

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MIMOSO, BONITO/MS: AS CONTRIBUIÇÕES DA CARTOGRAFIA DE
PAISAGENS E DA ÓTICA GEOSISTÊMICA**

**ENVIRONMENTAL ZONING OF THE MIMOSO RIVER WATERSHED,
BONITO/MS: THE CONTRIBUTIONS OF LANDSCAPE CARTOGRAPHY
AND GEOSYSTEMIC OPTICS**

**ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO
MIMOSO, BONITO/MS: LAS CONTRIBUCIONES DE LA CARTOGRAFÍA
DEL PAISAJE Y LA ÓPTICA GEOSISTÉMICA**

Rafael Brugnolli Medeiros

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

rafael_bmedeiros@hotmail.com

RESUMO

Os estudos sobre a paisagem sob o viés sistêmico, integrado e geocológico é fundamental para alcançar o zoneamento ambiental, pois permitem compartimentar a área em unidades geossistêmicas, e propiciar propostas diante de suas fragilidades, potencialidades e funcionalidades. Logo, a pesquisa adotou a Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, localizada no município de Bonito/MS, como área de estudo para elaborar um zoneamento ambiental, a fim de oferecer suporte para um ordenamento físico-territorial. Para tanto, foram utilizadas técnicas e ferramentas ligadas aos Sistemas de Informação Geográfica ArcGis 10[®] e Spring 5.2.6, bem como saídas de campo para análise das águas superficiais e verificação dos dados com a realidade terrestre. Nota-se que essa bacia é ligada ao ambiente cárstico, com águas translúcidas e agropecuária marcante. Mesmo que apresente áreas de vegetação preservada, é uma bacia que vem padecendo sob constantes pressões sobre os recursos hídricos, e com isso, o zoneamento ambiental possibilitou identificar extensas áreas com necessidades de recuperação devido à incongruências legais e ambientais. Na conclusão foram elaboradas propostas para um (re)ordenamento de uso das terras, reduzindo as mazelas sobre o contexto ambiental da bacia.

Palavras-chave: Teoria Geossistêmica. Bacia Hidrográfica. Bonito/MS. Ordenamento Físico-Territorial. Sistema Cárstico.

ABSTRACT

The landscape studies under a systemic, integrated and geo-ecological perspective are fundamental to achieve the environmental zoning because they allow to compartmentalize the area in geosystemic units and provide proposals in view of its fragilities, potentialities and functionalities. Therefore, the research adopted the Mimoso River watershed, located in the municipality of Bonito/MS, as a study area to elaborate an environmental zoning in order to provide support for a physical-territorial planning. To this end, techniques and tools linked to the Geographic Information Systems ArcGis

10[®] and Spring 5.2.6 were used, as well as field trips to analyze the surface water and verify the data with the terrestrial reality. It is noted that this basin is linked to the karstic environment, with translucent waters and marked farming. Even though it presents preserved vegetation areas, it is a basin that has been suffering under constant pressure on the water resources, and thus, the environmental zoning made it possible to identify extensive areas in need of recovery due to legal and environmental incongruities. In the conclusion, proposals were elaborated for a land use planning, reducing the environmental problems of the basin.

Keywords: Geosystemic Theory. Watershed. Bonito/MS. Physical-Territorial Planning. Karstic System.

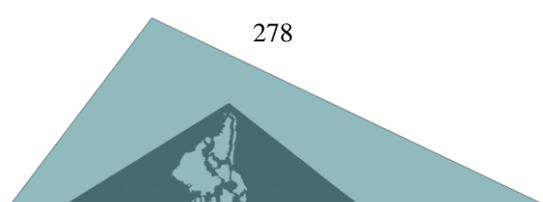
RESUMEN

Los estudios de paisaje bajo un punto de vista sistémico, integrado y geoecológico son fundamentales para lograr la zonificación ambiental porque permiten compartimentar el área en unidades geosistémicas y proponer propuestas en vista de sus fragilidades, potencialidades y funcionalidades. Por lo tanto, la investigación adoptó la Cuenca Hidrográfica del Río Mimoso, ubicada en el municipio de Bonito/MS, como área de estudio para elaborar una zonificación ambiental con el fin de ofrecer apoyo a una planificación físico-territorial. Para ello, se utilizaron técnicas y herramientas vinculadas a los Sistemas de Información Geográfica ArcGis 10[®] y Spring 5.2.6, así como salidas de campo para el análisis de las aguas superficiales y la verificación de los datos con la realidad terrestre. Se observa que esta cuenca está vinculada al medio kárstico, con aguas translúcidas y una marcada agricultura. A pesar de presentar áreas de vegetación preservadas, es una cuenca que viene sufriendo constantes presiones sobre los recursos hídricos, por lo que la zonificación ambiental permitió identificar extensas áreas que necesitan ser recuperadas debido a incongruencias legales y ambientales. En la conclusión, se elaboraron propuestas para una (re)ordenación del territorio, reduciendo los problemas ambientales de la cuenca.

Palabras clave: Teoría geosistémica. Cuenca hidrográfica. Bonito/MS. Ordenamiento físico y territorial. Sistema Cársico.

INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo são comuns as preocupações sobre problemas ambientais, conferências, pautas vinculadas às mudanças climáticas, crises hídricas, entre tantos outros debates que confluem para a afirmação de que o manejo inadequado dos recursos naturais pela sociedade, afetam a natureza e sua biodiversidade. Avanços do agronegócio, pressão e aumento demográfico, exploração rural e urbana desordenada e a falta de conhecimento das características dos locais ocupados, todos são fatores que necessitam e merecem atenção nas pesquisas ambientais.



Existem muitas formas de se entender o papel da sociedade no contexto de suas relações com a natureza, suas fragilidades, potencialidades, estruturas, funcionalidades, dinâmicas e evolução. É fato e válido apontar que tais relações são conflituosas em muitos países e que estudá-las requer adentrar aos aspectos políticos, territoriais, ambientais, econômicos, sociais e culturais, mas com todos incorporando uma ótica sistêmica, para que permita a sustentabilidade a médio e longo prazo. Tão debatida nos dias atuais.

A relação sociedade e natureza não faz apenas parte do construto teórico e metodológico da Ciência Geográfica, mas, na prática, está vinculada à permanência ou não das próximas gerações em condições minimamente aceitáveis de qualidade de vida. Compreender isso e avaliar de que forma pode ser melhorada e valorada essa relação é o papel da gestão e dos planejamentos, ordenamentos e zoneamentos ambientais, territoriais, urbanos, municipais e estaduais, bem como os mais específicos como de paisagens e/ou bacias hidrográficas.

A compreensão da bacia hidrográfica enquanto uma manifestação de geossistemas (com mecanismos de entrada e saída de matéria, energia e processos) é passo fundamental para se chegar ao zoneamento ambiental e aplicá-lo efetivamente. Do ponto de vista da análise da paisagem, Mateo Rodriguez (2002) e Zacharias (2006, p. 61) discutem que a concepção e essência dos fenômenos ambientais e geográficos se revelam ao longo de três níveis dialéticos: paisagem natural (natureza); a paisagem social (sociedade); e a paisagem cultural (transformações têmporo-espaciais). Diante disso, o Zoneamento Ambiental se transforma em uma etapa intermediária ao quadro propositivo da paisagem, propiciando a simulação e construção de cenários, conhecendo as fragilidades, potencialidades e vocações da paisagem, e auxiliando na proposição de uma gestão integrada e descentralizada, o que compatibiliza políticas de diferentes esferas, protege e recupera a “paisagem ambiental e os patrimônios culturais, históricos, paisagísticos, artísticos e arqueológicos, assegurando o acesso a eles”, e integra e compatibiliza atividades urbanas e rurais, com uso racional da infraestrutura e dos recursos naturais.

Portanto, modelos e gráficos de geossistemas refletem parâmetros econômicos e sociais influenciando as mais importantes conexões inseridas neles,

sobretudo no que se refere às paisagens grandemente modificadas (SOTCHAVA, 1977). Pode-se afirmar que geossistema “é sempre uma unidade natural com os elementos abióticos que interligados e interdependentes formam uma estrutura que se reflete de forma clara por meio da fisiologia e da dinâmica de uma paisagem” (TROPMAIR e GALINA, 2006, p. 86). Logo, as soluções que podem ser geradas para as mudanças radicais do uso e cobertura das terras atual, a apropriação e transformação do território, residem na ideia de aplicar a categoria paisagem sob a ótica geossistêmica, harmonizando a relação recursos naturais *versus* sociedade.

É inegável que alcançar o efetivo zoneamento ambiental não é tarefa fácil, tampouco torná-lo aplicável, o fato de ser um instrumento político e, infelizmente, complexo politicamente e economicamente, o deixa à mercê da vontade de órgãos gestores, que no Mato Grosso do Sul, estado em que a área de estudo da presente pesquisa se localiza, ainda é embrionária a real preocupação com as questões ambientais. O agronegócio impera no estado, as vegetações nativas padecem sob recorrentes e massivos desmatamentos, os biomas são praticamente alterados de suas composições naturais, todos esses são fatores que podem ser aplicados a qualquer estado brasileiro, e no Mato Grosso do Sul também se aplica.

