



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

MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MATILDE CUÊ, MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

MAPPING OF THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY IN THE DRAINAGE BASIN OF MATILDE CUÊ STREAM, IN MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ STATE

(Recebido em 30.09.2014; Aceito em: 15.11.2014)

Maicol Rafael Bade

Mestre em Geografia

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil

E-mail: maicolbade@yahoo.com.br

Anderson Sandro da Rocha

Doutorando em Geografia

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, PR, Brasil

E-mail: andersonsdr@gmail.com

José Edézio da Cunha

Prof. Dr. do Departamento de Geografia

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil

E-mail: edeziocunha@hotmail.com

RESUMO

Estudos para verificar a fragilidade ambiental e o uso e ocupação dos solos têm sido indicados como necessários para a compreensão do meio ambiente. Visando contribuir com esta temática, esta pesquisa tem a finalidade de mapear e analisar a fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon-PR. A distribuição das classes de uso do solo com estreitas relações com as condições geoecológicas da área pode ser justificada pelas ocupações urbanas dos setores do topo e pela presença das pastagens dos fundos de vale. A carta de fragilidade ambiental, fundamentada na metodologia de Ross (1994, 1996), evidenciou que os setores de menor fragilidade encontram-se nas médias-altas e altas vertentes com baixo grau de declividade e solos desenvolvidos (Latosolos e Nitossolos), considerados mais resistentes ao desenvolvimento e

evolução de processos erosivos. Já os setores de média e baixa vertente com maior declividade e presença de solos rasos (Neossolos) são classificados de fragilidade forte.

Palavras-chave: Fragilidade ambiental, Uso e ocupação, Expansão urbana desordenada.

ABSTRACT

Studies to verify the environmental fragility and the use and occupation of soils have been indicated as mandatory for understanding the environment. In order to contribute to this issue, this research has the objective of mapping and analyzing the environmental fragility of the Watershed of Matilde Cuê Stream, in Marechal Cândido Rondon, Paraná State. The distribution of soil use classes with close relations to the geo-ecological conditions of the area may be justified by the urban occupations of the top urban sectors, and by the presence of pastures in the valley bottom area. The environmental fragility map, based on the methodology of Ross (1994, 1996), has shown that the sectors of reduced fragility are found in the medium-high and high slopes with low degree of declivity and developed soils (Oxisols and Nitosols), considered more resistant to the development and evolution of erosion processes. On the other hand, the medium and low slopes sectors with higher declivity and presence of flat soils (neossols) are classified as strong fragility.

Keywords: Environmental fragility, Use and occupation, Disordered urban expansion.

INTRODUÇÃO

Pesquisas envolvendo a temática sobre o estudo da fragilidade ambiental e do uso e ocupação das terras, em especial na escala da bacia hidrográfica, vêm se tornando, nas últimas décadas, cada vez mais frequentes e indispensáveis, principalmente quando a pesquisa visa subsidiar estudos referentes à (re)adequação tanto do uso incorreto e desordenado do solo urbano, quanto de sua utilização pelas atividades agrícolas. Essa realidade é verdadeira porque são esses estudos que têm possibilitado compreender a atual configuração espacial das terras, relacionando as potencialidades e as fragilidades de cada ambiente ao adequado planejamento do uso e da ocupação dos solos.

Para Sebusiani (2011), o pleno conhecimento dos espaços de uma dada região torna-se um referencial indispensável para o manejo voltado tanto para a exploração quanto para a conservação dos recursos naturais, e que determinam a

qualidade de vida da comunidade. O mapeamento das informações é um recurso muito utilizado e torna mais evidentes as formas de uso e de ocupação dos espaços: “A visualização dos fatos no espaço melhora a compreensão das interações existentes e aponta as ações necessárias” (SEBUSIANI, 2011, p. 256).

Guerra e Cunha (1996, p. 89), ao discutirem sobre a questão da ocupação desordenada relatam que:

[...] a degradação decorrente das modificações ambientais, induzidas pelo homem, no processo de utilização dos recursos naturais, são inúmeras e estão relacionadas, principalmente, com ocupação de áreas inadequadas para urbanização, desmatamento indiscriminado, mineração, extração de saibro, abertura de estradas, aplicação de agroquímicos e utilização de terras sem aptidão para atividades agrícolas e/ou o uso de práticas de preparo e manejo de solos e água inadequados às condições edafológicas ambientais, provocando erosão e/ou contaminação dos aquíferos e assoreamento dos rios, canais, lagos, e voçorocamento de cortes de estradas entre outros.

A utilização inadequada e desordenada dos solos pelas atividades humanas vem contribuindo para a aceleração das alterações de ordem ambiental e colocando em risco o equilíbrio entre o homem e a natureza. Estudos realizados, particularmente, na última década mostram que a cidade de Marechal Cândido Rondon passa por um processo de urbanização desordenada, sem o devido planejamento dos órgãos competentes, colocando em pauta a problemática da expansão urbana e, ao mesmo tempo, colocando em risco o equilíbrio e a dinâmica do meio ambiente (PFLUCK, 2002; FERRARI, 2006; FERRARI, 2009). Marechal Cândido Rondon, como grande parte das cidades brasileiras, vêm sofrendo as consequências de uma urbanização desordenada, desprovida de um adequado planejamento: “O desenho urbano, muitas vezes, tem se dado sem levar em conta os impactos que provoca no meio ambiente, contribuindo para o seu desequilíbrio” (FERRARI, 2009, p. 109).

Cabe, contudo, lembrar que a organização e o crescimento urbano são essenciais ao incremento socioeconômico e cultural da sociedade. Entretanto, devido à forma como isso ocorre, tem, ao contrário do que se espera, gerado graves danos ambientais, danos que limitam as atividades socioeconômicas e culturais da sociedade. Derivado do processo de crescimento urbano acelerado e sem planejamento, o impacto gera alterações na paisagem e perda das funções

ecológicas dos sistemas ambientais, interferindo nas atividades e nas funções da própria sociedade (SCHIEL, 2002, p. 39).

A falta de planejamento ambiental que vise o reconhecimento das potencialidades e das fragilidades agrava todos esses problemas, principalmente em áreas de baixa e de média vertente (fundos de vale), pois, como relata Moresco (2007, p. 28):

A falta de planejamento diante da ocupação do meio físico é um fator grave que ocasiona inúmeras consequências. Muitas vezes isso ocorre devido à ausência do conhecimento *in situ*, pois alguns projetos de desenvolvimento, tanto em relação à expansão urbana como as políticas agrícolas, são elaborados apenas em gabinete, ignorando a importância do conhecimento das particularidades do ambiente. Isso compromete o desempenho dos projetos, pois deixa de considerar características relevantes que exprimem as reais condições destes ambientes e que por vezes são fundamentais para a sua manutenção.

