

**MAPEAMENTO DAS FRAGILIDADES POTENCIAL E EMERGENTE
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUAVIRÁ,
MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ**

**MAPPING OF POTENTIAL AND EMERGENT FACILITIES
OF GUAVIRA RIVER WATERSHED,
MARECHAL CANDIDO RONDON – PARANA STATE**

Anderson Sandro da Rocha

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá

E-mail: andersonsdr@gmail.com

José Edézio da Cunha

Professor Doutor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná

E-mail: edeziocunha@hotmail.com

Vanda Moreira Martins

Professora Doutora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná

E-mail: mmvanda@hotmail.com

RESUMO: O mapeamento e a análise das fragilidades ambientais podem fornecer subsídios importantes para o entendimento e o monitoramento das condições físicas naturais nas mais diferentes formas de intervenção e degradação antrópica do ambiente. Isto ocorre porque esse tipo de estudo, ao permitir identificar as áreas de estabilidade e instabilidade ambiental, nos mais variados níveis e escalas, traz contribuições para a contenção e a prevenção de problemas socioambientais. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo mapear os diferentes níveis de fragilidade potencial e emergente existentes na área do terço superior da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, localizado no Município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná. Para a obtenção das informações de fragilidade, foram elaboradas cartas temáticas de uso do solo, de declividade e de solo. A relação entre os dados possibilitou identificar índices baixos e médios de fragilidades naturais, evidenciados pelas favoráveis condições geomorfológicas e pedológicas e índices médios e altos de fragilidades emergentes, resultantes do uso e da ocupação inadequada da área de estudo.

Palavras-chave: mapeamento, fragilidade ambiental, bacia hidrográfica.

ABSTRACT: The mapping and analysis of environment fragilities may provide important subsidies to the understanding and monitoring of natural physical conditions in the most different forms of anthropic intervention and degradation of the environment. That occurs because such study, by permitting the identification of areas with environmental stability and instability, at various levels and scales, brings contributions to the contention and preventions of socioenvironmental problems. In this sense, this paper has as purpose the mapping of the different levels of potential and emergent fragilities in the Guavira river watershed's upper third area, in Marechal Candido Rondon city, West region of Parana state. In order to obtain the information about fragilities, thematic maps of land use, declivity and soil were elaborated. The relation between data has made it possible to identify low and medium levels of natural fragilities, explained by the favorable geomorphological and pedological conditions, and medium and high levels of emergent fragilities, resulting from inadequate use and occupation of the study area.

Keywords: mapping, environmental fragility, watershed.

INTRODUÇÃO

O mapeamento e a análise das fragilidades ambientais têm sido indicados como de fundamental importância para os estudos de cunho socioambiental na ciência geográfica. Esses estudos que mapeiam tanto as susceptibilidades naturais como aquelas oriundas das formas de uso e ocupação antrópica nos ambientes urbanos e rurais têm permitido que projetos de adequação e contenção dos problemas ambientais e sociais sejam desenvolvidos com resultados bastante satisfatórios em escalas regionais e locais, principalmente nas unidades das bacias hidrográficas. Cabe ressaltar que qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima, geologia e recursos hídricos), na escala da bacia hidrográfica, pode comprometer a funcionalidade desse sistema, ou melhor, do seu estado de equilíbrio dinâmico.

Os trabalhos que permitem reconhecer o equilíbrio dinâmico do ambiente têm utilizado técnicas de geoprocessamento para a elaboração das cartas de fragilidades potencial e emergente, já que os SIGs (Sistemas de Informações Geográficas) contribuem para o entendimento das questões geomorfológicas, pedológicas e de uso do solo, sempre com subsídios para os estudos integrados dos componentes físico-naturais e sociais das diferentes áreas, sobretudo aqueles estudos desenvolvidos sob a perspectiva qualitativa, que visam contribuir para o planejamento ambiental e a gestão territorial (SANTOS et al., 2010; CABRAL et al., 2011).

As variações de maior ou menor fragilidade atribuídas às características naturais e antrópicas, na maioria dos estudos, estão adequadas à escala cartográfica e às peculiaridades da área de estudo. Nesta perspectiva, alguns estudos desenvolvidos no âmbito da ciência geográfica, especialmente aqueles que tratam de temáticas relativas à análise das fragilidades, têm priorizado a escala da bacia hidrográfica, pois é esta unidade de paisagem que permite, mais eficientemente, compreender e, conseqüentemente, monitorar os diferentes níveis de fragilidades potencial e emergente dos ambientes.

É na escala das bacias hidrográficas que é permitida, mais satisfatoriamente, a compreensão tanto da instalação e evolução dos fenômenos naturais quanto das ações humanas no ambiente. Esta afirmativa está relacionada ao entendimento do equilíbrio hidrológico presente nesse sistema aberto denominado de bacia de drenagem. Vale ressaltar que esse tipo de estudo, particularmente os realizados no foco da gestão ambiental, possibilita distinguir o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar,

vegetação, etc...) e os processos a eles relacionados, tais como infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação, permitindo, de maneira ampla, a análise do equilíbrio do sistema e a qualidade ambiental nele existente (BOTELHO; SILVA, 2004).

