www.ser.ufpr.br/geografar
ISSN: 1981-089X

Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

A FRAGILIDADE AMBIENTAL E OS CONFLITOS DE USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRATA — JACIARA/MT

ENVIRONMENTAL FRAGILITY AND CONFLICTS OF LAND USE IN THE PRATA RIVER WATER BASIN — JACIARA / MT

(Recebido em 02-11-2019; Aceito em 15-03-2020)

Jepherson Corrêa Sales
Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Guarantã do Norte, Brasil
jepherson.sales@gmail.com

Ivaniza de Lourdes Lazzarotto Cabral
Doutora em Geografia pela Universidade de São Paulo
Professora do Departamento de Geografia e do Programa de Pós -Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, Brasil
ivanizacabral@hotmail.com

Cleberson Ribeiro de Jesuz
Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás
Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, Brasil
clebersonjesuz@ufmt.br

Resumo

A crescente subversão de áreas naturais para monoculturas e pastagens plantadas no Brasil, na maioria das vezes, provoca conflitos e problemas entre o uso do solo e a capacidade da natureza em manter o ritmo dos fluxos necessários a sua própria capacidade de "resiliência". Como resultado deste cenário os processos morfodinâmicos são acelerados artificialmente, culminando em perdas ambientais, muitas vezes irreparáveis. Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica do rio Prata (BHRP) localizada no município de Juscimeira-MT é um exemplo dessa realidade, na qual os conflitos de uso provocam problemas ambientais relacionado à perda de solo. O presente trabalho parte da abordagem da análise sistêmica da paisagem com o objetivo de identificar os setores de fragilidade ambiental e os principais conflitos de uso na área de trabalho. Foram utilizados procedimentos de geoprocessamento em ambiente de sistema de informações geográfica — SIG. Os resultados apresentam quatro setores de fragilidade na BHRP, sendo as superfícies do planalto, especialmente na condição de contato com as superfícies da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, as áreas mais suscetíveis aos processos de erosão, e apontam que os setores de fragilidade são fortemente influenciados pelas características geológicas e o contexto da morfodinâmica encontrada na área de estudo.

Palavras chave: Geomorfologia; Morfodinâmica; Unidades de Paisagem.

Abstract

The growing subversion of natural areas for monocultures and planted pastures in Brazil often causes conflicts and problems between land use and nature's ability to keep pace of the flows needed for its own "resilience" capacity. As a result of this scenario, morphodynamic processes are artificially accelerated, habitually culminating in irreparable environmental losses. From that perspective, the Prata River watershed (BHRP) located in the municipality of Juscimeira-MT-Brazil is an example of this reality, in which conflicts of use cause environmental problems related to soil loss. The present work starts from the systemic landscape analysis approach aiming to identify the sectors of environmental fragility and the main conflicts in the use of the studied area. Geoprocessing procedures were used in a geographic information system environment - GIS. The results show four fragility sectors in the BHRP, the plateau areas being the most susceptible to erosion processes, and indicate that the fragility sectors are strongly influenced by the geological characteristics and the morphodynamic context found in the study area.

Key words: *Geomorphology; Morphodynamics; Landscape Units.*

Introdução

A intervenção do homem sobre o ambiente sem o devido conhecimento dos fatos que envolvem a dinâmica da natureza desafia a própria ciência, uma vez que o ser humano é interventor por excelência e a natureza é a condição da sua própria existência (DREW, 1986). Neste sentido, o conhecimento geográfico, em especial o da cartografia geomorfológica, é um dos meios que pode fornecer, em conjunto com outros fatores ambientais, informações importantes para promover um melhor uso dos bens naturais com mapeamentos de áreas de fragilidade/potencialidades para o uso (ROSS, 2006).

A alteração da paisagem decorrente das ações vinculadas à prática econômica do agronegócio tem se destacado nos estudos relacionados aos danos ambientais por processos erosivos (AMARAL, 1984; SILVA et al., 2003; SCHIAVETTI e CAMARGO, 2008; ARAÚJO et al., 2008; OLIVEIRA, 2010; BACCARO, 2010), sendo que os principais problemas apontados dizem respeito ao manejo inadequado ou ao uso de áreas com características ambientais impróprias para cultivo ou criação (SALOMÃO, 2010; BOTELHO, 2010; GUERRA e BOTELHO, 2010; CUNHA, 2010; BOTELHO e SILVA, 2012; GUERRA e MENDONÇA, 2012; GUERRA e MARÇAL, 2012).

Ross (1994) argumenta sobre a análise da fragilidade das formas do relevo, destacando alguns fatores importantes quanto à definição do grau de fragilidade ambiental a partir de componentes do relevo (declividade e índice de dissecação), tipos de solo, análise de proteção do solo pela cobertura vegetal e fatores climáticos como o índice de precipitação.

O reconhecimento e análise integrada desses fatores são informações importantes para definição das Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977) e definidas por Ross (1994) como Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou Instáveis. Sendo a primeira caracterizada por haver um equilíbrio dinâmico entre os fatores naturais e a segunda definida como áreas com forte interferência antrópica como, por exemplo, as com desmatamento e/ou práticas de atividades econômicas relacionadas à agropecuária.

Por meio da perspectiva da análise geossistêmica da paisagem com base nos conceitos de Monteiro (2000) e Rodrigues (2008), e utilizando-se das técnicas analíticas de perfis transversais que contenham uma sobreposição de diversos temas como: geologia, pedologia, geomorfologia, uso do solo, ampliando a possibilidade de melhor entendimento das interrelações das características naturais e antrópicas, obtendo-se assim, uma direção dos processos/mecanismos ocorridos em um recorte natural (i.e. bacia hidrográfica).

A metodologia para esse estudo pode ser desenvolvida com apoio das geotecnologias ao possibilitar obter condições de "efetivar análises complexas pela integração de dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados" (CÂMARA et al., 2005, p. 8).

Em uma área de estudo de uso acentuado pela atividade agropecuária e ocorrência de eventos de processos erosivos, o trabalho buscou identificar zonas de fragilidade e analisar os principais conflitos na Bacia Hidrográfica do Rio Prata, Juscimeira-MT.

A análise das fragilidades e os conflitos em relação às formas de uso da terra é importante na conjuntura dos estudos ambientais das áreas de cabeceiras do rio São Lourenço, um dos principais sistemas de drenagem que se dirige para a planície do Pantanal setentrional (OLIVEIRA et al., 2019), pois a realidade dos vários impactos no sistema natural se concentra nas áreas mais baixas da bacia hidrográfica, ou seja, no seu nível de base regional representado pela Planície do Pantanal (ZEILHOFER et al., 2016; ESTEVAM et al., 2017).

Assim, em razão das várias ocorrências de processos de erosão mecânica em consonância com a subversão da vegetação nativa nas áreas de cabeceiras da maior parte do sistema de drenagem em questão, a presente pesquisa procurou entender as fragilidades ambientais na bacia hidrográfica do rio Prata por meio da análise sistêmica das condicionantes fisiográficas da paisagem e do uso da terra.

Metodologia

Nos estudos sobre a paisagem, tão importante quanto a concepção sistêmica é a compreensão integrada, pois como nos aponta Cristofoletti (1999), esta abrange uma ótica voltada à busca pelo entendimento dos elementos que atuam em uma determinada paisagem como um conjunto indissociável, passando a incorporar uma visão holística das interações e dinâmicas socioambientais (MORAES, 2019).