Rosa (1990, p. 420) contribui nos apresentando que:

O mapeamento de uso e ocupação do solo em uma dada região tornou-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço, espaço este cada vez maior alterado pelo homem e pelo desenvolvimento tecnológico. Deste modo, existe a atualização constante dos registros de uso e ocupação deste solo, para que suas tendências possam ser analisadas, com o objetivo de fornecer subsídios às ações do planejamento regional, municipal e até setorial.

Cabe mencionar ainda que, os estudos realizados na escala da bacia hidrográfica têm permitido uma análise simultânea de fatores econômicos, sociais e ambientais, ao mesmo tempo em que subsidiam a possibilidade de planejamento e administração do uso correto e ordenado de seus recursos naturais, como solo, água e vegetação (TEODORO, 2007; OLIVEIRA, 2008).

Esse tipo de estudo tem sido indicado porque, ao analisar os diferentes tipos de uso do solo de uma bacia hidrográfica, é possível a elaboração de mapas que identifiquem, numa perspectiva ambiental, áreas urbanas e rurais irregulares quanto ao uso e à ocupação, análise da futura expansão urbana, análise sobre áreas de vulnerabilidade¹ e fragilidade ambiental.

¹ Na ciência geográfica, de acordo com DESCHAMPS (1999 p 8-9): "(...) o termo está diretamente atrelado às probabilidades de ser afetado negativamente por um fenômeno geográfico e/ou climático. Assim, as zonas ou áreas e populações vulneráveis são aquelas que podem ser atingidas por algum evento geográfico, como terremoto, enchente, enxurrada e seca. Por sua estrutura geomorfológica ou por simples localização geográfica, determinadas áreas são mais propensas a experimentar tais eventos, ou seja, são áreas mais vulneráveis".

Assim, é bom dizer que, a partir dessa análise, é possível a elaboração de cartas de fragilidade ambiental que permitem o conhecimento das áreas mais e menos críticas do ponto de vista da fragilidade do potencial natural e emergente, com destaque para a metodologia de Ross (1994), que engloba a problemática da fragilidade ambiental a partir das variáveis geomorfológicas, pedológicas e da cobertura vegetal/uso do solo, sempre com o apoio de SIG como destaca (WIEGAND, 2011).

A metodologia da fragilidade ambiental proposta por Ross (1994) fundamenta-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas, de modo que todos os seus componentes se encontram, de uma forma ou de outra, interligados (CABRAL *et alii.*, 2011). O princípio da funcionalidade intrínseca baseia-se no conceito de *Unidade Ecodinâmica* preconizada por Tricart (1977). Nesse sentido, as trocas de energia e matéria que ocorrem na natureza realizam-se através de relações em equilíbrio dinâmico, e essas relações são frequentemente alteradas pelas intervenções antrópicas, gerando estados de desequilíbrios temporários ou até mesmo permanentes (ROSS, 1994).

Conforme cita Tricart (1976, p. 42), as pesquisas que abarcam este ponto de vista dinâmico mostram-se “[...] indispensável para abordar eficazmente, de maneira interdisciplinar, os problemas de valorização e de ordenação, pois as intervenções humanas que eles implicam modificam necessariamente as dinâmicas naturais”.

Para a obtenção das classes de fragilidade emergente, a metodologia proposta por Ross (1994) divide-se em duas etapas distintas. A primeira fundamenta-se na análise empírica da fragilidade potencial. Nesta etapa são correlacionadas às informações sobre a textura e grupo de solos, índices de declividade e informações climáticas. Para cada uma destas classes, através de uma hierarquização, atribui-se um valor (peso), em cinco classes de fragilidade: 1-muito baixa, 2-baixa, 3-intermediária, 4-alta, 5-muito alta.

O cruzamento entre os diferentes níveis de informação, ou seja, a superposição das informações de declividade, solos e clima dão origem, nesta primeira etapa, da carta de fragilidade potencial.

Para a elaboração da carta de fragilidade emergente ou ambiental, sobrepõem-se as informações geradas na carta de fragilidade potencial, correlacionando-as com as informações obtidas da carta de uso da terra (KAWAKUBO *et alli.*, 2005; SANTOS *et alli.*, 2010; MASSA e ROSS, 2012).

Diante do exposto, o presente estudo tem a finalidade de mapear e analisar a fragilidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê, da cidade de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná.

Através desses estudos podemos mapear, em termos de intensidade e distribuição espacial, “[...] a susceptibilidade do meio físico, considerando-se os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, e as suas respostas às pressões antrópicas” (SANTOS *et alli.*, 2010, p. 93). Esses estudos possibilitam visualizar os diferentes graus de fragilidade presentes no ambiente de acordo com suas características naturais, servindo como base para o conhecimento de sua adequada utilização, sejam elas rurais ou urbanas.

Para atingir esses objetivos, este estudo se desenvolveu na concepção sistêmica com a utilização de parâmetros de análise dos processos e das vulnerabilidades existentes na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê (Figura 1) está situada no município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná, entre os paralelos de 24° 33’ 41” e 24° 35’ 05” latitude Sul e 54° 03’ 41” e 54° 01’ 32” longitude Oeste. O município de 47.048 habitantes e área de 748 km² (IBGE, 2011) encontra-se localizado na Mesorregião Oeste do Paraná e na Microrregião de Toledo.

Com 5,97 km² a bacia hidrográfica apresenta concentração de áreas com ocupação urbana ao norte e áreas rurais, predominantemente, mais ao sul desta unidade de estudo. A área da bacia tem declividades que variam de 0% a 6% nos setores de topo, de 6% a 20% nos setores de média vertente, chegando às classes de 20% a 30% nos setores de média a baixa vertente.

Predominam, na área de estudo, os solos Latossolos nos setores de topo, Nitossolos nos setores de média vertente e os Neossolos nos setores de fundo de vales.

