

**Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio São Miguel-MS associada à mudança de cobertura e uso da terra****Environmental fragility of the São Miguel-MS river basin associated with change in coverage and land use**Felipe das Neves Monteiro <sup>1</sup>Karina dos Santos Falcão <sup>2</sup>**Resumo**

A conversão da cobertura e uso da terra pode gerar alterações nas características de fragilidade da bacia hidrográfica do Rio São Miguel, Nioaque - MS. Essas alterações podem ser reduzidas através do monitoramento na mudança do uso e cobertura do solo através de informações espaço-temporais das modificações que ocorreram em toda a paisagem. O objetivo foi analisar o efeito na mudança de uso e ocupação do solo sobre a fragilidade ambiental por meio de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de auxílio ao planejamento ambiental e subsídio para o ordenamento territorial. A fragilidade ambiental foi baseada nas cartas de declividade, solos, precipitação e uso e cobertura do solo, sendo estabelecidos pesos e notas para cada variável dos referidos componentes físico-geográficos. Utilizou-se um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a realização de rotinas em ambiente computacional, como o ARC MAP (ESRI) versão 10.1. As classes de uso da terra na bacia hidrográfica sofreram grande mudança entre os anos de 1991 e 2018 com a conversão de cobertura vegetal nativa para culturas agrícolas e pastagens, o que resultou no aumento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica. A conversão dos usos dessas áreas sinaliza para a principal causa do desmatamento do cerrado. A utilização inadequada da terra na bacia hidrográfica ocasionou o aumento da fragilidade ambiental, gerando danos ambientais irreversíveis para o ecossistema.

**Palavras-Chave:** Bacia hidrográfica; sensoriamento remoto; transição agrícola; vulnerabilidade ambiental; uso da terra.

**Abstract**

<sup>1</sup> Pesquisador da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (AGRAER) - Rod. MS 080 Km 10, CEP 79114-000- Campo Grande – MS. E-mail: [fmonteiro@agraer.ms.gov.br](mailto:fmonteiro@agraer.ms.gov.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8024-6953>

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do (UEMS) – Rod. Aquidauana – UEMS Km 12, CEP 79200-000. E-mail: [karina.falcao@uems.br](mailto:karina.falcao@uems.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6973-1723>

The conversion of land cover and use can generate changes in the fragility characteristics of the São Miguel River basin, Nioaque - MS. These changes can be reduced by monitoring changes in land use and land cover through spatio-temporal information of changes that have occurred across the landscape. The objective was to analyze the effect of changing land use and occupation on environmental fragility through geoprocessing techniques as a tool to aid environmental planning and support for territorial planning. Environmental fragility was based on maps of slope, soils, precipitation and land use and cover, with weights and scores being established for each variable of the referred physical-geographical components. A Geographic Information System (GIS) software was used to perform routines in a computational environment, such as ARC MAP (ESRI) version 10.1. The land use classes in the watershed underwent a major change between 1991 and 2018 with the conversion of native vegetation cover to agricultural crops and pastures, which resulted in increased environmental fragility in the watershed. The conversion of uses in these areas points to the main cause of deforestation in the cerrado. Inadequate use of land in the watershed caused an increase in environmental fragility, generating irreversible environmental damage to the ecosystem.

**Keywords:** Hydrographic basin; remote sensing; agricultural transition; environmental vulnerability; land use.

## Introdução

A recuperação das áreas atingidas e os impactos ambientais gerados pela degradação dos solos e da erosão hídrica necessitam de grande investimento econômico, inviabilizando a recuperação destas áreas. Segundo Ramos (2013), quando a erosão hídrica ocorre em situações extremas dificilmente os esforços para recuperação serão eficazes. Conforme Dechen et al. (2015), as perdas de solo estimadas para o Brasil são de 616,5 milhões de toneladas ao ano, podendo gerar custos da ordem de 1,3 bilhão de dólares ao ano.

Atualmente, a disponibilidade de água de qualidade para diversas atividades vem decrescendo em todo o planeta, graças principalmente a diversas ações antrópicas e eventos naturais degradadores (SENER et al., 2017). Os principais atos realizados pelos seres humanos que contribuem para o decréscimo da qualidade das águas subterrâneas são a superexploração e a contaminação desses recursos (GUERRERO et al., 2018).

O processo de uso e ocupação inadequado associado à falta de práticas de planejamento ambiental e conservação do solo acarretam processos de degradação ambiental em bacias

hidrográficas, como consequência do aumento da velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. Além do mais, transportam consigo sedimentos à jusante e perda de nutrientes, comprometendo a qualidade do ambiente (CUNHA; BACANI, 2016).

Estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao planejamento ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL; ROSS, 2004).

