragilidade	Peso
0-6%	Muito Baixa	1
6-12%	Baixa	2
12-20%	Média	3
20-40%	Alta	4
40-52%	Muito Alta	5

Fonte: Ross (1994).

Quanto ao mapa de solos, os dados foram obtidos a partir do banco de dados do Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA). Deste modo, o tipo de solo predominante na BHRP é o Latossolo Vermelho, tanto de textura argilosa quanto de textura arenosa, restando apenas uma pequena área de Latossolo Roxo na foz da bacia. A nova classificação de solos, inclui o Latossolo Roxo dentro da subordem de Latossolos Vermelhos.

Deste modo, pode-se observar a homogeneidade da área de estudo no mapa de solos (Figura 3).



Fonte: SISLA/IMASUL. Organizado pelo autor (2017).

Figura 3. Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

As duas classes foram relacionadas aos seus respectivos níveis de fragilidade, segundo a proposta de Ross (1994) conforme mostra a Tabela 2.

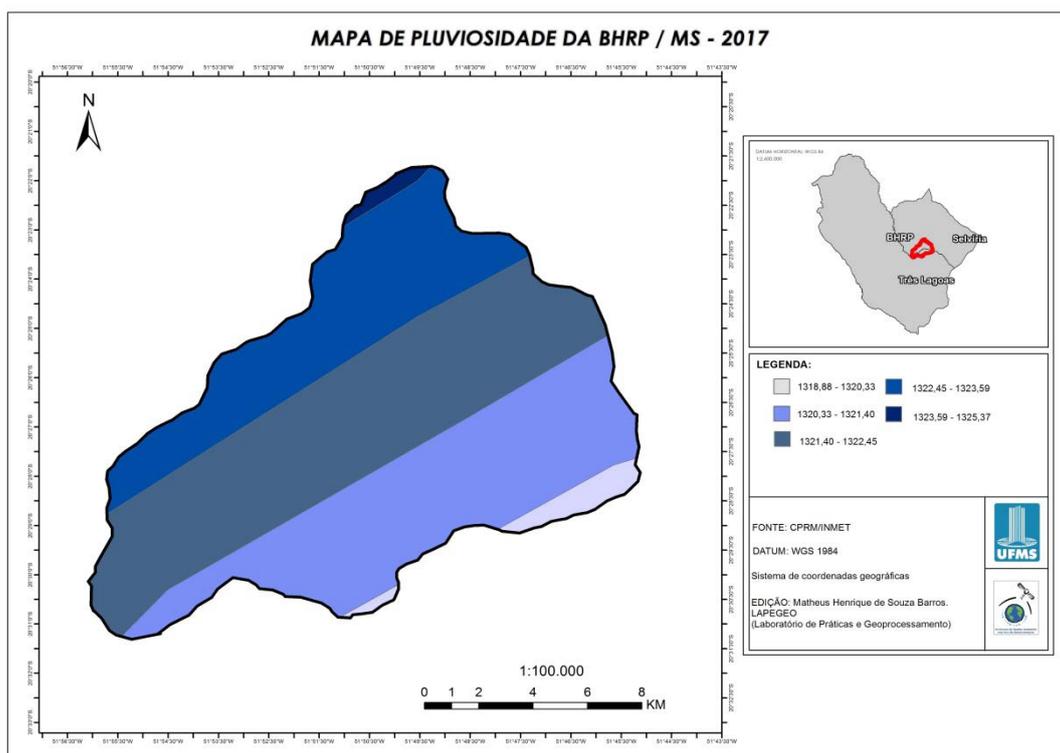
Tabela 2. Solos Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

Classes Temáticas	Fragilidade	Peso
Latossolo Vermelho Latossolo	Muito Baixa	1
Roxo	Muito Baixa	1

Fonte: Ross (1994).

Na elaboração do mapa temático de pluviosidade, os dados foram adquiridos a partir das isoietas de precipitação média anual (mm de chuva) entre os anos de 1977 e 2006, disponibilizadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB).

Utilizando o método de interpolação *Inverse Distance Weighted (IDW)* e a proposta de equação de Crepani (2001), os dados foram calculados da seguinte maneira: $Precipitação\ Média\ Anual\ (PMA) / Duração\ do\ Período\ Chuvoso\ (DPC) = Intensidade\ Pluviométrica\ (IP)$. Por fim, foi realizada uma equação simples a fim de converter o resultado adequando aos índices de medidas proposto por Ross (1994).