Em face ao exposto, compreender uma bacia hidrográfica do estado do Mato Grosso do Sul, que se insere do complexo arcabouço cárstico do planalto da Bodoquena, no município de Bonito, fez parte do processo de elaboração do zoneamento ambiental. A Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso (BHRM) está localizada em um ambiente turístico, cárstico e com intensa ação antrópica com suas lavouras de soja e pastagens, e por estes motivos, essa pesquisa objetivou a elaboração desse zoneamento ambiental por meio de uma aplicação da cartografia de paisagem e da ótica geossistêmica, a fim de oferecer suporte para um ordenamento físico-territorial.

Área de Estudo: contexto geográfico, justificativas e hipótese

O Mato Grosso do Sul exibe um modelo econômico atrelado às monoculturas, soja, eucalipto e cana de açúcar, e a região sudoeste, local desse presente estudo, tem um mercado voltado às *commodities* de soja e pecuária, que suprimem as vegetações nativas (resquícios de Mata Atlântica e Cerrado) e impacta seriamente nos recursos hídricos.

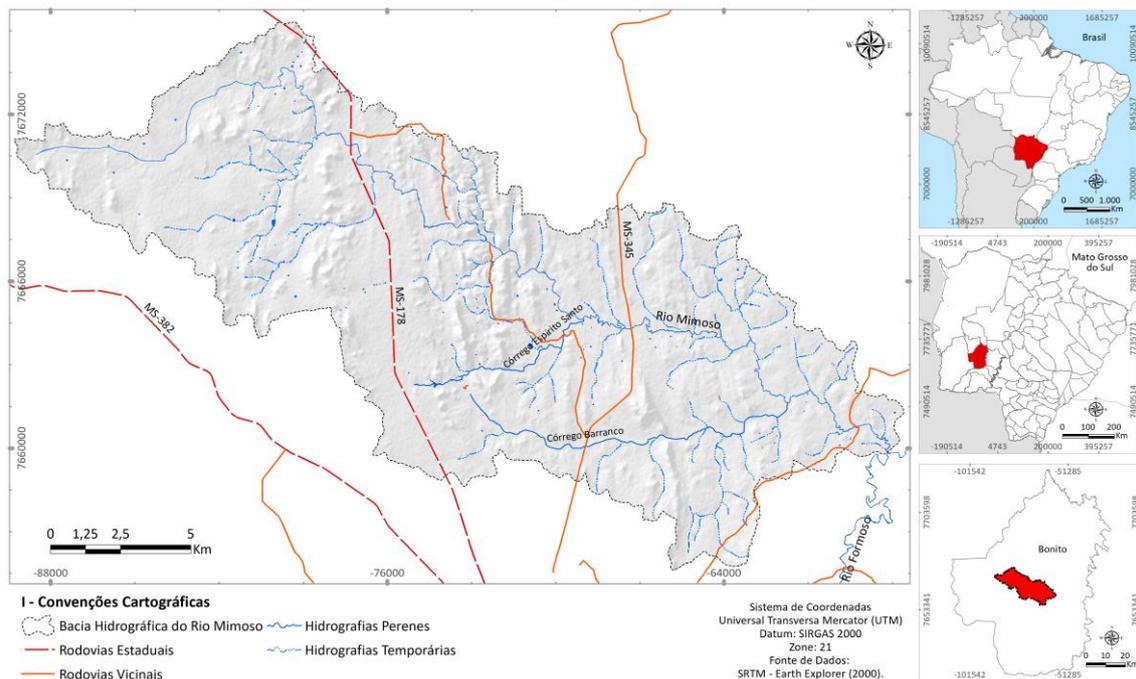
A BHRM e os ambientes cársticos vêm, cada vez mais, incorporando o turismo em suas atividades atuantes, relacionando-os às cachoeiras, corredeiras, cavernas, vegetação de estrato elevado, relevo acidentado e água translúcida, que a faz exercer uma beleza cênica. Em meio a esse ambiente complexo e frágil, têm-se as monoculturas de soja, que se entrelaçam com outras atividades impactantes, como a pecuária extensiva, desvios de água dos mananciais, falta de manejo das terras que resultam em erosões, estradas não pavimentadas sem um sistema de drenagem e dissipação das águas, entre outros vários riscos e problemas ambientais, conforme relatado em Brugnolli (2020).

Logo, a BHRM, apesar de apresentar grandes extensões de vegetação preservada, é uma bacia hidrográfica profundamente impactada no contexto ambiental, e um dos resultados dessa relação se faz no recorrente turvamento das águas, apontando que erosões, culturas, pastagens e estradas em má conservação, são as causas de tais mazelas.

A cartografia de paisagem e a adoção do zoneamento ambiental como um instrumento para minimizar esses problemas ocorrem mediante a necessidade de estudos que abarquem o carste, a relação de suas fragilidades com o uso antrópico e a qualidade das águas superficiais. Soma-se a isso, há um déficit de propostas que abarquem a fragilidade ambiental em locais com rochas carbonatadas, onde há ação da água na dissolução da superfície cárstica, sendo assim, apresentar tal estudo se torna válido na medida em que poderá subsidiar outras pesquisas não só em Bonito, mas em outros locais com características similares.

A BHRM localiza-se no município de Bonito, a sudoeste do Mato Grosso do Sul, Figura 1, apresentando 250,93 km², onde seu rio principal possui 52,40 km de extensão, apontando dois principais afluentes, o córrego Espírito Santo, com 2,67 km de extensão e o córrego Barranco, com 15,02 km de extensão, ambos em sua margem direita.

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Aqui será discutido um trinômio básico para a análise da paisagem: integrando a própria categoria como objeto de análise por meio da Geocologia da Paisagem e sob a ótica geossistêmica como uma forma de integrar as unidades enquanto zonas homogêneas, com dinâmica, evolução, estrutura, fisionomia e funcionamento próprias; o zoneamento ambiental enquanto proposição para além das vias políticas e econômicas; e a bacia hidrográfica enquanto unidade territorial para análise e planejamento ambiental. Sempre levando em conta o contexto do geossistema cárstico.

A Geografia da Paisagem e a Geocologia permite planejar e gerir um território visando implementar uma sustentabilidade geocológica, manifestando o conhecimento de que cada um desses territórios apresentam uma fisionomia e dinâmica, com aspectos que o tornam singular, incorporando a sociedade e a natureza no contexto de suas relações sistêmicas.

Salinas Chávez e Remond (2015) e Brugnolli e Salinas Chávez (2021) afirmam que seu emprego sob essa ótica tem sido cada vez mais utilizado para pesquisas

relacionadas ao uso das terras, conservação e preservação dos recursos naturais, planejamento ambiental e gestão do território, entre outras várias formas de proporcionar melhorias ambientais, com um avanço nas escalas taxonômicas, regionais e locais.

O enfoque geoecológico proporciona uma sólida base teórico-metodológica para compreender as paisagens (estrutura, tipologia, topologia e funcionalidade). Uma das ideias que exemplifica esse conceito foi determinada por Mateo Rodriguez (1991) e Salinas Chávez (1991), como um sistema espaço-temporal complexo e aberto que se origina e evolui por uma constante transferência de energia, matéria e informação, em que a estrutura, funcionamento, dinâmica e evolução refletem diretamente na interação entre os componentes naturais, técnico-econômicos e socioculturais.

Propostas metodológicas são avaliadas e publicadas ao longo de muitos anos, mais precisamente desde a segunda metade do século XX, contudo, após o advento efetivo dos Sistemas de Informações Geográficas no século XXI e a consequente “facilidade” no manuseio e geração de cartografias, esses avanços se tornaram mais evidentes e trouxeram muitos métodos multicriteriais, o que as consolidou para serem aplicadas nas mais variadas áreas com características físico-territoriais, escalas taxonômicas e propostas distintas.

Na América Latina e no Brasil, avaliar a Paisagem (PASSOS, 2004; JIMÉNEZ OLIVENCIA e MORENO SÁNCHEZ, 2007; CAVALCANTI, 2014) sob a ótica geossistêmica (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016; BRUGNOLLI e SALINAS CHÁVEZ, 2021) e aplicar seus conceitos em uma unidade como uma bacia, ganhou novos capítulos com a inserção de teorias e métodos capazes de classificar as paisagens por meio de uma cartografia que Zacharias (2006, p. 18) denomina de:

“cartografia ambiental de síntese que busca representar - através de mapeamentos temáticos - a relação dos componentes que perfazem a natureza como um sistema e dela com o homem; mas também ao permitir uma abordagem dinâmica, através da elaboração de cenários gráficos, espaciais e temporais, que possibilitam o registro do presente, do passado e principalmente do futuro, no espaço diagnosticado” (ZACHARIAS, 2006, p. 18)

Fato que possibilita entender as bacias hidrográficas sob enfoque integrado e sistêmico, trazendo um manejo adequado e uso antrópico racional, otimizando os

múltiplos usos dos recursos naturais. A Geoecologia da Paisagem atua justamente nesse viés, e é essencial e muito utilizada nos dias atuais, sobretudo nos zoneamentos e planejamentos ambientais e no ordenamento do uso das terras.

A consideração do “Geossistema Cárstico” traz um potencial teórico e metodológico que auxilia a tratar e perceber o carste ante sua complexidade e singularidade, tornando possível entender as relações advindas do carste e de seus processos formadores, perfazendo a necessidade na definição de unidades homogêneas, pois é a partir dessas que o zoneamento poderá propiciar recomendações para uma gestão adequada e sustentável desse frágil e importante geossistema.