Em estudos de fragilidade ambiental são necessários conhecimentos básicos sobre aspectos físicos do ambiente, tais como relevo, solos, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal para os procedimentos operacionais. Essas informações ao serem analisadas de maneira integrada, por meio de tecnologias de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), facilitam a seleção e cruzamento de diferentes variáveis consideradas relevantes na análise ambiental, permitindo maior agilidade na integração de dados como resultado, temos um produto cartográfico que expressa diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características (DONHA et al., 2006).

Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito na mudança de cobertura e uso da terra em uma bacia hidrográfica, indicando a fragilidade ambiental, por meio de técnicas de geoprocessamento, que constitui em uma importante ferramenta de auxílio ao planejamento ambiental e subsídio ao ordenamento territorial.

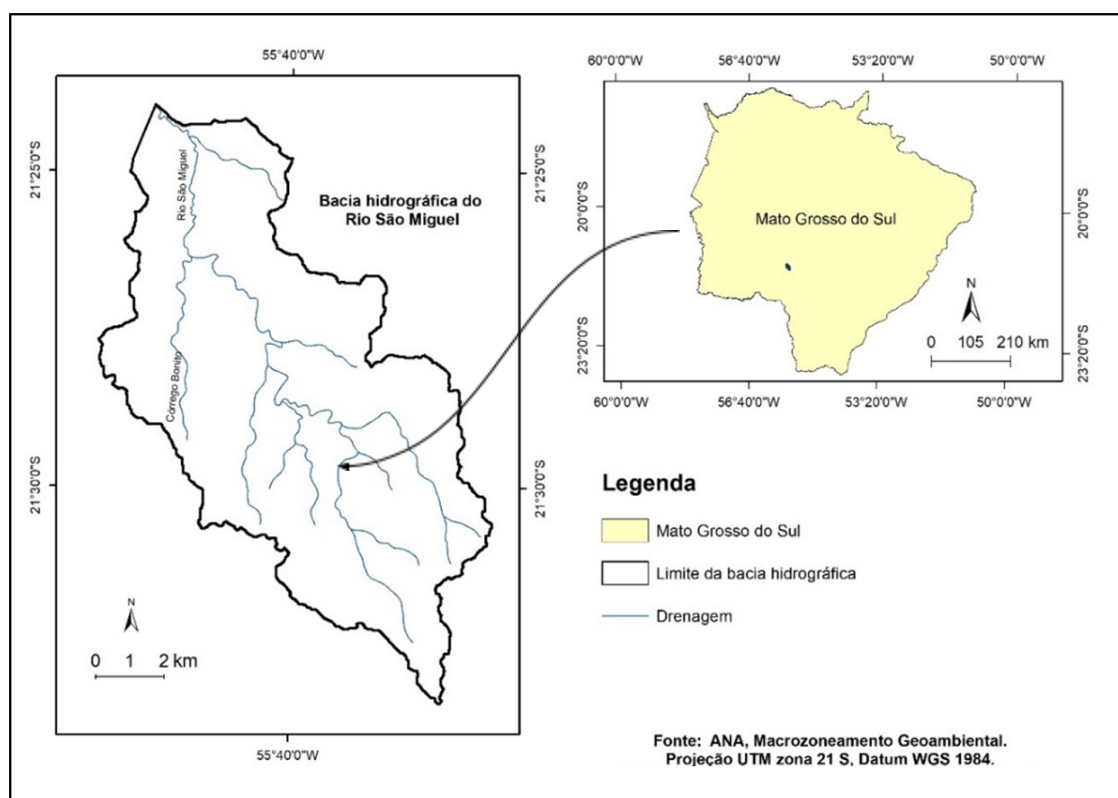
## **Metodologia**

### Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel (Figura 1) está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A área de estudo está compreendida pelos paralelos 21°25' e 21°30' S e meridiano 55°40' W, com área de aproximadamente 97,45 km<sup>2</sup>. O Rio São Miguel tem como

afluente o Rio Nioaque, e este por sua vez, importante afluente da margem esquerda do Rio Miranda, integrando a bacia hidrográfica do Rio Paraguai.

Figura 1 - Localização e delimitação da Bacia hidrográfica do Rio São Miguel.



### Fragilidade Ambiental e Potencial

Foi utilizado o *software* ARC MAP (ESRI) versão 10.1. O banco de dados foi composto dos seguintes mapas temáticos, representados na figura 2: Declividade, Solos, Precipitação e Áreas de Preservação Permanente (APPs). Todas as cartas foram geradas e atribuídos pesos ou notas diferentes, conforme proposto por Ross (1994), para determinação da fragilidade ambiental e potencial presente na bacia hidrográfica.