Visando atingir essas expectativas teóricas e metodológicas, foi aplicada, nesse estudo, a metodologia de Ross (1994). Após mapear as fragilidades potenciais e emergentes da área do terço superior da bacia do córrego Guavirá, foram identificados os índices baixos e médios de fragilidade natural, evidenciados pelas favoráveis condições geomorfológicas e pedológicas e índices médios e altos de fragilidade emergente resultantes dos usos e da ocupação inadequada da área de estudo.

Localização e caracterização da área de estudo

O município de Marechal Cândido Rondon está localizado no extremo Oeste do Estado do Paraná, sobre o divisor de águas da bacia do Rio Guaçu, ao norte, abrangendo parte da bacia do Córrego Arroio Fundo, ao centro, e a do Rio Marreco, ao sul, ambos pertencentes à bacia hidrográfica Paraná III. Próximo da sede municipal encontra-se a bacia hidrográfica do Córrego Guavirá, onde foi desenvolvido o presente trabalho, com o recorte espacial para o terço superior.

O terço superior da bacia hidrográfica do Córrego Guavirá está situado na área periurbana do município de Marechal Cândido Rondon, entre os paralelos de 24° 26'' e 24° 46'' latitude Sul e 53° 57'' e 54° 22'' longitude Oeste (Figura 1). O município abrange uma área de 748 km² e uma população de 46.799 habitantes (IBGE, 2010).

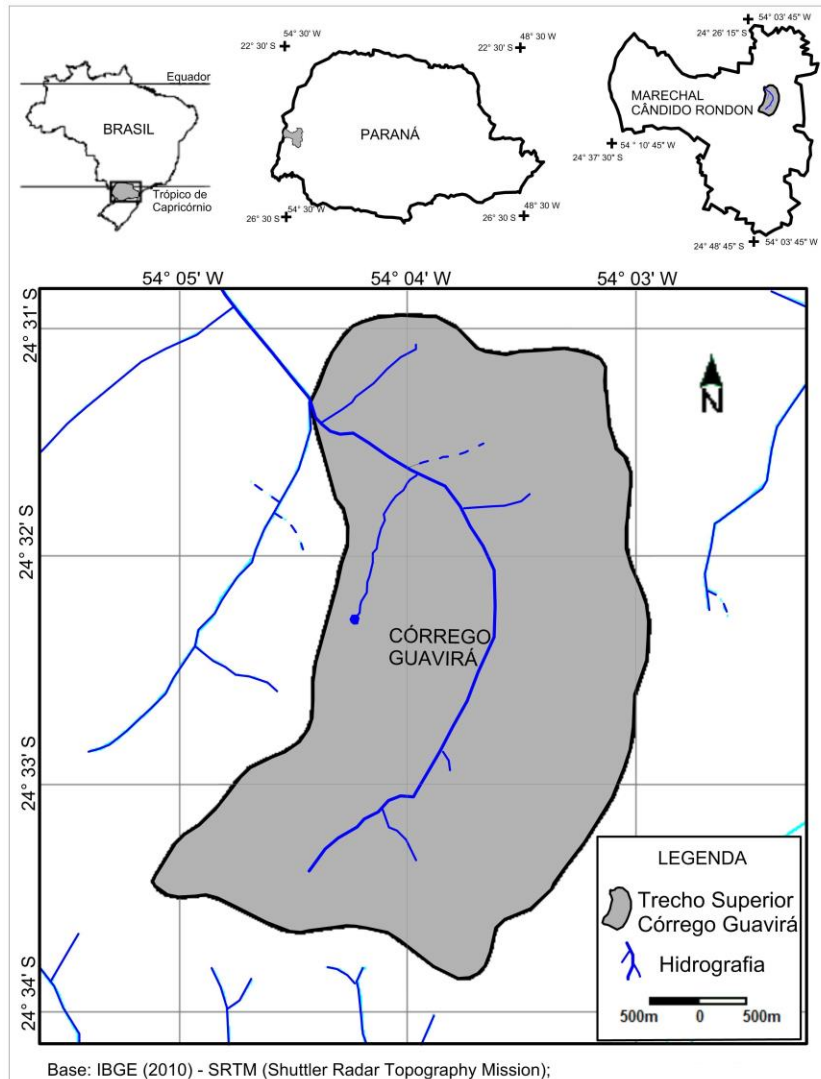


Figura 1: Localização da área de estudo: trecho superior do Córrego Guavirá, município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do Estado do Paraná.

Predominam no município as rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Do ponto de vista geomorfológico, o município compreende três subunidades morfoesculturais: Planalto de Cascavel, Planalto de Foz do Iguaçu e o Planalto de São Francisco, abrangendo cotas médias de 400 m a 424 m de altitude, e vertentes com formas topográficas suaves onduladas predominantes (SANTOS et al., 2006). O clima é do tipo Cfa, subtropical, úmido, mesotérmico, com verões quentes, geadas pouco frequentes no inverno e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (IAPAR, 1994). As precipitações médias anuais variam entre 1.600 a 1.700 mm, enquanto as temperaturas médias dos meses mais quentes são superiores a 22°C e a dos meses mais frios inferiores a 18°C.

MATERIAS E MÉTODOS

Os procedimentos técnicos e metodológicos adotados seguiram duas etapas. A primeira etapa contempla o mapeamento e a elaboração das cartas temáticas de uso do solo, de declividade e de solos e, a segunda, a elaboração e a análise das cartas de fragilidade potencial e emergente.