A questão da homogeneidade é assumida mediante a interação das variáveis presentes nas paisagens, pois se trata de um ponto norteador para o restante da pesquisa, já que indica as análises do zoneamento ambiental e pode até definir propostas e prognósticos para cada unidade, considerando que sua dinâmica é instável e necessita de constante monitoramento e estudos ao longo do tempo. Não há como negar a contribuição efetiva da análise da paisagem e suas representações cartográficas, independentes de suas escalas taxonômicas, para o zoneamento ambiental, atribuindo às zonas decisões políticas, sociais, econômicas, institucionais, organizacionais e, mais importante, as decisões vinculadas ao arcabouço ambiental.

Ao levar o zoneamento ambiental para caminhos legais, há que citar a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que discorre sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, na qual o zoneamento ambiental é um de seus instrumentos. Sua utilização permeia a busca pela preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, além de assegurar as condições ao desenvolvimento socioeconômico em equilíbrio com o meio.

Bacani (2010) afirma que o zoneamento, na perspectiva de Becker e Egler (1997), representa: um instrumento técnico de informações sobre o território; abrange sua ocupação e utilização equilibrada; promove dados integrados de uma base geográfica; classifica esse território de acordo com sua capacidade de suporte ao uso; e condiciona o planejamento e gestão para o desenvolvimento em bases sustentáveis.

Avaliar essa capacidade contribui para a gestão de uma bacia hidrográfica, baseada em uma política de desenvolvimento equilibrado entre a apropriação do espaço

e os recursos ambientais, uma racionalização da ocupação, que Zacharias (2006, p. 17) afirma que parte do princípio da definição das restrições e/ou adequações do uso do solo para uma “atuação ambiental mais efetiva”, que promove, por meio das legislações, a preservação, conservação e recuperação da “qualidade do espaço físico-territorial”.

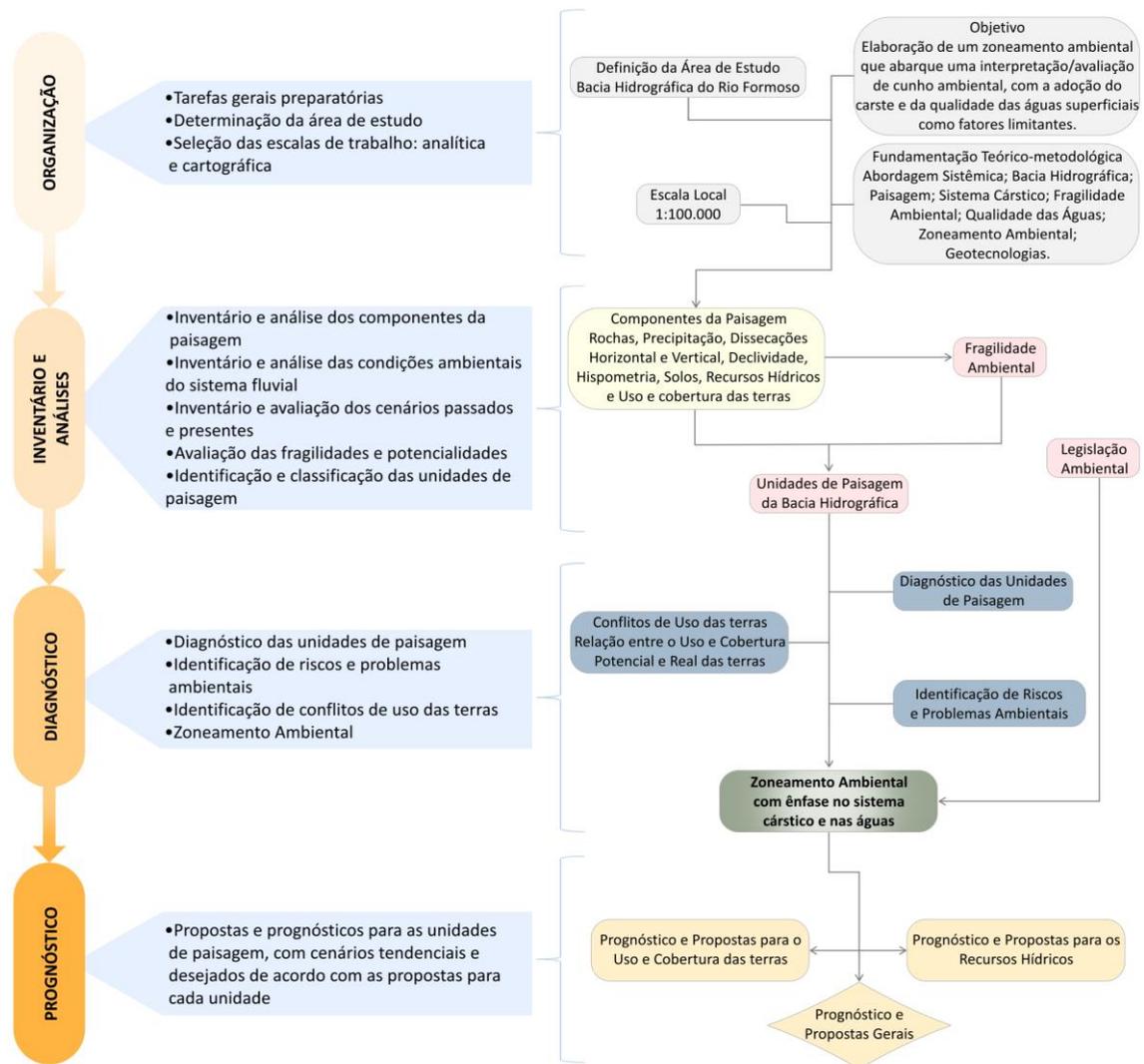
Destaca-se que o zoneamento a que se propôs essa pesquisa, seja ao adentrar em questões legais e/ou ambientais vivenciadas em campo, tal proposta foi norteadada pelo carste, pela paisagem, pela fragilidade e potencialidade intrínseca de seus elementos, pelos recursos hídricos, bem como devido a atual realidade exposta na BHRM, diante da pressão exercida pelas monoculturas e pastagens.

Portanto, diante dessas questões que pairam sobre o carste, o ato de zonedar e ordenar define os anseios por uma melhora das condições ambientais, e as formas legais se entrelaçam com os componentes físicos das bacias hidrográficas. A falta de leis que abarcam a fragilidade dos sistemas cársticos e a indigência de aplicabilidade das leis existentes que abrangem os rios cênicos (MATO GROSSO DO SUL, 1998; 2001; 2003) fazem parte da necessidade de um (re)ordenamento dessa bacia hidrográfica, tão importante em todos os aspectos que a cercam.

METODOLOGIA

Na metodologia, observou-se a proposta de Mateo Rodriguez (1994) e Santos (2004), em que foram realizadas uma interpretação das metodologias supracitadas e uma síntese e nova proposta para essa pesquisa, que constituiu em quatro etapas principais: organização; inventário e análises; diagnósticos; e prognósticos (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma metodológico para alcançar o Zoneamento Ambiental da BHRM.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Santos (2004) afirma que de acordo com os objetivos a que se quer alcançar no planejamento, o tipo de zoneamento empregado, o caminho e etapas metodológicas envolvidas, determinam as classificações específicas das zonas e atendem à escala cartográfica em que vão ser realizados os mapeamentos.

Cabe destacar que as delimitações dessas zonas devem corresponder não apenas um mero produto cartográfico, mas também ao resultado da síntese clara e objetiva das interações existentes entre os componentes da paisagem, bem como possuir um aspecto essencial, que é a aplicabilidade na área de estudo. Portanto, foram definidas a

área de estudo mediante as justificativas já apresentadas, objetivo geral e fundamentação teórico-metodológica com as temáticas centrais e transversais do artigo. Juntamente a isso, foi definida a escala, em que se optou por 1:100.000, ideal para o zoneamento ambiental a que esta pesquisa se propôs a fazer.

Iniciando a segunda etapa, tem-se o inventário e análises que consiste, segundo Santos (2004) e Mateo Rodriguez e Silva (2013), em abordar um levantamento de informações sobre a paisagem para reconhecer os componentes que estruturam esse sistema, sendo uma etapa trabalhosa e complexa, mas fundamental para entender as propriedades sistêmicas (estruturais, funcionais, evolutivas e integradoras) das unidades. Esses componentes se vincularam, nessa pesquisa, à: Geologia, Precipitação, Relevo, Solos, Uso e cobertura das terras e Recursos Hídricos. Juntamente com análises da Fragilidade Ambiental, Legislação Ambiental e Unidades de Paisagem.

Para os mapeamentos geológico e pedológico foram utilizados dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por meio do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA/SIBCS, 2018), respectivamente. Contudo, diante das escalas iniciais dos mapeamentos, realizou-se o detalhamento por meio de saídas de campo com a visualização de afloramentos e manuseio de rochas ao longo de estradas, margens de mananciais e em meio a pastagens e vegetações, bem como os solos foram averiguados mediante raspagem de barrancos, caixas de retenção e trincheiras. Fatos que auxiliaram nas mudanças e ajustes das informações que não condiziam com a realidade.

Na identificação da precipitação, contou-se com as normais mensais climatológicas de estações meteorológicas vinculadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos hídricos (SNIRH/HidroWeb) de propriedade da Agência Nacional das Águas (ANA). Utilizando, ainda, Zavatini (1992) que discute sobre a distribuição das chuvas no estado de Mato Grosso do Sul.