Fonte: CPRM/INMET. Organizado pelo autor (2017).

Figura 4. Pluviosidade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

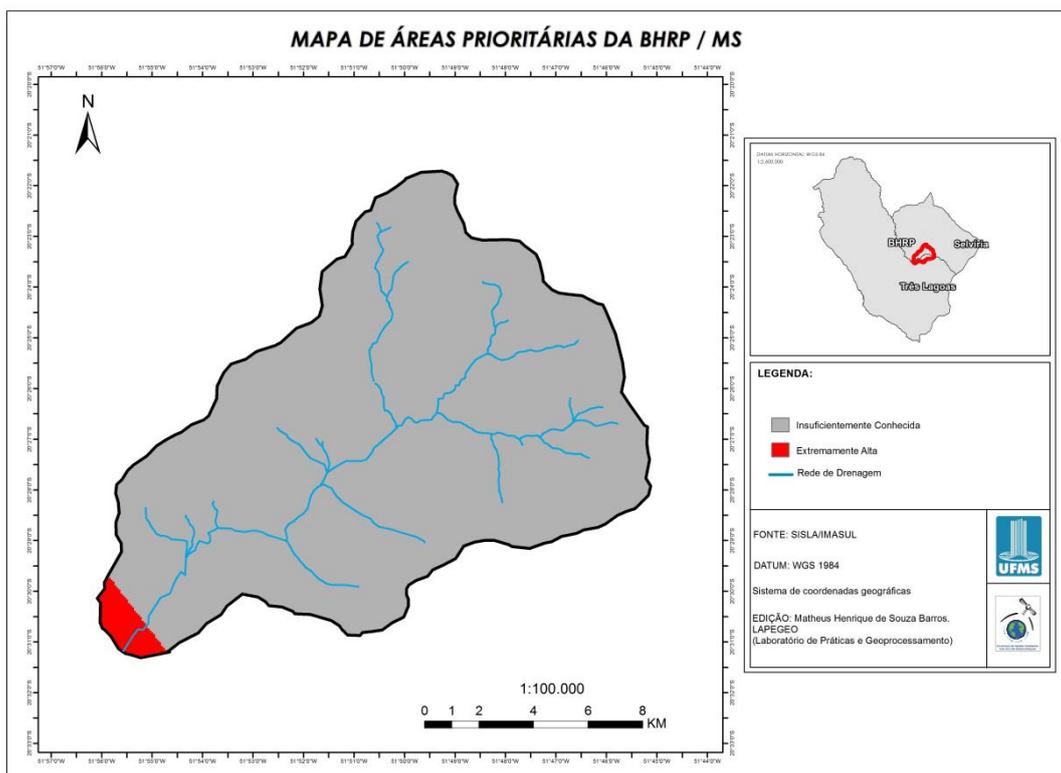
Tabela 3. Pluviosidade

Precipitação média	Anual	Intensidade pluviométrica	Peso
1321mm		146,7	2

Fonte: Ross (1994) e Crepani (2001).

Na variável de áreas prioritárias para conservação, os dados foram extraídos do banco de dados do SISLA, sendo adquiridas em formato *shapefile*. Utilizando o *software* ArcGIS, os dados foram sobrepostos ao limite da bacia, recortados e posteriormente reclassificados segundo as metodologias utilizadas neste trabalho para fins de análise dos níveis de fragilidade.

Observou-se que a área de estudo é um tanto quanto homogênea, tendo uma grande extensão de área consistida em níveis de fragilidade muito baixa, a não ser por um pequeno recorte na foz da bacia, como se pode analisar na Figura 5 e na Tabela 4.



Fonte: SISLA/IMASUL. Organizado pelo autor (2017).

