

## **MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA DO RIO CATOLÉ, MUNICÍPIO DE BONITO DE MINAS – MG**

RODRIGO NOGUEIRA MARTINS<sup>1</sup>, WYLLIAN CALDEIRA CORTE<sup>2</sup>, VIKTOR KAYRO SOUZA SANTOS<sup>3</sup>, ANA PAULA FERREIRA COLARES<sup>4</sup>, DANILO PEREIRA RIBEIRO<sup>5</sup>

1, 2, 3, 4 Acadêmicos de Engenharia Agrícola e Ambiental – IFNMG/Januária. Email: rodrigonmartins@hotmail.com, willyncaldeira@ymail.com, viktorpel@hotmail.com, anapaula.colares@hotmail.com.

5 Doutor em Recursos Hídricos e Ambientais. Docente do IFNMG, Campus Januária. Email: danilo.ribeiro@ifnmg.edu.br

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Estudos que abordam a fragilidade ambiental são importantes na identificação e análise dos ambientes em função de seus diferentes níveis de fragilidade, proporcionando assim informações necessárias para o planejamento e ordenamento do seu território. Este trabalho objetivou avaliar a fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Catolé, localizada no município de Bonito de Minas, Minas Gerais. A fragilidade ambiental foi determinada através da metodologia proposta por ROSS (1994), que se baseia na visão sistêmica do ambiente e na teoria do equilíbrio dinâmico. Utilizando-se de ferramentas de geoprocessamento, foi elaborado o mapa de fragilidade da bacia a partir da sobreposição dos produtos cartográficos intermediários, como: mapa de Solo, mapa de declividade e uso e cobertura do solo. A fragilidade foi classificada em cinco diferentes níveis: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte. Os resultados demonstraram que a bacia apresenta em sua maioria uma fragilidade média com 47,85% da área total, seguida pela classe baixa 34,86% da área. Esses resultados foram influenciados principalmente pela cobertura vegetal na bacia que protege o solo muito susceptível a erosão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Equilíbrio Dinâmico, Fragilidade Ambiental, Geoprocessamento

## **MAPPING OF THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN THE CATOLÉ RIVER BASIN, MUNICIPALITY OF BONITO DE MINAS – MG**

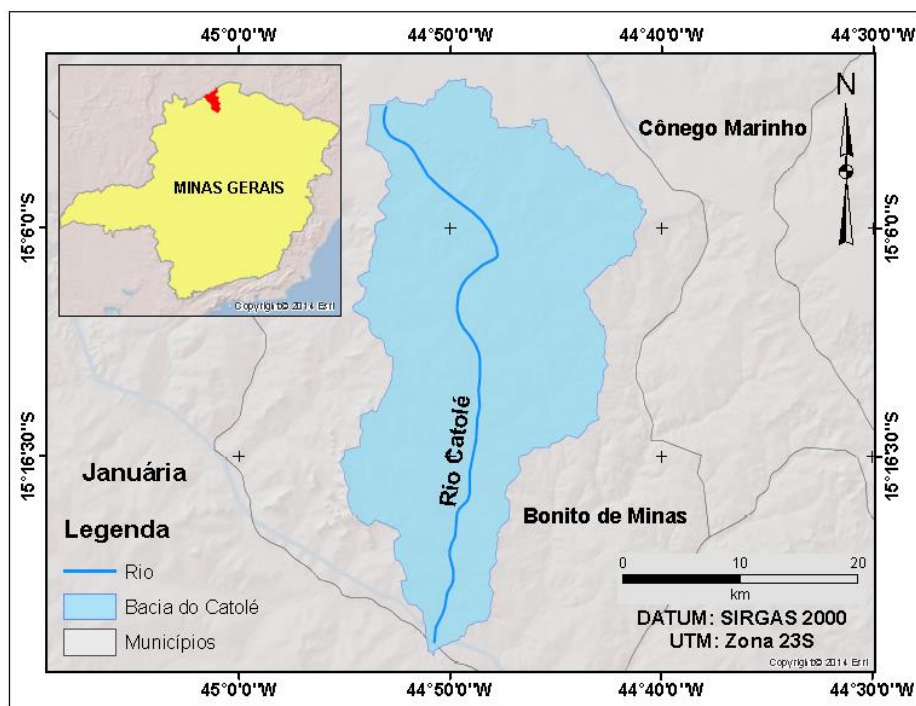
**ABSTRACT:** Studies that address the environmental fragility are important in the identification and analysis of environments due to its different levels of fragility, thus it provides information for planning and management of its territory. This study was aimed at evaluating the environmental fragility in the Catolé River Basin, located at the municipality of Bonito de Minas, Minas Gerais State. The Environmental fragility was determined by the method proposed by ROSS (1994), which is based on the systemic vision of the environment and in the theory of dynamic equilibrium. Using geoprocessing tools, the fragility map of the basin was developed from crossing intermediate cartographic products, such as: Soil map, Slope map and Land Use and Cover. The fragility was classified into five different levels: Very Low, Low, Mean, Strong and Very Strong. The result showed that the basin is mostly classified as mean fragility with 47,85% of the total area, followed by the Low class with