No mapeamento das variáveis do relevo, contou-se com o manuseio do Modelo Digital de Elevação/SRTM (Earth Explorer/NASA, 2000), passando por etapas de pré-processamento para ajustes de ruídos e pixels espúrios. De modo pontual, foram empregadas: para a hipsometria, a variação altimétrica da SRTM; para a declividade, utilizou-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS (2018); para as

dissecações horizontal e vertical, adotou-se a proposta de Spiridonov (1981); e para a energia potencial erosiva do relevo, a proposta de Mendes (1993).

Com relação ao uso e cobertura da terra, realizou-se o manuseio e processamento das imagens de satélite Sentinel 2A do ano de 2017, sensor MSI, órbita 135, ponto 101. Os procedimentos utilizados foram desde a criação de um banco de dados no SIG, tratamentos iniciais nas imagens, composição das bandas, segmentação e classificação segundo os usos encontrados na bacia hidrográfica.

No inventário dos recursos hídricos, foi analisada a qualidade das águas superficiais por meio do equipamento *Global Water FP101 – FP201 Global Flow Probe* (para a velocidade de fluxo das águas) e *Horiba U-50 Series Multiparameter* (para os parâmetros físico-químicos como: o oxigênio dissolvido, ph, temperatura da água, condutividade elétrica, turbidez, potencial redox, sólidos totais dissolvidos e salinidade), enquadrando-as na resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Após esse inventário realizado, entra-se nas análises, propiciando o início das chamadas cartografias de síntese, iniciando com a fragilidade ambiental, em que a proposta de Ross (1994) e Amaral e Ross (2009) ganharam destaque. Contudo, optou-se apenas pelo emprego das nomenclaturas hierárquicas: Muito Baixa (1), Baixa (2), Média (3), Alta (4) e Muito Alta (5). A elaboração dos pesos seguiu uma questão própria para essa pesquisa, como: para as rochas, foram considerados o tempo geológico, fragilidade e grau de coesão à morfogênese; para a precipitação, observaram-se os índices pluviométricos; para a energia potencial erosiva do relevo, trabalhou-se com os dados hipsométricos, de declividade e dissecações; nos solos, observou-se a porosidade, textura, profundidade e maturidade; e no uso e cobertura das terras, avaliou-se o porte da cobertura vegetal, proteção ao solo e densidade dessa vegetação.

A partir de todos esses procedimentos, entra-se na discussão das unidades de paisagem, que consistiram na análise interativa de todos os levantamentos supracitados. Essa interação utilizou seis níveis de unidades, observando a proposta de Brugnolli et al. (2022a), em que o relevo ganha papel central na definição das unidades, pois ele que tem capacidade de redistribuir as energias do interior e exterior do sistema ambiental. No caso, utilizou-se ainda o papel central exercido pelos aspectos geológicos (definindo o que é cárstico e não-cárstico – que nessa pesquisa optou-se pela nomenclatura “terrígeno”).

Ainda nessa etapa, foram buscados dados sobre o regime jurídico-ambiental de Bonito e da região cárstica do estado de Mato Grosso do Sul (BONITO, 2010; MATO GROSSO DO SUL, 1998; 2001; 2003) e o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

Na etapa do diagnóstico, Santos (2004) e Mateo Rodriguez e Silva (2013) afirmam que consiste na análise integrada, na avaliação dos acertos e conflitos na relação entre os componentes, para averiguar as potencialidades e limitações para o uso, análise ambiental, estratégias dos planos, identificação das áreas críticas e a identificação de tendências de evolução. Desse modo, essa pesquisa se preocupou em avaliar os conflitos de uso das terras por meio da interpretação de todas essas relações interativas levantadas, conhecimento empírico da área e a noção acerca dos componentes ambientais, adotando classes de congruência que ressaltaram a conflitância entre a capacidade e o uso atual.

Também foram levantados os riscos e problemas ambientais, como: aterro controlado; atrativos turísticos; aviário; cemitério; confinamento de gado; depósito para ração bovina; despejo de resíduos sólidos; desvio das águas do manancial; erosões; estradas; estação de tratamento de esgoto (ETE); estradas sobre o leito fluvial; extração de areia e cascalho; mineração; pontes sobre mananciais; silos de armazenagem de grãos; usina de processamento de lixo; uso da água para abastecimento; e área urbana.

Chegando, assim, ao zoneamento adequado e específico para uma área complexa que abrange sistemas cárstico e terrígeno, que traduzem à paisagem, aspectos visuais, estruturais, dinâmicos e evolutivos distintos. Com isso, apontou-se por quatro zonas e oito subzonas: Zonas Prioritárias à Preservação Permanente – ZPP (cárstica e terrígena); Zonas destinadas à Recuperação e Reabilitação – ZRR (cárstica e terrígena); Zonas com atenção especial e aperfeiçoamentos – ZcAA (cárstica e terrígena); e Zonas destinadas à exploração ou manutenção – ZEM (cárstica e terrígena).

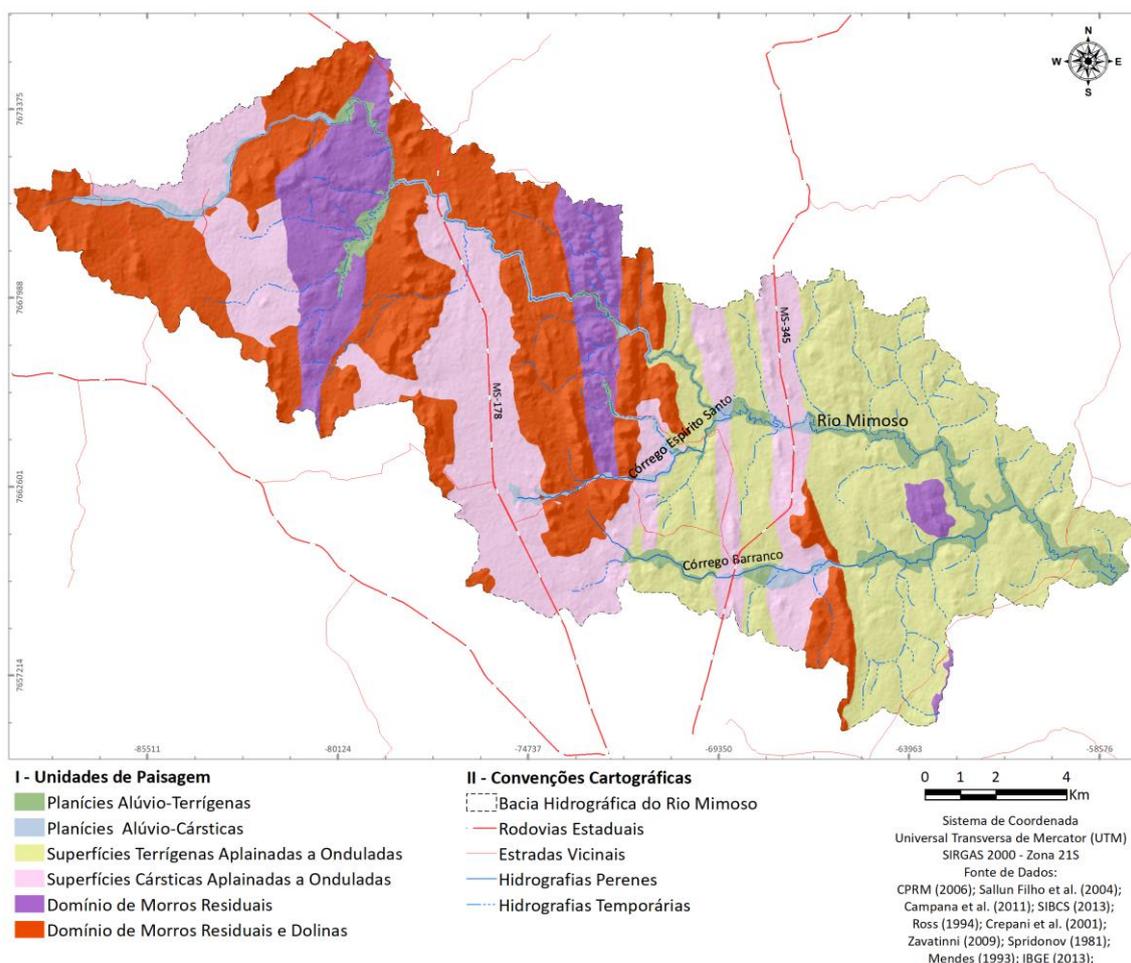
Entra-se na última etapa, que Mateo Rodriguez e Silva (2013, p. 333) afirmam que é a fase de prognóstico, sendo necessário propor como “usar e explorar os sistemas ambientais e como projetar a sua organização espacial”. Assim, foram realizadas sugestões e propostas para o aproveitamento da BHRM de forma mais equilibrada.

RESULTADOS

Unidades de Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS

A análise da BHRM permitiu assinalar que seu relevo tem compartimentos muito bem definidos, desde os patamares mais elevados, onde há um predomínio de declives acentuados e rochas sedimentares/metassedimentares carbonáticas, até patamares menos elevados, em que as vertentes são suavizadas e encontram-se rochas terrígenas. Esses contrastes trazem um comportamento diferenciado de umidade, deflúvio superficial das águas, dos processos formadores e das características físico-químicas dos solos, dos possíveis usos das terras na bacia e, com isso, das inferências sobre a qualidade das águas, o que resulta em uma exuberante e diversificada paisagem, passo fundamental para alcançar o zoneamento ambiental (Figura 3).

