

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA PAISAGEM DA BACIA
DO RIO SEPOTUBA – MATO GROSSO, BRASIL**

ENVIRONMENTAL FRAGILITY ANALYSIS OF THE LANDSCAPE IN THE
SEPOTUBA RIVER BASIN - MATO GROSSO, BRAZIL

Gessica de Jesus Oliveira Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso
Av. Santos Dumont, Bloco 1, Sala 09.
Bairro: Lobo - Cidade Universitária.
CEP 78000-000 – Cáceres, MT
E-mail: gessica.unemat@gmail.com

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Universidade do Estado de Mato Grosso
Av. Santos Dumont, Bloco 1, Sala 09.
Bairro: Lobo - Cidade Universitária.
CEP 78000-000 – Cáceres, MT
E-mail: ssneves@unemat.br

Edineia Aparecida dos Santos Galvanin

UNESP- Campus Experimental de Ourinhos
Av. Renato da Costa Lima, 451
Bairro: Ville de France
CEP: 19903-302 - Ourinhos, SP
E-mail: edineia.galvanin@unesp.br

Camila Calazans da Silva Luz

Universidade do Estado de Mato Grosso
Av. Santos Dumont, Bloco 1, Sala 09.
Bairro: Lobo - Cidade Universitária
CEP 78000-000 – Cáceres, MT
E-mail: camila_agronomia@hotmail.com

Resumo

O presente estudo tem como objetivo avaliar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, visando a geração de subsídios que contribuam no planejamento ambiental. Os dados foram sistematizados por meio das Geotecnologias. A fragilidade potencial da bacia apresentou como maior percentual a classe Fraca (54,81%), seguida da Média (24,52%), Muito Fraca (18,27%), Muito Forte (1,97%) e Forte (0,40%), enquanto a fragilidade emergente apresentou os graus Muito Fraco, Forte e Muito Forte. Concluiu-se que as mudanças decorrentes da implantação de usos, com manejos inadequados em áreas frágeis, ocasionou instabilidade ecodinâmica de algumas das paisagens da bacia.

Palavras-chave: Geotecnologias; Bacia hidrográfica; Conservação ambiental.

Abstract

The present study aims to assess the environmental fragility of the Sepotuba River Basin, aiming to generate subsidies that contribute to environmental planning. The data were systematized using Geotechnologies. The potential fragility of the basin presented the highest percentage of the class of Weak (54.81%) followed by Medium (24.52%), Very Weak (18.27%), Very Strong (1.97%) and Strong (0.40%). The emerging fragility showed three degrees, Very Weak, Strong and Very Strong. It was concluded that the changes resulting from the implantation of uses, with inadequate handling in fragile areas, caused ecodynamic instability in some of the landscapes of the basin.

Keywords: Geotechnologies; Hydrographic basin; Environmental Conservation.

1. Introdução

O entendimento da fragilidade do ambiente, perpassa pela compreensão dos elementos que compõem o quadro físico-natural da paisagem, pois é visto como primordial quando se trata de planejamento ambiental. Nessa perspectiva, a abordagem sistêmica exhibe singular importância, principalmente, no que fere ao conhecimento integrado das distintas características biofísicas das paisagens,

possibilitando a identificação das potencialidades e das fragilidades dos ambientes, e, por conseguinte o uso racional de seus atributos (SANTOS, 2017).

A fragilidade ambiental corresponde à sensibilidade de resiliência de um ambiente frente a intervenções naturais e/ou antropogênicas. Quando o estado de equilíbrio dinâmico é afetado por perturbações de origem natural, ou seja, expressa pela própria dinâmica do ambiente, ou por origem antrópica, que é quando o sistema entra em colapso, alterando-se para um cenário de risco (SPÖRL; ROSS, 2004; SHIAVO; HENTZ; CORTE, 2016).

Conforme Amaral e Ross (2009, p. 62) as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis) correspondem as paisagens que estão em equilíbrio dinâmico, geralmente estão em seu estado natural, porém há uma instabilidade potencial contida nelas, diante da possibilidade da intervenção antrópica. Ainda de acordo com os autores supracitados as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente (Instáveis) correspondem as paisagens naturais que foram intensamente modificadas pela ação antrópica, para desenvolvimento da agropecuária, mineração, industrialização, urbanização, entre outros (AMARAL; ROSS, 2009), podendo estas serem denominados como Fragilidade Emergente.

Os sistemas ambientais podem responder de diversas maneiras as intervenções nos componentes abióticos e bióticos da paisagem (relevo, solo, rocha, água, clima e cobertura vegetal). Nesse contexto, a análise da fragilidade ambiental possibilita à delimitação das zonas de fragilidade, qualificando seu grau, indicando aquelas que necessitam de maior atenção, considerando que sua utilização inadequada pode resultar no comprometimento de todo sistema (VALLE et al., 2016). Nessa ótica, a análise espacial da fragilidade ambiental, por meio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui uma importante ferramenta, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis, que correspondem aos atributos da paisagem, torna possível e simplificada, permitindo a rápida geração de dados com qualidade e precisão, possibilitando ainda, a posteriori, a inclusão de novas variáveis, de acordo com a dinâmica ambiental (DONHA; SOUZA; SUGAMOSTO, 2006; GOUVEIA et al., 2015).