34,86% of the area. These results were mainly influenced by the vegetal cover in the basin, which protects the soil highly susceptible to erosion.

**KEYWORDS:** Dynamic Equilibrium, Environmental Fragility, Geoprocessing

**INTRODUÇÃO:** A influência das atividades antrópicas no ambiente tem sido motivo de frequente preocupação na sociedade, fato que tem levado a um aumento na demanda por estudos para qualificação e quantificação dos impactos provocados pela ocupação desordenada do território. Neste sentido, avaliar a fragilidade ambiental possibilita denotar como o ambiente está em relação às suas características físicas e aspectos socioambientais ali existentes, o que resulta em um espaço estável ou instável de acordo com o ambiente (JUNIOR et al., 2014). Segundo ROSS (1994) o mapeamento da fragilidade ambiental possibilita analisar de forma integrada os componentes físicos e bióticos da natureza, identificando suas relações e confrontando estas características com suas próprias restrições. Nesse sentido, o método de estudos da fragilidade ambiental proposto por ROSS (1994) desenvolveu-se com base na visão sistêmica do ambiente e na teoria do equilíbrio dinâmico, definidas anteriormente em trabalhos realizados por TRICART (1977). Os procedimentos necessários para a sua realização, consistem na construção de estudos básicos das variáveis como o relevo, solo e o uso e cobertura da terra. Por meio de uma avaliação conjunta essas informações dão origem a um produto síntese que expressa diferentes níveis de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características naturais (AMARAL & ROSS, 2009). Nas análises de fragilidade ambiental têm-se utilizado ferramentas de geoprocessamento por meio de técnicas de análise multiatributo, as quais visam mensurar de forma adequada os aspectos que mais exercem influência sobre um determinado fenômeno estudado (DONHA et al., 2005). Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Catolé, localizada no município de Bonito de Minas, Minas Gerais, por meio de técnicas de geoprocessamento, onde foram levados em consideração os indicadores: solos, declividade e uso e cobertura do solo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Localizada na região Norte do Estado de Minas Gerais, Brasil, a bacia hidrográfica do Rio Catolé compreende-se entre as coordenadas geográficas 14°57' a 15°26' de latitude sul e 44°35' a 44°59' de longitude oeste. Apresenta uma área de 70077,47 hectares e está inserida na porção inferior do médio São Francisco dentro das delimitações do município de Bonito de Minas (Figura 1). No desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas imagens do sensor OLI a bordo do satélite Landsat 8, correspondendo às cenas 219/070 e 219/071, datadas de 03/06/2015. Para determinação da declividade, utilizou-se o modelo digital de elevação (MDE) do terreno obtido junto à NASA por meio do *Shuttle Radar Terrain Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 metros. Já as unidades de solos da bacia foram obtidas por meio do mapa de solos do estado de Minas Gerais (UFV.; CETEC.; UFLA.; FEAM, 2010).