A carta de uso do solo foi desenvolvida através do *software Global Mapper*© 10, utilizando-se de imagens áreas do *software Google Ozi* (2006), por meio do qual foram identificadas as classes de uso do solo urbano consolidado, urbano em expansão, industrial, de uso agrícola e de pastagem, além do uso das matas ciliares e de reserva legal.

Para a carta de declividade, foram utilizadas imagens SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), NASA-2003. As imagens foram processadas pelos *softwares Inpe*© Spring 3.4 e *Global Mapper*© 10.

A carta de solo foi elaborada por meio do *software Safer 9*, utilizando-se de informações das topossequências de solos desenvolvidas pelo grupo GEA (Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais – Universidade Estadual do Oeste do Paraná), bem como de levantamentos pedológicos em campo (BOULET et al., 1982; SANTOS et al., 2005; EMBRAPA, 2006).

Para a elaboração das cartas de fragilidade potencial e emergente, foram empregados os preceitos teóricos e metodológicos de Ross (1994). Na elaboração da carta de fragilidade potencial e emergente, foram utilizadas cartas de declividade, de solo e de uso do solo da área que compreende o trecho superior da bacia do Córrego Guavirá.

As cinco classes de fragilidade referentes às formas do relevo (muito fraca, fraca, média, forte e muito forte) seguiram os limites percentuais atribuídos à capacidade de uso e aptidão agrícola, consagradas pelos valores limites-críticos da Geotecnia (Tabela 1).

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

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

Para as classes de solos, foram utilizados índices de fragilidade baseados na distribuição e organização dos solos encontrados na área de estudo. Estas foram adaptadas da metodologia de Ross (1994), que relaciona o grau de erodibilidade dos solos ao escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

Para a delimitação das variáveis do solo, foram utilizadas informações sobre a distribuição bi e tridimensional dos solos na bacia hidrográfica, a partir das quais foram determinadas cinco classes de fragilidade. As classes condizentes com a distribuição dos solos da área de estudo são apresentadas em negrito (Tabela 2).

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

Atributo	Classes de fragilidade	Classes de Solos
1	Muito Baixa	Latossolo Vermelho , Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa
2	Baixa	Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média.
3	Média	Nitossolo Vermelho , Argissolo Vermelho, textura argilosa.
4	Forte	Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média.
5	Muito Forte	Neossolos, Cambissolos , Gleissolos.

As informações relativas ao uso do solo foram classificadas pelas atividades antrópicas e pela cobertura vegetal. Para essa variável, foram atribuídas cinco classes de fragilidade, considerando os graus de proteção dados ao solo, ou mesmo pelos possíveis impactos gerados pelos diferentes tipos de uso (Tabela 3).

Tabela 3: Graus de proteção por tipos de cobertura vegetal e uso do solo

(Adaptado de Ross (1994)).

Atributo	Graus de Proteção	Classes de Solos
1	Muito Alto	Mata ciliar, Reserva Legal
2	Alto	Pastagens com baixo pisoteio de gado
3	Médio	Culturas permanentes
4	Baixo	Culturas temporárias
5	Muito Baixo	Áreas urbanas consolidadas, Áreas urbanas em expansão.

Considerando que a área de estudo apresenta as mesmas condições geológicas e climáticas ao longo de todo o terço superior, entendeu-se como não necessária a elaboração de cartas temáticas referentes a essas informações.

Nesse sentido, as informações sobre as fragilidades potencial e emergente foram classificadas na forma hierárquica de números, atribuídos entre 1 e 5. O primeiro representa os índices de declividade do relevo, o segundo o grau de fragilidade dos solos e o terceiro as fragilidades atribuídas ao uso do solo.

Para tanto, foram elaboradas duas cartas de fragilidade potencial e duas cartas de fragilidade emergente. Nas primeiras cartas foram classificadas as variáveis numéricas, conforme os preceitos da metodologia de Ross (1994) e nas segundas foram classificados os níveis de fragilidade, de acordo com as características da área de estudo, ponderando o conhecimento de solo, relevo e uso do solo, obtidos nos trabalhos de campo e de gabinete.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O terço superior do Córrego Guavirá, representativo em termos históricos, econômicos e ambientais do município de Marechal Cândido Rondon, abrange cerca de 50% de todo o setor urbano e periurbano da sede municipal. Esta condição pode ser explicada porque as primeiras práticas de uso agrícola para o cultivo da monocultura e de ocupação urbana para as atividades econômicas dinamizaram a economia do município. Essa representatividade de

área também é relevante porque a bacia hidrográfica do Córrego Guavirá fornece parcela significativa da água utilizada no abastecimento público.

Nesse sentido, o mapeamento das condições naturais (características geomorfológicas e pedológicas) e antrópicas (características de uso e ocupação dos solos), visando o monitoramento das fragilidades, teve como principal intuito a prevenção e a contenção dos problemas ambientais vivenciados na área de estudo.

No que se refere ao uso do solo, observa-se que o terço superior da bacia hidrográfica, que compreende aproximadamente 11 km², encontra-se atualmente com a seguinte ocupação: a) área urbana consolidada; b) área urbana em expansão; c) área industrial; d) área de pastagem; e) área de cultura temporária; f) área de mata ciliar e g) área de reserva legal (Figura 2).