Figura 5. Áreas prioritárias da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

Tabela 4. Áreas Prioritárias

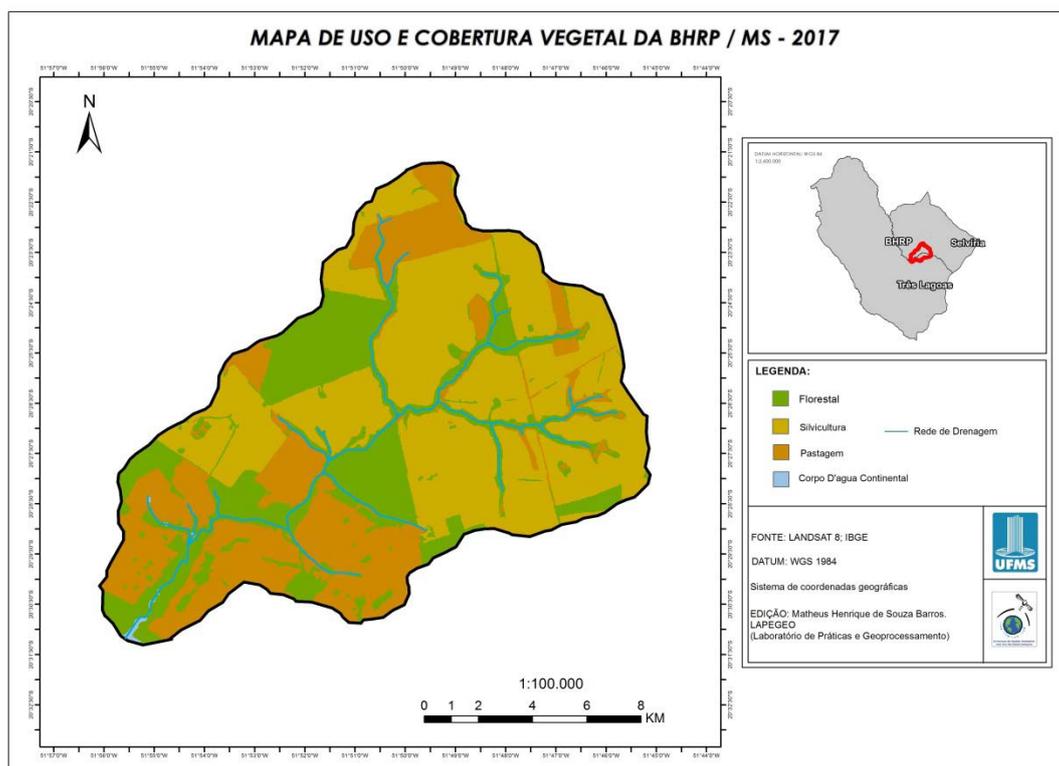
Classes Temáticas	Fragilidade	Peso
Insuficientemente conhecida	Muito Baixa	1
Extremamente Alta	Muito Alta	5

Fonte: Ross (1994).

Posteriormente foi elaborado o mapeamento de uso e cobertura vegetal da terra, tendo como base a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens proposta por Florenzano (2007), seguindo o Sistema de Classificação do Uso da Terra (SISCUT), incluso no Manual técnico de uso da terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Desta maneira, foi utilizada uma imagem do satélite *Landsat 8*, sensor OLI, órbita 223, ponto 74, bandas 4, 5 e 6, disponibilizada, de forma gratuita, no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Vale destacar que nesta etapa se mostrou necessário o uso do *software* gratuito *SPRING 5.3*, para as etapas técnicas como: Realce, segmentação e classificação.

A classificação da bacia foi feita a partir de um classificador supervisionado, neste caso o *Bhattacharya*, chegando assim a resultados mais precisos. Sendo assim, o mapeamento do uso e cobertura vegetal na BHRP apresentou cinco classes temáticas como mostrado na Figura 6.



Fonte: Landsat 8 e IBGE. Organizado pelo autor (2017).

Figura 6. Uso e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

As cinco classes obtidas no mapeamento do uso e cobertura vegetal na presente bacia receberam seus respectivos pesos de acordo com a proposta de níveis de fragilidade de Ross (1994), como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5. Uso e cobertura da terra

Classes Temáticas	Fragilidade	Peso
Vegetação florestal	Muito Baixa	1
Silvicultura	Alta	4
Pastagem	Alta	4
Corpo d'água	Muito Alta	5

Fonte: IBGE; Ross (1994).

Por fim, com os cinco mapas temáticos que representam as variáveis necessárias para os estudos de fragilidade, de acordo com as propostas de Ross (1994) e Crepani (2001), foram elaborados os mapeamentos de fragilidade potencial e fragilidade ambiental.