**FIGURA 1** – Mapa de Localização da bacia do rio Catolé - MG.

Na realização deste trabalho utilizou-se o software ArcGIS, versão 10.2 para elaboração dos mapas de declividade e solos. O mapa de declividade da bacia foi criado por meio da ferramenta *slope*, a qual converteu os valores de altitude do MDE em porcentagem que em seguida foram hierarquizados e reclassificados em cinco categorias de fragilidade conforme descritas por ROSS (1994), (2005): até 6% - muito fraca, de 6,01 a 12% - fraca, de 12,01 a 20% - média, de 20,01 a 30% - forte e acima de 30% muito forte. Para o mapa das unidades de solos foi realizado um recorte da área correspondente aos limites da bacia no mapa de solos de MG por meio da ferramenta *clip*. A classificação do grau de fragilidade foi realizada de acordo com o método proposto por ROSS (2005). A tabela 1 apresenta os solos encontrados na bacia e suas respectivas classificações de acordo com as classes de fragilidade a que pertencem.

**TABELA 1** – Classes de Fragilidade dos Solos

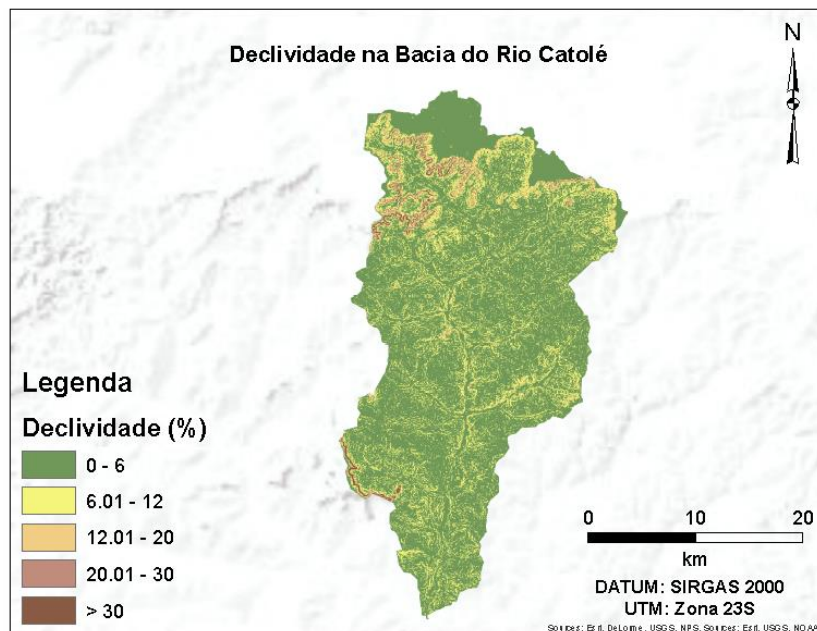
<b>Fragilidade</b>	<b>Categorias Hierárquicas</b>	<b>Código</b>
Muito Fraca	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
Muito Fraca	Latossolo Vermelho Escuro	1
Forte	Cambissolo	4
Muito Forte	Gleissolo Pouco Húmico	5
Muito Forte	Neossolo Quartzarênico	5

Fonte: Adaptado de ROSS (2005).

As informações para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra foram extraídas por meio da classificação supervisionada de imagens do satélite Landsat 8 – OLI utilizando o software Spring, versão 5.3. Foram definidas 8 classes de interesse: Cerrado, Cerrado em Regeneração, Floresta Estacional Decidual, Silvicultura, Agricultura, Afloramento Rochoso, Solo exposto e