A margem esquerda da bacia hidrográfica encontra-se prioritariamente ocupada por práticas agropecuárias. Nos cultivos agrícolas, destacam-se as culturas temporárias, com maior expressividade para os plantios de milho e soja mecanizados (46% da área). Na pecuária, observam-se basicamente as pastagens, que somam apenas 4% da área e se restringem aos setores de baixa vertente, normalmente próximos às matas ciliares.

Na margem direita predominam as atividades urbanas consolidadas e urbanas em expansão. A área urbana consolidada ocupa 32% da área total, com uma pequena área industrial de apenas 0,8% localizada nas proximidades do divisor de águas da bacia hidrográfica. Cabe ressaltar que esta área industrial não apresenta risco ou danos ao ambiente, devido à sua localização topográfica e à sua baixa expressividade na bacia. Já as áreas de expansão urbana, que abrangem 10% da bacia, têm trazido vários problemas de ordem ambiental e social, devido à instalação dos novos loteamentos nos setores de fundos de vale e cabeceiras de drenagem.

As áreas ocupadas por matas ciliares (5% do espaço da bacia hidrográfica) apresentam dimensões entre 10 e 15 metros, as quais, por sua vez, são consideradas inadequadas de acordo com a atual legislação ambiental, que estipula 30 metros de mata ciliar nas margens dos córregos menores do que 10 metros e 50 metros de mata ciliar nas áreas próximas às nascentes. Já as áreas de reserva legal, além de aparecerem distribuídas de forma aleatória, apresentam pouca expressão na área de estudo, com apenas 2,2% (Figura 2 - Tabela 4).

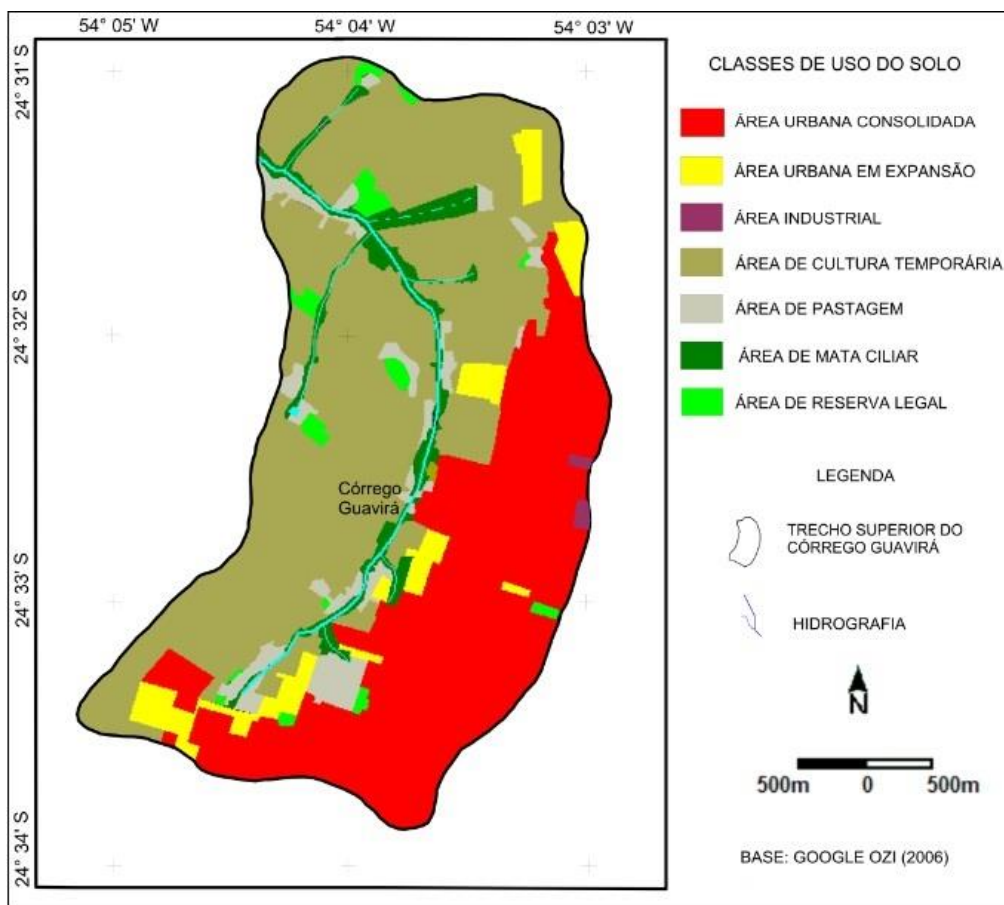


Figura 2: Carta de uso do solo do terço superior do Córrego Guavirá.

Tabela 4: Áreas de uso do solo do terço superior do Córrego Guavirá.

Uso do Solo	Km ²	Porcentagem (%)
Área urbana consolidada	3,65	32
Área urbana em expansão	1,13	10
Área industrial	0,10	0,8
Área de cultura temporária	5,24	46
Área de pastagem	0,47	4
Área de mata ciliar	0,62	5
Área de reserva legal	0,26	2,2
Área total	11,47	100

No terço superior da bacia hidrográfica, as cotas altimétricas variam entre 320 e 440 metros. As vertentes apresentam, frequentemente, formas convexas e convexo-côncavas com

rupturas de declive suaves, ocasionalmente mais acentuadas em alguns setores. No curso superior do córrego, os vales apresentam formas em “V” encaixadas.