A análise dos elementos que fazem parte das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Prata levou em consideração a perspectiva do método de análise sistêmica, adotando a compartimentação hierarquizada do relevo. Nesta questão, Ross (2011) destaca que a compartimentação e hierarquização são indispensáveis, pois os entendimentos das influências passivas da litoestrutura ativas da tectônica e

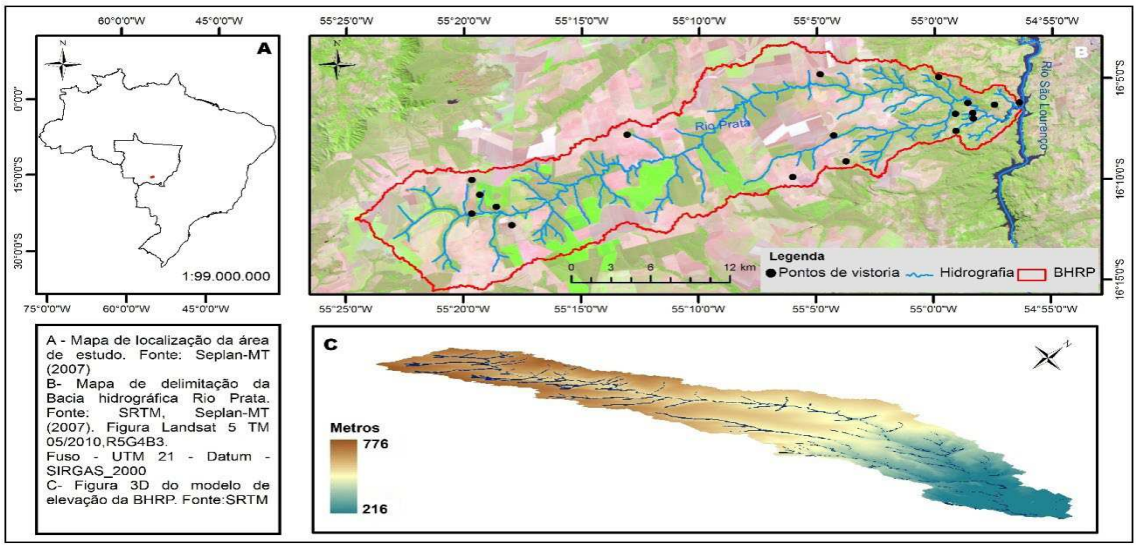
dos processos exógenos se tornam mais evidentes.

Deste modo, concebendo a bacia hidrográfica como sistema aberto e dinâmico, com interações de interdependência entre os seus componentes bióticos e abióticos, a perspectiva da compartimentação do relevo e suas respectivas unidades de paisagem foi uma das opções que potencializou não só o levantamento das informações, mas também a própria análise da área da bacia hidrográfica como um todo.

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Prata está localizada nos municípios de Juscimeira 192,64 km², Jaciara 123,82 km² (27,03%), (42,06%) e Santo Antônio do Leverger 141,50 km², (30,91%), na porção sul do Estado de Mato Grosso (Fig. 1). Apresenta uma área de 458km², constituindo um dos tributários da margem direita do sistema São Lourenço, afluente do rio Cuiabá, formando o principal sistema de contribuição do Pantanal setentrional, com mais de 40% do volume de águas que chega nessa planície (LIMA et al., 2015).

Figura 1: Mapa da localização da Bacia Hidrográfica do Rio Prata.



Fonte: Imagens de Satélite LANDSAT 5 – Bandas 543, de 15/05/2010.

Em termos de uso da terra, a bacia hidrográfica do rio Prata apresenta grande parte da sua área destinada à atividade agropecuária, estimulada pela própria condição natural do tipo de relevo e os seus respectivos solos, fatores favoráveis ao referido tipo de exploração.

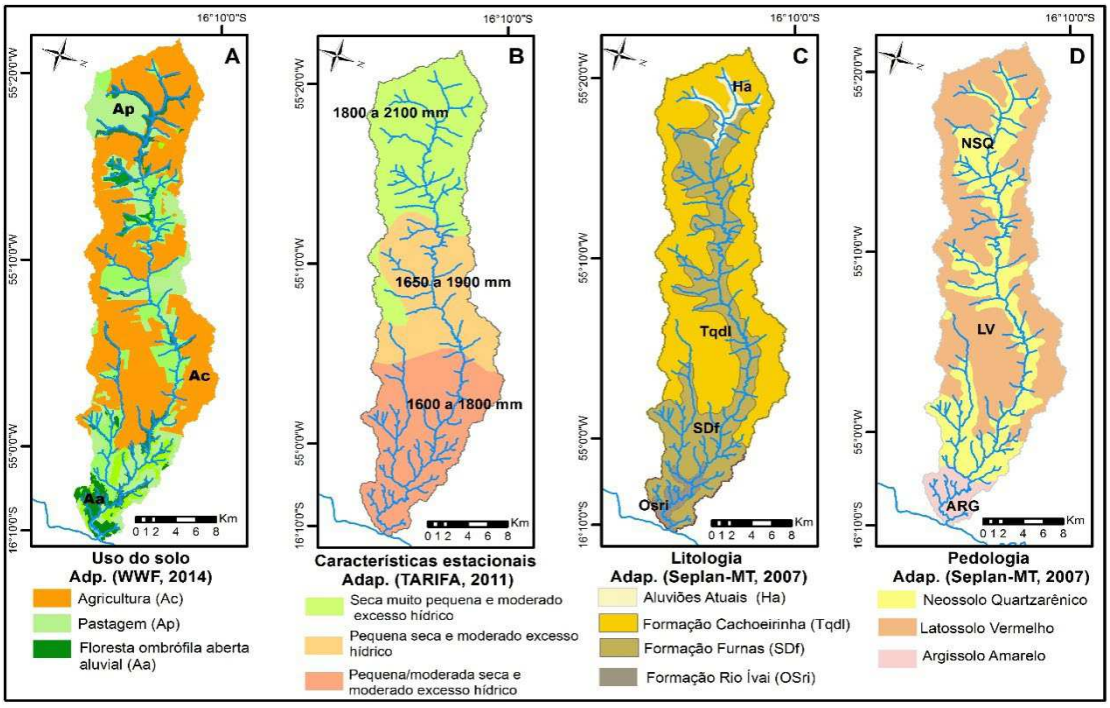
O ambiente climático, conforme destacado nos trabalhos de Tarifa (2011), mostra que a quantidade

anual de precipitação é maior no setor do Planalto, com valores médios entre 1650mm e 2100mm em comparação com a Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, com médias entre 1600mm e 1800mm.

O seu relevo é sustentado pelos sedimentos do Grupo Rio Ivaí, Formação Furnas, Formação Cachoeirinha e Aluviões Atuais (CAMARGO, 2011). Estes se expressam seguindo a condição da evolução geomorfológica da região onde está situada a bacia hidrográfica em questão.

A morfopedogênese atuante em suas superfícies representa uma conjuntura de fatores que, em linhas gerais, concebem a seguinte situação: no setor do Planalto dos Guimarães estão presentes os Latossolos Vermelhos, Vermelhos/Amarelo e Amarelo, e no setor da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis os Latossolos Concrecionários, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos (SALES, 2017). Todos os fatos referenciados sobre a bacia hidrográfica do rio Prata estão sendo apresentados nos mapas da figura 2.

Figura 2: Mapas de uso do solo, índice de pluviosidade anual, litologia e tipos de solos da bacia hidrográfica do rio Prata.



Organização: Os autores.

Procedimentos técnicos

Nesta pesquisa a determinação dos índices de fragilidade ambiental foi estabelecida a partir do contexto sobre as seguintes variáveis: (I) declividade, (II) tipos de solo, (III) proteção do solo pela cobertura vegetal, (IV) pluviosidade anual e, (V) a litologia (ROSS, 1994; SEPLAM-MT, 2007).

Os dados foram classificados levando em consideração o índice de precipitação em conjunto com as características de resistência mineralógica de cada material, conforme detalhado na tabela 1.