Para o fator declividade, foi utilizado leitura de Modelos Digital de Elevação (MDE), disponibilizados gratuitamente pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais (INPE), com resolução espacial de 30 metros (figura 5). Na sequência, separamos a declividade em classes e adicionamos pesos, sendo nota 5 para declividade acima de 30%, e 1 para as áreas com declive inferior a 6%.

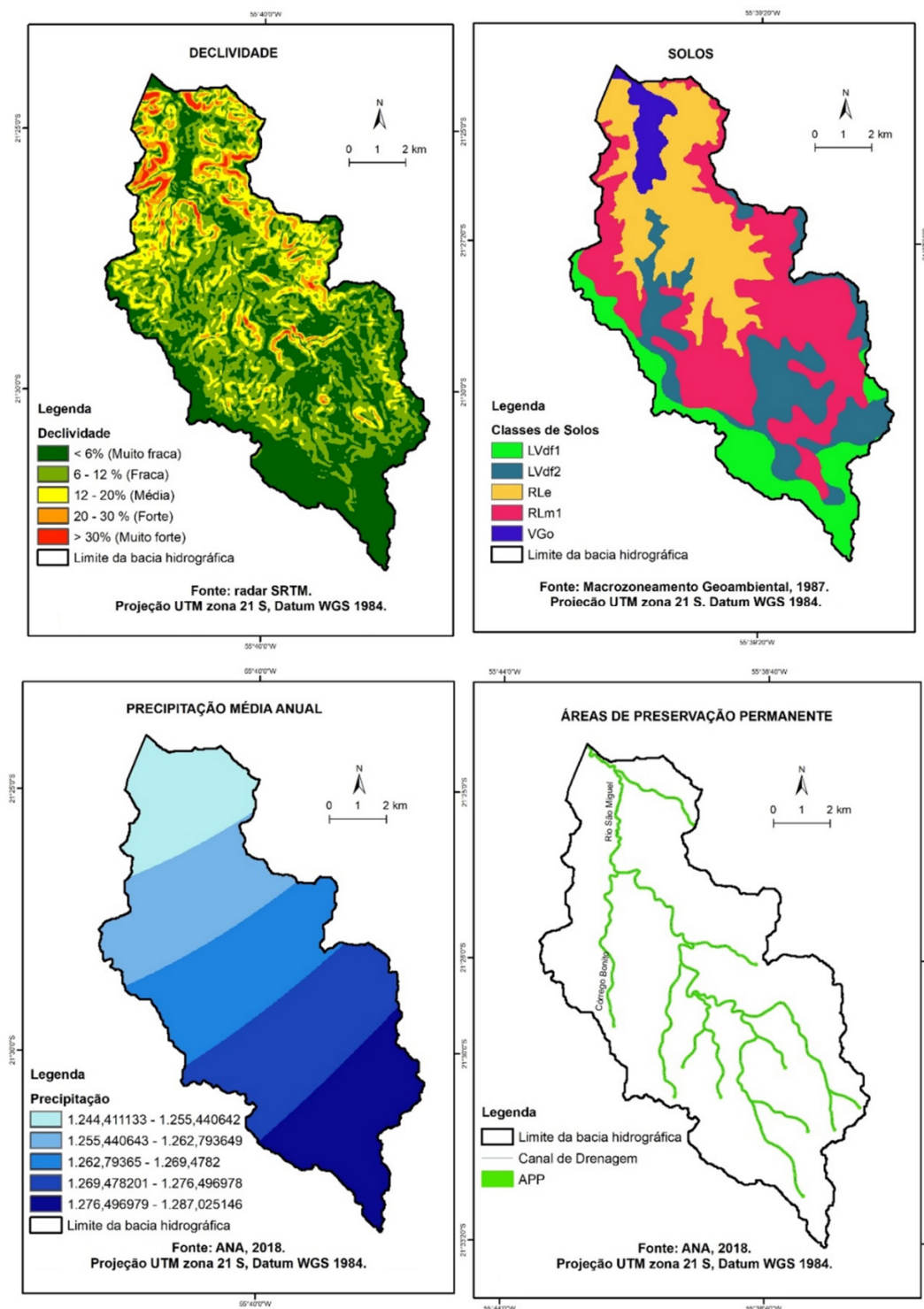
Os solos da bacia foram extraídos a partir do macrozoneamento ambiental na escala 1:1000000 (GEOMS, 1987), com base cartográfica vetorial no formato *shapefile*. Dentre os solos presente na bacia, temos: LATOSSOLO VERMELHO Distroférico argiloso (LVdf1); LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (LVdf2); NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico muito argiloso (RLe); NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico (RLm1); VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Óritco (VGo). Conforme os tipos de solos classificados, também atribuídos pesos devido a sua vulnerabilidade aos processos erosivos. Assim, para a classe dos latossolos foi considerado peso 1, VERTISSOLOS e NEOSSOLOS peso 5.