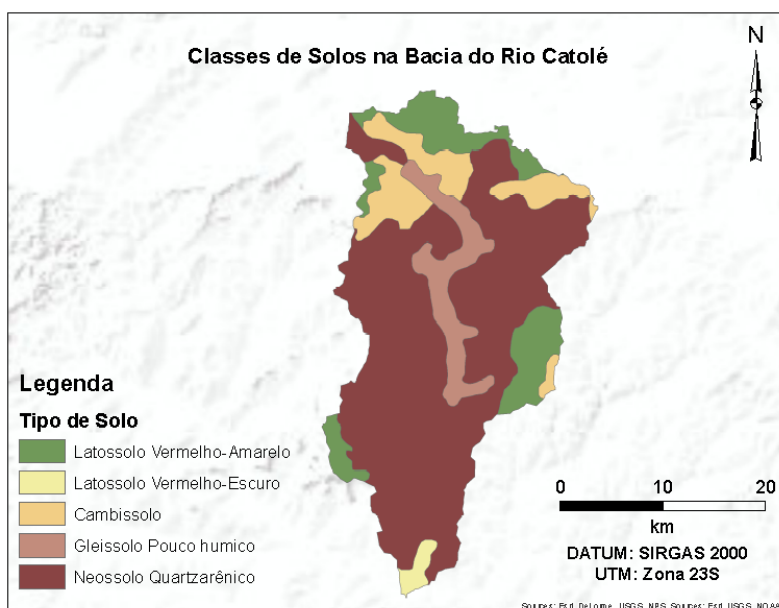
Água e sombra. Na sequência definiu-se a fragilidade de cada classe de uso e cobertura, como: Muito forte para solo exposto e afloramento rochoso, média para agricultura, fraca para Cerrado em regeneração e muito fraca para Cerrado, Floresta Estacional Decidual (Mata seca), Silvicultura e água e sombra. A álgebra dos mapas foi realizada por meio da ferramenta *Weighted Overlay*, a qual possibilitou realizar o cruzamento dos mapas base de maneira ponderada e resultou no mapa de fragilidade ambiental da bacia do rio Catolé.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Em trabalhos de fragilidade ambiental a declividade é uma das principais variáveis, pois os processos erosivos hídricos podem ser potencializados a partir do grau de inclinação da superfície do terreno quando associado a outros fatores. A partir do processamento do MDE foi possível identificar as áreas de abrangência de cada classe, sendo a classe mais expressiva de 0 a 6%, representada por 75,68 % (539,24 km<sup>2</sup>) da área, classificada como fragilidade muito baixa, seguida da classe fraca com 20,01% (142,62 km<sup>2</sup>). As demais classes de fragilidade, com declividade do solo acima de 12%, média, forte e muito forte apresentaram 2,44, 1,22 e 0,65% respectivamente.



**FIGURA 2 – Mapa da declividade do relevo na bacia do rio Catolé – MG.**

Com relação aos solos ocorrentes na bacia (FIGURA 3), destaca-se a grande presença do Neossolo Quartzarênico cobrindo 66% da área, sendo este tipo de solo caracterizado por alta susceptibilidade a erosão e baixa retenção de água e nutrientes. O Latossolo Vermelho-Amarelo, caracterizado por apresentar horizontes profundos, boa drenagem e baixa fragilidade representam 13,47% do território, seguido pelo Cambissolo, Gleissolo Pouco Húmico e Latossolo Vermelho-Escuro com 10,81, 8,0 e 1,32% respectivamente. A bacia apresentou três graus de fragilidade para as unidades de solo. Os solos Neossolo Quartzarênico e Gleissolo Pouco Húmico apresentaram fragilidade muito forte, representando 74% da área, seguidos pelo Cambissolo com fragilidade forte e o Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro com fragilidade muito fraca, representando apenas 14,79% da área da bacia.



**FIGURA 3** – Mapa do recorte do mapa de Solos na bacia do rio Catolé – MG

Compete ao uso e cobertura do solo papel importante no estudo da fragilidade ambiental, pois cada tipo de uso vai representar a capacidade de proteção do solo. A diversidade de tipos de uso da terra, interpretadas em imagens aéreas ou levantamentos de campo, permitem estabelecer diferentes graus de fragilidade do ambiente, de acordo com o grau de proteção oferecido pela cobertura aos solos (ROSS, 1994). A criação do mapa de uso e cobertura do solo (FIGURA 4) resultou em 8 classes, sendo predominantes as áreas cobertas por Cerrado e Cerrado em regeneração com 45,89 e 38,46% da área respectivamente. Vale ressaltar as classes de agricultura e solo exposto, as quais representam 6,19 e 7,15% da área e possuem fragilidade considerada de média a muito forte (TABELA 2).