Tabela 1: Matriz representando a classificação hierárquica dos diferentes graus de fragilidade das superfícies da bacia hidrográfica do rio Prata/MT.

Hierarquia de fragilidade	Declividade (%)	Tipos de solo	Proteção Vegetal	Litologia	Pluviosidade Anual (mm)
Muito Fraca (1)	0 – 6	Latossolo Vermelho	Florestas naturais e silvicultura	Formação Rio Ivaí	-
Fraca (2)	6 - 12	-	Savanas arborizada/ Parque com mata de galeria	Formação Furnas	1600 - 1800
Média (3)	12 – 20	-	-	Formação Cachoeirinha	1650 - 1900
Forte (4)	20 – 30	Argissolo Vermelho Amarelo	Cultura de ciclo curto e pastagem com pisoteio bovino	Aluviões atuais	1800 - 2100
Muito Forte (6)	> 30	Neossolos Quartzarênicos	-	-	-

Fonte: Ross (1994), SEPLAN-MT (2007). Organização: Sales (2017)

Os valores indicados da matriz, em decorrência das variáveis ambientais utilizadas, foram considerados no sentido de abarcar elementos sobre a constituição do mesmo considerando tempo geológico, materiais dispersos, evolução pedogenética e a cobertura da terra em relação à duração da mesma, conforme se segue:

a) a declividade foi extraída de acordo com a metodologia de Ross (1994), a qual considera a inclinação da vertente baseada na capacidade de uso e aptidão agrícola dos solos como indicativo de risco de processos erosivos. Neste ponto, setores com maior índice de declividade promovem aumento da capacidade de transporte das partículas de solo pela ação da água da chuva, desagregando o solo por meio de erosões laminares ou concentrada;

b) o tipo de solo indica o grau de desenvolvimento dos processos pedogenéticos, bem como a textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade dos horizontes, esses

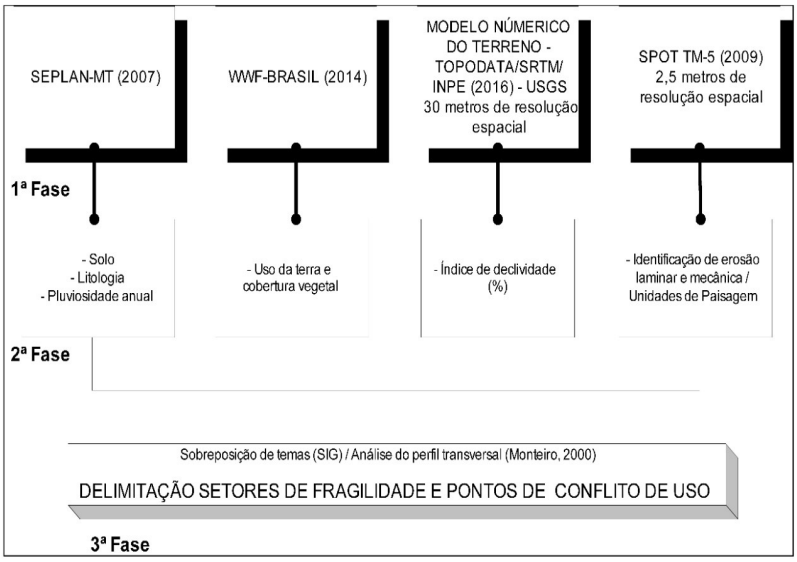
fatores indicam o grau de fragilidade e capacidade de uso do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012), Assim, a classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo, por exemplo, são pedogeneticamente mais jovens e menos estáveis em relação aos Latossolos. A sua composição apresenta maior possibilidade de sofrer alterações que, associadas aos tipos de uso da terra, propiciam a sua condição de maior fragilidade em relação à categoria dos Latossolos;

c) a proteção vegetal é relacionada com o grau retenção de sedimentos no solo, reduzindo ou aumentando o potencial erosivo do uso, portanto, superfícies com vegetação nativa possuem um menor potencial erosivo que as usadas como cultura anual e pastagem, demostrados em experimentos de perda de solo (MARQUES, 1961; CASSETTI, 1984 Apud. ROSS, 1994);

d) a litologia foi associada com o grau de consistência, cimentação e tempo de formação da rocha.A formação Rio Ivaí é caracterizada por arenitos finos em bancos espessos e maciços, ocasionalmente grosseiros e conglomeráticos, datada no período Ordovício Siluriano, apresentando em sua estrutura mais solidez decorrente da pressão exercida por camadas subjacentes como, por exemplo, os sedimentos da Formação Furnas, formada por arenitos ortoquartzíticos de granulometria grosseira a localmente fina, do Siluro-Devoniano e, posteriormente, os da Formação Cachoeirinha, caracterizada por ser uma cobertura superficial de sedimentos datadas do terciário (SEPLAN-MT, 2007).

A partir das informações tabuladas foram realizados os trabalhos vinculados ao processamento de dados, utilizando-se do software ArcGIS 10.2 (ESRI). Este procedimento possibilitou reconhecer e representar a espacialidade geográfica dos setores de fragilidade na área da bacia hidrográfica do rio Prata, além dos conflitos de uso ocorridos. A síntese das etapas que fizeram parte do procedimento adotado está apresentada no esquema da figura 3.

Figura 3: Síntese das principais etapas da metodologia adotada para avaliar as áreas de fragilidades e conflitos de uso na bacia hidrográfica do rio Prata MT.



Fonte: Autores.

Assim, a primeira fase foi a de ações para obtenção das informações cartográficas secundárias sobre os seguintes temas: (a) solos, (b) litologias, (c) pluviosidade anual, (d) uso do solo, além da busca da imagem de sensor remoto com resolução espacial de maior detalhamento da superfície terrestre, que auxiliasse na identificação de unidades de paisagem, isto é, imagens do SPOT-TM5 e dos dados do SRTM/TOPODATA/INPE (Modelo Numérico do Terreno — MNT) com resolução espacial de 30m.

A segunda fase foi a de elaboração dos mapas de solo, litologia e pluviosidade anual SEPLAN-MT (2007) na escala de 1:250.000 e do uso do solo WWF (2014), em escala de 1:50.000. Nesta fase também foi elaborado o mapa com os dados sobre a declividade do relevo da área em questão. Este mapa foi confeccionado a partir das informações disponibilizadas no MNT do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), obtido no site Earth Explorer da United States Geological Survey (USGS), adotando as classes clinográficas definidas por Ross (1994). Assim, foram reconhecidas e mapeadas as unidades de paisagem levando em consideração as unidades morfoesculturais na área da bacia hidrográfica do rio Prata, ou seja: (i) na área da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis foram mapeados os relevos escarpados com declividades maiores que 30%, as rampas coluvionares entre 12 a 20%, os morros e colina entre 20 a 30%, as superfícies erodidas de 6 a 12% e as planícies fluviais de 0 a 6%; e (ii) na área do Planalto dos Guimarães os relevos escarpados >30%, os pequenos afloramentos rochosos entre 13 a 20%, Shutter Ridge entre 7 a 13%, os pediplanos desnudados 6 a 12%, os pediplanos inumados 0 a 6% e as planícies fluviais de 0 a 6%.

As feições erosivas, como as áreas com a presença de intensa lixiviação do solo e ocorrências de erosão concentrada sob forma de ravinamento, voçorocamentos, foram identificadas e mapeadas

utilizando a imagem SPOT TM 5 (2009), imagens do sensor Digital Globe (2005) e atividade de campo. Dessa forma, foi possível contemplar a perspectiva do 6º nível taxonômico da proposta metodológica apresentada por Ross (1992).

Os produtos cartográficos obtidos na segunda fase do desenvolvimento do trabalho contribuíram para estabelecer um banco de dados com as informações geográficas importantes para a fase de análise e determinação dos setores de fragilidade, e os respectivos conflitos de uso.