As classes de declividades variam entre 0 e 6%, e de 6 a 12% em sua maior extensão. As classes entre 12 e 20% são de pouca expressividade no trecho superior da bacia hidrográfica e aparecem em pontos isolados (Figura 3).

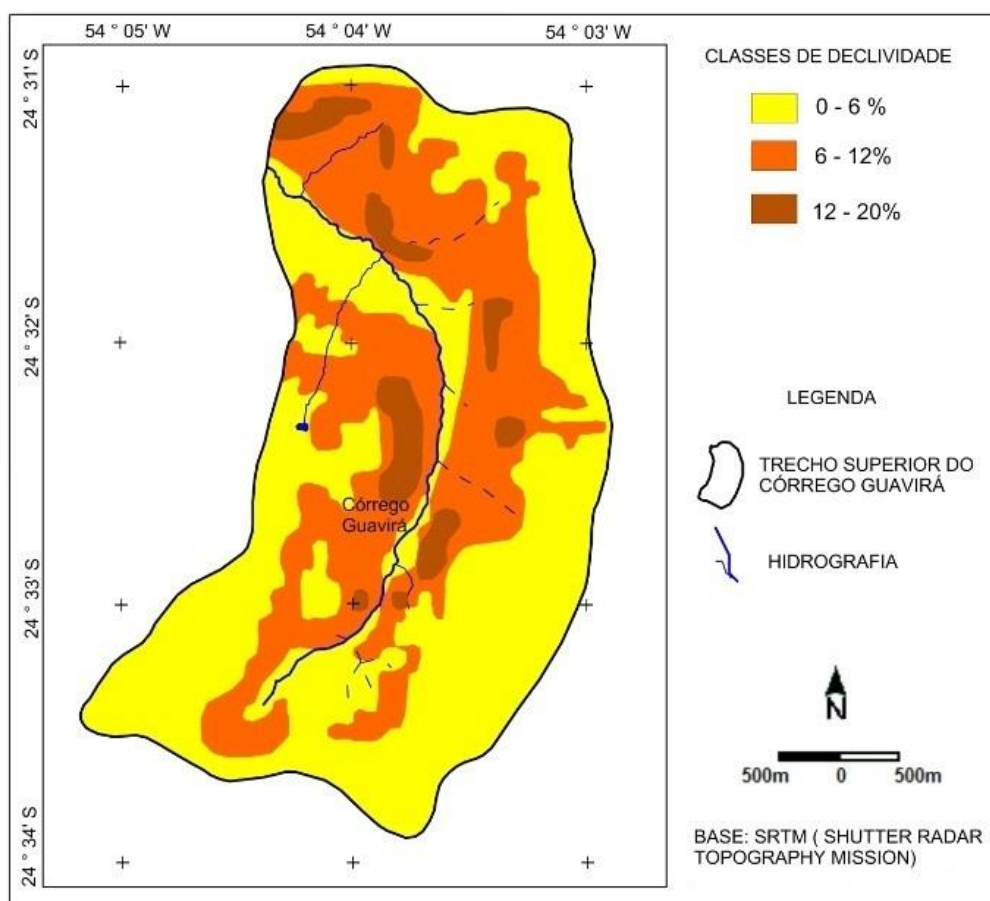


Figura 3: Carta de declividade do trecho superior do Córrego Guavirá.

Quanto à distribuição dos solos, nesse setor destacam-se as classes dos LATOSSOLOS VERMELHOS nas áreas de topo, onde geralmente aparecem as declividades de 0 a 6%, e a dos NITOSSOLOS VERMELHOS nos setores de média e baixa vertente, preferencialmente, entre as declividades de 6 a 12%.

Em menor proporção aparecem os NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, associados aos CAMBISSOLOS HÁPLICOS e os CAMBISSOLOS FLÚVICOS, nas áreas com rupturas de declive próximas aos fundos de vale, ou mesmo nas médias vertentes, quando aparecem declividades mais acentuadas entre 12 e 20% (Figuras 3 e 4).

A correlação das características pedológicas e geomorfológicas denota, do ponto de vista físico-natural, diferentes condições morfométricas, que por sua vez, implicam diretamente na distribuição espacial da cobertura pedológica ao longo da bacia.