Quanto à distribuição pluviométrica, devido à ausência de pluviógrafos na bacia hidrográfica do Rio São Miguel e adjacências, utilizamos estações pluviométricas localizadas próximas à região. Os dados foram disponibilizados pela Agência Nacional de Água, e, na sequência, realizada a interpolação deles.

Foram obtidas também as Áreas de Preservação Permanente (APPs) que devem estar presentes nas margens dos cursos hídricos, com largura mínima de 30 metros, e nas nascentes, correspondendo a um raio de 50 metros, delimitadas na figura 3. Dessa forma, atribuiu-se para as APPs o peso 5, sendo esta carta adicionada somente no produto da fragilidade ambiental e potencial, pois são áreas que devem permanecer intactas independente do uso e cobertura do solo.

A sobreposição das cartas elaboradas em software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) possibilitou a geração das cartas de fragilidade ambiental que levam em consideração todos os níveis de informações do quadro natural, bem como, das áreas com atuação antrópica representada pelo mapeamento de uso e ocupação do solo (figura 3).

Figura 2 - Declividade, solos, precipitação e áreas de preservação permanente presente na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, MS.



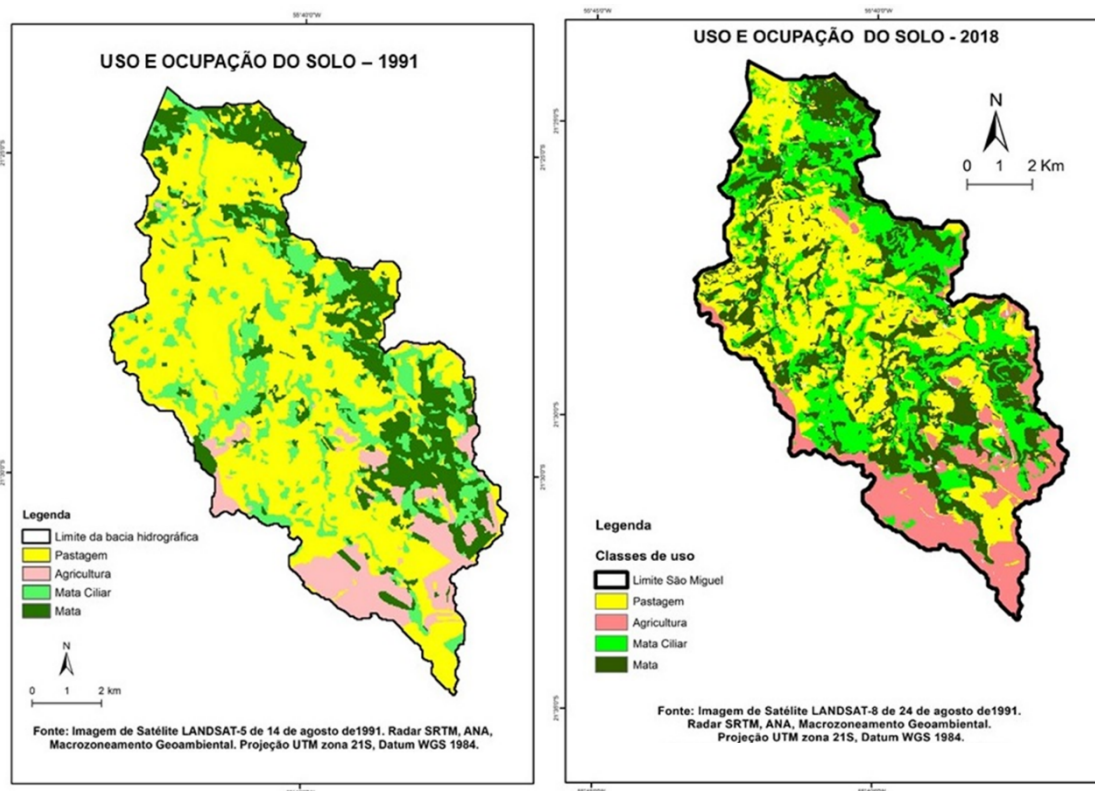
Na figura 3, está representado o mapa de uso e ocupação do solo na bacia para o ano de 1991 e 2018. Neste estudo, utilizamos a imagem do satélite Landsat 8 OLI C1 LEVEL 1 (USGS, 2018), órbita-ponto 225/75, com data de passagem em 24 agosto de 2018 e, para 14 de agosto de 1991, imagem do satélite Landsat 5 TM (USGS, 2018), com projeção UTM, zona 21S e resolução espacial de 30 metros.