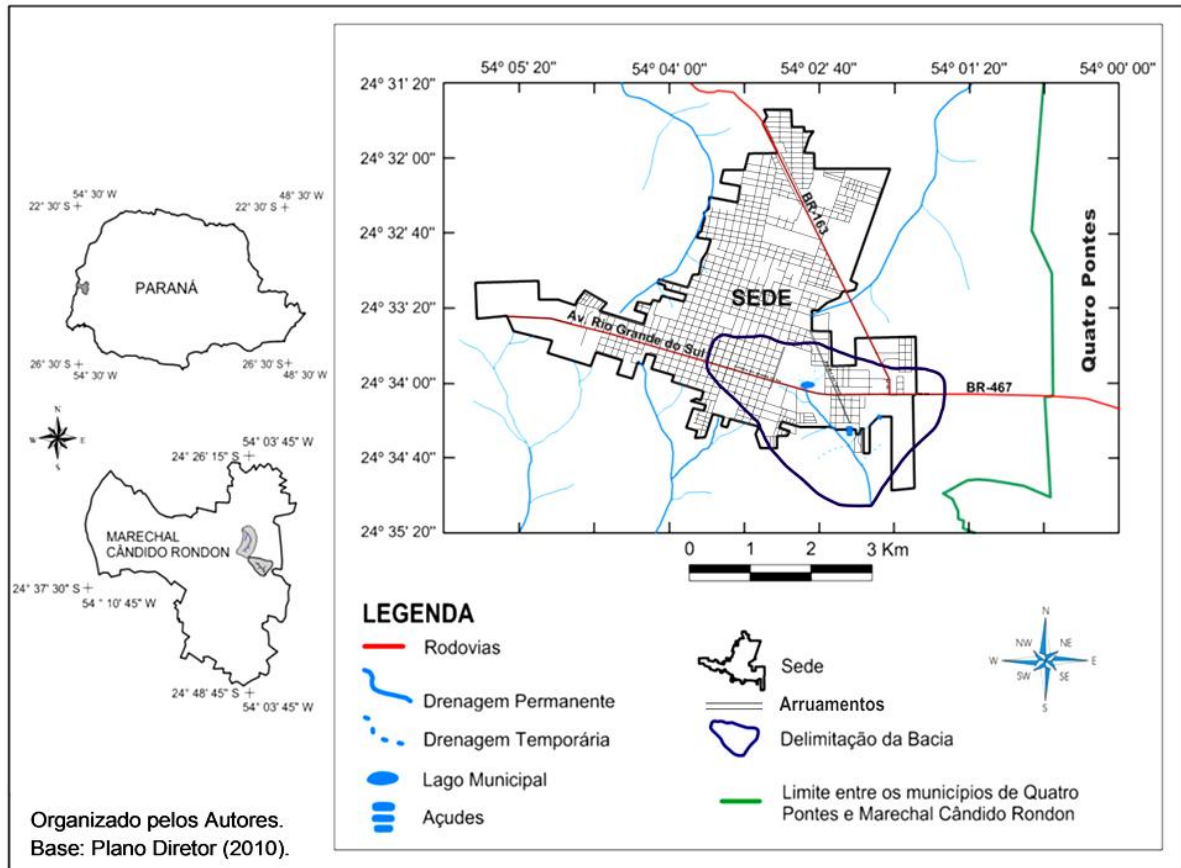


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

Marechal Cândido Rondon limita-se ao norte com o município de Mercedes, a nordeste com Nova Santa Rosa, a leste com Quatro Pontes, a sudeste com Toledo e Ouro Verde do Oeste, a sudoeste com Pato Bragado, ao sul com São José das Palmeiras e Entre Rios do Oeste e com a República do Paraguai (Rio Paraná) a oeste (MINEROPAR, 2001). De acordo com Pfluck (2009), o Distrito Sede possui 253,08 km² de território, sendo 6% dele representado pela área urbana, ou seja, 15,20 km².

Tratando-se da hidrografia, verifica-se que o município está localizado sobre o divisor de águas das bacias hidrográficas do Rio Guaçu ao norte, abrangendo parte do Córrego Arroio Fundo ao centro e o Rio Marreco ao sul, ambos pertencentes à Bacia Hidrográfica Paraná III. Próximos da área urbana encontram-

se os Córregos Guavirá e Guará, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Guaçu e os Córregos Matilde Cuê, Borboleta e Apepu, afluentes do Córrego Arroio Fundo.

De acordo com Pfluck (2002, p. 101-102), “[...] o Córrego Matilde Cuê, antes de receber a Sanga Preferida, recebe treze afluentes de primeira ordem e dois afluentes de segunda ordem, formando um embaciamento entre as cotas 374 m e 370 m, que apresenta na margem direita afloramento basáltico e vegetação de gramíneas em solo raso”.

Predominam as rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) e solos de textura argilosa, classificados pela EMBRAPA (2006) de Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico. Nessa subunidade morfoescultural, onde está localizado o município, o Planalto de Foz do Iguaçu apresenta dissecação baixa, topos aplainados, vertentes convexas e vales em V enquanto que o Planalto de São Francisco apresenta dissecação média, topos alongados, vertentes convexas e vales em V (MINEROPAR, 2001).

A região da área de estudo tem clima classificado como Cfa, subtropical, úmido, mesotérmico e precipitações médias anuais entre 1.600 a 1.700 mm (IAPAR, 1994), com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem uma estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com relação à utilização do método de pesquisa e de escolha de técnicas de trabalho, para a presente atividade, temos a informar o que segue:

- Caminhamentos a campo, visando à identificação das condições antrópicas e naturais na bacia hidrográfica estudada. Esse reconhecimento permitiu identificar tanto as possíveis fragilidades naturais do ambiente como as alterações humanas já instaladas na área, em particular, aquelas relacionadas aos diferentes tipos de uso e de ocupação dos solos.

Os caminhamentos no campo também foram fundamentais para a confirmação e readequação das cartas com diferentes níveis de escala, como a carta de solos (escala de detalhe: 1:10.000), mapeamento do uso e ocupação das

terras (escala de semi-detalhe: 1:25.000) e a carta de declividade (escala regional: 1:250.000).

- Para o mapeamento do uso da terra foram utilizadas imagens de satélite (Google Earth 2010) do ano de 2005 e imagens aéreas (ITCG-PR, 1980) na escala de 1:25.000, trabalhadas no software Global Mapper 11. Foram definidos os seguintes tipos de uso e ocupação: área urbana consolidada, área urbana em expansão, áreas industriais, áreas agrícolas, áreas de pastagens, mata ciliar e fragmentos florestais.

- Para a elaboração da carta de solos foram realizados caminhamentos a campo, visando à verificação de sondagens e abertura de trincheiras para a descrição macromorfológica, conforme o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS *et alii.*, 2005), seguido de análises em laboratório, realizadas nos estudos de Marcolin (2010); Bade (2011) e Rocha (2011). As informações coletadas em campo foram repassadas para papel vegetal e, posteriormente, vetorizadas no software Surfer 9 (2009) e utilizadas para a elaboração da carta final.

Para chegar ao quarto nível categórico de classificação dos solos, também foram utilizados os dados de análises físicas e químicas realizadas por (MARCOLIN, 2010; BADE, 2011; ROCHA, 2011).

- A carta de declividade foi elaborada a partir de dados de imagens SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission, NASA-2003, projeção UTM, Zona 22s, Datum WGS), processadas pelo software Spring 3.4 e, posteriormente, vetorizadas no software Surfer 9, o que originou a carta final.