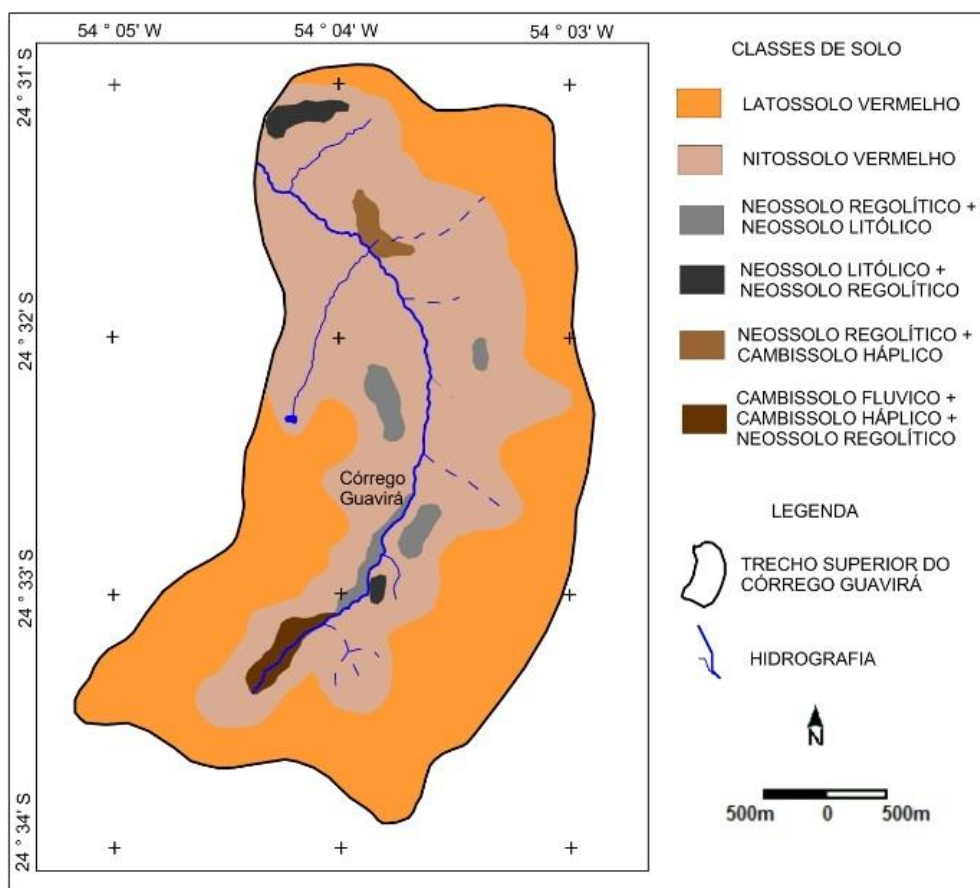


Figura 4: Carta de solos do terço superior do Córrego Guavirá.

Em decorrência da falta de conhecimento das condições naturais da bacia, evidenciam-se diversos problemas ambientais, tais como (erosão, compactação dos solos e enchentes), quase sempre relacionados a ação antrópica nas suas práticas de utilização dos solos. A partir dessa compreensão entende-se como necessário o mapeamento e a análise das fragilidades potenciais e emergentes, visando o conhecimento dos níveis de fragilidade atribuídos às condições naturais, bem como das implicações antrópicas sobre o ambiente.

Fragilidade Potencial do Terço Superior do Córrego Guavirá

A análise dos índices de fragilidade ambiental, considerando as características topográficas (declividade e forma de vertente), pedológicas (distribuição e organização dos

solos) e antrópicas (uso do solo), permitiu compreender os níveis de estabilidade e instabilidade dados pelos elementos naturais e antrópicos presentes na área.

No que se refere à fragilidade potencial da área que abrange o trecho superior da bacia hidrográfica, evidenciaram-se índices muito fracos, fracos, médios e fortes, atribuídos às condições de declividade, apresentando maior e menor nível de fragilidade em razão das características dos solos (Figuras 5 e 6).

Nas áreas de menor declividade (0 a 6%), identificadas como de muito baixa fragilidade, presentes nos setores de alta vertente, ocorre o predomínio da classe dos LATOSSOLOS VERMELHOS, considerados estáveis do ponto de vista pedológico. Em menor expressão, nas áreas com declividades muito baixas (inferiores a 6%) também ocorrem nos ambientes de baixa vertente, abrangendo os setores próximos das cabeceiras de drenagens, onde ocorrem as classes dos NITOSSOLOS, NEOSSOLOS e CAMBISSOLOS.