Figura 3 – Unidades de Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As paisagens da BHRM se vinculam, primeiramente às planícies aluviais, que foram definidas por serem cársticas ou terrígenas. Nas cársticas é predominante as rochas calcárias (Grupo Corumbá) com formação de tufas, principal atrativo da região. Grandes quantidades de cachoeiras de volume e vazão consideráveis, tornando-a uma planície muito utilizada pelo turismo de natureza. Essas planícies cársticas se vinculam aos gleissolos em um relevo que não ultrapassam 3% de declive e baixo potencial erosivo, que somado às extensas vegetações florestais, sobretudo as chamadas matas de galeria, trazem um “respiro” aos recursos hídricos de maior volume, como o Rio Mimoso. Entretanto, os afluentes de menor porte exibem culturas de soja e pastagens que atingem as áreas de preservação permanente (APP’s). O mesmo ocorre nas planícies terrígenas, que também se vinculam aos gleissolos, contudo, apresentam rochas terrígenas do Grupo Cuiabá e da Formação Puga, que se vinculam aos filitos, arenitos, siltitos e quartzo.

Em um patamar altimétrico mais elevado, estão as superfícies cársticas e terrígenas aplainadas a onduladas, que apresentam características de relevo próximas, alcançando de 3 a 20% de declives. Entretanto, são áreas com grandes diferenciações nos processos formadores dos solos. O calcário do substrato cárstico influi na gênese de um solo altamente fértil, como o chernossolo e argissolo (predominantemente) e de solos eutróficos (latossolo e nitossolo), enquanto que a superfície terrígena abrange áreas de latossolo distrófico e nitossolo distrófico. O uso das terras nessas áreas também se diferencia, enquanto tem-se a predominância de culturas de soja em ambientes cársticos, sobretudo devido à fertilidade das terras e relevo aplainado, nas superfícies terrígenas são encontradas extensas pastagens. Em ambos a vegetação florestal (Mata Atlântica) e arbustiva (Cerrado) é escassa, com pequenas manchas em meio às propriedades rurais.

Por fim, as áreas de morros residuais se sobressaem na paisagem devido ao relevo ondulado a escarpado, atingindo declives acima de 75%. A unidade terrígena está vinculada às encostas fortemente onduladas e topos estreitos e íngremes com latossolos e chernossolos recobertos por vegetação florestal, e pastagens no entorno; e a unidade cárstica abrange uma grande geodiversidade (pedológica e de vegetação). As áreas cársticas apontam para vegetações de grande porte, sobretudo resquícios de mata atlântica, com chernossolos, latossolos e nitossolos, com pequenas áreas recobertas por

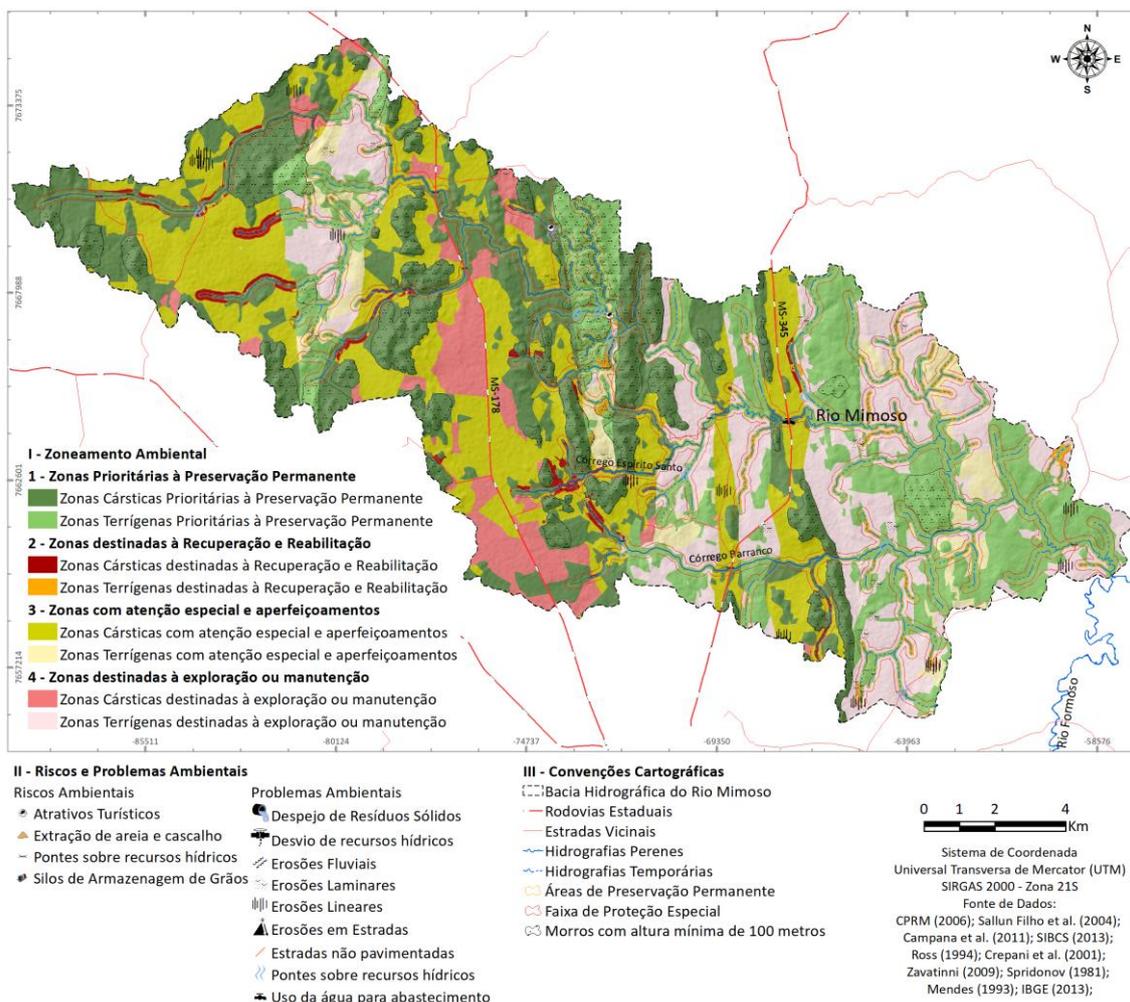
culturas e pastagens, que nesses casos, são incongruências legais, avançando sobre APP's (morros com declives acima de 45%) e conflitando ainda com questões ambientais, sobretudo devido a fragilidade ambiental da área e seu elevado potencial erosivo.

A interpolação dos componentes passa pelas características dos mesmos, as rochas apresentam destaque na dinâmica em ambientes cársticos. O solo, em grande parte, é argiloso e fértil devido à fertilidade natural advinda do calcário, trazendo consigo um grande favorecimento para a entrada de culturas, que somado ao relevo aplainado, auxilia na facilidade da mecanização e produtividade agrícola. Avaliando a paisagem sob a ótica geossistêmica em pesquisas ambientais, sobretudo àquelas aplicadas em bacias hidrográficas, constitui um avanço para se compreender as dinâmicas deste sistema, bem como é fundamental na proposição do zoneamento ambiental.

Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS

O presente zoneamento ambiental procurou compreender o sistema bacia hidrográfica e propor um (re)ordenamento de sua ocupação diante de suas potencialidades/fragilidades, provendo assim, um melhor aproveitamento da bacia hidrográfica e de suas paisagens. Definiu-se, portanto, as zonas com características ambientais relativamente homogêneas da BHRM (Figura 4).