- A carta de fragilidade Potencial e Emergente foi elaborada a partir da metodologia de Ross (1994).

De acordo com Spörl e Ross (2004), esse modelo propõe que as variáveis classes de solos, os índices de declividade e as classes de uso e ocupação da terra sejam hierarquizados de acordo com sua fragilidade. Assim, as variáveis mais estáveis apresentaram valores mais próximos de 1,0, as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais vulneráveis próximas de 5,0. A partir das variáveis - índices de declividade do relevo (Tabela 1) – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5); Classes de Solos (Tabela 2) – graus de fragilidade muito baixo (1) a muito forte (5); Índices de uso da terra (Tabela 3) – graus de proteção muito alta (1) a muito baixa (5), obtêm-se a carta de fragilidade ambiental.

Para a obtenção das classes de fragilidade emergente ou ambiental, a metodologia proposta por Ross (1994) divide-se em duas etapas distintas. A primeira fundamenta-se na análise empírica da fragilidade potencial. Nesta etapa são correlacionadas às informações sobre a textura e grupo de solos, índices de declividade e informações climáticas.

O cruzamento entre os diferentes níveis de informação, ou seja, a superposição das informações de declividade, solos e clima dão origem, nesta primeira etapa, da carta de fragilidade potencial.

Para a elaboração da carta de fragilidade emergente, sobrepõem-se as informações geradas na carta de fragilidade potencial, correlacionando-as com as informações obtidas da carta de uso da terra.

Tabela 1: Graus de fragilidade em decorrência da declividade (Ross, 1994).

Atributo	Classes de Fragilidade	Classes de Declividade
1	Muito Fraco	< 6%
2	Fraco	6 a 12%
3	Médio	12 a 20%
4	Forte	20 a 30%
5	Muito Forte	> 30%

Tabela 2: Graus de fragilidade em decorrência do tipo de solo (Adaptado de Ross, 1994).

Atributo	Grau de Fragilidade	Classes de Solos
1	Muito Baixo	- Latossolo Vermelho Eutroférico textura argilosa - Latossolo Vermelho Eutrófico textura argilosa
2	Baixo	Latossolo Vermelho Distrófico textura média (Típico)
3	Médio	Nitossolo Vermelho
4	Forte	Argissolo Vermelho amarelo textura média/argilosa Argissolo Vermelho-amarelo textura média e/ou abruptico Argissolo Vermelho amarelo textura média
5	Muito Forte	Cambissolos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos

Tabela 3: Graus de proteção por tipos de cobertura vegetal e uso da terra (Ross, 1994).

Atributo	Graus de Proteção	Classes de uso da terra
1	Muito Alta	Mata ciliar, Fragmentos Florestais
2	Alta	Pastagens com baixo pisoteio de gado
3	Média	Culturas permanentes
4	Baixa	Culturas temporárias
5	Muita Baixa	Áreas urbanas consolidadas, Áreas urbanas em expansão.

Estabelece-se uma classificação da fragilidade através do arranjo desses planos de informação, composta pelas categorias e pelos algarismos acima mencionados. A soma das variáveis classes de declividade e classes de solos da origem a carta de fragilidade potencial. Em seguida foram atribuídos e correlacionados os índices de uso da terra, permitindo a elaboração da carta final de fragilidade emergente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

FRAGILIDADE POTENCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MATILDE CUÊ

A carta de declividade apresenta classes de declividade que vão de muito fraco (0 – 6%) a forte (20 – 30%), como demonstra a Figura 2, e as classes de solos: Latossolos Vermelhos, Nitossolos Vermelhos, Neossolos Regolíticos + Neossolos Litólicos, Neossolos Litólicos + Neossolos Regolíticos e Cambissolos Flúvicos + Cambissolos Háplicos + Neossolos Regolíticos, representados na Figura 3.

A análise da carta de fragilidade potencial (Figura 4) evidencia que as áreas de declividade muito fraca e com presença de Latossolo Vermelho compreende a maior parte da área da bacia hidrográfica, e se encontra, em sua maioria, nos setores de alta vertente, estendendo-se, às vezes, até aos setores de média vertente. Tanto as declividades como a classificação do solo apresentam grau de

fragilidade muito fraco, o que evidencia uma fragilidade potencial baixa desses locais.

