

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL
COMO INSTRUMENTO PARA
PLANEJAMENTO TERRITORIAL: ESTUDO DE
CASO NA BACIA DO RIO COXIM, SÃO
GABRIEL DO OESTE, MS, BRASIL**

**ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY
AS A TOOL FOR TERRITORIAL PLANNING: A
CASE STUDY IN RIO COXIM HEADWATERS
BASIN, SÃO GABRIEL DO OESTE, MS,
BRAZIL**

Ciomara de Souza MIRANDA¹, Camila Leonardo
MIOTO¹, Ana Paula Garcia OLIVEIRA¹, Giancarlo
LASTORIA², Sandra Garcia GABAS², Antonio
Conceição PARANHOS FILHO²

RESUMO: Instrumentos de planejamento territorial são fundamentais para o desenvolvimento sustentável de uma região, incluindo nesta situação o mapeamento das áreas mais ou menos suscetíveis à ação natural e/ou antrópica. Assim, este trabalho visa aplicar a metodologia proposta por Crepani et al. (2001) para avaliar a fragilidade natural e ambiental da Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim, localizada no Município de São Gabriel do Oeste, MS, área de extrema importância para a atividade agrícola estadual. Constatou-se que 91% da área da sub-

bacia apresenta fragilidade ambiental alta, 6% fragilidade ambiental média, 0,2% baixa e 3% fragilidade muito alta. O emprego das geotecnologias possibilitou o mapeamento da fragilidade natural e ambiental da área de estudo, auxiliando na identificação dos pontos mais suscetíveis a processos erosivos.

PALAVRA-CHAVE: Geotecnologias. Sensoriamento remoto. Morfogênese.

ABSTRACT: *Territorial planning tools are essential to the sustainable development of a region, including in this situation the mapping of areas more or less susceptible to natural and/or anthropic actions. This work aims to apply the methodology proposed by Crepani et al. (2001) to assess the natural and environmental fragility of the Sub-Basin of Coxim River Headwaters, located in the municipality of Sao Gabriel do Oeste, MS, area of extreme importance to the state agricultural activities. It was observed that 91% of the area of the sub-basin has high environmental fragility, 6% average environmental fragility, 0.2% and 3% very low high brittleness. The use of geotechnology enabled the mapping of natural and environmental*

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereços eletrônicos: ciomara.miranda@gmail.com; ea.mioto@gmail.com; apg.bio@gmail.com

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereços eletrônicos: ciomara.miranda@gmail.com; ea.mioto@gmail.com; apg.bio@gmail.com

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereços eletrônicos: ciomara.miranda@gmail.com; ea.mioto@gmail.com; apg.bio@gmail.com

² Professores - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Universitário, S/Nº, Caixa Postal, 549; 79070-900; Campo Grande; MS; Brasil. Endereços eletrônicos: g.lastoria@ufms.br; sandra.gabas@ufms.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

² Professores - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Universitário, S/Nº, Caixa Postal, 549; 79070-900; Campo Grande; MS; Brasil. Endereços eletrônicos: g.lastoria@ufms.br; sandra.gabas@ufms.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

² Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais - Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereços eletrônicos: ciomara.miranda@gmail.com; ea.mioto@gmail.com; apg.bio@gmail.com

Professores - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campus Universitário, S/Nº, Caixa Postal, 549; 79070-900; Campo Grande; MS; Brasil. Endereços eletrônicos: g.lastoria@ufms.br; sandra.gabas@ufms.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

fragility of the study area, helping to identify the most likely points to erosion.

KEYWORDS: *Geotechnologies. Remote sensing. Morphogenesis.*

INTRODUÇÃO

A carta de fragilidade ambiental é um documento cartográfico de síntese que resulta da análise integrada do relevo-solo e dos graus de proteção conferidos pelo uso da terra-vegetação (Nakashima, 2001). O presente trabalho tem como premissa analisar a fragilidade natural e ambiental como subsídio ao ordenamento territorial da Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim, São Gabriel do Oeste – MS. A escolha da área é por ser uma região de relevância social, econômica e ambiental já que abriga o assentamento Campanário e parte da malha urbana do município e também por ser caracterizada pela intensa atividade agrícola.