O processamento e classificação das imagens quanto às classes de uso do solo, foi realizado com o uso do *software* SPRING 5.2.7. A primeira etapa consiste em realizar a segmentação da área por regiões, que devem corresponder às áreas de interesse para posterior classificação, a partir das composições coloridas R6 G5 B4. Após a segmentação, foram realizados os treinamentos com aquisição de amostras das classes pré-determinadas para a classificação supervisionada *Bhattacharya*, conforme descrito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Como suporte metodológico quanto às fitofisionomias presentes na bacia, foram utilizadas as bases digitais do macrozoneamento ambiental do projeto GeoMS (2007).

A partir do mapa de uso e ocupação do solo, atribuímos pesos diferentes para cada uma das classes, de acordo com a vulnerabilidade das mesmas aos processos erosivos seguindo os critérios descritos por Ross (1994). Consideramos que os menores índices estão relacionados a menores quantidades de biomassa (áreas mais frágeis), e os maiores índices associados a maior biomassa (maior proteção à camada superficial). Portanto, nas áreas de mata foram atribuídos peso 5, correspondendo à maior proteção ao sistema, enquanto a pastagem com peso 4, e, agricultura, peso 1, caracterizado por espécies de cultivos anuais e constante revolvimento do solo.

O produto da fragilidade ambiental ou emergente, sintetiza a soma das variáveis (tipo de uso e cobertura da terra, classes de solo, declividade, precipitação e áreas de preservação) ou seja, a sobreposição das camadas para a obtenção do grau de fragilidade da área de estudo. Para o mapa de fragilidade potencial, utilizamos as mesmas cartas citadas anteriormente, excluída o uso e cobertura do solo (figura 3), uma vez que para a fragilidade potencial se desconsidera o fator antrópico.

Figura 3 - Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, MS, nos anos de 1991 e 2018.



## Resultados e discussões

O mapa de fragilidade potencial demonstra o alto grau de instabilidade natural da bacia hidrográfica, revelando a importância do gerenciamento de cada unidade de forma preventiva. Na figura 4, as fragilidades mais intensas são representadas pelos tons de vermelho, que estão diretamente associadas às Áreas de Preservação Permanente (APPs), aos solos altamente susceptíveis aos processos erosivos e às declividades acentuadas.

O manejo inadequado do solo favorece o transporte de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica pela erosão hídrica, até atingir as áreas de recarga de uma bacia hidrográfica. Este fenômeno pode desencadear uma série de problemas econômicos e ambientais, redução na produtividade agrícola e até mesmo, alterar a qualidade do abastecimento das águas (BISPO et al., 2017). Assim, a fragilidade ambiental certifica a influência da cadeia agropecuária como fator



catalisador para a degradação das terras cultiváveis. Segundo Alvarez et al. (2014), a bacia hidrográfica é a unidade a ser considerada para avaliar os efeitos dos sistemas de manejo do solo, constando a qualidade e quantidade de material descartado durante os eventos erosivos.

Segundo Cogo e Bertol (1998), os fatores controladores da erosão hídrica do solo podem ser separados em: erosividade da chuva (capacidade potencial da chuva em causar erosão) e erodibilidade do solo (vulnerabilidade à erosão). A erosividade das chuvas depende da sua intensidade, tamanho das gotas e velocidade com que chega à superfície do solo. A erodibilidade por sua vez, apresenta características intrínsecas (físicas, químicas e biológicas) a cada classe de solo, considerando a topografia, cobertura do solo e práticas conservacionistas. Para o fator topografia, o que mais influencia é o comprimento, grau e forma de declive. Numa encosta, quanto maior o comprimento e o grau de declive, maior o volume da enxurrada, sendo a erosão mais influenciada pelo grau de declive do que pelo comprimento de rampa.

Figura 4 - Fragilidade Potencial presente na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, MS.