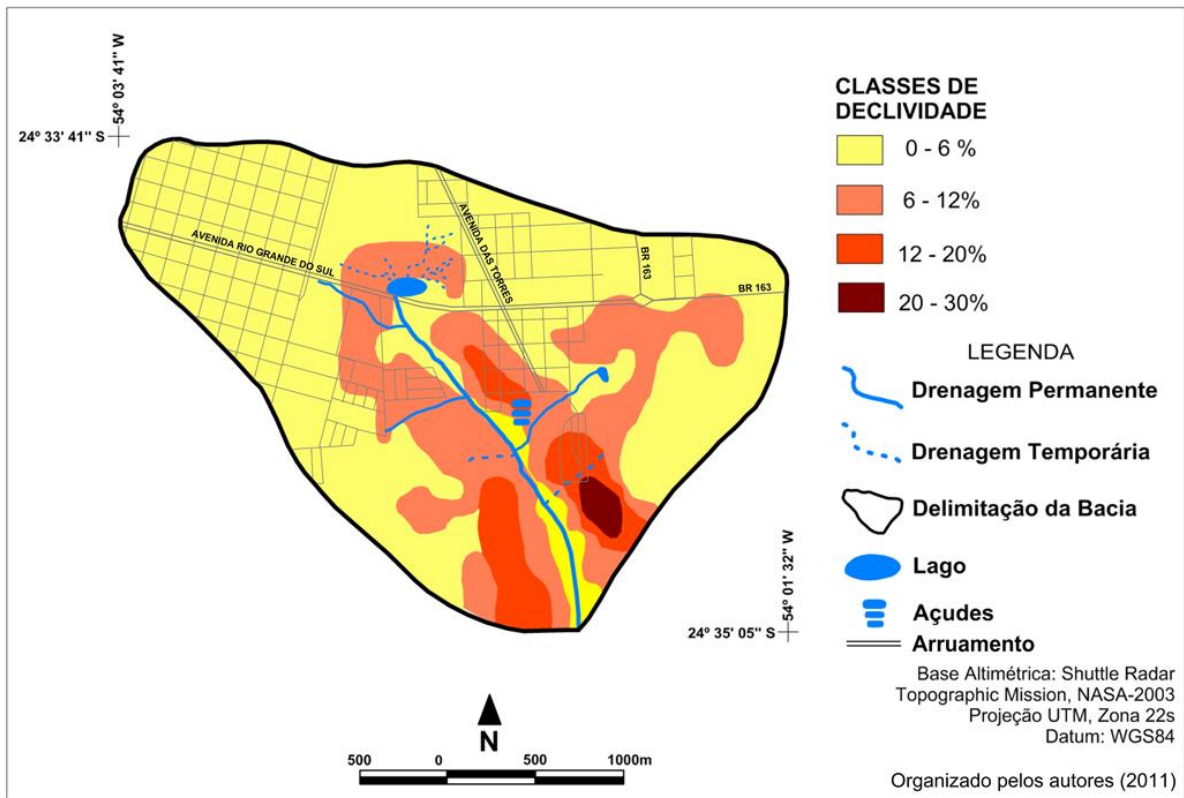


Figura 2. Classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

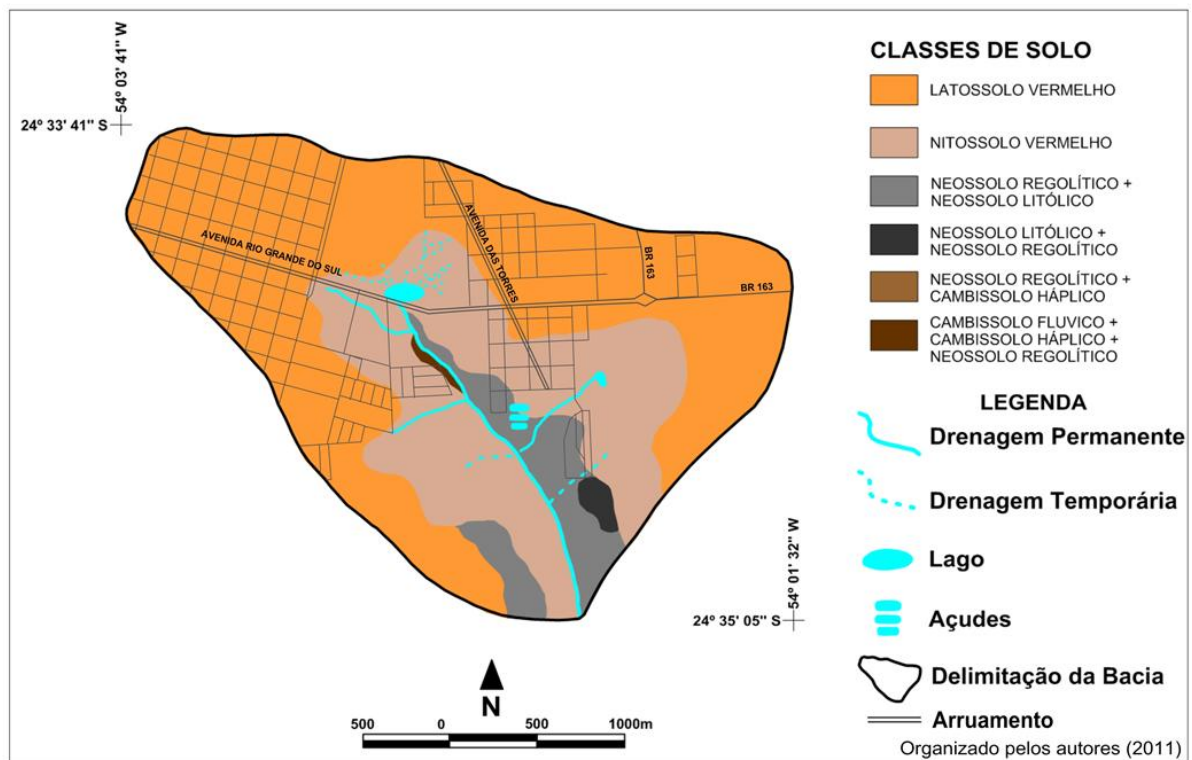


Figura 3. Classes de solos da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

A declividade muito fraca atrelada ao solo Nitossolo Vermelho ocorre de maneira esparsa e em pequenas áreas, particularmente nos setores de média vertente. Apesar da declividade muito fraca, o solo apresenta uma fragilidade média, o que evidencia um grau de fragilidade fraco desses setores.

As áreas com declividade muito fraca e presença de Neossolos e/ou Cambissolos, de modo geral, situam-se em setores de média-baixa vertente e em fundos de vale. Como o solo, de acordo com a metodologia, apresenta um grau de fragilidade muito forte, a fragilidade potencial desses locais é média.

Os setores onde se encontram as declividades fracas e a presença de Nitossolo Vermelho estão situados, em grande parte, nos fundos de vale da vertente leste e nos setores de média e média baixa vertente do setor oeste da bacia de drenagem. Nesses setores, a fragilidade apresenta-se como média.

Já os setores que apresentam declividade fraca e Neossolos e/ou Cambissolos encontram-se somente nos fundos de vale da vertente, no segmento oeste da bacia de drenagem. Esses setores acompanham a drenagem principal, quase que em sua totalidade. A fragilidade potencial, nesses setores, é considerada forte em consequência dos tipos de solos, classificados, segundo a metodologia, de fragilidade muito forte.