O estudo baseia-se na identificação das áreas que predominam processos morfogenéticos, os quais podem ser intensificados pela atividade antrópica e traduzido na forma de erosão. As consequências dos processos erosivos são a perda da capacidade produtiva dos solos agrícolas (maiores gastos com fertilizantes, agrotóxicos, crédito rural, entre outros), desmoraamentos, descapitalização dos agricultores e êxodo rural (BALIEIRO e TAVARES, 2008). Têm-se também alterações nos sistemas hídricos, como esgotamento dos mananciais, assoreamento de rios, açudes e represas, sendo tais danos em alguns casos irreversíveis (PAGOTTO et al., 2006).

Considerando estes aspectos e sendo a economia da área baseada principalmente na produção de cereais e a suinocultura, é de suma importância o planejamento físico territorial, não

apenas no enfoque socioeconômico, mas também no ambiental.

Na realização deste estudo são empregadas as metodologias de Crepani et al. (2001) e Grigio (2003). Tais modelos de análise da fragilidade ambiental, também denominada de vulnerabilidade ambiental pelos autores, partem do mesmo princípio das Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977), para delimitar áreas no contexto de suscetibilidade ambiental.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo geral elaborar subsídios às diretrizes básicas de ação ambiental sustentável, fundamentando-se nas análises da fragilidade ambiental que levam em consideração as características naturais do meio físico (geologia, geomorfologia e solo) e a interferência antrópica, fomentando, assim, o ordenamento territorial na ótica ambiental. Para este alcance serão utilizadas as geotecnologias na integração das informações mencionadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

As informações referentes ao meio físico da Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim são oriundas do “Zoneamento Agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS, Referencial para o Planejamento, Gestão e Monitoramento Territorial” (ZEE, 2003), realizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e parceiros. Essas informações foram cedidas cordialmente pela Prefeitura Municipal de São Gabriel do Oeste.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a Sub-Bacia do Rio Coxim (Figura 1), em São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul, localizada próxima a duas rodovias: a BR 163 que a atravessa do sul ao norte

da Sub-Bacia na porção oeste e a MS 430. Essa região caracteriza-se por ser uma das regiões mais submetidas à expansão agrícola do estado, além de abrigar o Assentamento Rural Campanário, o qual possui aproximadamente 130 famílias (MIRANDA et al., 2015).