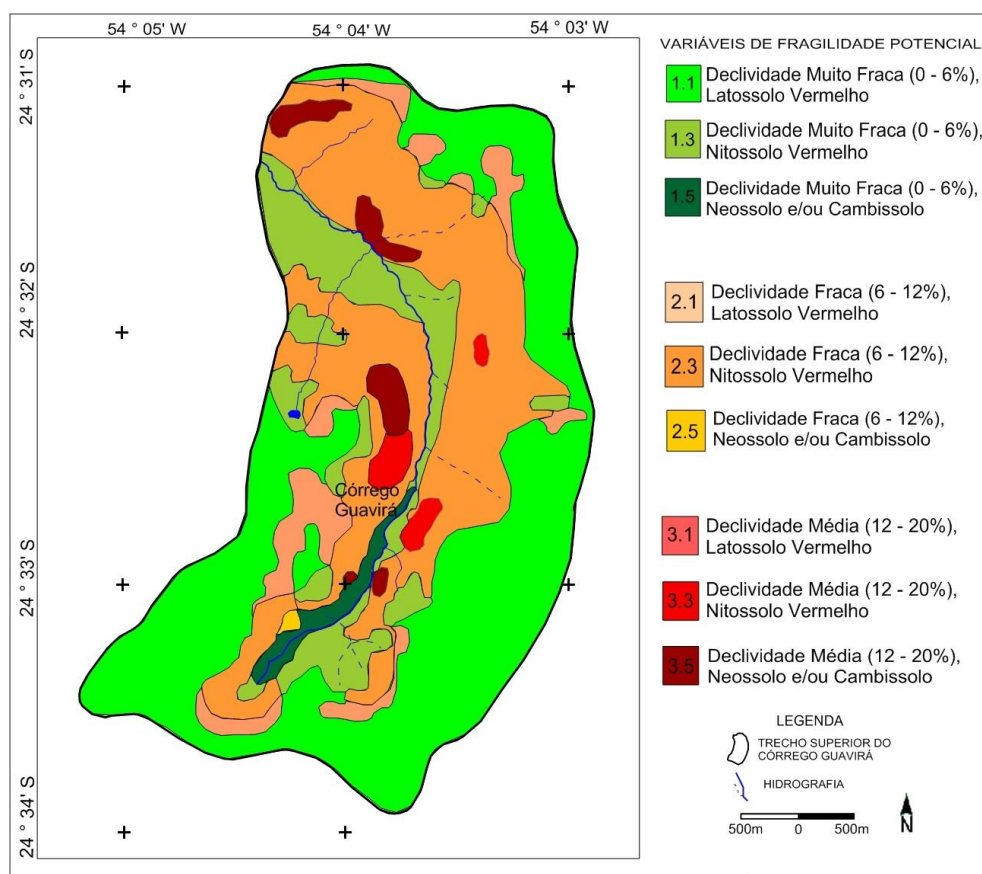


Figura 5: Carta de fragilidade potencial do trecho superior do Córrego Guavirá, conforme os preceitos da metodologia de Ross (1994).

A existência de solos rasos nos setores de fundo de vale, mesmo os situados sobre baixa declividade, implica no aumento da fragilidade, porque os NEOSSOLOS e os

CAMBISSOLOS apresentam forte instabilidade em relação ao desenvolvimento de processos naturais e antrópicos que ocorrem nas áreas de nascente e/ou nas cabeceiras de drenagens.

Nos setores de média alta e média baixa vertente, observa-se basicamente a presença de declividades que variam entre 6 e 12%, o que evidencia a classe de baixa fragilidade em relação aos índices atribuídos ao relevo.

Nesses setores da vertente verifica-se, predominantemente, a ocorrência dos solos do tipo NITOSSOLO VERMELHO, que corresponde aos níveis médios de fragilidade no que se refere aos graus de erodibilidade dos solos, face ao escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais.

Em menor proporção são observadas as declividades médias de 12 a 20%, particularmente nos setores próximos aos fundos de vale ou mesmo nas médias vertentes, onde ocorrem formas topográficas e rupturas de declives mais acentuadas. Nesses segmentos da vertente, verifica-se a presença de solos rasos com menor grau de desenvolvimento pedogenético, do tipo NEOSSOLO e CAMBISSOLO. Essas áreas, assim como os setores próximos das nascentes, representam os ambientes de forte fragilidade potencial (Figuras 5 e 6).

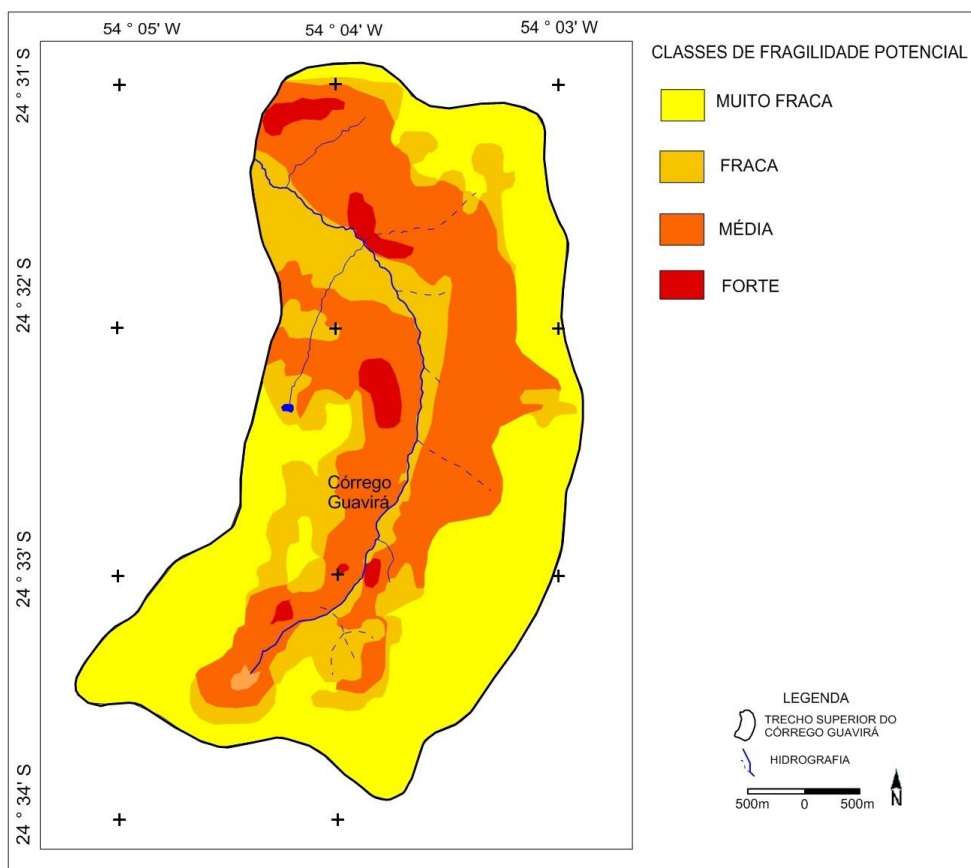


Figura 6: Carta de fragilidade potencial do terço superior do Córrego Guavirá, adaptada da metodologia de Ross (1994).