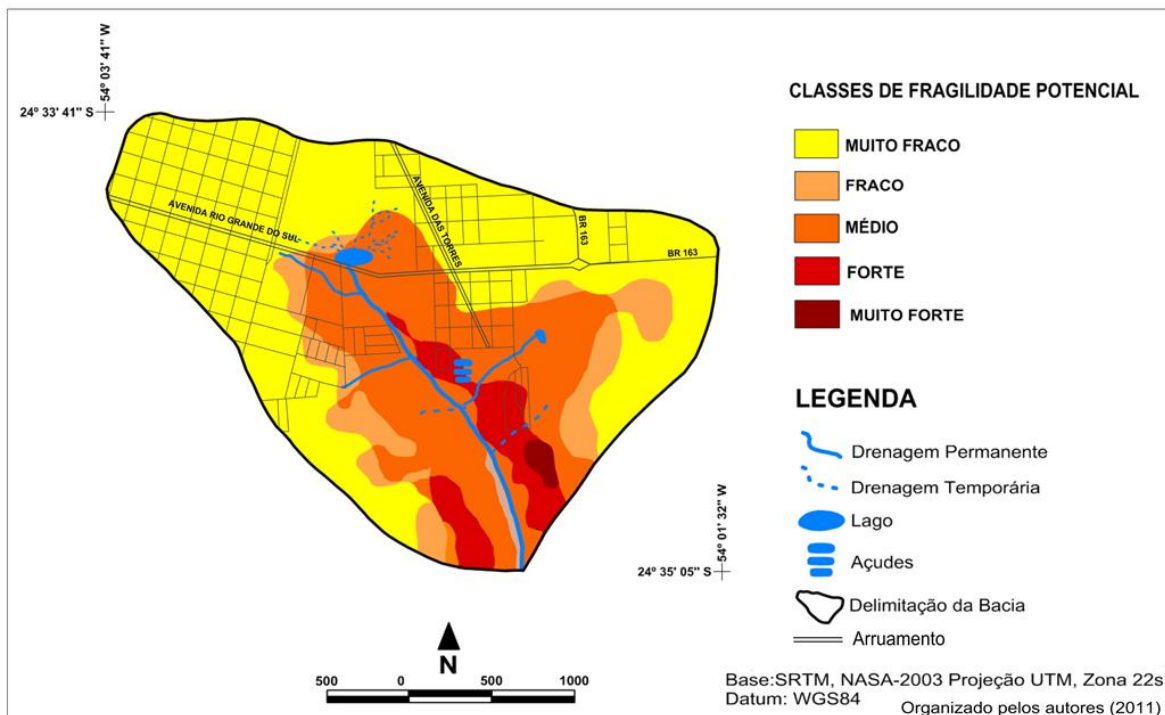


Figura 4. Carta da Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

Nos setores mais ao sul da bacia de drenagem é que se encontram as maiores classes de declividades e a presença de solos mais frágeis, como os Neossolos e/ou Cambissolos e os Nitossolos. Nesses locais cabe uma maior atenção para as áreas de declividade forte (20 – 30%) e a presença de Neossolos e/ou Cambissolos, considerados de fragilidade potencial forte e muito forte.

Com base na leitura da carta da fragilidade potencial (Figura 4), evidencia-se que os setores que possuem um menor grau de fragilidade (fragilidade muito baixa) são as áreas de topo (alta vertente), pois é onde se concentra a maior parte dos Latossolos Vermelhos, considerados mais resistentes aos processos erosivos. Além disso, são os setores com as menores declividades encontradas na bacia hidrográfica de estudo.

Já nos setores de média vertente predominam as fragilidades fracas e médias. De modo geral, encontra-se, nesses locais, uma declividade que varia de 6 a 12%, e em muitos locais a presença de solos menos resistentes aos processos erosivos como os Nitossolos, o que não deixa de lado a necessidade de atenção para as diversas formas de uso e ocupação desses locais.

Assim, a maior preocupação, em relação à fragilidade potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê, foca-se sobre os setores de média-baixa e baixa vertente (fundos de vale). Como apresentado nas cartas anteriores, é nesses setores que são encontrados os solos mais rasos, como os Neossolos e Cambissolos, associados, ainda, à presença das maiores porcentagens de declividade da bacia de drenagem (12 a 20%).

USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MATILDE CUÊ

O mapeamento do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê (Figura 5 e Quadro 1) permitiu verificar que a área urbana consolidada corresponde a 27% de sua área; a área urbana em expansão corresponde a 14% e as áreas industriais a 6%. As áreas agrícolas abrangem 35%; as pastagens 11%; as matas ciliares 4% e os fragmentos florestais 3% da área da bacia.

Bade, M. R.; Rocha, A. S.; Cunha, J. E.
 Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Córrego
 Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon – PR

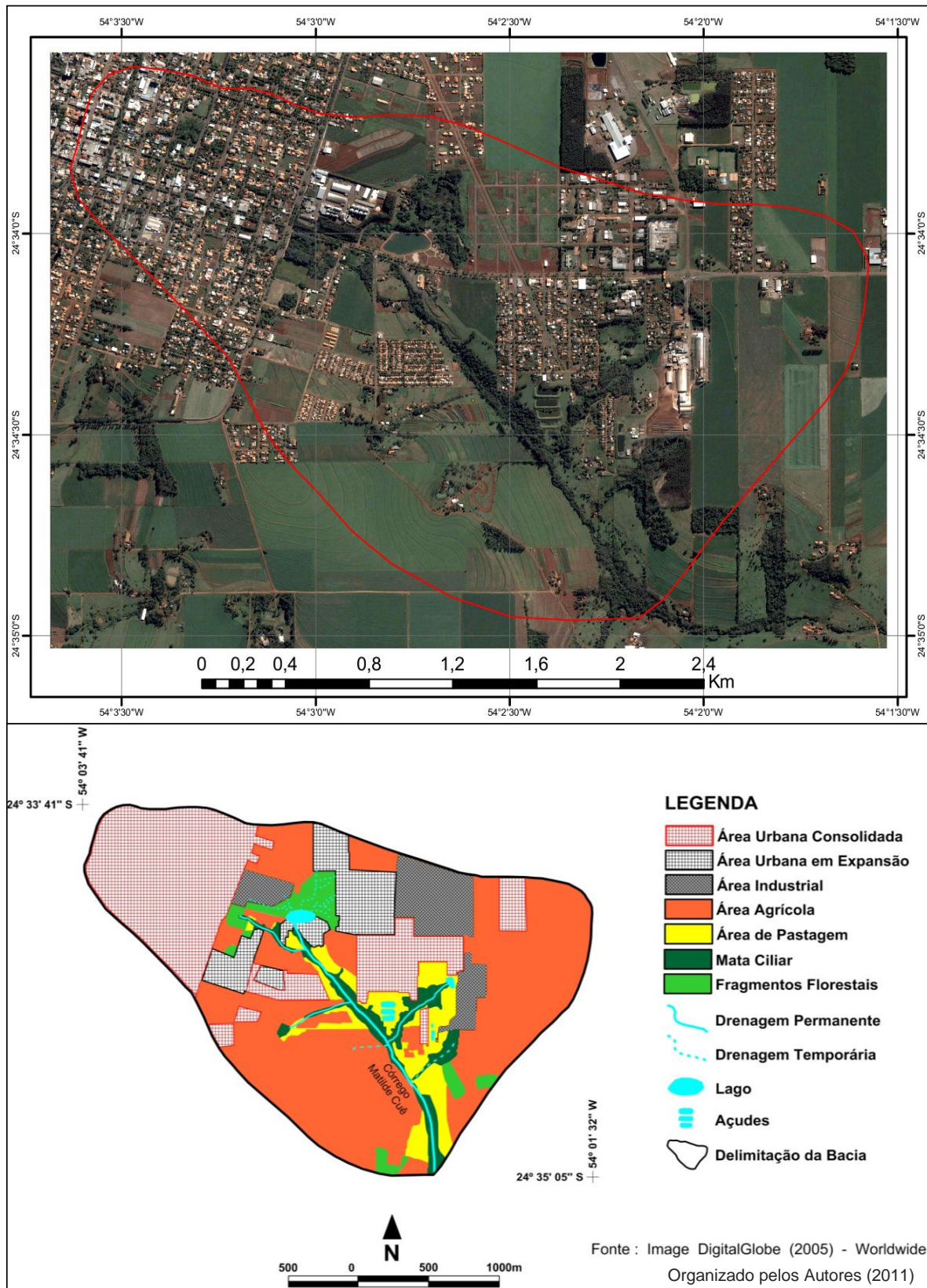


Figura 5. Mapeamento do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

Quadro 1. Tipos de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.