E adoção da Bacia Hidrográfica como unidade territorial de análise está pautada na afirmativa de Rodrigues et al. (2015) que expuseram que as abordagens de planejamento ambiental que utiliza a bacia hidrográfica como unidade básica de

estudo são mais adequadas para a compatibilização da produção com a conservação ambiental, por serem unidades geográficas naturais (seus limites geográficos - os divisores de água - foram estabelecidos naturalmente, formando assim, as sub-bacias), que possuem características biogeofísicas e sociais integradas.

Além do mais, Alho (2011) discorreu que as enchentes que alagam a planície do Pantanal estão relacionadas ao regime hídrico do Rio Paraguai e seus tributários, que no caso da parte da bacia situada no Mato Grosso pode-se citar os rios Sepotuba, Cabaçal, Jauru, Cuiabá entre outros, ao padrão de chuva na Bacia do Alto Paraguai (BAP) e, principalmente, ao aspecto físico dos terrenos do planalto e da planície. Alho (2005) ainda afirma que o Pantanal depende da proteção da cobertura vegetal das áreas de planalto, onde estão localizadas as nascentes dos rios que contribuem para que ocorra o pulso de inundação na planície pantaneira.

Considerando a necessidade de obtenção de conhecimento das respostas geradas pelas pressões antrópicas impostas ao ambiente, bem como, de seu grau de resiliência, foi definido como objetivo deste trabalho avaliar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba, visando a geração de subsídios que contribuam no planejamento ambiental.

2. Material e método

2.1. Area de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba (BHRS) totaliza 9.826,72 Km², cujos percentuais de área por sub-bacias são: a Interbacia do Sepotuba (19,80%), Médio Sepotuba (16,01%), Nascentes do Sepotuba (7,84%), Ribeirão Tarumã (8,87%), Rio do Sapo (5,53%), Rio Formoso (7,29%), Rio Juba (22,21%) e Rio Sepotubinha (12,45%), possui a extensão territorial de 9.826,72 km² (Figura 1). É uma unidade hidrográfica da Bacia do Alto Paraguai (BAP), que contém o bioma Pantanal e a planície alagável do Pantanal Matogrossense.

Sua área territorial está distribuída nas regiões mato-grossense de planejamento Oeste (64,25%), Sudoeste (22,05%) e Centro Oeste (13,70%) (MATO GROSSO, 2012) e em dez municípios matogrossenses: Barra do Bugres (8,13%), Cáceres (4,78%), Campo Novo do Parecis (0,004%), Diamantino (0,04%), Lambari

D'Oeste (9,43%), Nova Marilândia (13,51%), Nova Olímpia (1,66%), Salto do Céu (6,01%), Santo Afonso (10,36%) e Tangará da Serra (43,40%).

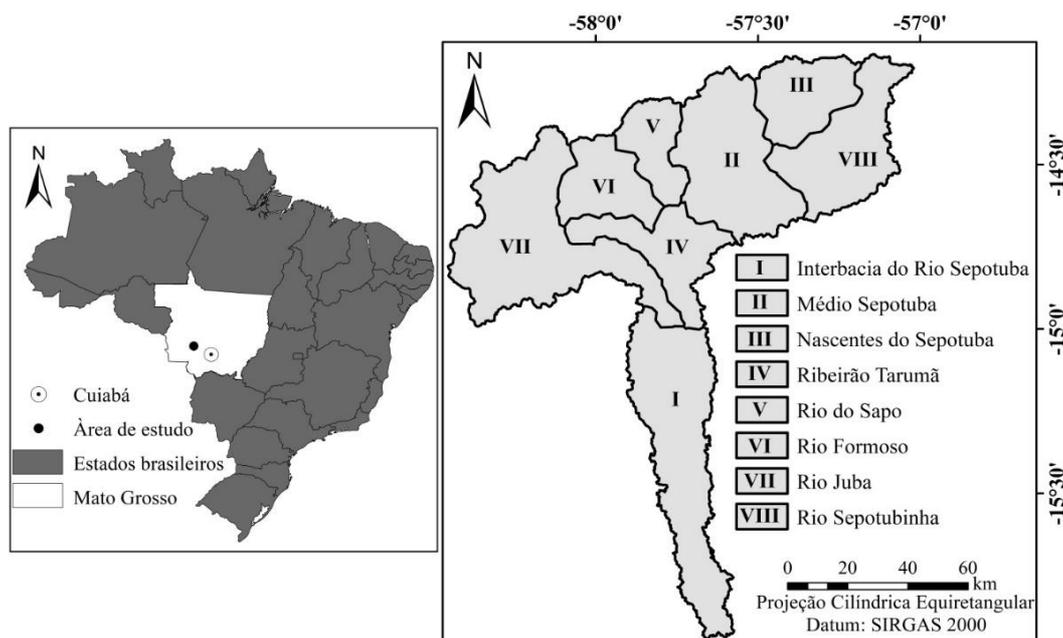


Figura 1:Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba nos contextos nacional, estadual e com a divisão de suas sub-bacias. Elaboração: os autores (2019).