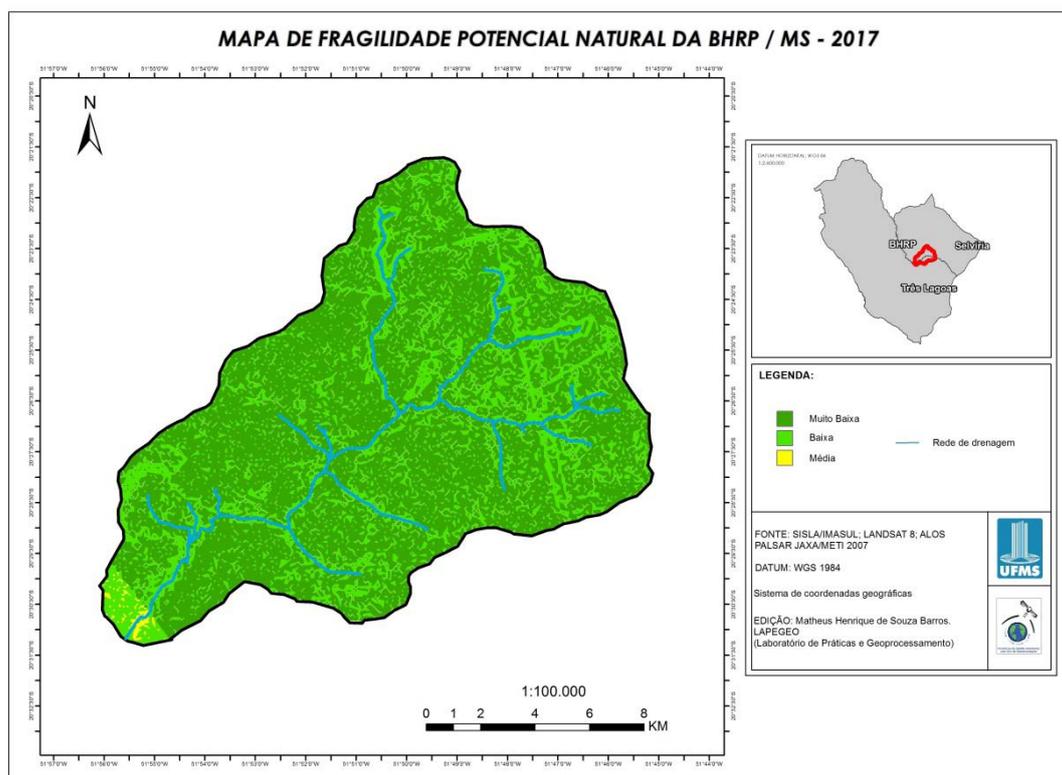
Para isso foi utilizado o método de combinação dos mapas temáticos (variáveis) aqui elaborados, utilizando o *software* ArcGIS. O passo a passo desta etapa consistiu em: reclassificação, com a ferramenta *Reclassify*, e sobreposição com a ferramenta *Overlay/Weighted*. Deste modo, na elaboração da fragilidade potencial, foram combinadas as seguintes variáveis: declividade, solos, pluviosidade e áreas prioritárias.

Posteriormente, os resultados obtidos no mapa de fragilidade potencial foram combinados com os dados de uso e cobertura vegetal para se chegar ao mapa final de fragilidade ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fragilidade Potencial

O mapeamento da fragilidade potencial resultou em três níveis de fragilidade: muito baixa, baixa e média, conforme apresentado na Figura 7 e na Tabela 6.



Fonte: ALOS PALSAR JAXA/METI, SISLA/IMASUL e Landsat 8. Organizado pelo autor (2017).

Figura 7. Fragilidade potencial natural da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

Tabela 6. Fragilidade potencial

Classes Temáticas	Hectares	%
Muito baixa	13260,40	71,36%
Baixa	5261,70	28,31%
Média	60,25	0,33%
Total	18582,35	100%

Fonte: Ross (1994).

Observou-se que os resultados apresentaram certa homogeneidade, variando em sua grande parte entre os níveis “muito baixa” e “baixa”, tendo apenas uma pequena porção, próxima à foz, de nível de fragilidade “média”. Na tabela 6 podem-se analisar os dados quantificados em hectares e porcentagem das áreas de fragilidade potencial na BHRP.