USO DO SOLO	Área	
	km ²	%
ÁREA URBANA CONSOLIDADA	1,59	27
ÁREA URBANA EM EXPANSÃO	0,83	14
ÁREA INDUSTRIAL	0,34	6
ÁREA AGRÍCOLA	2,05	35
PASTAGEM	0,68	11
MATA CILIAR	0,27	4
FRAGMENTOS FLORESTAIS	0,21	3
TOTAL	5,97	100

No que diz respeito à distribuição dos tipos de classes de uso do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê (Figura 5), verificou-se uma concentração das atividades urbanas no setor norte da bacia, onde geralmente se encontram as áreas topograficamente mais altas e planas. As áreas rurais encontram-se voltadas ao cultivo de culturas temporárias (soja, milho, etc.), particularmente no setor sul da bacia, onde ocorrem vertentes com declividades mais acentuadas.

FRAGILIDADE EMERGENTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MATILDE CUÊ

A análise da fragilidade emergente na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê (Figura 6) remete ao estudo do estado de equilíbrio dinâmico da paisagem levando em consideração a ocupação antrópica, ou seja, a correlação entre o estudo da fragilidade potencial e o uso da terra, partindo nesse contexto para uma análise socioambiental.

A classe predominante é de média fragilidade, ocupando em grande parte os setores mais urbanizados presentes no noroeste da bacia e, principalmente, os setores de média e baixa vertente, associado ao uso da terra por áreas de pastagens (Foto 01).

Já a fragilidade fraca é a segunda classe de maior predominância encontrada na bacia. Esta ocorre particularmente nos setores de alta vertente, nos

interflúvios, associadas, principalmente, aos solos mais estáveis, como os Latossolos, e a porcentagens de declividade mais inferiores, que predominam entre 0 e 6% (Foto 02).

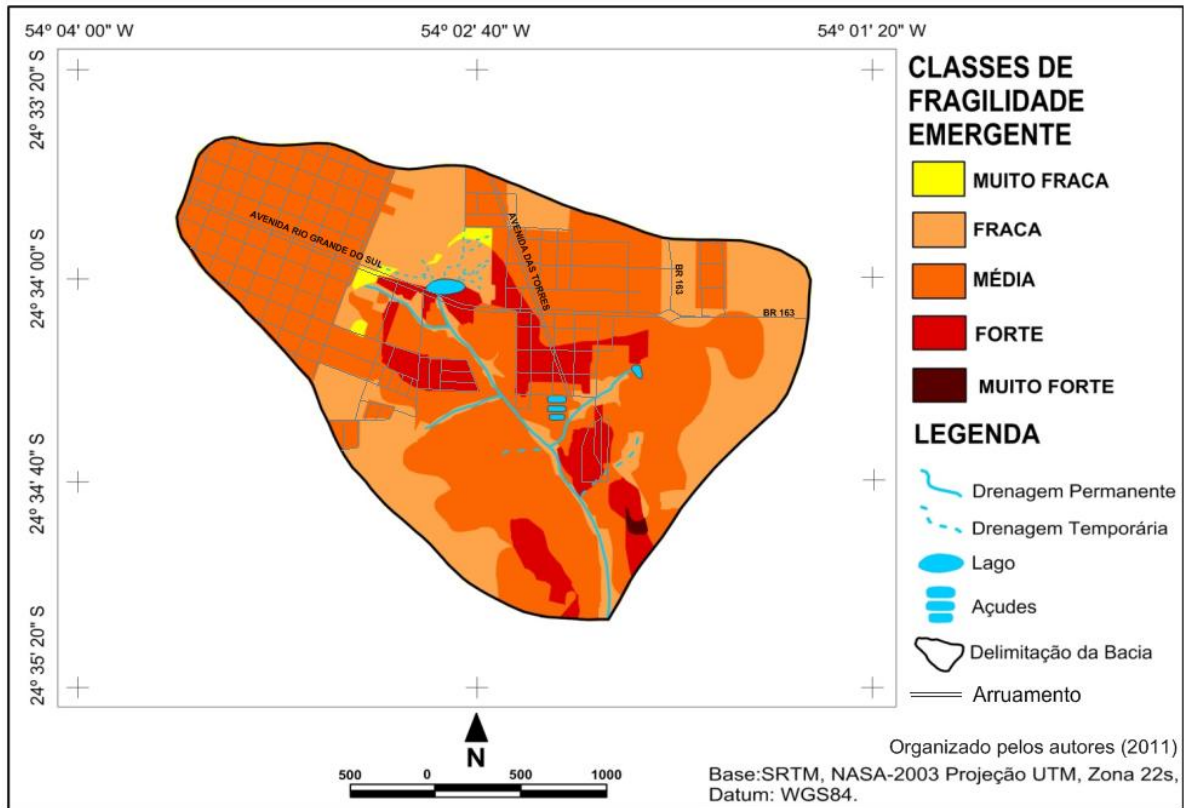


Figura 6. Carta da Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê.



Foto 01. Setor de média fragilidade associado ao uso da terra por áreas de pastagens. (24°34'12.6"S e 54°02'38.9"W). Fonte: acervo dos autores (agosto de 2011).



Foto 02. Setor de fraca fragilidade associado ao uso da terra por atividades agrícolas (soja e milho). (24°34'35.8"S e 54°02'58.4"W). Fonte: acervo dos autores (agosto de 2011).

As classes de fragilidade forte estão associadas principalmente à ocupação urbana em áreas que apresentam uma elevada porcentagem de declividade (6 a 20%) e solos mais frágeis, como os Neossolos (Fotos 03 e 04). Esta classe de fragilidade merece uma atenção redobrada, pois encontra-se em setores urbanizados, colocando em risco o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida da população que reside nesses locais.



Foto 03. Setor de forte fragilidade. Início de processos erosivos gerados pelo escoamento superficial, localizados no final da Rua Graça, Bairro Marechal. Fonte: acervo do autor (agosto de 2011).



Foto 04. Setor de forte fragilidade. Presença de Neossolos localizados nos setores de baixa vertente do Bairro Marechal. Final da Rua São Lucas. Fonte: acervo do autor (agosto de 2011).

Em alguns setores do córrego foram evidenciados processos erosivos (desbarrancamento), processos originários principalmente devido à falta da vegetação ciliar, associadas ainda a altos índices de declividades (Fotos 05 e 06), o que contribui para o aumento da fragilidade nesses setores (fragilidade média a forte). Esses processos, além de colocarem em risco os moradores locais, também contribuem para o assoreamento do córrego, modificando a dinâmica hídrica da bacia de drenagem.