2.2. Procedimentos metodológicos

Para avaliação da fragilidade ambiental da BHRS foi adotada a proposta metodológica de Ross (1994), utilizando os seguintes produtos cartográficos: dissecação do relevo (geomorfologia), classes de solo (pedologia), cobertura vegetal e usos da terra e clima (precipitação).

As informações cartográficas referentes a solo, relevo e clima foram adquiridas na Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão – SEPLAG (MATO GROSSO, 2000), na escala de 1: 250.000, sendo estas recortadas pela máscara da área de estudo, bem como, classificadas conforme valores e graus de fragilidade. Procedimentos que foram feitos no Sistema de Informações Geográficas ArcGis, versão 10.5.1 (ESRI, 2017). Em relação às classes de solo as nomenclaturas foram atualizadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018). A Dissecação do Relevo foi classificada a partir da densidade de drenagem e grau de entalhamento (ROSS, 1994).

Para a geração do mapa de cobertura vegetal e usos da terra foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI), das

órbitas/pontos: 227/70, 227/71 e 228/70, com resolução espacial de 30 metros, referentes ao ano de 2018, que foram obtidas no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e trabalhadas no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring), versão 5.3.1 (CÂMARA et al., 1996).

O Banco de Dados Geográficos (BDG) para armazenamento das imagens foi criado no Spring, com os seguintes parâmetros: projeção UTM, Datum Sirgas 2000, Fuso 21 S e Retângulo envolvente: Long 1 (60° 00' 00") e Long 2 (54° 00' 00") e Lat 1 (20° 00' 00") e Lat 2 (7° 00' 00").

As imagens do satélite Landsat 8 por serem ortorretificadas não passaram pelo procedimento de georreferenciamento, posteriormente foi realizado o mosaico das imagens e o recorte pela máscara da área de estudo (arquivo vetorial).

O arquivo matricial correspondente à bacia passou pelo processo de segmentação, utilizando o método crescimento de regiões. Para definição dos limiares de similaridade e de área foram realizados testes empíricos, sendo o que melhor possibilitou a separação espectral entre as classes foi o de similaridade 50 e área 100 para o Landsat 8. Conforme Dassoller et al. (2018: p. 167) “a diferença entre os valores de similaridade e área ocorre devido a imagem do Landsat 8 ser 16 bits, o que representa o dobro dos bits das imagens dos outros satélites Landsat”.

Para a definição das amostras de pixels de cada classe, necessária à execução do treinamento e sua classificação, foram considerados os seguintes elementos: textura, cor, padrão, forma e localização (FLORENZANO, 2002). Na execução da classificação foi adotado o método supervisionado, Classificador Bhattacharya, com limiar de aceitação de 95%. O manual de Classificação da Vegetação Brasileira (BRASIL, 2012) e o Manual Técnico de Uso da Terra (BRASIL, 2013) foram utilizados para definição das classes de cobertura vegetal e usos da terra, com definição das legendas. O arquivo vetorial de cobertura vegetal e dos usos da terra, gerado no Spring, foi exportado na extensão shapefile (.shp) e no ArcGIS, versão 10.5.1 (ESRI, 2017) foram efetuados os procedimentos de pós-classificação, assim como a quantificação das classes temáticas e a elaboração dos layouts dos mapas.

Para validação do mapa de cobertura vegetal e usos da terra foram realizados trabalhos de campo em novembro de 2018, com registros fotográficos e o georreferenciamento por meio do Global Positioning System (GPS).

A geração dos mapas temáticos das fragilidades ambiental foi realizada através da álgebra de mapas, que consiste na intersecção dos mapas de dissecação do relevo (geomorfologia), classes de solo (pedologia), cobertura vegetal e usos da terra e clima (precipitação), no formato shapefile, no ArcGis. Cada variável citada recebeu dígitos de 1 a 5 no seu plano de informação (Tabela 1). O primeiro diz é relativo ao relevo, o segundo ao solo, o terceiro a cobertura vegetal e usos da terra e o quarto ao clima (precipitação), ao combinar esses dígitos têm-se cinco classes de fragilidade ambiental.