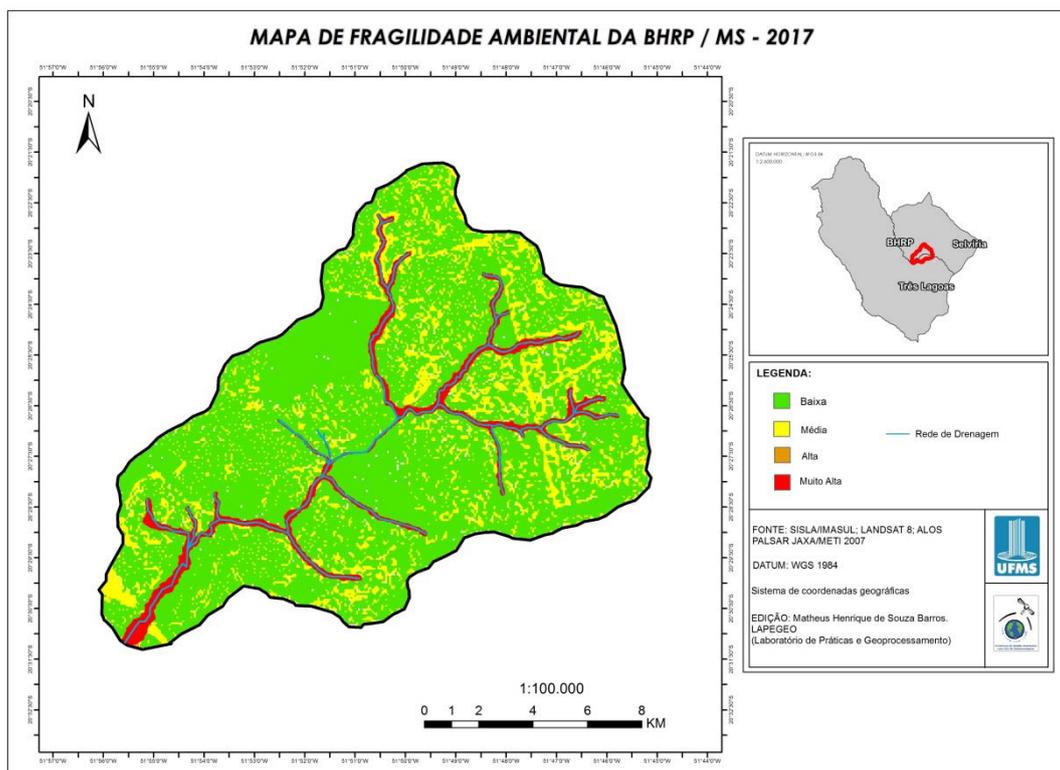
Desta maneira, a classe “muito baixa” ocupa um total de 71,36% da área da bacia hidrográfica, estando relacionada às formações vegetais, à silvicultura e alguns recortes de pastagem. É a mais extensa das três classes mapeadas.

Com 28,31%, a classe “baixa” de fragilidade potencial é a segunda mais extensa da área da bacia, representando também a vegetação e recortes de pastagem, com uma declividade que varia de 6 a 12%. Vale ressaltar que as classes “muito Baixa” e “baixa” equivalem a 99,67% da área de estudo, devido este fator, resultou em um mapeamento muito homogêneo, como destacado anteriormente.

Por fim a classe “média” de fragilidade potencial representa apenas 0,33% da área de BHRP, estando localizada nas proximidades da foz, com uma declividade que varia 12 a 20%.

3.2 Fragilidade Ambiental

Como destacado na metodologia deste trabalho, para se obter os níveis de fragilidade ambiental para esta bacia, foi necessária a combinação dos mapas de fragilidade potencial e uso e cobertura da terra. Como resultado foram obtidos quatro níveis de fragilidade, sendo eles: baixa, média, alta e muito alta, como demonstrado na Figura 8.



Fonte: ALOS PALSAR JAXA/METI, SISLA/IMASUL e Landsat 8. Organizado pelo autor (2017).