Nesta fase foram elaborados quatro perfis transversais (sentido N-S) da bacia hidrográfica do rio Prata para compreender a evolução da paisagem em diversos setores da área de estudo. A localização do emprego dos perfis foi definida pelo critério de setores com maior e/ou menor ocorrência de feições erosivas, diversidade de tipos de relevo e a sequência evolutiva da paisagem. Os perfis topográficos integrados aos temas declividade/unidades de paisagem, solo, pluviosidade anual, uso da terra e cobertura vegetal, e processos erosivos possibilitaram a identificação de comportamentos distintos quanto à fragilidade do uso do solo nos diversos setores da bacia do Rio Prata.

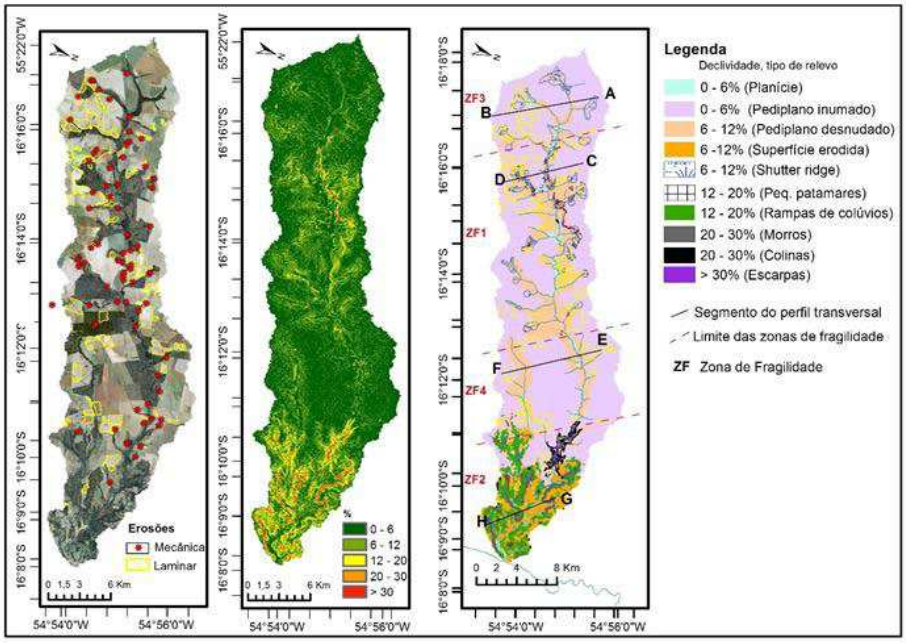
Assim, vale destacar que o conjunto dessas informações abriu os caminhos para a compreensão dos diferentes temas analisados e as suas interrelações, as quais configuram e determinam os níveis de fragilidade ambiental de cada setor da bacia hidrográfica do rio Prata. Esta forma de abordagem possibilitou entender e identificar a espacialização dos setores de fragilidade e os respectivos conflitos em relação às formas de uso da terra, pois evidenciou a investida das diferentes formas do uso antrópico em áreas de fragilidade.

Resultados e Discussão

A condição espacial da bacia hidrográfica do rio Prata em relação à disposição hídrica regional, zona de cabeceiras do sistema São Lourenço-Cuiabá, em área de planalto e com ocorrência de solos propícios para atividades do agronegócio são utilizadas de forma acentuada para maximização da produção de *commodities.* Este fato configura um risco potencial para conflitos de uso da terra, quando associados às características naturais da área de pesquisa. Dessa forma, gerando graus de fragilidade de uso e a consequente ocorrência de processos erosivos.

A figura 4 apresenta os mapas de localização das erosões laminares e mecânicas, o mapa de declividade e o mapa geomorfológico da bacia do Rio Prata. Esses dados possibilitaram o entendimento preliminar da relação entre os processos erosivos e as unidades de paisagem.

Figura 4: Mapas representando as informações sobre as variáveis: erosão, declividade e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Prata.



Fonte: Autores.

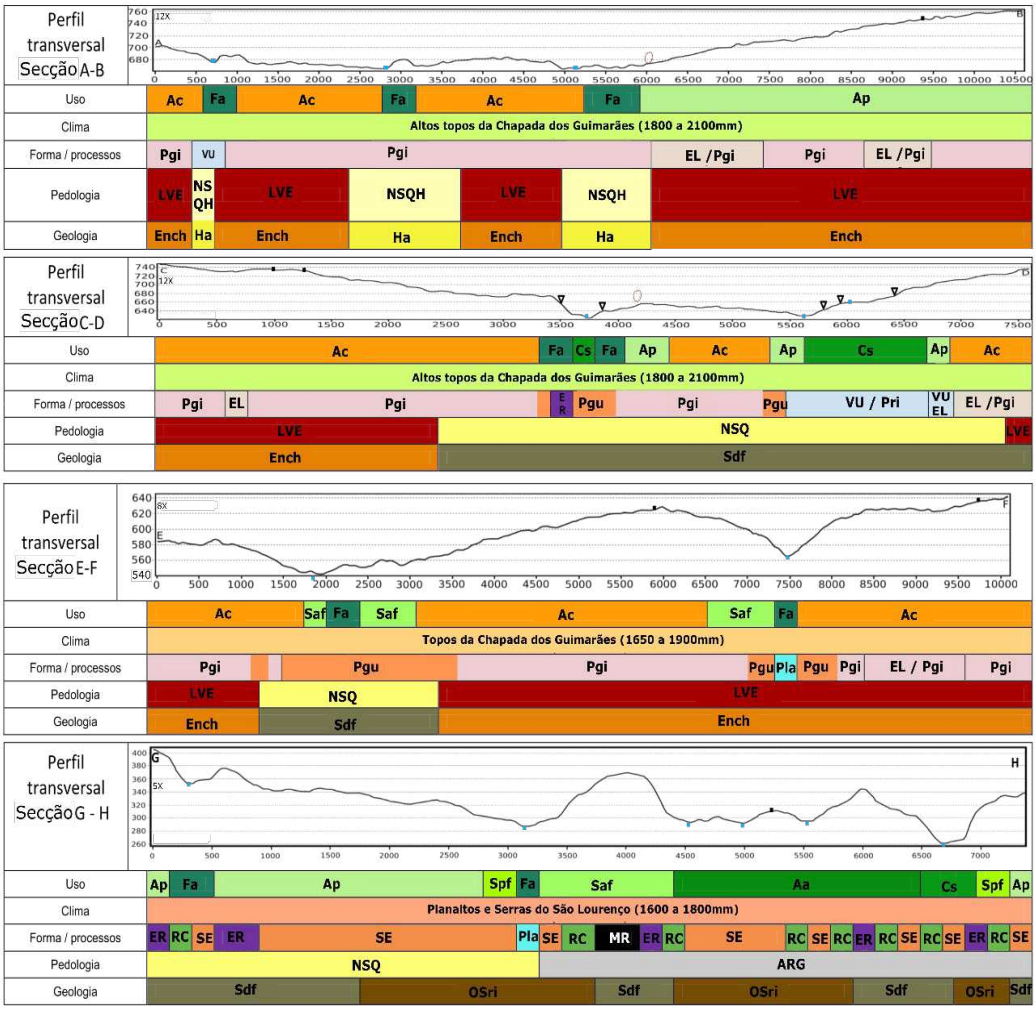
Primeiramente, observa-se que a distribuição dos processos de erosão laminar e mecânica ocorrem em grande parte da área da bacia hidrográfica do rio Prata. Entretanto, é importante destacar que é um processo intrínseco ao setor do Planalto dos Guimarães, especialmente nas superfícies vinculadas às nascentes onde as vertentes variam entre 6% a 20% de declividade.