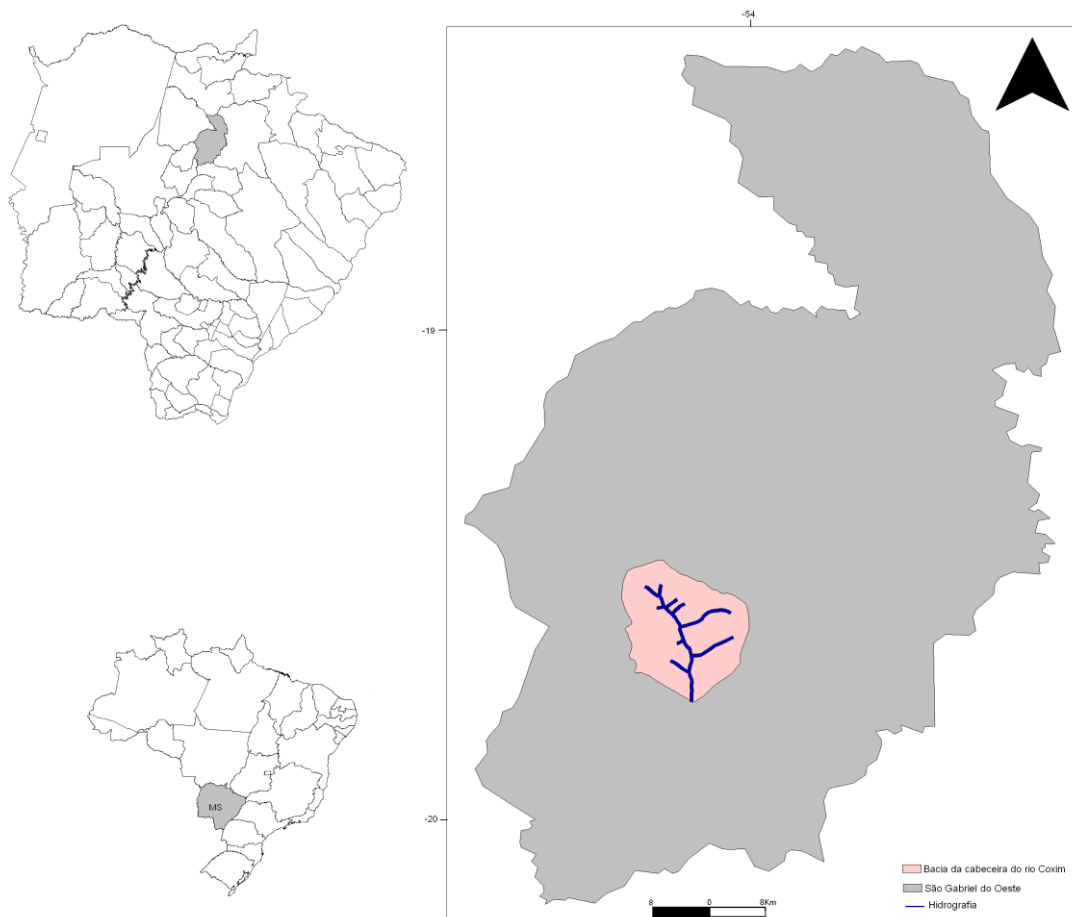


Figura 1: Localização geográfica da Bacia da Cabeceira do Rio Coxim. Fonte: Miranda et al. (2015).

Figure 1: Geographical location of the Basin of Coxim Headwaters River. Source: Miranda et al. (2015).

Hidrografia

O Município de São Gabriel do Oeste está inserido na Bacia do Rio Taquari. Este rio nasce em cotas de 860 m, percorrendo 40 km no Estado do Mato Grosso antes de chegar ao Estado do

Mato Grosso do Sul. A rede hidrográfica desta bacia é formada pelo Rio Taquari (principal) e seus tributários: Formoso, Piquiri, Coxim, Itiquira, Jauru, Rio Verde, Taquari Mirim e Ribeirão Camapuã, com área de drenagem de 77.040 km². A bacia superior do Rio Taquari possui 27.040 km², apresentando alto risco de erosão potencial (ZEE,

2003). A sub-bacia é drenada pelo Córrego da Cabeceira do Rio Coxim e tem aproximadamente 15 km de comprimento, sendo um tributário de segunda ordem.

Solos

O solo é a camada da superfície terrestre que sofreu intemperização por agentes físicos, químicos e biológicos, responsável por servir de suporte ao meio biótico. Segundo Crepani et al. (2001) o tipo de solo é determinado pelas interações entre processos e materiais. Os fatores principais na formação do solo são: material de origem (rocha *in situ* ou fragmentos transportados), clima, vegetação, declividade e tempo.

O solo presente na área de estudo é classificado em Latossolo Vermelho Distrófico, com textura argilosa e muito-argilosa. No entorno da rede de drenagem apresentam-se os Gleissolos Háplicos em área de várzeas, sendo mal drenado e de coloração acinzentada (ZEE, 2003).

Geologia

A Sub-Bacia está inserida na unidade geomorfológica denominada de Chapadão, distinta por níveis concrecionários lateríticos e relevo plano. Observa-se a distinção da cobertura detrito-laterítica (distinguida pelos sedimentos areno-siltosos e conglomeráticos, cones de dejeção coalescentes, aluviões e eluviões – TQd). A cobertura Paleógeno diferencia-se através das argilas de cores variegadas, concreções limônicas, lateritos ferruginosos (Tdl1) e as de

cobertura Néogeno, que origina os solos argilo-arenosos com concreções ferruginosas e blocos de laterita (Tdl2). Próximos à drenagem, encontram-se os aluviões holocênicos formados por areia fina a média (Ha) (ZEE, 2003).