Atributos da paisagem	Classes dos graus de fragilidade e dígitos dos pesos				
	Muito Fraca 1	Fraca 2	Média 3	Forte 4	Muito Forte 5
Dissecação do relevo	11	21, 22, 12	33,13, 23	34	54, 25
Classes de Solo	Latossolo Vermelho	Latossolo Vermelho-Amarelo	-	Nitossolo Vermelho	Neossolos Litólicos Neossolos Quartzarênicos
Cobertura Vegetal e usos da terra	Água Vegetação	-	-	Agricultura	Influência Urbana Pecuária
Precipitação	1300mm a 2100mm	-	-	-	-

Tabela 1: Atributos da paisagem e os pesos dos graus de fragilidade.

Fonte: Ross (1994) adaptado pelos autores (2019).

Desta forma a dissecação do relevo, classificada a partir da densidade de drenagem e grau de entalhamento, é o atributo da paisagem que defini o grau de fragilidade, sendo que as demais variáveis estabelecem a hierarquização dos coeficientes de fragilidade (graus).

3. Resultados e discussão

Pesquisas que abordam a fragilidade da paisagem contribuem no planejamento ambiental, pois possibilitam a identificação da ecodinâmica dos ambientes e dos graus de suas fragilidades (potenciais e emergentes), proporcionando aos gestores e segmentos organizados da sociedade “melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial”

(GOUVEIA et al., 2015, p. 131). Sendo assim, os ambientes podem ser classificados em Unidades Ecodinâmicas Estáveis, quando as paisagens “estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em seu estado natural” e em Unidades Ecodinâmicas Instáveis, devido terem sofrido “(...) intervenções antrópicas que modificaram intensamente seus componentes ambientais” (ROSS, 1994, p. 66).

Na BHRS 41,57% de sua paisagem encontra-se ecodinamicamente estável devido a vegetação estar conservada e 58,43% apresentam-se ecodinamicamente instável devido à forte influência das atividades econômicas dos municípios, com extensões territoriais contidos na bacia, estarem pautadas na agropecuária, realizada de forma extensiva, que demandam de grandes áreas para sua execução implicando na supressão da vegetação natural (Figura 02).

A dinâmica estável da paisagem por sub-bacia apresenta-se da seguinte forma: Rio Juba (13,35%), Interbacia do Rio Sepotuba (8%), Médio Sepotuba (5,11%), Ribeirão Tarumã (3,85%), Nascentes do Sepotuba (3,73%), Rio Sepotubinha (3,40%), Rio do Sapo (2,15%) e Rio Formoso (1,97%), conforme consta na tabela 2 e na figura 2.

Sub-bacias	Ecodinâmica (km ²)		Total
	Estáveis	Instáveis	
Interbacia do Rio Sepotuba	785,63	1.160,11	1.945,74
Médio Sepotuba	501,98	1.071,76	1.573,74
Nascentes do Sepotuba	366,4	404,12	770,52
Ribeirão Tarumã	377,97	493,75	871,72
Rio do Sapo	211,5	331,8	543,3
Rio Formoso	193,82	522,58	716,4
Rio Juba	1.310,43	872,08	2.182,51
Rio Sepotubinha	334,04	888,74	1.222,78
Total	4.081,78	5.744,94	9.826,72

Tabela 2: Estabilidade da paisagem das unidades hidrográficas do Rio Sepotuba/MT

Fonte: Os autores (2019).

Da paisagem da Interbacia do Rio Sepotuba 11,74% encontra-se com dinâmica instável, sendo que que 46,69% da instabilidade ocorrem nas sub-bacias do Médio Sepotuba (10,91%), Rio Sepotubinha (9,05%), Rio Juba (8,88%), Rio Formoso (5,32%), Ribeirão Tarumã (5,03%), Nascentes do Sepotuba (4,12%) e Rio do Sapo (3,38%).

As áreas correspondentes a ecodinâmica instável tem em seu território usos como, a pecuária, a agricultura e a influência urbana, que em conjunto, fizeram com que a ecodinâmica dos locais, que antes estavam em equilíbrio, ou seja, estáveis, passasse a apresentar desconformidades, decorrente da degradação ambiental. De acordo com Pessoa et al. (2013) e Rodrigues e Leitão Filho (2001), o processo de supressão da vegetação nativa para expansão de cultivos agrícolas e criações de alto retorno econômico, têm provocado intensos desmatamentos, tornando em alguns casos os solos mais suscetíveis à degradação, ocasionando a lixiviação de nutrientes, a alteração de suas propriedades físicas e a contaminação por defensivos agrícolas, contribuindo para o aumento da perda de solo. Esse processo de expansão, com incorporação de áreas recobertas com vegetação natural, tem configurado como principal responsável pela constituição de paisagens antropizadas no espaço mato-grossense.