Tanto a classe de fragilidade muito fraca como a muito forte ocorrem em pontos isolados, ocupando pequenas áreas na bacia hidrográfica estudada.



Foto 05. Setor de média a forte fragilidade. Processo erosivo encontrado na margem direita do Córrego Matilde Cuê, final da Rua Mato Grosso, Bairro São Lucas. Fonte: acervo do autor (agosto de 2011).



Foto 06. Setor de média a forte fragilidade. Aspecto da Mata Ciliar, prolongamento da Rua São Marcos, Bairro Ceval. Fonte: acervo do autor (agosto de 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento e a análise da fragilidade potencial e emergente evidenciou que, em grande parte, os locais menos frágeis encontram-se nos setores de média-alta a alta vertente, pois, esses locais apresentam um grau de declividade baixo, entre 0% e 6%, e apresentam solos mais resistentes aos processos erosivos, como os Latossolos. A maior preocupação foca-se sobre os setores de média, média-baixa a baixa vertente (fundos de vale). Nesses setores são encontrados os maiores índices de declividades associados à presença de solos rasos, como os Neossolos, juntamente com a expansão urbana e o uso agrícola inadequado, como é o caso de alguns bairros, e o uso intensivo de pastagens em fundos de vale, classificando-os com um grau de fragilidade médio, forte e muito forte.

O reconhecimento e a interpretação das classes de uso da terra foram de fundamental importância para a compreensão do processo de organização espacial, em especial no que se refere às alterações ocorridas no ambiente, pois, com isso, pode-se ter um melhor planejamento de uso e ocupação da área, com consequentes readequações e monitoramentos que permitam garantir o uso racional e sustentável desses recursos, tanto no presente, quanto para as gerações futuras.

As análises desenvolvidas no decorrer desta pesquisa possibilitaram um melhor conhecimento e esclarecimentos das potencialidades e fragilidades na bacia hidrográfica estudada.

Cabe concluir que as utilizações de documentos cartográficos, como os mapeamentos do uso e ocupação e o de fragilidade ambiental são importantes instrumentos para a tomada de decisões, sendo particularmente as mais adequadas para a realização do planejamento e gestão ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADE, M. R. **Mapeamento da Fragilidade Potencial na Bacia Hidrográfica do Córrego Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon – PR**. 2011. (Monografia – Graduação em Geografia). Colegiado do curso de Geografia, Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

CABRAL, J. B. P., da ROCHA, I. R., MARTINS, A. P., da ASSUNÇÃO, H. F. e BECEGATO, V. A. (2011): Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento, **GeoFocus (Artículos)**, nº 11, p. 51-69. ISSN: 1578-5157.

DESCHAMPS M. V. Vulnerabilidade Socioambiental das Regiões Metropolitanas Brasileiras. IPPUR/FASE – Letra Capital: São Paulo: 1999. Disponível no site: http://www.observatoriodasmetrololes.net/new/images/abook_file/relatorio004_2009.pdf. Acesso em: 30/10/2014.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FERRARI, W. J. **A especulação imobiliária na “urbanização” de Marechal Cândido Rondon**. 2006. 47 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Colegiado do curso de Geografia, Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

FERRARI, W. J. **A expansão territorial urbana de Marechal Cândido Rondon-PR: a produção da cidade a partir do campo**. 2009, 178 p. (Dissertação de Mestrado).

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

IAPAR - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**, 1994.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA) Cidades. **Contagem da População**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 3 nov. 2011.

ITCG-PR - Instituto de Terras e Colonização do Estado do Paraná. Curitiba: Aerosul, **Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná em escala 1:25.000**, 1980.

KAWAKUBO, F. S. *et alli*. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203-2210.

MARCOLIN, L. Estudo da cobertura pedológica na Bacia da Sanga Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon (PR). **II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XIX Semana de Geografia**, Maringá, 20 a 24 de setembro de 2010. ISSN: 2178 - 1966.

MASSA, E. M.; ROSS, J. L. S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 24 (2012), p. 57-79.

MINEROPAR. Projeto Riquezas Minerais: **Avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Marechal Cândido Rondon**. Curitiba 2001, 69 p.

MORESCO, M. D. **Estudos de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon- PR**. UEM. Maringá. 2007. 137p. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, P. C. A. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do Córrego Pindaíba, Uberlândia – MG, Brasil. **Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 3 n. 1 2008.

PFLUCK, L D. **Mapeamento geo-ambiental e planejamento urbano: Marechal Cândido Rondon-PR / 1950-1997**. Cascavel, PR: Edunioeste, 2002. 128 p.

PFLUCK, L D. **Riscos ambientais: enxurradas e desabamentos na cidade de Marechal Cândido Rondon - PR, 1980 a 2007; Florianópolis 2009**. UFSC. Tese (Doutorado em Geografia).

ROCHA, A. S. da. **Morfopedologia e Fragilidade Ambiental nos Fundos de Vale do Trecho Superior do Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon – PR**. UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon. 2011. 125p. (Dissertação de Mestrado).

ROSA, R. A utilização de imagens TM/Landsat em levantamento de uso de solo. **In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE: São José do Rio Preto, 1990, p. 419-425.

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. Geomorfologia aplicada aos IEAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

SANTOS, R. D. *et alii*. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5a ed. Viçosa. SBCS, 2005. 100p.

SANTOS, R. M. dos *et alii*. Análise da fragilidade ambiental no município de Tamboara – PR: aplicação e estudo comparativo de duas metodologias. **Geoambiente on-line**. Jataí-GO, n.14, jan-jun/2010.

SCHIEL, D.; MASCARENHAS, S.; VALEIRAS, N.; SANOS, S. A. M. (Orgs.). **O estudo de bacias hidrográficas** – uma estratégia para educação ambiental. ISBN – 85-86552-33-X, São Carlos, RiMa, 177 p., 2002.

SEBUSIANI, H. R. V. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, G&DR**. Taubaté, SP, Brasil, v. 7, n. 1, p. 256-285, jan./abr. 2011.

SPÖRL, C. ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 15, p.39-49, 2004.

TEODORO, V. L. I. O conceito da bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, 2007.

TRICART, J. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural. **Revista Boletim Geográfico**, IBGE, Rio de Janeiro, out./dez. 1976 – ano 34.

TRICART, J. Classificação ecodinâmica do meio ambiente. In: **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

WIEGAND, M. C. Utilização do SIG na avaliação da Fragilidade potencial da Bacia Experimental de Aiuaba - BE A /C E. **Revista de Geologia**, Vol. 22, nº 2, 186 – 196, 2009. Disponível em: <www.revistadegeologia.ufc.br>. Acesso em: 7 set. 2011.

(Recebido em 30.09.2014; Aceito em: 15.11.2014)