Geomorfologia

A área de estudo está inserida na região morfoestrutural Chapadão de São Gabriel do Oeste, situado entre cotas de 640 a 750 m. É constituído por extensa superfície pediplanada de caráter residual, testemunho de antiga superfície de erosão/sedimentação, localmente contornado por escarpas e desníveis, relevos dissecados e residuais das Furnas. Próximo à drenagem observam-se as Várzeas Fluviais (VF) que são vertentes de vales fluviais, retílineas ou tabulares e convexo-côncavas nos “complexos de rampas” do Rio Coxim, Córrego Brejão, Baixadão, esculpido nos depósitos de coberturas detríticas terciário-quadernárias (TQd) (ZEE, 2003).

Segundo Crepani (2001) para estabelecer os valores da escala de vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural com relação à geomorfologia, são analisados os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecção do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade.

Aquisição e Processamento da Imagem de Satélite

Para o presente trabalho utilizou-se imagem do satélite IRS, sensor LISS-3 (*Linear Imaging Self-Scanner*) disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), devido suas características de resolução espacial

de 23,5 m para todos os canais espectrais a faixas imageadas de 141 km e por este sensor fornecer informações relacionadas a vegetação, caracterização de culturas e espécies vegetais. A imagem utilizada é datada de 01/09/2010 (INPE, 2010).

Para o processo de obtenção da cobertura do solo a imagem foi classificada de forma automática supervisionada, empregando-se o algoritmo *Maximum Likelihood* no software Geomatica Focus (PCI, 2003). As áreas de treinamento foram obtidas por meio de visitas de campo, baseando-se nas classes propostas por Paranhos Filho (2000).

De acordo Paranhos Filho et al. (2008) a classificação tem a função de redividir a imagem em classes baseadas nas respostas espectrais selecionadas e fornecidas ao sistema pelo usuário. O método estatístico de máxima verossimilhança é utilizado para classificar cada pixel da imagem de acordo com sua máxima semelhança com alguma das classes de respostas espectrais pré-definidas.

Modelo Fragilidade Natural

A metodologia é baseada na proposta de Crepani et al. (2001). Foram analisados os temas de geologia, geomorfologia e solos da área e em seguida atribuídos valores numéricos para cada classe, de modo a identificar situações de predomínio da pedogênese (representados por valores próximos a 1,0) e situações com predomínio da morfogênese (valores próximos a 3,0).

Para encontrar o grau de fragilidade foram atribuídos pesos com intervalo de 0,5 na escala de

1,0 a 3,0 como proposto por Crepani et al. (2001) e, em seguida, realizada a média aritmética.

Modelo de Fragilidade Ambiental

Segundo Grigio (2003) o estudo de fragilidade considera as características intrínsecas da região, levando em conta o uso e ocupação do solo. A fragilidade ambiental tem por objetivo indicar áreas de maior ou menor susceptibilidade a um impacto potencial provocado por atividade antrópica.

Na elaboração da carta de fragilidade ambiental, para que retratasse de maneira autêntica o constatado em campo, realizaram-se vários testes de cruzamento aplicando ou não o método de ponderação de fatores, pois estes permitem a possibilidade de compensação entre os fatores através de um conjunto de pesos que indicam a relevância de cada fator (GRIGIO, 2003).

Os testes basearam-se em cruzamentos entre a fragilidade natural e o uso e ocupação do solo, com pesos diferentes, sendo também examinada a ponderação entre a geomorfologia, uso e ocupação do solo e os demais temas. Para a validação da metodologia foi realizado trabalho de campo com o objetivo de verificação das áreas de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do processamento digital da imagem do ano de 2010, verificou-se que na Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim há predominância da atividade agrícola, principalmente o cultivo de soja e sorgo. Verificou-se também que 82 hectares da malha urbana do Município de São Gabriel do

Oeste estão presentes na sub-bacia. Constatou-se uma área de queimada, que em campo encontrava-se com o cultivo de soja.