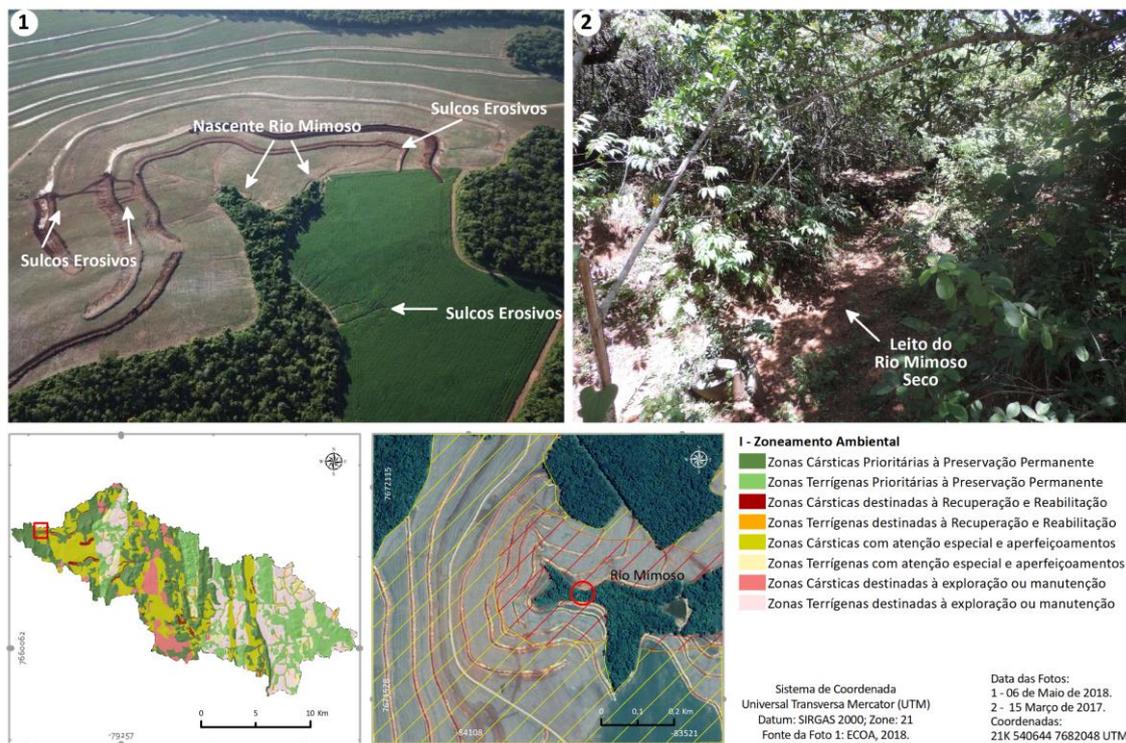
Figura 4 – Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Zonas Cársticas Prioritárias à Preservação Permanente: é uma zona marcada pela preservação das vegetações nativas (florestal e campestre), sobretudo vestígios de mata atlântica e cerrado sobrepostos em terrenos cársticos. Os calcários e mármores calcíticos e dolimíticos transmitem uma alta instabilidade geológica, entretanto, a vegetação nativa protege o solo e reduz a fragilidade ambiental. É importante destacar que essa bacia hidrográfica apresenta extensas áreas de vegetação ainda preservadas, mas já exibe uma pressão sobre as nascentes dos afluentes do rio Mimoso, ou mesmo no próprio rio principal, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Áreas ao redor da nascente do rio Mimoso e seu leito fluvial completamente seco durante o verão de 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O que merece ser destacado é que algumas nascentes têm problemas relacionados à ocupação irregular do solo, resultado da superexploração agropecuária, como na nascente do rio Mimoso, que, além de transportar sedimentos ao recurso hídrico mediante diversos sulcos erosivos provenientes das lavouras, foi constatada a própria ausência das águas durante o verão de 2017. Fato este, que revelou uma série de preocupações acerca da manutenção do volume das águas desse recurso hídrico. O que favorece o rio Mimoso, por sua vez, é que este recebe afluentes de maior volume de água no alto curso, o que auxilia em possíveis assimilações de contaminantes, como agroquímicos, além de manter a perenidade mesmo em épocas de estiagem.

Essa zona está presente ao longo de 80,68km² ou 32,15% do total da área, sempre nas planícies alúvio-cársticas, reservas espalhadas pelas propriedades rurais, mas sobretudo na região central da BHRM, que exhibe extensas áreas declivosas, com rampas íngremes e dissecadas, cercadas por morros residuais e dolinas. Seus solos predominantes são os gleissolos nas planícies, neossolos e chernossolos nas áreas mais declivosas. São

áreas que apresentam grandes e volumosas cachoeiras e corredeiras, muito utilizadas para circuitos de turismo de natureza.

Zonas Terrígenas Prioritárias à Preservação Permanente: é uma classe caracterizada pelas vegetações nativas ao longo do médio e baixo curso, em terrenos terrígenos, principalmente rochas do grupo Cuiabá e Formação Puga, como arenito, diamictito, filito, folhelho, quartzito e metagrauvaca. É possível visualizar a formação nativa como predominante, com latossolos e nitossolos como destaques. Não são áreas frágeis do ponto de vista geológico e geomorfológico, que somados às vegetações nativas, apresentam baixa fragilidade.

Essa zona abrange um total de 58,47km² ou 23,30% do total da área de estudo, valor considerado alto se somado à classe anteriormente discutida. Ao todo, cerca de 55% do total da BHRM encontra-se situado em zonas prioritárias à preservação, mostrando que essa bacia apresenta extensas vegetações ainda intactas, entretanto, o avanço da pecuária e, sobretudo, da agricultura já avança sobre APP's, o que pressiona e impacta nos recursos hídricos com recorrentes turvamentos, amplamente discutido em Brugnolli et al. (2022b). Esse avanço até as áreas de APP's fazem com que tais áreas saiam dessa classificação de zona e definam uma nova classe, que são as áreas destinadas à recuperação e reabilitação.

Zonas Cársticas destinadas à Recuperação e Reabilitação: essa zona parte do pressuposto da incompatibilidade legal, ou seja, pastagens e culturas que invadem as APP's, bem como em áreas determinadas pela máxima incongruência, como exemplo, a presença de atividade agrícola em áreas de fragilidade elevada, devido ao solo frágil (gleissolos e neossolo) e rochas frágeis como os calcários e mármore. Seu relevo abrange desde áreas aplainadas até onduladas. Abrangem um total de apenas 2,45km² ou 0,97% da área, valores pequenos se comparados com a extensão, o grande e principal problema fica por conta de suas localizações. Áreas frágeis e proximidades com nascentes de importantes afluentes que abastecem o rio Mimoso e o mantém com regime hídrico equilibrado em épocas de estiagem.

Zonas Terrígenas destinadas à Recuperação e Reabilitação: essa zona encontra situada em pequenas porções territoriais do médio e baixo curso da BHRM, apenas 4,14km² ou 1,65% da área, sobretudo em algumas nascentes em que as pastagens

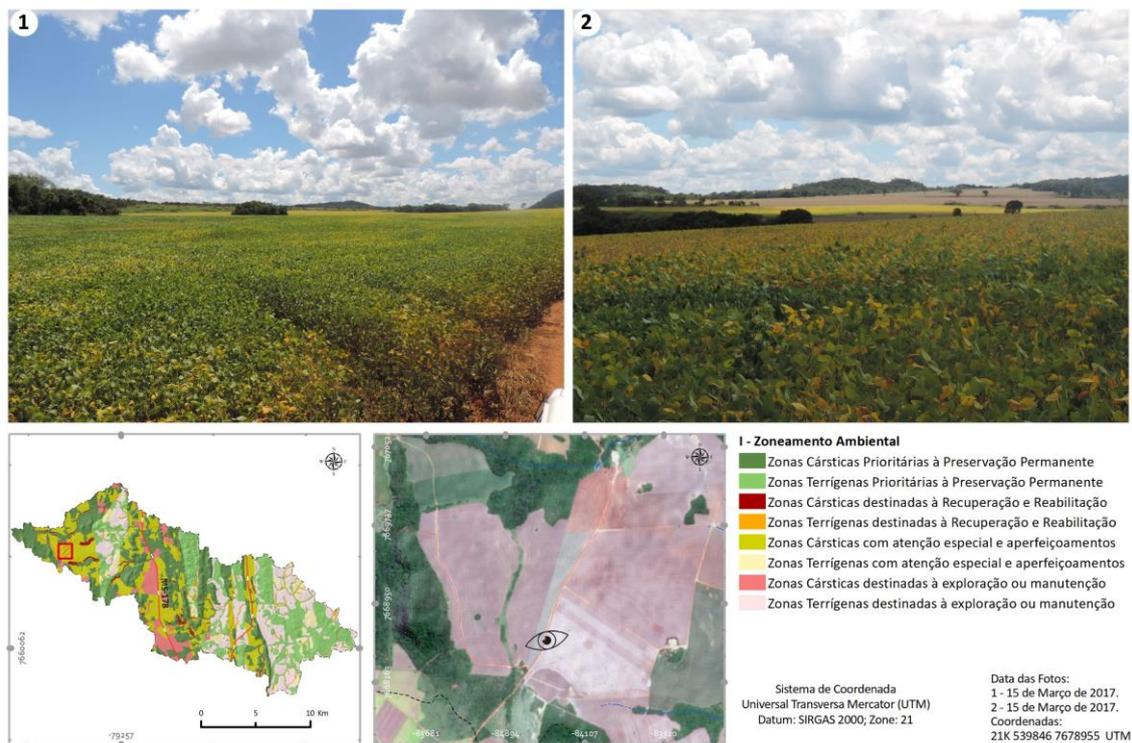
e culturas avançaram sobre APP's, logo, apresentam uma incompatibilidade legal. A ressalva e principal distinção para a classe anteriormente discutida fica por conta da fragilidade geológica, geomorfológica e pedológica. O Grupo Cuiabá é predominante, com latossolos em declives aplainados a suave ondulados. Essas nascentes atingidas são de mananciais temporários, o que já torna ainda mais prejudicial a perda da capacidade de recarga hídrica desses mananciais, fazendo com que estes, a médio e longo prazo, tornem-se efêmeros ou até deixem de existir, impactando no rio Mimoso.

Zonas Cársticas com atenção especial e aperfeiçoamentos: zonas que abrangem grandes porções territoriais do alto e médio curso da BHRM, sobretudo culturas que necessitam de cuidados melhores sobre seus manejos. Apesar do Zoneamento Ecológico-Econômico do Mato Grosso do Sul (ZEE/MS) - (MATO GROSSO DO SUL, 2009) definir que essa região é propícia para a expansão agrícola, diante da potencialidade expressa pelos terrenos férteis e planos, é uma área frágil do ponto de vista das rochas, relevo cárstico e solos, fazendo com que esse zoneamento ambiental aqui proposto se contraponha ao modelo levantado pelo estado.