Figura 8. Fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Periquito (BHRP)

A quantificação dos dados em hectares e porcentagem (%) é apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Fragilidade Ambiental

Classes Temáticas	Hectares	%
Baixa	13864,55	74,61%
Média	3364,94	18,10%
Alta	1,96	0,03%
Muito Alta	1350,90	7,26%
Total	18582,35	100%

Fonte: Ross (1994).

A partir da quantificação dos dados, notou-se que a baixa fragilidade ambiental, é a classe predominante na BHRP, ocupando um total de 74,61%, representado principalmente pela cobertura descrita como áreas florestais densas e menos densas, além de alguns recortes de pastagem representadas principalmente pelas gramíneas destinadas à nutrição animal (pecuária). Observou-se que algumas áreas de silvicultura também estão inseridas neste nível de fragilidade, devido à homogeneidade com a vegetação densa ao redor.

A segunda maior classe mapeada é a de “média” fragilidade, representando principalmente solo exposto e pastagem, além de alguns recortes específicos de silvicultura. Esta classe ocupa um total de 18,1% da área da bacia e necessita de uma atenção já que são em grande parte destinadas às atividades agrícolas, onde é constante a presença de insumos e fertilizantes, o que podem acelerar o processo erosivo.

Quanto à classe de alta fragilidade ambiental, esta representa apenas 0,03% do total da área de estudo, ou seja, seu valor é quase que simbólico. Estas áreas são representadas em sua grande maioria por solos expostos, estradas e margens da rede de drenagem, principalmente na foz do canal.

Por fim, a classe “muito alta” de fragilidade pode-se relacionar à planície de inundação da bacia hidrográfica, seguindo a proposta de Ross (2012), onde o autor classifica estas áreas com níveis de muito alta fragilidade. Ocupou um total de 7,26% da BHRP.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos neste trabalho observou-se que a BHRP quando relacionada às variáveis ambientais (solo, relevo, pluviosidade, áreas prioritárias) apresenta uma fragilidade potencial à erosão muito baixa.

Quanto à fragilidade ambiental, a BHRP apresentou 74,61% de baixo nível de fragilidade. Entretanto notou-se que algumas áreas passaram a apresentar níveis médios em função da presença de recortes de silvicultura, pastagem e solo exposto, necessitando de uma maior atenção e planejamento nas atividades antrópicas/ecônomicas na bacia hidrográfica, vide que boa parte da área é utilizada para o monocultivo de eucalipto e pecuária.

A metodologia empregada neste trabalho, utilizando as propostas de Ross (1994) e Crepani (2001), com o auxílio das geotecnologias, mostrou-se satisfatória, relacionando variáveis ambientais e antrópicas para se chegar aos níveis de fragilidade ambiental da bacia. O uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento possibilitaram maior precisão e agilidade

no cumprimento dos objetivos propostos no trabalho e na aquisição de dados e informações, que podem servir como subsídio para futuros artigos científicos e no planejamento das atividades na BHRP, buscando uma relação harmônica entre sociedade e natureza.

Por fim, ressalta-se a importância de se analisar os níveis de fragilidade ambiental em uma bacia hidrográfica, auxiliando no ordenamento e na preservação deste ambiente, já que a mesma é considerada uma unidade de planejamento.

REFERÊNCIAS

- BERTALLANFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975.
- BRAZ, A. M. **Geotecnologias aplicadas à análise ambiental na bacia hidrográfica do córrego Carro Queimado – Três Lagoas/MS 2013**. XX f. 2014. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Três Lagoas, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento Sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- MIRANDOLA, P. H. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal, Mato Grosso – Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. 317 páginas.
- _____. A trajetória da tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na pesquisa geográfica. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, v. 1, n. 1, 2004, p. 21-38.
- PARANHOS FILHO, A. C. et al. **Sensoriamento remoto ambiental aplicado**. Campo Grande: Editora UFMS, 2008.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- SILVA, A. M. et al. Vegetação natural e área antrópica em Mato Grosso do Sul até o ano de 2002. SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres. **Anais [...]**. Cáceres: Embrapa Informática Agropecuária/INPE/UNEMAT, 2010. p. 391-400.
- ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 81-90. 2005.
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 8, p. 63-74. 1994.
- _____. Landforms and Environment Planning: Potencialities and Fragilities. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, volume especial de 30 anos, 2012, p. 38-51.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.