Foram mapeadas sete unidades, sendo suas respectivas área e porcentagem com relação à Sub-Bacia apresentadas na Tabela 1

Tabela 1: Unidades Mapeadas.
 Table 1: Mapped Units.

Unidades	Área (ha)	%
Cerrado	656,37	4,20
Urbano	81,81	0,52
Lavoura	14281,62	91,30
Corp.agua	16,39	0,10
Eucalipto	59,74	0,38
Mata	511,70	3,27
Queimada	34,42	0,22
Total	15642,04	100

A Figura 2 apresenta as diferentes formas de uso e ocupação na Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim.

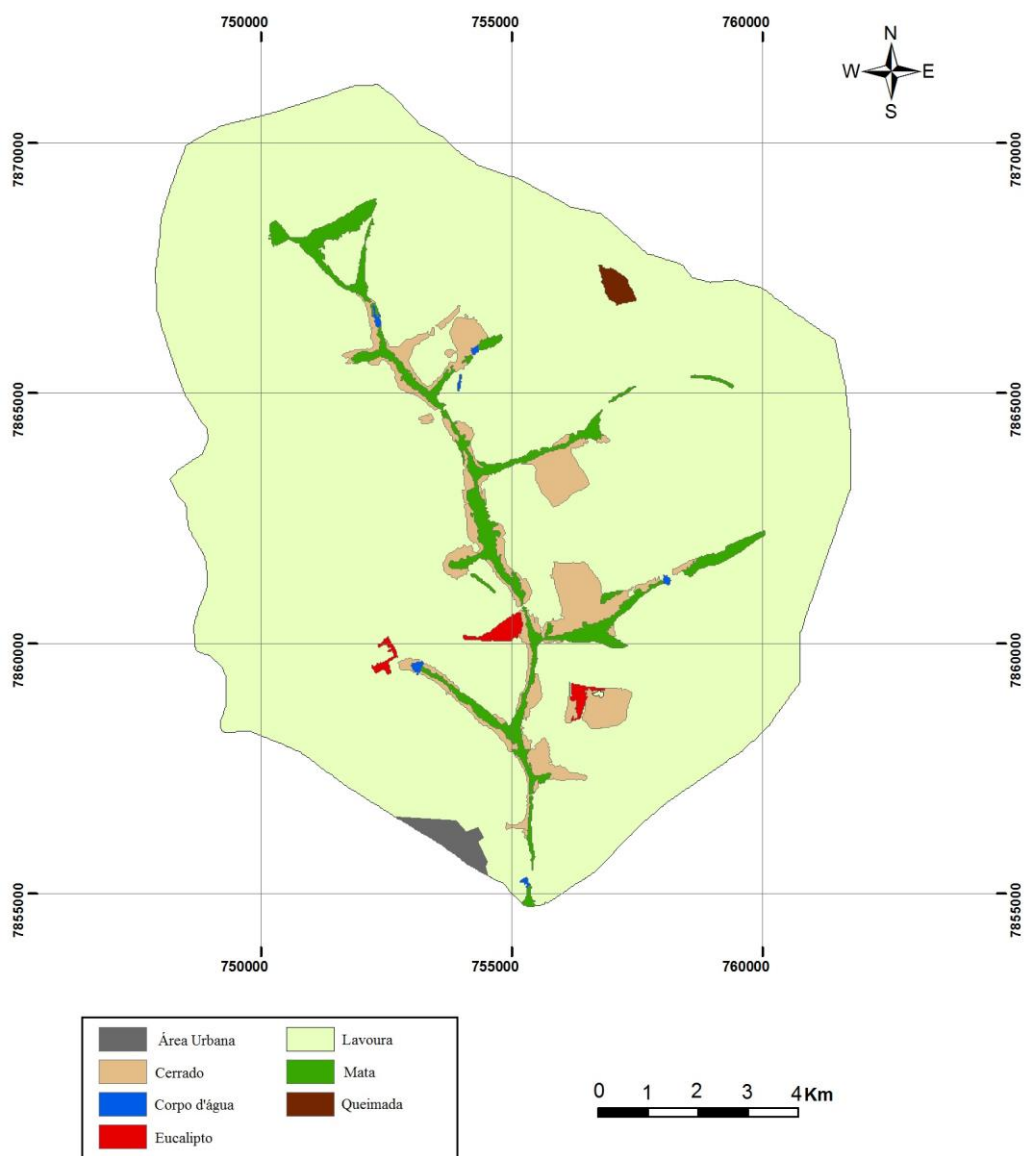


Figura 2: Mapeamento do Uso e Ocupação.
 Figure 2: Use and Occupation Mapping.