O ZEE/MS levantou apenas as potencialidades da área, enquanto que as fragilidades foram relegadas a segundo plano, é fundamental que essas culturas tenham um manejo das terras diante da expansão do modelo econômico direcionado ao mercado global de *commodities*, em especial a monocultura de soja. Plantio direto, curvas de nível, terraceamento, bacias de contenção, entre tantas outras formas de minimização dos recorrentes carreamentos de sedimentos e turvamentos dos mananciais, são necessários.

Essa zona abrange cerca de 49,73km² ou 19,82% da área total da BHRM, são extensas áreas com chernossolos (frágil e fértil) e argissolo, um relevo aplainado a ondulado e rochas calcárias (Figura 7). É possível notar a inexistência de práticas de conservação que, mesmo sendo áreas relativamente planas, em épocas de colheita, grandes áreas ficam sem proteção aos solos, sendo facilmente carreados até os mananciais, turvando-os.

Figura 7 - Grandes lavouras de soja, característica da zona cárstica com atenção especial e aperfeiçoamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As fragilidades ambientais giram em torno de média e alta fragilidade, com necessária atenção às práticas mitigadoras nessas culturas, pois há a presença de diversos sulcos erosivos, processos lineares variados e em desenvolvimento, conforme a Figura 5). Destaca-se que a presença do calcário, de forma natural, deixa essas áreas férteis e influencia na gênese dos solos (chernossolos), logo, são áreas potencialmente produtivas, entretanto, são frágeis pela capacidade de dissolução do calcário e subsidência do terreno cárstico.

Zonas Terrígenas com atenção especial e aperfeiçoamentos: essa zona abrange um total de 10,92km² ou 4,35% da área total, isto é, relativamente pequena, mas apresentam como a principal diferença para a zona cárstica, a presença de pastagens (principalmente) e algumas culturas em áreas de latossolos e nitossolos. É possível notar a presença de muitos processos erosivos nesses locais, com alta incongruência entre a capacidade de uso e uso atual, além de se apresentar, em sua maioria, na sub-bacia do

córrego Espírito Santo, que apresentou uma classe II de enquadramento e alguns indícios de eutrofização de suas águas superficiais.

O carreamento de sedimentos é marcante e uma das melhores formas de visualizar a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica é por meio da análise de suas águas superficiais, logo, é possível compreender uma bacia com alguns problemas ambientais. Sendo assim, é recomendada para seguir o potencial produtivo atual, desde que ocorra em conjunto com práticas conservacionistas e que haja um respeito à sua capacidade de uso, expressa pelos componentes da paisagem.

Zonas Cársticas destinadas à exploração ou manutenção: é uma zona com fragilidade média, portanto, apesar de não apresentar grandes problemas relacionados aos aspectos geológicos, as ressalvas ficam por conta das pastagens, em que muitas delas não exibem manejo das terras. Seus solos são variados, latossolos, nitossolos e plintossolos se destacam sobre relevos aplainados a suave ondulados e sobre calcários e mármores das formações Bocaina e Tamengo. Ao todo abrangem 8,99km² ou 3,58% do total da área da BHRM.

Diante de tais fatos, trata-se de uma zona que apresenta característica para a expansão de seu potencial produtivo, seja para culturas e pastagens ou a manutenção de seus usos atuais. Para a implementação de tais usos intensivos, necessita da consideração das fragilidades e potencialidades expressas pelos componentes ambientais e desde que seja em conjunto com sua capacidade, respeitando os vários afloramentos rochosos existentes. Enfatiza-se ainda, que a média e baixa fragilidade dessas terras não desobriga que pastagens e culturas sejam manejadas, portanto, devem apresentar práticas simples de conservação, como curvas de nível.

Zonas Terrígenas destinadas à exploração ou manutenção: é uma zona com rochas terrígenas do Grupo Cuiabá e Formação Puga, localizada no médio e baixo curso da BHRM, em um total de 35,55km² ou 14,17%. Tem predominância de fragilidade baixa e com média, mínima e baixa incongruência, com pastagens principalmente. Seus solos são predominantemente os latossolos e nitossolos em relevo aplainado a suave ondulado. Essa zona abrange bacias de drenagem que foram enquadradas na classe I e II das águas superficiais e por estarem situadas em áreas potencialmente passíveis de serem exploradas ou que seja conservado seu uso atual, destaca-se que sempre devem haver

práticas de conservação, pois já foram constatados o desenvolvimento de processos erosionais devido à falta de manejo das terras.

Logo, diante da necessidade de se parcelar em zonas o território e buscar um reordenamento do uso das terras, surgiu, no estado de Mato Grosso do Sul e no município de Bonito, dois importantes documentos que auxiliaram na análise do território, suas ocupações, características e implicações do avanço econômico e turístico sobre suas terras. Trata-se do ZEE/MS (MATO GROSSO DO SUL, 2009; 2015) e do Plano Diretor de Bonito (BONITO, 2010)

Contudo, ao avaliar tais documentos é importante destacar que ambos procuraram (re)ordenar o território na busca por um máximo aproveitamento, notando-se um viés desenvolvimentista, em que as potencialidades se sobressaem às fragilidades, que o torna mais econômico do que ecológico, para o ZEE. O que não deixa de lado sua importância e influência para estudos no Mato Grosso do Sul, apenas realiza-se tal ressalva, pois o zoneamento proposto nesse artigo, busca um enfoque ambiental.

Para o plano diretor, as zonas ficaram muito bem definidas e detalhadas na área urbana de Bonito, entretanto, no que se refere ao município ou, no caso desta pesquisa, a BHRM, o macrozoneamento se tornou abrangente e não retrata as particularidades da área de estudo. Características estas, expressas pelas rochas, solos, relevo, recursos hídricos, paisagens, suas potencialidades e fragilidades, usos conflitantes com sua capacidade, entre outros aspectos essenciais em um local tão complexo.

Portanto, diante do que já foi trabalhado, destacou-se que apesar do inegável avanço que estes zoneamentos trouxeram para o estado e para o município de Bonito, tais estudos apresentaram pressupostos desenvolvimentistas em que as fragilidades dos componentes da paisagem não são aferidas, mas sim suas potencialidades. O que mostra, apesar desses estudos, que os planos diretores, zoneamentos ambientais ou ecológicos-econômicos para essa região do estado, não tratam o carste em si, com suas fragilidades associadas à capacidade de dissolução do calcário.

Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mimoso, Bonito/MS

Diante desse zoneamento ambiental aqui proposto, algumas questões e recomendações pontuais foram passíveis de serem apontadas. Recomenda-se a manutenção dos remanescentes florestais com ações de fiscalização visando a proteção da biodiversidade e contra a ocupação antrópica nessas áreas restritas legalmente.

Nos atrativos turísticos, priorizar-se ações de educação ambiental, implementação de placas informativas sobre a importância da conservação e preservação para a qualidade ambiental da região e monitoramento, por parte dos atrativos, da qualidade das águas, verificando seus parâmetros físicos e químicos, mantendo-os em níveis aceitáveis visando a boa qualidade do sistema fluvial.

Mudança no traçado de estradas que cortam o leito fluvial dos corpos hídricos, buscando cercar essas passagens e recompor sua vegetação. Também pode ser priorizado, ao invés da mudança no traçado, a (re)construção de pontes que perpassam os corpos hídricos, sendo necessário levar em conta o regime fluvial, o que evitaria problemas futuros. Essas estradas se apresentam como um problema diante da alteração do leito fluvial, pois aumenta a quantidade de sedimentos transportados e, como em alguns casos são veículos pesados que perpassam nessas passagens, ocasionam o barramento das águas, conseqüentemente, ocorre um represamento a montante e turvamento a jusante.

As pastagens devem ser manejadas com curvas de nível e nas erosões, necessita-se a inserção de gramíneas e/ou vegetação de maior porte, buscando deixar essas áreas em *pousio* e cercá-las, o que impede o pisoteio de animais e minimiza o avanço das erosões, recuperando assim, seu valor ambiental. Plantas forrageiras também podem ser aplicadas e, em alguns casos mais severos, uma recomposição da vegetação florestal com raízes profundas, o que beneficiaria o não desprendimento do solo.

As zonas de atenção especial e aperfeiçoamentos, podem ser utilizadas seguindo seu atual potencial produtivo, desde que seja controlada e que não sejam implantadas lavouras de soja em áreas de planícies, devido à fragilidade dos gleissolos. Nas culturas, espera-se que estas apresentem um manejo adequado com curvas de nível, bacias de contenção e que as colheitas sejam intercaladas, o que reduziria a compactação e a contaminação do solo, elevaria a infiltração das águas pluviais, fertilidade das terras

e reduziria o escoamento superficial. Isso faz com que áreas menores de solo sejam deixadas expostas em épocas chuvosas e, conseqüentemente, reduziria a ocorrência de possíveis processos erosivos.

Nas áreas cársticas, as tufas calcárias, por sua vez, se mostram como a maior atratividade turística da região de Bonito e sua conservação passa basicamente pela aplicação deste zoneamento ambiental, pois com a ocupação antrópica intensiva, nas formas de utilizações atuais, vêm ocorrendo turvamentos constantes dos recursos hídricos da BHRM, o que prejudica o desenvolvimento das tufas calcárias e erodem as já existentes.