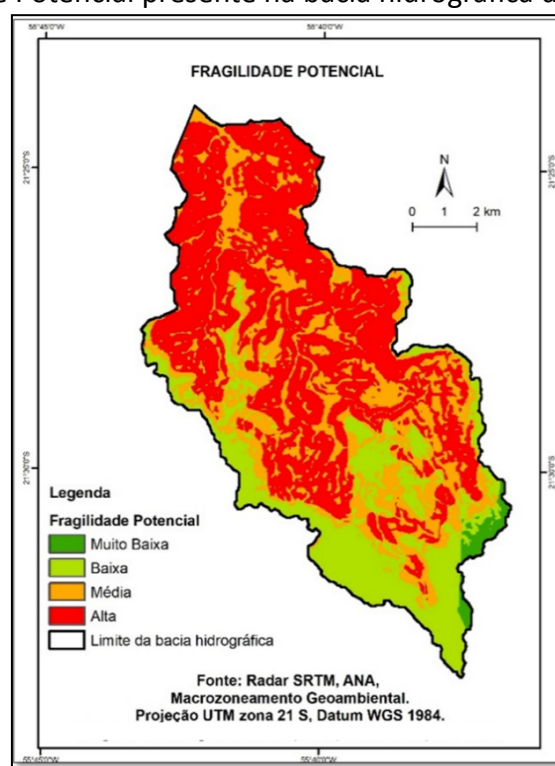
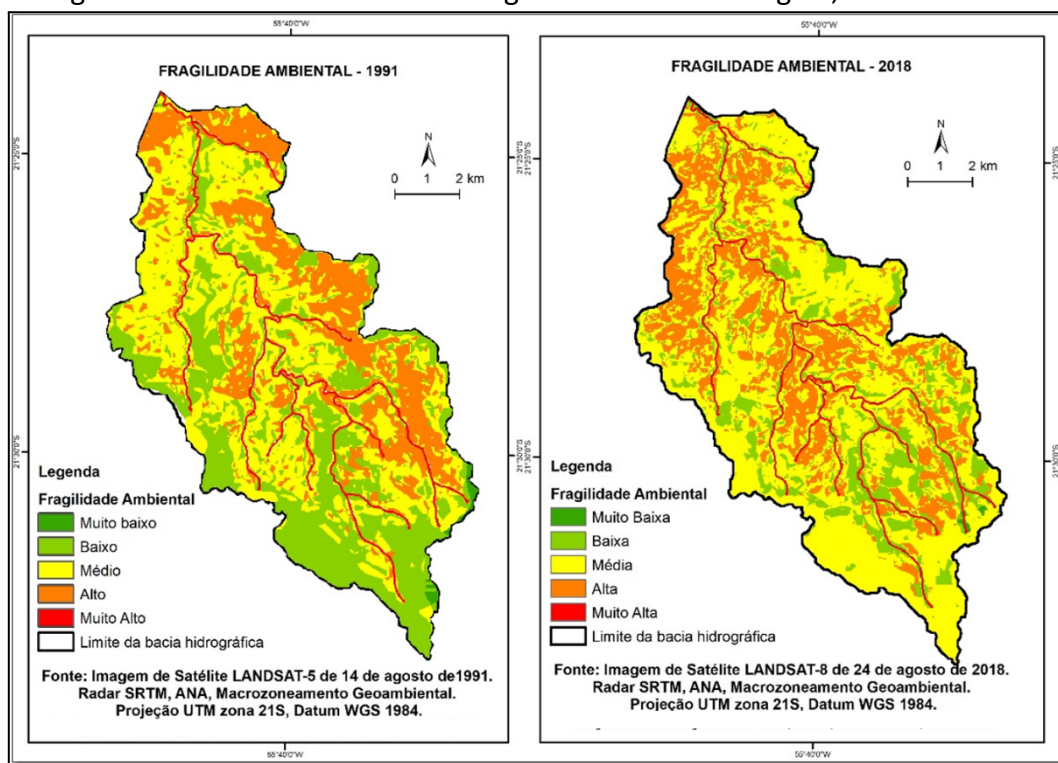


Figura 5 - Fragilidade Ambiental na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, nos anos de 1991 e 2018.



Dentre as áreas cultivadas, a atividade pecuária ocupa a maior área na bacia e provavelmente é a maior fonte de renda da população local, recoberta por vegetação gramínea. Os cultivos anuais apresentam menor expressão, situados na parte sul da bacia, pois é nessa porção que se situam as nascentes a áreas com menor declividade na bacia. As áreas florestais estão situadas próximas aos cursos d'água e dispersas em alguns fragmentos florestais, essas áreas dentro das propriedades rurais podem ser atribuídas as áreas de APP's e de Reserva Legal conforme o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12651/12) (figura 3).

Nos mapas temáticos da fragilidade ambiental dos anos de 1991 e de 2018 (figura 5), é extremamente expressiva a alteração no comportamento das classes de fragilidade. Ao sul da bacia hidrográfica, em regiões próximas as nascentes, o mapa de uso correspondente ao ano de 1991 demonstra que grande parte da área era ocupada por vegetação florestal nativa, diferente do que ocorre com o uso do solo no ano de 2018. A região converteu suas áreas nativas em agricultura e pastagem, resultado semelhante ao encontrado por Coelho et al. (2014). Na tabela 2

observamos que 77% da fragilidade potencial da bacia hidrográfica pertence à classe “média” e “alta”, revelando seus altos índices de fragilidade natural.