O resultado do mapeamento da fragilidade natural (Figura 3) aponta que a área de várzea apresenta um elevado grau de fragilidade natural, o que tecnicamente reafirma a importância em manter a vegetação nativa nas áreas de

preservação permanente (APP), o que está disposto legalmente no Código Florestal.

Os percentuais para cada classe de fragilidade natural são: 6,53% como alto; 67,93% como médio e 25,54% como baixo.

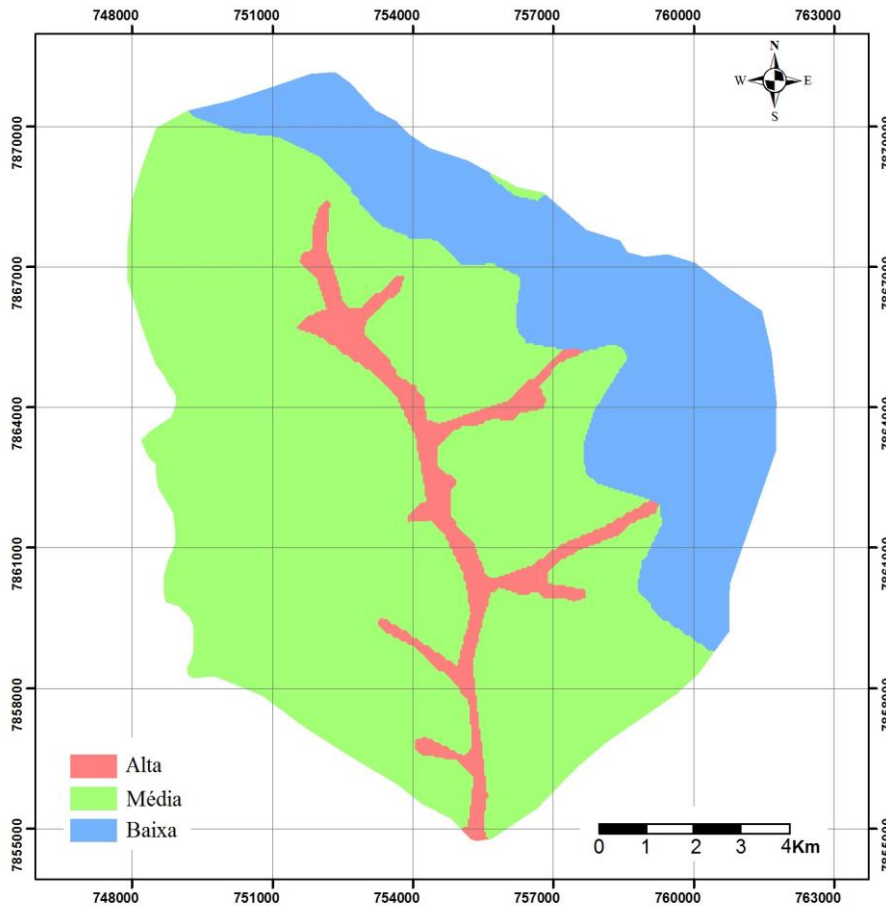


Figura 3: Mapeamento de Fragilidade Natural.

Figure 3: Natural Fragility mapping.

A fragilidade ambiental da Sub-Bacia é demonstrada na Figura 4. Os percentuais de cada grau de fragilidade encontrada para a área de estudo são: 91,33% como alta; 5,81% como média; 0,19% como baixa e 2,67% como muito baixa.