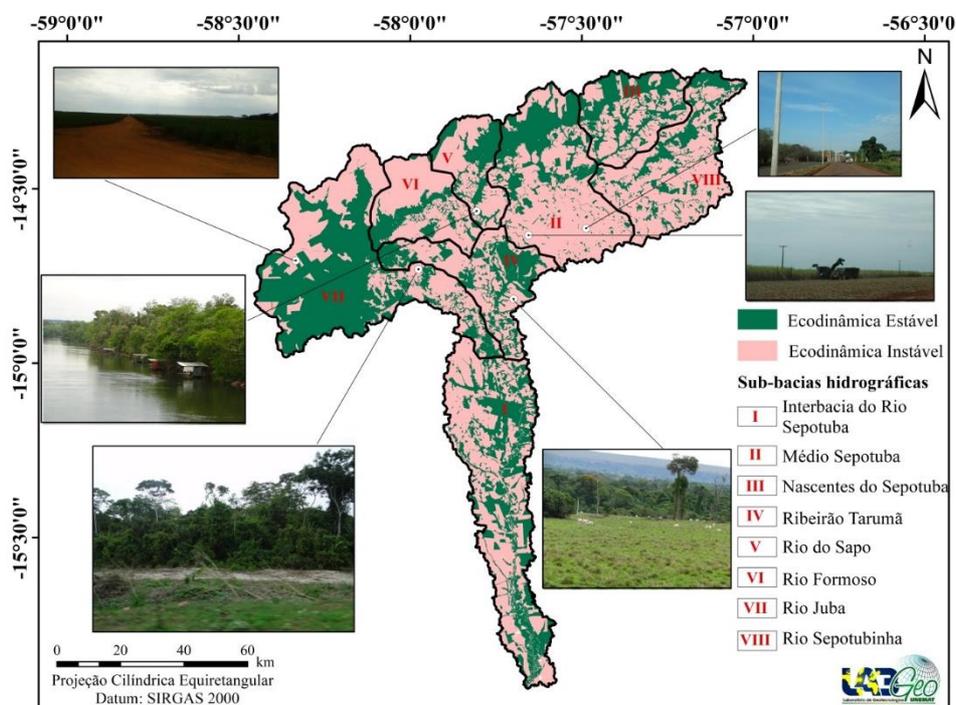


Figura 2: Ecodinâmica das paisagens das unidades hidrográficas da BHRS. *Elaboração: os autores (2019).*

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

As áreas que apresentaram graus de fragilidade potencial Muito Fraca, Fraca e Média são compostas por planície meandriforme, formas de topos planos, planícies fluviais, planície fluvial de terras baixas, formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares, com solos do tipo Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo (caracterizados por apresentarem menor erodibilidade, bastante permeáveis, caracterizando áreas com vulnerabilidade muito baixa à erosão hídrica, são profundos ou muito profundos, bem drenados, com características favoráveis ao aproveitamento agrícola (RESENDE; RESENDE; CÔRREA, 2002; MOREIRA; VASCONCELOS, 2007) com pluviosidade entre 1901mm – 2100mm e com presença de vegetação natural considerável. Nessa perspectiva, verificou-se que áreas com ecodinâmica estável, mas com graus de fragilidade ambiental variando de muito fraca a média foram aquelas que possuem cobertura de vegetação nativa, que permite uma maior infiltração das precipitações pluviais, diminuindo o escoamento superficial e a capacidade de erosão do solo (LOPES; SALDANHA, 2016).

As extensões consideradas com fragilidade ambiental emergente Forte e Muito Forte são compostas por topos de morfologias aguçadas, áreas de morfologias convexas, predominando os Nitossolos Vermelhos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos, com a implantação de usos como agricultura, pecuária e influência urbana. Os Neossolos Quartzarênicos são rasos com afloramento de rochas, sendo esses inaptos para o preparo mecanizado, apresentam baixa fertilidade natural, com reduzidos níveis de matéria orgânica, baixa capacidade de água disponível e são muito suscetíveis aos processos erosivos, mesmo em locais de baixa declividade. Logo, requerem maior atenção para prevenção de sua degradação (RESENDE; RESENDE; CÔRREA, 2002). Para Spera; Reatto e Bezerra

(1999) áreas como essas devem ser destinadas a preservação permanente da fauna e flora, devido as suas características geomorfológicas e solos altamente erodíveis, que caso desmatadas deve-se efetuar o reflorestamento com espécies nativas, visando a redução dos riscos de erosão.

A fragilidade potencial (Tabela 3) e emergente (Tabela 4), quando analisada por sub-bacias da bacia estudada evidencia uma situação preocupante, pois das oito unidades hidrográficas em sete há o predomínio da fragilidade emergente, indicando que a ecodinâmica é instável, ou seja, algum dos atributos da paisagem está degradado ou em processo de degradação, indicando desequilíbrio da paisagem em face às atividades antrópicas (Figura 3).