A substituição da cobertura da vegetação nativa pela agropecuária intensiva, muitas das vezes com uso e manejo inadequado do solo, tem como consequência mudanças físicas, químicas e biológicas, provocando a diminuição da capacidade produtiva dos solos (PANACHUKI, 2003). Dessa forma, a conversão dessas áreas é apontada como um dos principais fatores para transição das classes “baixa” para “média” da fragilidade ambiental entre os anos de 1991 e 2018 (tabela 1). Em 1991, a classe “muito baixa” e “baixa” ocupavam 35% da área da bacia, enquanto em 2018 houve uma redução pela metade, correspondendo a 15%. O processo inverso ocorreu para a classe “média” e “alta”, referindo-se a essas classes 85% da fragilidade ambiental no ano de 2018.

Tabela 1 - Área (em %) para cada classe de fragilidade potencial e ambiental na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, MS.

Fragilidade Potencial	Fragilidade Potencial (%)	Fragilidade Ambiental (%)	
		1991	2018
Muita baixa	1,55	4,28	0,16
Baixa	21,2	31,53	15,32
Média	27,17	39,97	58,37
Alta	50	23,86	26,12
Muito alta	-	0,36	0,03

Em trabalho realizado por Batista e Santos (2011) foi identificadas constantes mudanças do uso do solo entre os anos de 1994 e 2008 na região semiárida do Brasil, mais especificamente em Teofilândia, no estado da Bahia. Essas alterações mais significativas ocorreram com as classes de pastagem e caatinga, modificadas principalmente para a classe de solo exposto. Romero-Ruiz et al. (2012) estudando uma região de savana na Colômbia, demonstraram que 23% da área de estudo sofreu alterações do seu uso entre os anos de 1987 e 2007, principalmente por conta da gestão das terras e o desenvolvimento de novas atividades econômicas.

Essa mudança no uso do solo pode estar fortemente aliada ao tipo de solo encontrado. Na região sul da bacia, existe predominância da ocorrência dos Latossolos, que são solos que

apresentam características satisfatórias para a produção agrícola, favorecendo o uso mais intensivo do mesmo (ROSSETI e CENTURION, 2017). Essas áreas também correspondem as maiores taxas de pluviosidade e relevo plano, o que favorece a agricultura.

Quanto aos solos, aproximadamente 33% pertence à classe dos LATOSSOLOS, enquanto 67% estão distribuídas nas demais classes (tabela 2). Dentre eles, os neossolos e os vertissolos apresentam alta vulnerabilidade aos processos erosivos, salientando assim a necessidade das práticas de manejo. Vashchenko et al. (2006) constataram aumento da fragilidade potencial em áreas com predomínio de solos pouco desenvolvidos, mesmo em declividades baixas. No entanto, a cobertura vegetal exerce papel fundamental na proteção dos solos contra a degradação, amenizando a sua fragilidade.

Tabela 2 - Solos presentes na bacia hidrográfica do Rio São Miguel, MS.

Classes	Sigla	Área (m <sup>2</sup> )	%
NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico muito argiloso	RLe	25351510	26,02
VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Óritco	VGo	3962572	4,06
LATOSSOLO VERMELHO Distroférico	LVdf2	18662135	19,15
LATOSSOLO VERMELHO Distroférico argiloso	LVdf1	13449962	13,80
NEOSSOLO LITÓLICO Chernossólico	RLm1	35994310	36,95

A fragilidade ambiental mostrou-se como uma ótima ferramenta de auxílio para o planejamento do uso de uma bacia hidrográfica, pois permite que o técnico responsável através do emprego de geotecnologias consiga fazer uma avaliação da situação da bacia no passado e presente podendo realizar uma projeção para o futuro na seleção das áreas que mais necessitam de atenção especial para evitar a degradação do ecossistema.

O cenário obtido no município de Nioaque (MS) não é único, e é resultado das dinâmicas territoriais de um modelo de desenvolvimento desordenado. Evidencia-se a necessidade da implantação de novas políticas públicas, pois mesmo aquelas com elevado grau de importância para o desenvolvimento regional, como é o caso do Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) de Mato Grosso do Sul, sozinho é incapaz de conter os impactos ambientais de forma generalizada.

### Considerações finais

As classes de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica sofreram grande mudança entre os anos de 1991 e 2018 com a conversão de áreas nativas para culturas agrícolas e pastagens, o que resultou no aumento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica.

A conversão do uso do solo em uma bacia hidrográfica quando realizada de forma desordenada pode resultar em um aumento significativo de sua fragilidade ambiental podendo ocasionar danos irreversíveis ao ecossistema.

A manutenção das áreas onde são obrigatórias a recomposição da vegetação nativa conforme o Novo Código Florestal (Lei 12651/12) é uma ação prioritária e imprescindível, sendo as áreas de preservação permanente (APP's) e as áreas de Reserva Legal (RL), cruciais para a conservação das bacias hidrográficas.