Essa é uma das informações que valida um dos aspectos sobre o entendimento da fragilidade na área da bacia hidrográfica como um todo, pois os pontos destacados na primeira carta-imagem da figura 4 fazem parte das superfícies onde estão localizados os Neossolos Quartzarênicos, e uma das características desse solo é a sua condição de menor estabilidade pedogenética devido à textura arenosa, consequentemente, há uma maior propensão aos problemas relacionados à sua estrutura, fato que eleva a condição de fragilidade das áreas de nascentes e dos entalhamentos dos vales no contexto geral da evolução do relevo do planalto e, por sua vez, na locação dos tipos de solos.

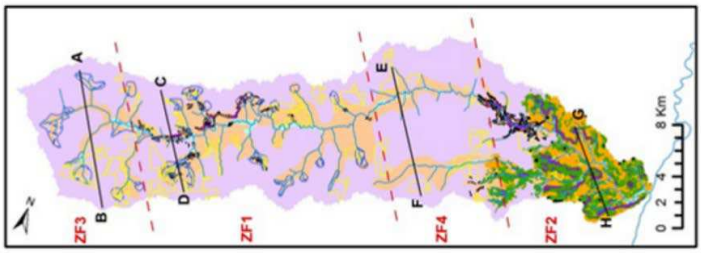
As zonas de fragilidade são áreas de comportamentos morfodinâmicos distintos nos diversos pontos do rio Prata. Essas zonas se associam diretamente com a sequência evolutiva das formas do relevo ocorridas na bacia, tendo como fatores as características dos solos, litologias, dispersão dos fatores climáticos e as características do uso da terra. Desse modo, a adoção de perfis transversais ao curso do rio Prata evidencia como essa relação se comporta, possibilitando assim a adoção de níveis de fragilidade fixados nos setores de alto, médio e baixo sistema de drenagem.

Diante desse contexto, foi necessário compreender as relações da complexidade presente na bacia hidrográfica em questão. Essa constatação possibilitou chegar às condições que determinaram a criação de uma avaliação setorial da mesma, por meio da sistemática de perfis transversais de sentido Nordeste-Sudeste, em quatro diferentes setores da bacia, imbuindo análises da questão de uso da terra (natural e antrópico), fatores climatológicos (unidades climáticas e pluviosidade), formas e processos (feições geomorfológicas), pedologia (classe do solo), e geologia, conforme foi consubstanciado nos perfis apresentados na figura 5.

Figura 5: Análise integrada da paisagem a partir da representação de perfis transversais na área da bacia hidrográfica do rio Prata: secção A-B e C-D: setor do alto curso; secção E-F: setor de médio cursoe secção G-H: setor de baixo curso.



▬	Estrada	LVE	Latossolo vermelho	Saf	Savana arborizada com floresta-de-galeria
▬	Curso d'água	NSQ	Neossolos Quartzarênico	Saf	Savana arborizada com floresta-de-galeria
▽	Afloramento rochoso	ARG	Argissolo	Spf	Savana parque com floresta-de-galeria
⬯	Erosão mecânica	NSQH	Neossolos Quartzarênico hidromórficos	Fa	Floresta Estacional semidecidual aluvial
EL	Erosão laminar	Ha	Aluviões atuais	Aa	Floresta Ombrófila aberta aluvial
SE	Superfície exumada	SDf	Formação Furnas	Cs	Floresta Estacional decidual submontana
VU	Shutter ridge	OSri	Grupo Rio Ivaí	Ap	Pastagem
ER	Escarpa erosiva	Ench	Formação Chachoeirinha	Ac	Agricultura
RC	Rampa de colúvio				
Pgu	Pediplano desnudado				
Pgi	Pediplano Inumado				
MR	Morro residual				
Pla	Planície				



Fonte: Autores.

Ao considerar o contexto dos processos morfodinâmicos que regem o desenvolvimento morfoescultural nas suas diferentes escalas, o setor do alto curso da bacia hidrográfica do rio Prata, representados pelas secções A-B e C-D (figuras 4 e 5), demonstra que esta parte da bacia hidrográfica do rio Prata, embora apresente condição de estabilidade em suas superfícies, é uma área que apresenta fragilidade relacionada aos seguintes fatos: (i) ocorrências de Neossolos Quartzarênicos especialmente localizados nos fundos de vale dos rios, que conforme Bertoni e Lombardi Neto (2008) são solos de maior grau de fragilidade, em decorrência de seu baixo processo pedogenético e, (ii) efeitos da neotectônica na morfodinâmica das superfícies sob contexto local/regional (MORAES, 2019) (Fig. 6).

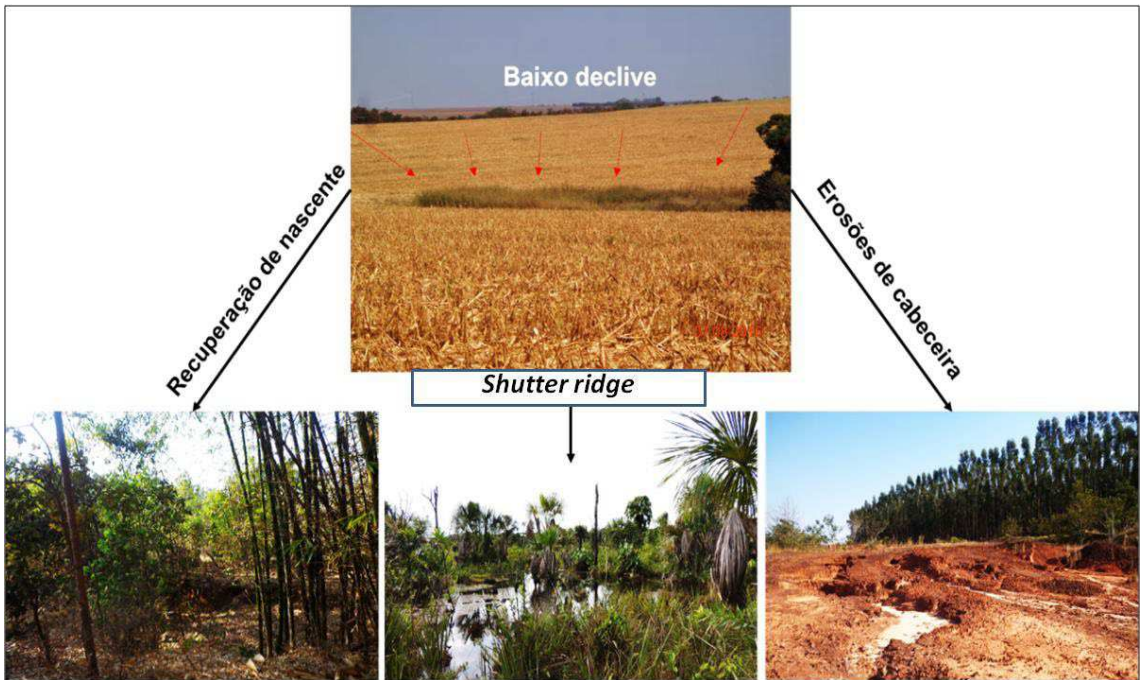
Figura 6: Plantação de soja e pastagem nas áreas com nível de fragilidade 1.

Fonte: Autores.

Nessa perspectiva, têm-se atividades tectônicas ocorridas desde o final do Neógeno até o Quaternário, evidenciadas pela morfologia do relevo atual e das estruturas geológicas, que demonstram um poderoso mecanismo de análise morfogenética e morfoevolutiva, através das zonas de falhas e/ou fraturas, isto é, a neotectônica, que se constitui em um dos fatores de explicação da investida do sistema de drenagem sobre as superfícies do Planalto e Chapada dos Guimarães (JESUZ e CABRAL, 2016).