Classes	FRAGILIDADE POTENCIAL										Total	
	Muito Fraca		Fraca		Média		Forte		Muito Forte			
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%		
Sub-bacias	1	696,89	88,70	33,25	4,23	48,43	6,17	7,06	0,90	-	-	785,63
	2	2,65	0,53	452,2	90,08	44,75	8,92	-	-	2,38	0,47	501,98
	3	26,96	7,36	339,26	92,59	0,19	0,05	-	-	-	-	366,41
	4	24,9	6,59	132,71	35,11	218,68	57,86	-	-	1,68	0,44	377,97
	5	46,16	21,83	164,22	77,65	1,12	0,53	-	-	-	-	211,5
	6	6,47	3,34	187,35	96,66	-	-	-	-	-	-	193,82
	7	130,17	9,93	1091,16	83,27	30,94	2,36	-	-	58,16	4,44	1310,43
	8	-	-	179,78	53,82	154,26	46,18	-	-	-	-	334,04
Total	934,2		2579,93		498,37		7,06		62,22		4081,78	

Tabela 3: Fragilidade ambiental potencial das sub-bacias do Rio Sepotuba/MT.

Sub-bacias: 1 - Interbacia do Rio Sepotuba; 2 - Médio Sepotuba; 3 - Nascentes do Sepotuba; 4 - Ribeirão Tarumã; 5 - Rio do Sapo; 6 - Rio Formoso; 7 - Rio Juba; 8 - Rio Sepotubinha. **Fonte:** os autores (2019).

Classes	FRAGILIDADE EMERGENTE										Total	
	Muito Fraca		Fraca		Média		Forte		Muito Forte			
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%		
Sub-bacias	1	747,02	64,18	140,65	12,20	239,57	20,78	32,78	2,84	-	-	1.160,02
	2	-	-	436,89	40,76	574,33	53,59	-	-	60,53	5,65	1071,75
	3	3,02	0,75	397,21	98,26	4,00	0,99	-	-	-	-	404,23
	4	33,58	6,80	181,24	36,71	273,54	55,40	-	-	5,39	1,09	493,75
	5	27,26	8,22	301,84	90,97	2,70	0,81	-	-	-	-	331,80
	6	-	-	522,58	100,00	-	-	-	-	-	-	522,58
	7	56,67	6,50	617,27	70,78	132,85	15,23	-	-	65,28	7,49	872,07
	8	-	-	205,46	23,12	683,28	76,88	-	-	-	-	888,74
Total (km²)	867,55		2804,4		1910,27		32,78		131,20		5744,94	

Tabela 4: Fragilidade ambiental emergente das sub-bacias do Rio Sepotuba/MT.

Sub-bacias: 1 - Interbacia do Rio Sepotuba; 2 - Médio Sepotuba; 3 - Nascentes do Sepotuba; 4 - Ribeirão Tarumã; 5 - Rio do Sapo; 6 - Rio Formoso; 7 - Rio Juba; 8 - Rio Sepotubinha. **Fonte:** os autores (2019).