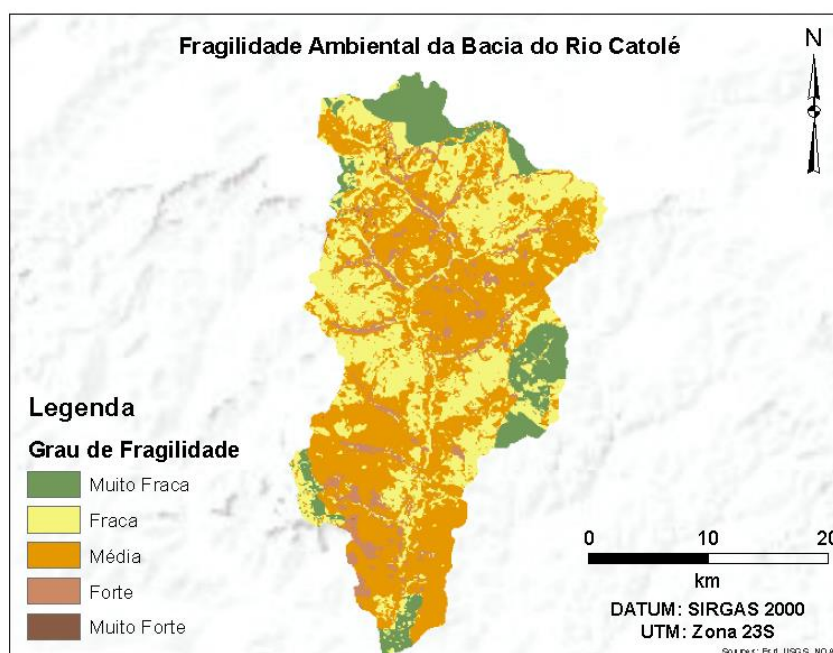
**FIGURA 4** – Uso e Cobertura do Solo na bacia do rio Catolé–MG.

**TABELA 2** – Uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do rio Catolé.

Uso da Terra	Fragilidade	Área	
		Km <sup>2</sup>	%
<b>Afloramento Rochoso</b>	Muito Forte	2.94	0,42
<b>Agricultura</b>	Média	43.76	6,19
<b>Água e Sombra</b>	Muito Fraca	2.78	0,39
<b>Cerrado</b>	Muito Fraca	324.61	45,89
<b>Cerrado em Regeneração</b>	Muito Fraca	272.1	38,46
<b>Silvicultura</b>	Muito Fraca	4.96	0,70
<b>Floresta Estacional Decidual</b>	Muito Fraca	5.68	0,80
<b>Solo Exposto</b>	Muito Forte	50.57	7,15

Fonte: Adaptado de ROSS (2005).

Caracterizadas as fragilidades de cada plano de informação foi possível determinar a fragilidade ambiental da bacia do rio Catolé (FIGURA 5) a partir da relação entre as informações de declividade, unidades de solos e uso e cobertura do solo, obtidas por meio de ferramentas de geoprocessamento. A bacia do rio Catolé apresentou predominância da classe de fragilidade Média com 47,85%, seguida classe Fraca com 34,86%. As classes de fragilidade Muito Fraca, Forte e Muito Forte corresponderam a 10,96, 6,24 e 0,09% (TABELA 3).



**FIGURA 5** – Fragilidade Ambiental da bacia do rio Catolé – MG.

A declividade predominante na superfície da bacia não representa fragilidade, mas o Neossolo Quartzarênico, predominante na maior parte da bacia tem potencial de alta fragilidade, o que não foi identificado na fragilidade geral devido à cobertura vegetal, que diminui os riscos de erosão do solo. Contudo, o desmatamento para uso agrícola ou a permanência do solo exposto, podem alterar consideravelmente o resultado geral da fragilidade.

**TABELA 3** – Classes de Fragilidade identificadas na bacia do rio Catolé.

<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Muito Fraca	76.98	10.96%
Fraca	244.87	34.86%
Média	336.17	47.85%
Forte	43.84	6.24%
Muito Forte	0.61	0.09%

Fonte: Adaptado de ROSS (2005).