### Referências

ALVAREZ, J. W. R.; PELLEGRINI, A.; KOCHER, M. L.; SCHAEFER, G. L.; CAPOANE, V.; TIECHER, T.; FORNARI, M. R.; SANTOS, D. R. Erosão hídrica e perda de sedimento, água e nutrientes durante eventos pluviais em duas bacias hidrográficas rurais. **Investigación Agraria**, v. 16, p. 113-123, 2014.

BATISTA, J. L. O.; SANTOS, R. L. Análise da dinâmica do uso e ocupação da terra em pequenos municípios baianos do semi-árido brasileiro: o caso de Teofilândia. **Revista de Geografía Norte Grande**, v.49, p.139-155, 2011.

BISPO, D. F.; SILVA, M. L.N.; PONTES, L. M.; GUIMARAES, D. V.; MARQUES, J. J. G. M.; CURI, N. Soil, water, nutrients and soil organic matter losses by water erosion as a function of soil management in the Posses sub-watershed, Extrema, Minas Gerais, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, p. 1813-1824, 2017.

COELHO, V. H.R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 1, 2014.

COGO N. P.; BERTOL, I. O papel das práticas mecânicas e não-mecânicas no controle da erosão hídrica do solo: conceitos e princípios. In: NUERNBERG, N. J. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto. Lages: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 53 – 75, 1998.

CUNHA, E.R; BACANI, V.M. Caracterização da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Come Onça, Água Clara-MS. **ACTA Geográfica**, v.10, n.22, p.193-205, 2016.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; MARIA, I. C. Perdas e Custos Associados à Erosão Hídrica em Função de Taxas de Cobertura do Solo. **Bragantia**, v. 74, n.2, p. 224-233, 2015.

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.

GUERRERO, J.V.R; LOLLO, J.A; MOSCHINI, L.E; LORANDI, R. Carta de Fragilidade Ambiental como instrumento de planejamento e conservação de unidades aquíferas: o caso da bacia do rio Clarinho, SP. **Caderno de Geografia**, v.28, n.53, p.385-403, 2018. Disponível em: <<http://seer.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/16849/13152>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 16 de dezembro. 2018.

PANACHUKI, E. **Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2003.

RAMOS, J.C. **Erosão hídrica influenciada pelo cultivo, cobertura do solo por resíduos culturais e rugosidade superficial em um Cambissolo Húmico**. 2013. 84 p. (Dissertação de Mestrado em Manejo do Solo). UDESC. Lages-SC.

ROMERO-RUIZ, M. H.; FLANTUA, S. G. A.; TANSEY, K.; BERRIO, J. C. Landscape transformation in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. **Applied Geography**, v.32, p.766- 776, 2012

ROSS, JLS. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. 1994; (8) p.3-74. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>>. Acesso em: 08 de dezembro de 2018.

ROSSETTI, K.V; CENTURION, J. F. Conteúdo de água e degradação física em Latossolos cultivados com milho. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 15, n. 1, 2017.

SENER, S.; SENER, E.; DAVRAZ, A. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). **Science of the Total Environment**, n.584–585, p.131–144, 2017.

SPÖRL, C.; ROSS, J.L.S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **Revista GeoUSP Espaço e Tempo**, n. 15, p.39-49, 2004. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123868/120045>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

VASHCHENKO Y.; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. Fragilidade ambiental nos picos Camacua, Camapuã e Tucum. **Revista Floresta**, v.37, n.2, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/8650/6007>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2018.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria de Acompanhamento Econômico. **Parecer técnico nº 06370/2006/RJ**. Rio de Janeiro: Ministério da Fazenda, 13 set. 2006. Disponível em: <[http://www.cade.gov.br/Plenario/Sessao\\_386/Pareceres/ParecerSeae-AC-2006-08012.008423-International\\_BusInes\\_MachIne.PDF](http://www.cade.gov.br/Plenario/Sessao_386/Pareceres/ParecerSeae-AC-2006-08012.008423-International_BusInes_MachIne.PDF)>. Acesso: 4 out. 2010.

FERNANDES, B. M. Agronegócio nas Américas: o mito do desenvolvimento e a resistência do campesinato. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10, 2005, São Paulo, 2005. **Anais [...]** São Paulo: EGAL/USP, 2005. p.4860-4874.

MARQUES, M. I. M. Lugar do modo de vida tradicional na modernidade. In: OLIVEIRA, A. U.; MARQUES, M. I. M. (org.). **O Campo no século XXI**. São Paulo: Casa Amarela, 2004, p. 145-158.

RELPH, E. C. As bases fenomenológicas da Geografia. **Geografia**. v.4, n 7, 1-25, abr. 1979.

SILVEIRA, F. R. A recriação capitalista do campesinato (Os camponeses na região de Presidente Prudente). 1990. Tese (Doutorado em Geografia). FFLCH/USP, São Paulo. 1990.