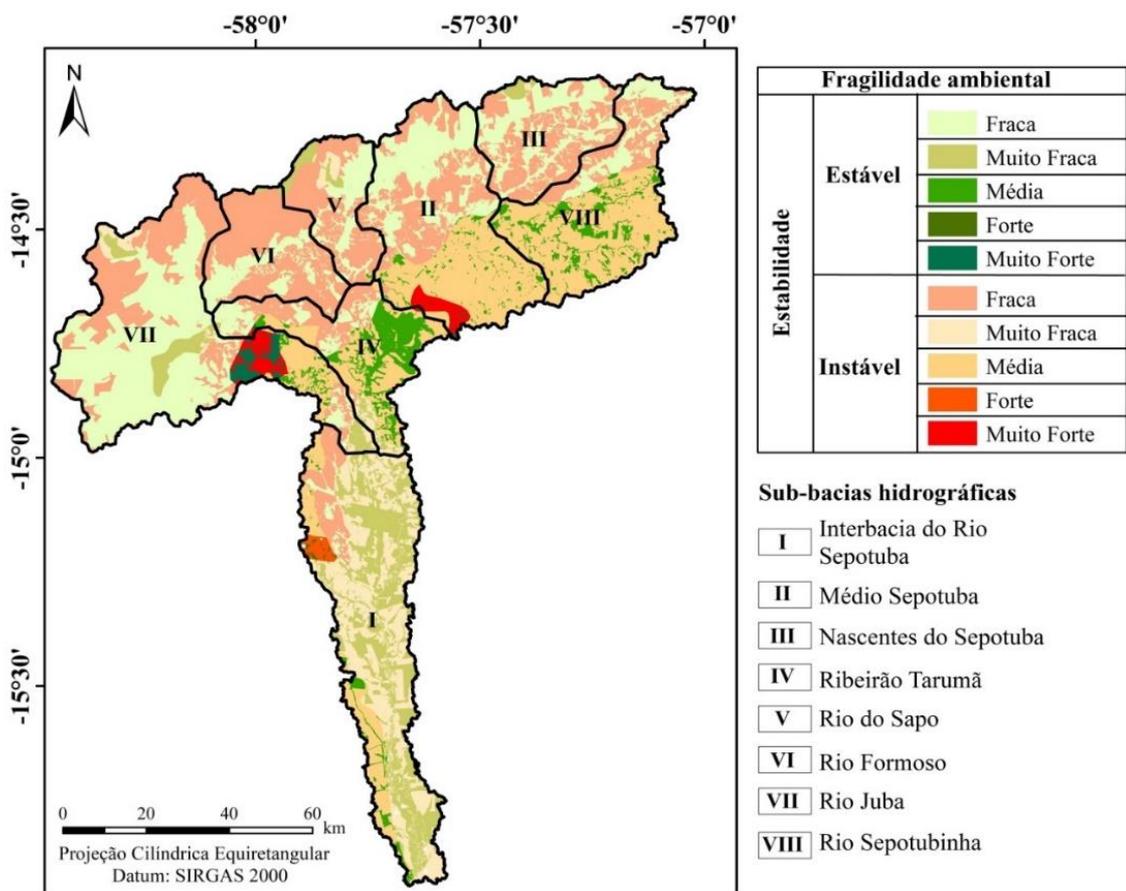


Figura 3: Fragilidade ambiental potencial e emergente das sub-bacias do rio Sepotuba/MT. Elaboração: os autores (2019).

Na Interbacia do Rio Sepotuba 40,52% da área apresentam fragilidade potencial e 59,48% emergente. Desta forma predomina, em relação a fragilidade potencial, a classe Muito Frac, seguida a Média, Frac e Forte e a fragilidade emergente distribui-se entre Muito Frac, Média, Frac e Forte, consecutivamente.

Na sub-bacia do Médio Sepotuba 31,90% de sua extensão apresenta fragilidade potencial com predominância do grau Frac (28,73%) e, em menores percentuais, as classes Média, Muito Frac e Muito Forte, em contrapartida, a maior parte da sub-bacia (68,10%) corresponde à fragilidade emergente, distribuída sequencialmente entre Média, Frac e Muito Forte.

Na sub-bacia Nascentes do Sepotuba 47,55% são áreas de fragilidade potencial, sendo que a classe Frac (44,03%) é a mais abrangente e com menor representatividade tem-se a Muito Frac e Média. Os 52,45% de fragilidade

emergente são representados em sua maioria pelo grau Fraca sendo que a Média e Muito Fraca somam apenas 0,91% da área. Nesse sentido, tal realidade pode estar relacionada a manutenção da vegetação ao longo dos corpos hídricos, para Wadt (2003) esse fato contribui para a proteção das margens dos rios, lagos, cursos de água e nascentes da bacia contra assoreamentos, mantendo a capacidade original de escoamento dos leitos, facilitando ainda na infiltração da água das chuvas no solo.

Na unidade do Ribeirão Tarumã 43,36% da área é de fragilidade potencial Média, Fraca, Muito Forte e Muito Fraca consecutivamente e 56,64% de emergente sendo que deste, há predomínio ao grau de fragilidade Média, seguida de Fraca, Muito Fraca e Muito Forte.

A sub-bacia do Rio do Sapo possui em sua área 38,93% de fragilidade potencial, sendo que prevalece o grau de fragilidade Fraca, sem sequência e menor proporção Muito Fraca e Média, em relação à fragilidade emergente (61,07%) que corresponde aos graus Fraca, Muito Fraca e Média.

A sub-bacia do Rio Formoso apresenta 27,05% de sua área com fragilidade potencial, em contrapartida a fragilidade emergente se sobressai (72,95%) nas extensões da bacia, no entanto é fraca. Nesse contexto, deve-se considerar que atividades econômicas como a agricultura têm usufruído das águas da Bacia do rio Formoso para fins de irrigação, com destaque para o método por inundação. Com isso, são gerados vários conflitos, provocando grande pressão sobre os recursos hídricos, devido, principalmente, à grande demanda por recursos hídricos que as atividades agrícolas apresentam (MAGALHÃES FILHO et al., 2015).

Em 60,04% da sub-bacia do Rio Juba a fragilidade é potencial e nos 39,96% emergente. Esta é a única sub-bacia em que a fragilidade potencial se sobressai em relação a emergente, que pode ser atribuído ao fato de que em suas extensões ocorrer a predominância da Savana arborizada, que foi pouco suprimida nas últimas décadas. Para Luz et al. (2017) a manutenção da vegetação nativa nas áreas onde a aptidão das terras indica a sua manutenção é imprescindível, pois promove a manutenção da biodiversidade, maior infiltração de água no solo e a consequente recarga de aquíferos, atuando de forma fundamental manutenção dos corpos hídricos da bacia.

Semelhante a sub-bacia do Rio Formoso, a do Rio Sepotubinha apresenta menor percentual de fragilidade potencial (27,32%) correspondendo aos graus Fraca

e Média, consequentemente apresenta maior fragilidade emergente (72,68%), variando de Média e Fraca.