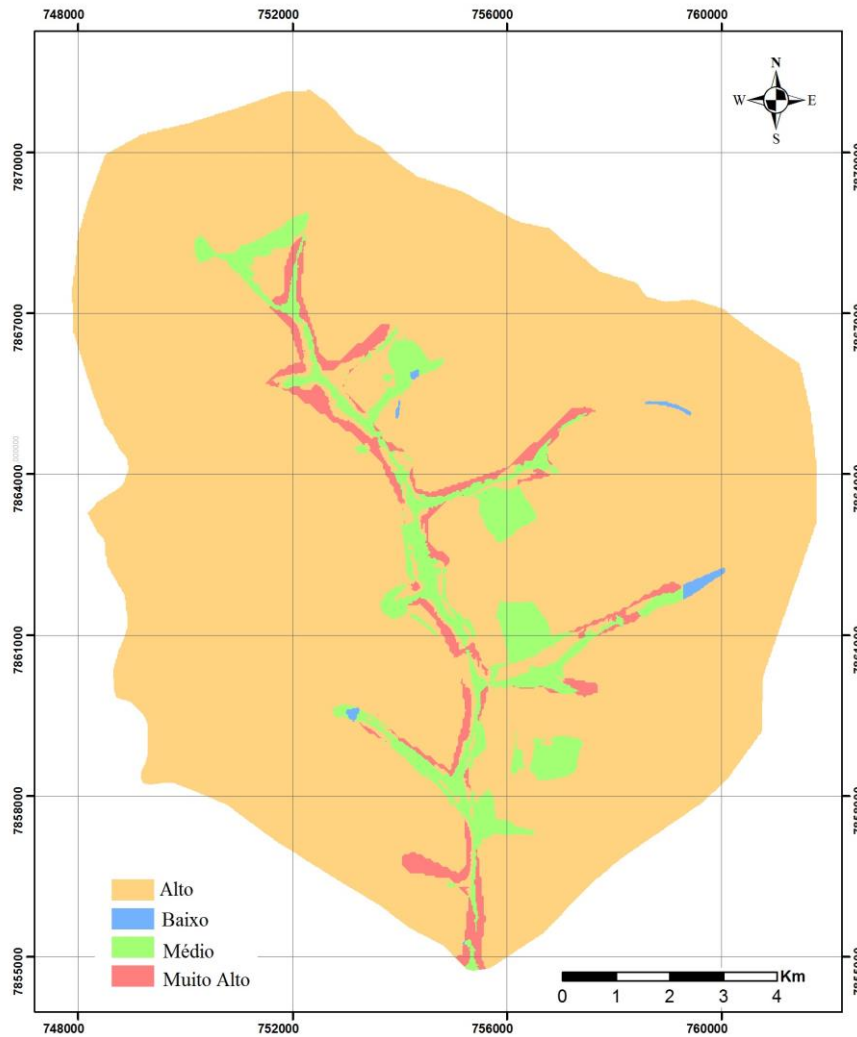


Figura 4: Mapeamento da Fragilidade Ambiental.

Figure 4: Environmental Fragility Mapping.

A área de estudo encontra-se 91% enquadrada em fragilidade ambiental alta devido à presença de áreas destinadas à lavoura, embora em campo não se verificou, de maneira representativa, danos ambientais nestas áreas. Este fato pode ser explicado devido a estas áreas apresentarem ações de conservação do solo como terraceamento, curvas de níveis e o próprio plantio direto.

A classe de média fragilidade ambiental localiza-se em áreas de matas e cerrado, apontando para o que Crepane et al. (2001) afirmam sobre a densidade de cobertura vegetal

ser uma unidade de paisagem natural de proteção contra os processos morfogenéticos, que se traduzem na forma de erosão, verificado na realidade de campo.