Na área da bacia hidrográfica do rio Prata esse fato deve ser considerado na questão da fragilidade uma vez que condiciona questões da morfodinâmica, principalmente em relação aos processos de erosão remontante em ampla escala de abrangência. Assim, um fato relacionado a esta questão que chama atenção neste setor do sistema de drenagem do rio Prata é a ocorrência da particularidade de forma denominada "*shutter ridge*", forma que indica a influência neotectônica sobre a morfogênese local (Fig. 7).

Figura 7: Detalhes expressando algumas particularidades da morfodinâmica das superfícies de nível 1 de fragilidade na bacia hidrográfica do rio Prata.



Fonte: Autores.

Quanto ao grau de fragilidade esta parcela da bacia hidrográfica inclui o nível 1 e 3. Na conjuntura geral esta é a área com o menor grau de fragilidade, correspondendo às parcelas do setor do Planalto dos Guimarães onde são encontradas a maior parte dos Latossolos Vermelhos e suas variações. Esta área é composta por superfícies planas com vertentes que não ultrapassam os 12% de declividade.

Em virtude destas condições, a forma de uso neste setor da bacia hidrográfica está focalizada na prática da agropecuária empresarial. A despeito da intensidade do uso dos recursos naturais, particularmente do solo por maquinários, que levam à constante re-organização das estruturas pedológicas, não foram observados em campo erosões como, por exemplo, os laminares e concentrados, figura 8. Isso expressa à condição de "estabilidade" das superfícies do Planalto dos Guimarães, fato que o elege como sendo a área com baixo índice de fragilidade no contexto geral da bacia hidrográfica do rio Prata.

Figura 8: O contexto do relevo presente no setor de fragilidade 1 e 3 na bacia hidrográfica do rio Prata.

Fonte: Autores.

A condição de fragilidade mais expressiva corresponde às superfícies onde estão os transectos E-F e G-H (vide figuras 4 e 5). A situação representada pelo perfil E- F abrange as áreas onde os processos vinculados às superfícies do planalto propriamente dito começam a se modificar sob o contexto da abertura da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, ou seja, mesmo mantendo a conjuntura pedológica das superfícies do planalto vinculada a uma latolização de longo prazo, algumas características dos solos indicam mudanças dos processos pedogeomorfológicos como, por exemplo, a textura e a condição de alitização nos Latossolos presentes em superfícies planas na parcela onde se evidencia o rebaixamento do planalto.

O perfil G-H representa o contexto da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis. Na bacia hidrográfica do rio Prata corresponde à unidade de relevo com maior grau de fragilidade, devido à ocorrência de solos suscetíveis à erosão, representados pelos Argissolos e os Neossolos Quartzarênicos (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A presença das formas de relevo escarpado, morros residuais, rampas coluvionadas, pequenos patamares/afloramentos rochosos (todas com declividade acima de 12%), e a superfície rebaixada por erosão, constituem o conjunto de formas representantes de uma maior ação dos processos erosivos relacionados à maior declividade de suas vertentes, conforme registrado nas imagens da figura 9.

Figura 9: Aspectos do relevo modelado do terreno do setor de maior nível de fragilidade — Depressão Interplanáltica de Rondonópolis.

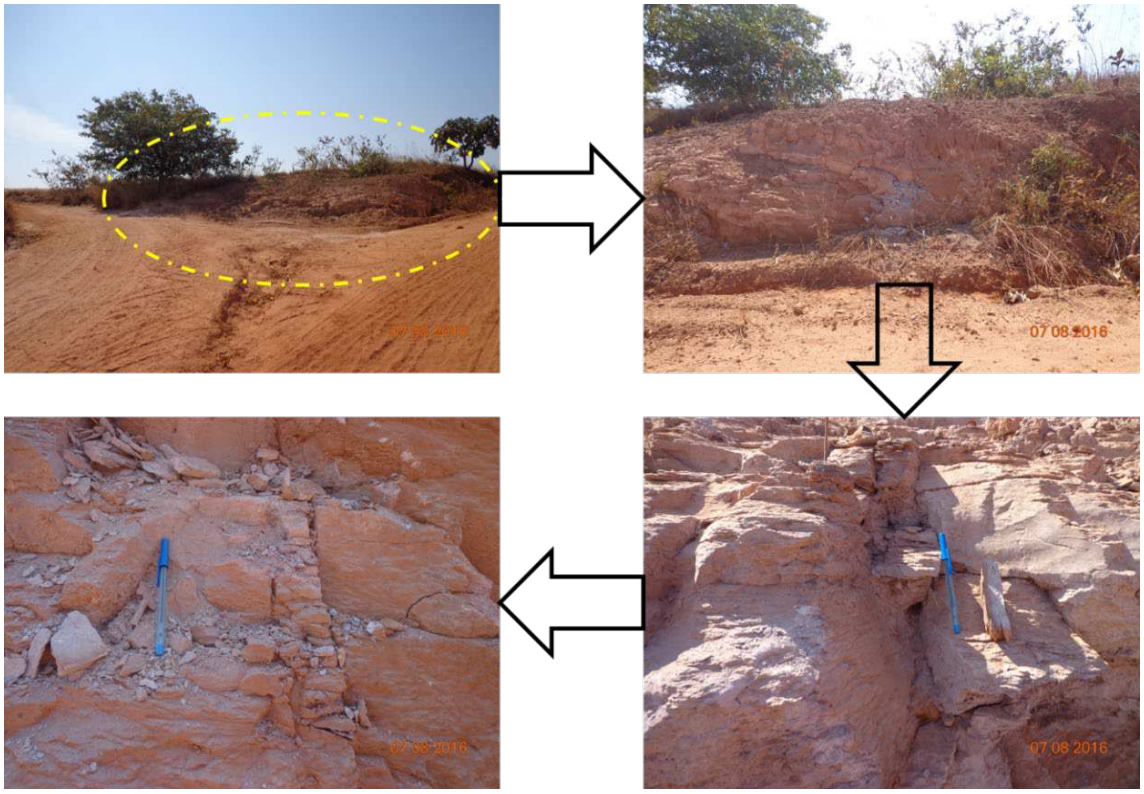
Fonte: Autores.

Por apresentar uma maior diversidade na conjuntura de formas, esta unidade morfológica corresponde ao setor que integra uma ampla variação das classes de declividades onde os valores, na maior parte, estão acima dos 12%, representando o conjunto de formas topográficas típicas de superfícies com grau de fragilidade que vai de média a muito forte (ROSS, 1994).

Particularmente, os aspectos das formas de relevo deste setor são as escarpas erosivas, os morros residuais, os pequenos patamares/afloramentos rochosos, o vale do rio Prata, e o pediplano degradado desnudado, conforme registrado na terceira carta-imagem da figura 4.

Outro fato que reforça a questão da fragilidade nesta unidade de paisagem da bacia hidrográfica do rio Prata foi a constatação de fatos expressando elevado desgaste do relevo em decorrência da ação do sistema hidrográfico no setor. A ação dos rios no contexto dos eventos modernos da evolução geomorfológica regional erodiu a Formação Cachoeirinha e expôs a Formação Furnas. Neste setor de contato litológico a fragilidade é considerada alta por apresentar solos pouco desenvolvidos e, possivelmente, eventos de arenização, conforme estão indicando alguns dos registros apresentados nas imagens da figura 10.

Figura 10: Locais de fragilidade relacionada aos eventos do contato litológico entre as Formações Cachoeirinha e Furnas — ambas sedimentares.



Fonte: Autores.