As tufas calcárias na região da serra da Bodoquena possuem grande valor ambiental e paisagístico, e é uma das maiores ocorrências destes depósitos recentes no Brasil, que afloram e formam cachoeiras, corredeiras e apresentam impressionante beleza cênica. Segundo Boggiani et al. (2002, p. 250) “estes depósitos de calcário fluvial, ainda em formação, apresentam interesse científico por possibilitarem estudos sobre os processos de sedimentação carbonática e investigações paleohidrológicas e paleoclimáticas”.

Logo, manter o equilíbrio da BHRM rebate necessariamente no desenvolvimento e deposição mineral, que influencia diretamente no turismo da região. Até por tais motivos, o zoneamento ambiental surgiu como um documento para compreensão, diagnóstico e prognósticos da BHRF, ao mesmo tempo em que é uma maneira de possibilitar a definição de áreas que podem ser ocupadas/exploradas; definir aquelas em que a ocupação é irregular e/ou não condiz com sua capacidade (expressa nos componentes ambientais); aquelas que necessitam de reabilitação; e até mesmo as áreas prioritárias à preservação permanente.

CONCLUSÕES

A partir das recomendações e de preocupações atuais acerca da utilização intensiva do meio e seus impactos negativos à BHRM, tornou-se evidente a necessidade de implantação desse zoneamento ambiental. O fato de a bacia hidrográfica apresentar grandes extensões de vegetações florestais, “mascaram” as degradações existentes na

BHRM, que não são poucas e cada vez mais influenciam negativamente nas águas superficiais e na capacidade resiliente dessa bacia hidrográfica.

Turvamentos, erosões, ocupação de APP's, todos são acontecimentos que já vêm causando impactos negativos ao município de Bonito, o que influencia diretamente em seus alicerces econômicos (turismo) e sociais (geração de empregos diretos e indiretos relacionados às atratividades turísticas). Fatos que ratificaram a hipótese central da pesquisa, de que é uma bacia profundamente impactada. Culturas, pastagens e estradas não pavimentadas são, nessa ordem, os principais causadores dos problemas ambientais, sobretudo pela falta de manejo das terras e da falta de sistemas de drenagem e dissipação das águas das chuvas, o que facilitaria a infiltração em detrimento do escoamento.

A valorização da BHRM do ponto de vista ambiental, com sua consequente preservação, conservação e recuperação das áreas que já foram impactadas é essencial para seu equilíbrio. Houve, portanto, a validação da necessidade de um zoneamento ambiental como este aqui apresentado, por possibilitar um cuidadoso diagnóstico e perspectivas futuras que permitam recomendar ações atuais, levando em conta, as fragilidades do carste e separando tais sistemas no zoneamento proposto.

REFERÊNCIAS

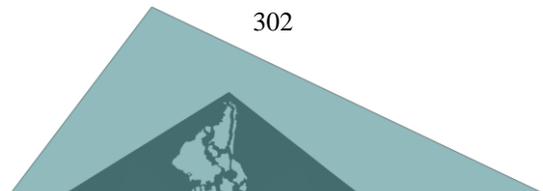
AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do parque estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 26, p. 59 - 78, 2009

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos hídricos – SNIRH/HidroWeb**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em: março de 2016.

BACANI, V. M. Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS. São Paulo. 2010, 223p. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BECKER, B.; EGLER, C. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia**. Rio de Janeiro: SAE&MMA, 1997. 40p.

BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A. M.; GESICKI, A. L.; SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P.; RIBEIRO, F. B.; FLEXOR, J. M. 2002. **Tufas Calcárias da Serra da Bodoquena**,



MS - Cachoeiras petrificadas ao longo dos rios. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. (Edits.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v.01. p. 249-259, 2002.

BONITO. Lei complementar nº 085, de 01 de dezembro de 2010. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Bonito e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Bonito, 01 de dezembro de 2010.

BRASIL. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, em 25 de Maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, em 31 de agosto de 1981.

BRUGNOLI, R. M. **Zoneamento Ambiental para o Sistema Cárstico da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Mato Grosso do Sul**. 2020. 403f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, 2020.

BRUGNOLLI, R. M.; BEREZUK, A. G.; PINTO, A. L.; SILVA, C. A. da. Calidad de las aguas superficiales en sistemas kársticos. Un estudio de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul – Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Alicante, v. 78, 2022b. <https://doi.org/10.14198/INGEO.20241>.

BRUGNOLLI, R. M.; CHÁVEZ, E. S. O potencial das paisagens de uma região cárstica para o turismo - a bacia hidrográfica do rio Formoso, Bonito/Mato Grosso do Sul, Brasil. **GEOgraphia**, Niterói, v. 24, n. 52, 25 jan. 2022.

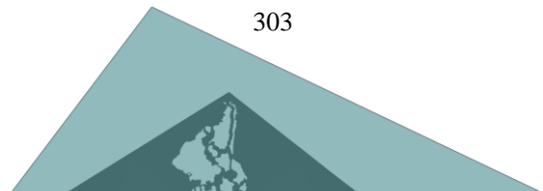
BRUGNOLLI, R. M.; CHÁVEZ, E. S.; SILVA, C. AP. da. BEREZUK, A. G. Geocological diagnosis of landscapes of the Formoso River Watershed, Bonito/MS, Brazil. **Environ Earth Sci**, v. 81, n. 174. 2022a. <https://doi.org/10.1007/s12665-022-10247-6>

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos**, São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CAVALCANTI; L. C. S.; CORRÊA, A. C. B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, jul./dez., 2016.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 357/2005, Dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de março de 2005.

CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. **Litologia e Recursos Minerais do estado de Mato Grosso do Sul**. Brasília, CPRM, 2006. 144p.



EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, 2018. 353p.

JIMÉNEZ OLIVENCIA, Y.; MORENO SÁNCHEZ, J. J. Los SIG em el análisis y el diagnostico del paisaje el caso del rio Guadix (Parque Nacional de Sierra Nevada). **Cuadernos Geográficos**, Granada, vol. 39, n. 2, p. 103-123, 2007.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. Geoecología de los Paisajes. Mérida, Venezuela, Editora de La Universidad de Los Andes. 1991, 222p.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. Planejamento ambiental como campo de ação da Geografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 5.,1994, Curitiba, PR. **Anais [...]**. Curitiba, PR. p.582-594.

MATEO RODRÍGUEZ, J. M; SILVA, E. V. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, n. 1, p. 95-112, 2002.

MATEO RODRIGUEZ, J.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental**: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº. 989, de 9 de dezembro de 2003. Leis dos Rios Cênicos - Formoso, Prata e Peixe. Estabelece limitações ambientais como forma de conservação de natureza, proteção do meio ambiente e defesa das margens nas áreas das bacias hidrográficas dos rios Formoso, Prata e Peixe, no município de Bonito-MS. **Diário Oficial do Município**, Bonito, 9 de dezembro de 2003

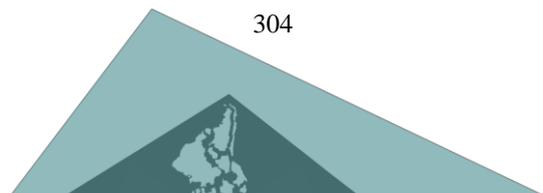
MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 2.223, de 11 de abril de 2001. Responsabiliza os proprietários e arrendatários de imóveis rural e urbano, pela poluição hídrica dos rios-cênicos, e dá outras providencias. **Diário Oficial do Estado**, Campo Grande, 16 de abril de 2001

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº. 1.871, de 15 de julho de 1998. Estabelece a forma de conservação da natureza, proteção do meio ambiente e defesa das margens nas áreas contíguas aos Rios da Prata e Formoso, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Campo Grande, 15 de julho de 1998.

MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento ecológico econômico – Mato Grosso do Sul**: primeira aproximação. Governo do estado de Mato Grosso do Sul, 2009. Disponível em: <<http://www.semagro.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>>. Acesso em: janeiro, 2018.

MATO GROSSO DO SUL. **Zoneamento ecológico econômico – Mato Grosso do Sul**: segunda aproximação. Governo do estado de Mato Grosso do Sul, 2015. Disponível em: <<http://www.semagro.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>>. Acesso em: janeiro, 2018.

MENDES, I. A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP**. 1993. 171f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.



PASSOS, M. M. A construção da paisagem no Pontal do Paranapanema uma apreensão geofotográfica. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, vol. 26, n. 1, p. 177-189, 2004.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, São Paulo, n.º 8, p. 63-73, 1994.

SALINAS CHÁVEZ, E. **Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional de Cuba**. 1991. 113p. Tese (Doutorado em Ciências Geográficas) - Faculdade de Geografia, Universidade de Havana, Cuba. 1991.

SALINAS E.; REMOND, R. El Enfoque Integrador del Paisaje en los Estudios Territoriales: Experiencias Prácticas, En: GARROCHO, C.; BUZAI, G. (Editores) **Geografía Aplicada en Iberoamérica: avances, retos y perspectivas**, México, p. 503-543, 2015.

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

SOCHAVA, Viktor Borisovich. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1977.

SPIRIDONOV, A. I. **Principios de la metodología de las investigaciones de campo y El mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografía, 1981. 3v.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**, Fortaleza, 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

USGS, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 23 mai. 2016.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos-SP**. 2006, 209 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

ZAVATTINI, J. A. **Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul**. Geografia, Rio Claro, 17(2): 65-91, outubro/1992.

Recebido em abril de 2022.

Revisão realizada em maio de 2022.

Aceito para publicação em junho de 2022.