As áreas de alta fragilidade ambiental são as que já se apresentavam como alta fragilidade natural e são ocupadas pela malha urbana e lavoura temporária. São caracterizadas pelo vale fluvial ocupado pela atividade agrícola, sendo estas as áreas que devem receber restrições no uso e ocupação para garantir o desenvolvimento sustentável na região.

AGRADECIMENTOS**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o auxílio das geotecnologias pode-se avaliar vários níveis de informações para compreensão da fragilidade natural e ambiental, levando-se em consideração a relação entre morfogênese, pedogênese e o uso e ocupação do solo. O estudo é um instrumento norteador para o ordenamento territorial que leva em consideração a sustentabilidade ambiental.

A fragilidade ambiental da Sub-Bacia da Cabeceira do Rio Coxim está distribuída da seguinte maneira: 91% é classificada em alta fragilidade, 6% em média, 0,2% em baixa e 3% em muito alta. Embora estes valores traduzam a susceptibilidade a um impacto potencial provocado por atividade antrópica o que pode ser observado é que as técnicas de plantio e conservação do solo são ações que amortecem o impacto causado pelo uso e ocupação em áreas naturalmente sensíveis.

A proposta central do trabalho foi alcançada integralmente, pois obteve a análise da fragilidade ambiental como subsídio para as tomadas de decisões nas políticas públicas da Sub-Bacia, apontando as áreas que devem receber maior atenção na adoção de manejos compatíveis com os limites de resistência dos ambientes conforme suas sistemáticas.

Em áreas de vale fluvial, constatou-se um elevado grau de fragilidade ambiental. Por isso é de suma importância a conservação das áreas de preservação permanente. O estudo deixa explícita a importância de manter ações conservacionistas na atividade agrícola presente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa à Ciomara de Souza Miranda e Camila Leonardo Miotto e ao CNPq pela Bolsa Pq de ACPF (processo 305300/2012- 1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALIEIRO, F. C.; TAVARES, S. R. L. **Recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

CREPANI, E. M.; MEDEIROS, J. S. de.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001. (INPE-8454-RPQ/72). 124p.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera.** Natal – RN. 2003. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN. 230 f. 2003.

MIRANDA, C. S.; MIOTTO, C. L.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; PARANHOS FILHO, A. C. Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) na Modelagem da Vulnerabilidade de Aquífero Livre: Comparação entre os Métodos GOS e Ekv na Bacia do Rio Coxim, São Gabriel do Oeste, MS, Brasil. **Revista Geociências**, v. 34, n. 2, p. 312-322. 2015.

MOREIRA, M. L. O. **Estudos geológicos do Município de São Gabriel do Oeste - MS.** Goiânia. Relatório interno Embrapa / IBGE. Digitado. 1997. 20 p.

NAKASHIMA, M. S. R. Carta de fragilidade ambiental da bacia do rio Keller, Estado do Paraná: subsídio ao estudo dos processos erosivos. **Acta Scientiarum Maringá**, v. 23, n. 6, p. 1547-1560. 2001.

PAGOTTO, T. C. S.; CAMILOTTI, D. C.; LONGO, J. M.; SOUZA, P. R. Bioma Cerrado. In: Pagotto, T. C. S. e Souza, P. R. (org.). **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú**: subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. Campo Grande – MS: Editora UFMS, p.18–30. 2006.

PARANHOS FILHO, A. C. **Análise geo-ambiental multitemporal**: o estudo de caso da região de Coxim e da bacia do Taquarizinho (MS – Brasil). Tese (Doutorado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 204 p. 2000.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G. **Sensoriamento remoto**

ambiental aplicado: introdução às geotecnologias. Campo Grande: Editora UFMS, 2008. 198 p.

PCI GEOMATICS. **Geomatica version 9.1**. Ontário, 2003. CD-ROM.

RESOURCE 1/LISS 3. **Imagem de Satélite**. Canais 1, 2, 3, 4. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Geração de Imagens (DGI) Cachoeira Paulista. Órbita 323 Ponto 91 de 01/09/2010. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 5 Julho 2011.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977. 91p.

Assis, Déa Souza. et al. **ZEE Zoneamento Agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS**: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. IBGE, 2003.