Na conjuntura destes fatos a apropriação do espaço nesta parte da bacia hidrográfica se difere muito em relação às superfícies do planalto. Neste setor da bacia hidrográfica são desenvolvidas atividades relacionadas às propriedades rurais médias e pequenas que se dedicam a prática da criação de gado e agricultura em menor escala de produção. Devido à condição dos fatores naturais, a atividade exercida nesta unidade de paisagem da bacia hidrográfica em questão é diversificada, prática que exerce menor pressão sobre os recursos naturais presentes na área. Essa é uma das questões a ser considerada para explicar a presença da maior parcela de vegetação nativa preservada (Savana e Florestas) de toda a bacia hidrográfica do rio Prata.

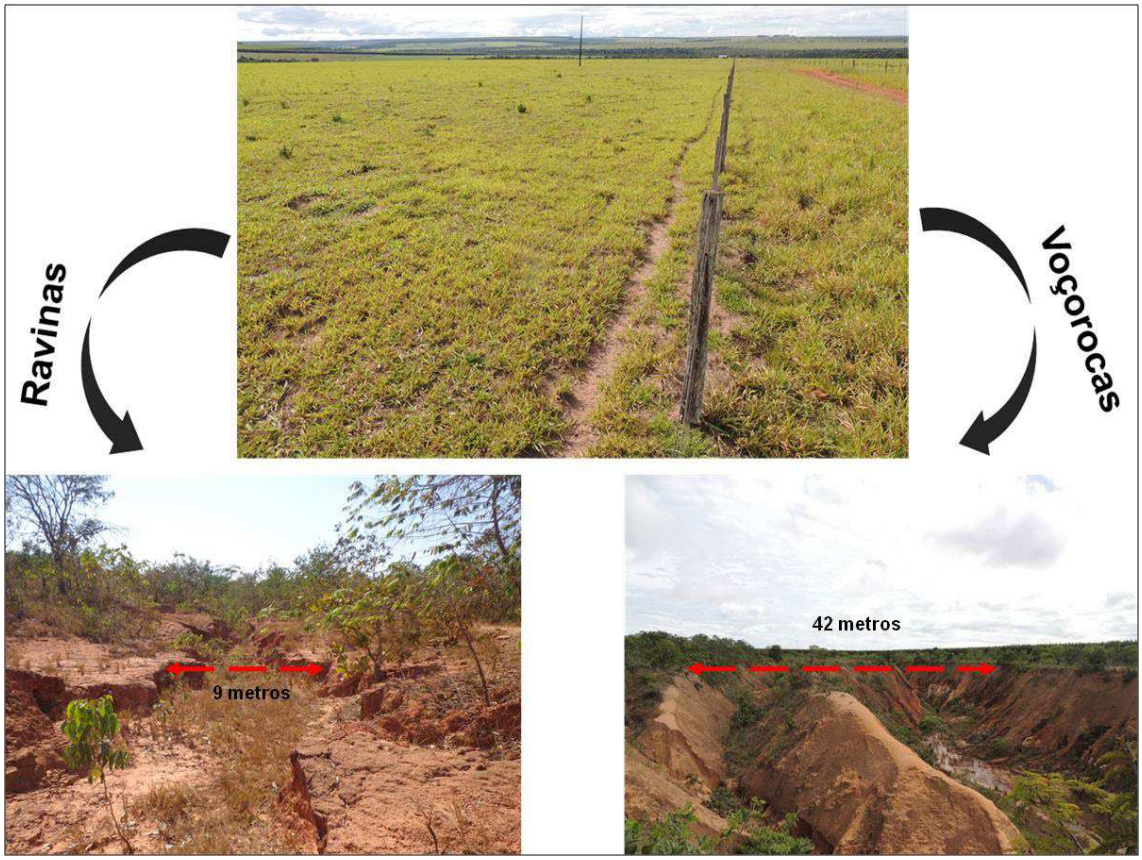
A área também apresenta acentuado uso agrícola (milho e soja) e pastagem para criação de gado bovino, prática considerada de baixa proteção dos solos pela cobertura vegetal (ROSS, 1994). O nível de precipitação nesta área abrange índices entre 1800 a 2100 mm anuais, correspondendo ao setor de maior volume pluviométrico na bacia hidrográfica do rio Prata, tornando a pluviosidade fator importante para análise da efetiva ação da água em relação aos processos de erosão dos solos.

Quanto aos conflitos de uso neste setor da bacia hidrográfica, foi constatado uma vasta faixa de uso na modalidade agricultura anual, além de pastagens em áreas com Neossolos Quartzarênicos e

locais com ocorrência de erosão laminar decorrente do uso do solo.

A visualização dos casos referenciados anteriormente está representada pelo perfil transversal (C-D) da figura 5, a qual expressa o corte do relevo e a combinação dos componentes fisiográficos e do uso do solo nesta parte da bacia hidrográfica. Analisando as informações integradas no mesmo, foram constatados os seguintes conflitos de uso: (I) áreas de pastagem e agricultura localizadas próximas e até mesmo junto as formas de relevo Shutter Ridge; (II) erosão laminar e, (III) registro de processo de erosão localizada em meio à pastagem instalada em Neossolos Quartzarênicos. A figura 11 registra cenas das formas de ocupação dos dois últimos tipos de conflitos destacados anteriormente.

Figura 11: Registros sobre as ocorrências dos processos de erosão laminar e localizada em meio as áreas ocupadas por pastagem.



Fonte: Autores.

Em relação à unidade de paisagem representada pelo perfil transversal G-H, figura 5, os conflitos de uso estão relacionados à introdução da vegetação de pastagens para a alimentação bovina com características morfopedológica incompatível, como, por exemplo, nas proximidades das superfícies de escarpas erosivas e superfície erodida com Latossolos Concrecionários, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos. A prática da criação extensiva de bovinos nas superfícies com estas condições e o relevo

onde as declividades apresentam os maiores valores aumenta o estabelecimento de processos de erosão sob forma concentrada e laminar, sobretudo quando há uma integração de ambientes contendo as variedades de solos frágeis como os Neossolos Quartzarênicos e os Argissolos, ambos encontrados no contexto geral da área de fragilidade 2.

O setor de fragilidade 3 foi constatado na parte Oeste da bacia hidrográfica do rio Prata, e por ser uma parcela das superfícies do Planalto dos Guimarães esta área contém em sua maior extensão os Latossolos Vermelhos, considerados de baixa erosividade (ROSS, 1994).

De forma geral, a área expressa uma baixa declividade do relevo, entre 0 e 6%, nos locais onde ocorre o predomínio do compartimento Pediplano Degradado Inumado. As declividades entre 6 a 12% ocorrem em menor quantidade neste setor, principalmente nas formas denominadas *"Shutter Ridge"* e o Vale do Rio Prata, locais caracterizados pela alta atividade morfodinâmica devido à ação dos rios sob influência das falhas geológicas e os movimentos neotectônicos onde podem ocorrer áreas com nascentes difusas e/ou surgência do lençol freático em alguns períodos do ano, conforme registrado na primeira e na terceira imagem da figura 7.

Sob a perspectiva de uma avaliação conjuntural do contexto da fragilidade deste setor da bacia hidrográfica, é importante destacar que as superfícies designadas de *"Shutter Ridge"* junto com a do vale principal do rio Prata devem ter prioridade nas estratégias das ações voltadas à preservação.

O elevado índice anual de precipitação (1800 a 2100mm) nas áreas onde há o desenvolvimento da atividade agrícola mecanizada, muitas vezes em conjunto com a prática da bovinocultura de corte, desempenham elevada pressão sobre os recursos pedológicos neste setor da bacia hidrográfica, pois a sistemática de manejo destas atividades condiz com a baixa proteção dos solos em termos de cobertura vegetal.