Os graus de fragilidade emergente Forte e Muito Forte estão relacionados com a retirada da cobertura vegetal natural, principalmente para implantação do uso agropecuário (BARROS, 2018), implicando em diversos problemas ambientais, que foram identificados nos estudos realizados na região por Serigatto (2006), Neves et al. (2015), Freitas et al. (2015), Massoli et al. (2016), dentre outros. Corrobora com exposto, Cunha et al. (2008) ao destacarem que a exploração da agropecuária de forma inadequada às condições edafoclimáticas da região, gera impactos adversos no meio ambiente, com sérios riscos comprometedores à produção e à produtividade futura. Por tanto “o tipo de usos da terra [...] estão relacionados com a dinâmica de ocupação, necessitando de monitoramento, considerando que a fragilidade pode ser alterada por intervenção humana, sendo a erosão hídrica o principal problema ambiental da região” (GOUVEIA, et al., 2015, p. 139).

Diante da situação da paisagem da BHRS entende-se que é fundamental a ação do poder público e da sociedade organizada no direcionamento das atividades econômicas rurais, propiciando o desenvolvimento econômico em consonância com a conservação, com intuito de minimizar os danos ambientais. Para tanto, faz-se necessário no planejamento dos usos da terra sejam consideradas as fragilidades das paisagens, para definição das áreas que requerem maior proteção ou que apresentem maiores restrições, adequando-as à conservação do solo e da água.

4. Conclusão

O predomínio da fragilidade emergente na Bacia Hidrográfica do Rio Sepotuba evidencia o impacto das atividades antrópicas, ocasionadas pelos usos da terra, na ecodinâmica das paisagens. Dessa forma, é possível afirmar que a ação humana alterou ecodinâmica das paisagens das sub-bacias, via degradação de alguns de seus atributos, que via de regra é na vegetação. Nesse sentido, a determinação da fragilidade potencial e emergente mostrou-se relevante como ferramenta ao ter possibilitado a identificação das áreas prioritárias que no planejamento ambiental da BHRS, por meio de tomadas de decisão, é possível a recuperação da estabilidade da ecodinâmica.

Sugere-se, para estudos futuros, o levantamento de métodos de conservação e/ou restauração ambiental, visando determinar alternativas operacionalmente e economicamente viáveis para recuperação das paisagens que apresentam a ecodinâmica instável da bacia em questão, cuja prioridade pode ser estabelecida de acordo com os graus de fragilidade.

Agradecimentos

A Coordenação de Apoio ao Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela bolsa concedida à autora.

Os autores externam agradecimentos ao Prof. Dr. Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez, cujas críticas e sugestões foram imprescindíveis ao aprimoramento da pesquisa e da redação deste texto.

6. Referências Bibliográficas

ALHO, C. J. R. Biodiversidade associada aos habitats sazonais do Pantanal: desafios para a conservação. In: RODRIGUES, S. C.; MERCANTE, M. **A Paisagens do Pantanal e do Cerrado: Fragilidades e potencialidades**. Uberlândia/MG: UDUFU, 2011. p. 69-96.

ALHO, C. J. R. The Pantanal. In: LAUCHLAND, H. F.; KEDDY, P. A. (Ed.). **The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 203-271.

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

BARROS, C. A. **O uso agropecuário e sua implicação na paisagem da bacia hidrográfica do rio Jauru, Mato Grosso –Brasil**. 2018. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra/MT, 2018

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Manual técnico de vegetação brasileira, 2012. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/manual-tecnico-da-vegetacao-brasileira.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

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

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

DASSOLLER, T. F.; MIRANDA, M. R. S.; NEVES, S. M. A. S. Dinâmica espaço-temporal da paisagem de Mirassol d'Oeste/Mato Grosso, Brasil. **Revista Geosul**, v. 33, n. 67, p. 162-180, 2018.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n.1, p.175–181, 2006.

ESRI. ArcGIS Desktop: release 10.5. **Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute**. 2017.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 99p.

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

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

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

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

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

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

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. In: PRADO, J. G. B.; BERTCHIELI, R.; OLIVEIRA, L. G. (Org.). **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso**. Cuiabá: Central de Texto, 2012. 108p.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico: Diagnóstico Sócioeconômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso e Assistência Técnica na Formulação da 2ª Aproximação. In: **Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso - PRODEAGRO**, Cuiabá, 2000.

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

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

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p.119-128, 2013.

RESENDE, M., CURI, N., RESENDE, S.B., CÔRREA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4 ed. Viçosa-MG: NEPUT, 2002. 35p.

RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P. Dinâmica da antropização da paisagem das subbacias do rio Queima Pé, Mato Grosso, Brasil. **Espacios**, v. 36, n. 10, p. 1-5, 2015.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: Edusp, 2001. 320p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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