Em estudo semelhante realizado na bacia do rio Guandu – RJ, JUNIOR et al. (2014) observou a predominância das classes de fragilidade Média e Fraca com 58,29 e 37,65% da área total da bacia, sendo estas classes principalmente influenciadas pela declividade e tipo de vegetação presente na área. Já CESSA & SOARES (2013) ao avaliarem a fragilidade ambiental do município de Santa Terezinha – MT obtiveram resultados entre as classes de fragilidade média e forte, fato que foi justificado pelo tipo de uso do solo, sendo principalmente a presença de pastagens implantadas ou naturais com pouca produção de biomassa e baixa atenção quanto aos aspectos de conservação de solo e água. Outro fator destacado foi à presença de 5,73% da área do município apresentar declividades superiores a 20% e estarem contribuindo diretamente para o maior peso nos níveis de fragilidade. GOMES et al. (2015) ao avaliar a fragilidade da bacia hidrográfica do Córrego da Moeda, Três Lagoas – MS, utilizando como variáveis: a geologia, os tipos de solos, a declividade e o uso e cobertura da terra, obteve a fragilidade predominante como Fraca (66,5%), sendo esta classe influenciada pela presença do Latossolo vermelho-amarelo, o qual apresenta baixa fragilidade e pela baixa declividade presente em quase toda área da bacia. Os resultados do presente trabalho demonstram que a área da bacia do rio Catolé, apesar de apresentar fragilidade geral média e fraca influenciada pela pequena declividade e vegetação nativa preservada e em regeneração que protege o solo, tem fragilidade potencial de média a forte devido ao predomínio de solo susceptível a erosão. Assim, as ações antrópicas de uso e ocupação do solo devem ser realizadas implementando-se ações de conservação do solo. Vale ressaltar que os riscos de degradação da bacia do Catolé são agravados pelos seus reflexos na manutenção do equilíbrio ecológico nas bacias dos rios Pandeiros e São Francisco.

**CONCLUSÕES:** Em relação à declividade da superfície da bacia houve predomínio de fragilidade muito baixo, em relação aos tipos de solo presentes na área da bacia houve predomínio de fragilidade muito forte e em relação ao uso e cobertura do solo houve predomínio de fragilidade muito fraca. Assim, no geral, as classes de fragilidades predominantes foram média e fraca, influenciadas principalmente pela cobertura vegetal na bacia que protege o solo muito susceptível a erosão.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a FAPEMIG pela concessão das bolsas de iniciação científica, e ao IFNMG/Januária pelo apoio a pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

AMARAL, R.; ROSS, J.L.S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade

Ambiental do Parque Estadual do morro do Diabo e Entorno, Teodoro Sampaio – SP. GEOUSP, n.26, p.59- 78, 2009.

CESSA, R. M. A.; SOARES, M. H.; Potencial de fragilidade ambiental no município de Santa Terezinha-MT identificado pela caracterização de áreas naturais e Antropizadas. Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais. – Vol. 5, n.3 (dez. 2013) Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2013.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. de P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.1, p.175–181: Campina Grande, PB, 2005.

GOMES, W. M.; MEDEIROS, R. B.; PINTO, A. L. Análise da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Moeda, Três Lagos/MS. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 5, 2015, pp. 48-63

JUNIOR, V. S. Q.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I. R. R.; BARCELOS, A. A. Uso de Geotecnologias na Caracterização da Fragilidade Ambiental da Bacia da UHE Foz do Rio Claro (GO). GEOFOCUS, Nº 15, p. 193-212. ISSN: 1578-5157. 2014

JUNIOR, V. J. S.; MOREIRA, A. A.; SILVA FILHO, L. C. P. Uso de Geotecnologias para Mapeamento da Mancha de Inundação da Cidade de Lajeado/Rs. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV Expositiva, 2014, Gramado-RS. Trabalhos Apresentados: Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2014. p. 1-11.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: Revista do departamento de geografia, nº 8. FFLCH. USP. São Paulo. 1994.

ROSS, J. L. S.; LUCHIARI, A.; CAMPOS, K. C.; MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203- 2210.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977

UFV - CETEC - UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 27 de out. de 2011.