Analisando as informações presentes na figura 05, perfil transversal A-B, foi identificado ocorrências de áreas com atividades agrícola e pecuária em superfícies de nascentes difusa, além de processos de erosão mecânica e linear associadas ao uso da pecuária extensiva.

Enfim, conforme a informação obtida pelos perfis de análise integrada das unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Prata, verifica-se que os setores de maior grau de fragilidade encontram-se na unidade geomorfológica do Planalto dos Guimarães. Essa morfoescultura apresenta zonas que sofrem maiores pressões pela atividade antrópica, mesmo apresentando superfícies e solos sob condições de maior "estabilidade" em relação às superfícies da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, que apresentam heterogeneidade na variação dos aspectos do relevo, e nas formas do usa da terra, sendo estas limitadas pelas condições clinográficas e do material lito-pedológico, as superfícies planálticas estão sujeitas a muita pressão por parte da agricultura e da pecuária mecanizada, sob constante

depauperamento das condicionantes naturais.

Considerações Finais

A proposta desta análise teve suporte na cartografia geomorfológica de maior detalhe que possibilitou identificar as fisionomias e os processos geomórficos atuantes na Morfoescultura do Planalto dos Guimarães e na Depressão Interplanáltica de Rondonópolis.

Os resultados sobre o contexto geomorfológico da referida área, em conjunto com a aplicação do entendimento sob a perspectiva da abordagem geossistêmica da dinâmica da paisagem, empregando a elaboração de perfis transversais, apontou quatro setores distintos de fragilidades. Esses setores revelaram um maior dinamismo e, consequentemente, maior propensão para o desencadeamento de processos erosivos nas superfícies do Planalto dos Guimarães.

Tal fato é importante ao se pensar o planalto como sendo um setor altamente produtivo e de "consenso comum" para o uso da agropecuária, existindo, em um primeiro momento, um "imaginário" que supervaloriza o mesmo como sendo de uso irrestrito para as atividades econômicas ligadas ao campo. Assim, este compartimento que aparentemente apresenta declividades baixas e com áreas de Latossolos seria de alta resiliência e, portanto, constituído as áreas propicias para atividades agrícolas mecanizadas e criação de gado em larga escala.

A compreensão do senso comum de um planalto "super-resistente" advém do pouco entendimento da dinâmica da paisagem que envolve as condicionantes naturais de forma sistemática. Além do mais, os mapeamentos geomorfológicos em escala de grande definição são mais raros, tornando pouco conhecida as fisionomias de tamanhos menores, os processos geomórficos, os tipos geológicos relacionadas às formas do relevo e falhas, fatores negligenciados nos documentos cartográficos em escalas de pouca definição como, por exemplo, as adotadas pelo Governo do Estado de Mato Grosso (1:250.000).

Dessa forma, o trabalho entende que as características geológicas da área de estudo e os processos geomorfológicos encontrados caracterizam as áreas de fragilidade ao influenciarem a evolução da paisagem em cada setor. Assim, entende-se que o uso do solo na área de pesquisa deve levar em consideração as características encontradas na paisagem e apresentadas no trabalho.

Referências

AMARAL, N. D. *Noções de conservação do solo*. – 2ª. ed. – São Paulo: Nobel, 1984.
ARAÚJO, Q. R.; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. Análise do Risco de Erosão em Microbacias Hidrográficas: estudo de caso das Bacias Hidrográficas dos rios Salomé e Areia, Sul da Bahia. In:

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.). *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. – Ilhéus, BA: Editus, 2008, p. 163 - 178.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no Domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.* 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 195 - 223.

LOMBARDI NETO, Francisco; BERTONI, José. *Tolerância de perdas de terra para solos do Estado de São Paulo*. Bol. Tec. Inst. Agron, 1975.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 6.ed.São Paulo: Ícone, 2008.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. – 8ª. ed. – São Paulo: Ícone, 2012.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.* – 6ªed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BOTELLHO, R. G. M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 269 - 293.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. 2001. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/livros.html. Acesso em: março de 2019.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo. Edgard Blucher. 236p. 1999.

CUNHA, S. B. C. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S, B; GUERRA, A. J T. (Orgs.). *Geomorfologia do Brasil*. – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

DREW, D. *Processos interativos Homem-Meio Ambiente*. (Tradução: João Alves dos Santos. Revisão: Suely Bastos). – São Paulo: DIFEL, 1986.

ESTEVAM, L. S.; ARIEIRA, J.; ZEILHOFER, P.; CALHEIROS, D. F. *10-Years Land Use Changes Decrease Landscape Integrity in a Brazilian Hydrographic Basin*. JOURNAL OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, v. 09, p. 221-243, 2017.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos Solos. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). *Geomorfologia do Brasil.* – 6ª. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 181-198.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. T. J.. (Orgs.). *Reflexões sobre geografia física no Brasil*. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p. 225 - 256.

JESUZ, C. R.; CABRAL, I. L. L**.** *A morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral – MT*. Ra'e Ga, Curitiba, v. 38, p321-344, Dez/2016.

LIMA, C. R. N. ZEILHOFER, P.; DORES, E. F. G. C.; FANTIN-CRUZ, I. *Variabilidade espacial da Qualidade de Água em Escala de Bacias - Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso*. Revista Brasileira de Recursos Hídircos, v. 20, p. 169-178, 2015.

MARQUES, J. Q. A., BERTONI, J.; BARRETO, G. B. *Perdas por erosão no estado de São Paulo*. Bragantia, 20, 1143-1182, 1961.

MORAES, G. P. *ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM NO CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO IBÓ – MT*. 2019, fls. 136. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Geografia, História e Documentação, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Cuiabá, 2019.

OLIVEIRA, J. B. *Pedologia Aplicada*. 3ª. ed. Piracicaba: FELAQ, 2008.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F.; HAMILTON, S. K. *Mass balances of major solutes, nutrients and particulate matter as water moves through the floodplains of the Pantanal (Paraguay River, Brazil)*. REVISTA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, v. 24, p. 1-15, 2019.

RODRIGUES, S. C. Geomorfologia e recuperação de áreas degradadas: propostas para o domínio dos cerrados. In: NUNES, J. O. R; ROCHA, P. C. (Orgs.). *Geomorfologia: aplicação e metodologias*. 1ª ed. –

São Paulo: Expressão Popular: UNESP-PPG, 2008.
ROSS, J. L. S.*Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.* Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 8, p. 63-73, 1994.
ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. Oficina de Textos, São Paulo, 2006.
ROSS, J.L.S. *Relevo Brasileiro: Uma nova proposta de classificação*. Revista do Departamento de Geografia, V. 4, p. 25-39, 2011.
SALES, J. C. *ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PRATA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE PRODUÇÃO DO ESPAÇO GEOGRÁFICO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM PARA O PANTANAL MATO-GROSSENSE*. 2017 (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Cuiabá-MT, 2017.
SALOMÃO, F. X. T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Org.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 229 - 265.
SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.). *Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. – Ilhéus, BA: Editus, 2008.
SEPLAN. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Projeto de** *Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO. Mato Grosso: solos e paisagens*. Cuiabá – MT. 2007.
SILVA A. M.; SCHULZ H. E.; CAMARGO P.B. *Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas***.** São Carlos, RiMa, 2003.
TARIFA, J. R. *Mato Grosso: clima: análise e representação cartográfica*. (Série recursos naturais e estudos ambientais). Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.
TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.
ZEILHOFER, P.; CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D.; DORES, E. F. G. C.; LIMA, G. A. R.; Cruz, I. F. *Temporal patterns of water quality in the Pantanal floodplain and its contributing Cerrado upland rivers: implications for the interpretation of freshwater integrity*. Wetlands Ecologyand Management, v. 24, p. 697-7116, 2016.

(Recebido em 02-11-2019; Aceito em 15-03-2020)