Fragilidade Emergente do Terço Superior do Córrego Guavirá

Com base na carta de fragilidade potencial, pode-se avaliar a fragilidade emergente da bacia hidrográfica, que evidencia a relação das condições naturais com as informações relativas ao uso do solo. A correlação das informações considerou tanto os graus de proteção dados aos solos pela vegetação natural quanto os possíveis impactos gerados pelas diferentes formas de uso e manejo, urbanas e rurais.

As cartas de fragilidade emergente (Figuras 7 e 9) permitiram diferentes interpretações sobre sete tipos de uso do solo, a partir dos quais foram correlacionados os níveis de fragilidade frente às condições de solo e de declividade.

No que tange às áreas ocupadas por vegetação, observa-se que as matas ciliares geralmente se encontram sobre baixas declividades (0 a 6%), com a presença de solos NITOSSOLOS. Nessas áreas, assim como naquelas ocupadas por reserva legal, embora sejam

pouco expressivas na área de estudo, ocorre maior proteção do solo em razão da cobertura vegetal, fato que permite atribuir a esses setores baixa fragilidade emergente.

As áreas ocupadas por culturas temporárias e por pastagens são encontradas, na maior parte da bacia hidrográfica, sobre solos do tipo NITOSSOLO e declividades relativamente baixas (entre 0 e 12%). Nesses setores, a fragilidade emergente é considerada média, de acordo com a metodologia empregada por Ross (1994) (Figura 7, com destaque, em separado, para a legenda indicada na tabela 5).

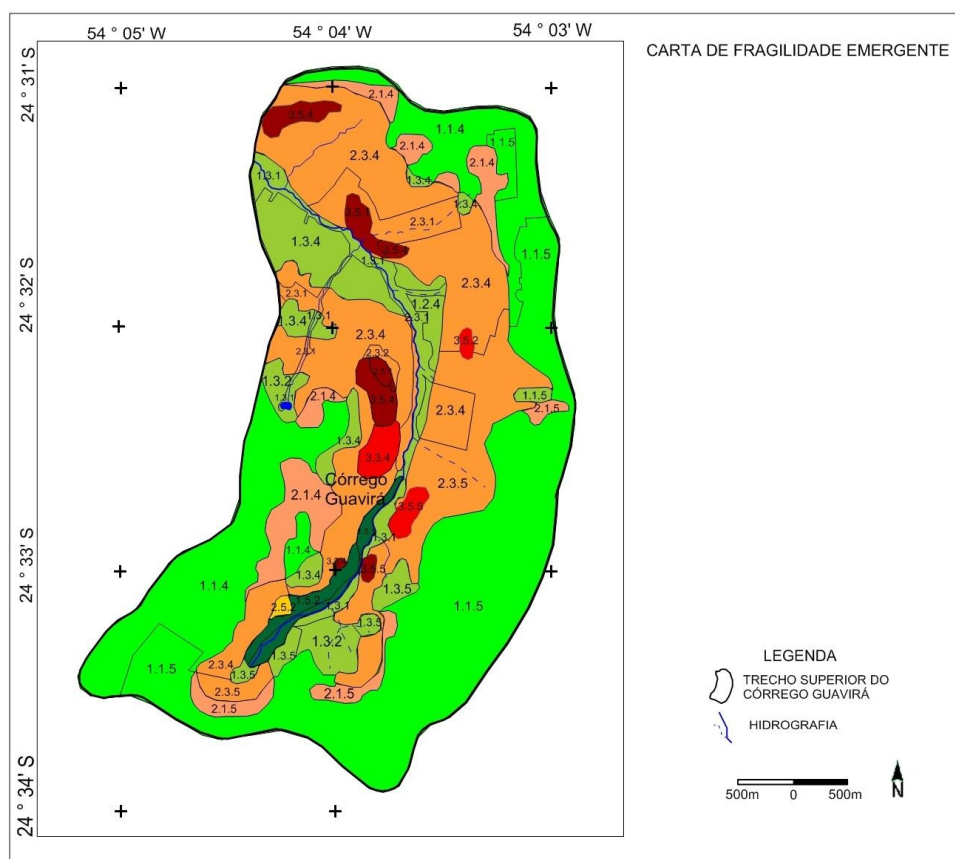


Figura 7: Carta de fragilidade emergente do trecho superior do Córrego Guavirá, conforme os preceitos da metodologia de Ross (1994).

Em contrapartida, nota-se ainda que, em alguns setores ocupados por culturas temporárias e pastagem, ocorrem declividades mais acentuadas e solos mais frágeis, fato que permite atribuir à fragilidade emergente nível mais elevado de instabilidade.

No mesmo contexto, as áreas ocupadas por atividades urbanas geralmente ocorrem nos locais onde as fragilidades potenciais são consideradas baixas e médias. As áreas urbanas consolidadas, assim como as pequenas áreas industriais, quando situadas próximas ao topo,

nos locais onde as declividades são menores e os solos são mais estáveis, não representam grandes riscos ao ambiente.

No entanto, é importante ressaltar que nos ambientes de médias e baixas vertentes, muitas vezes, são detectados solos de fragilidade potencial média e forte, a exemplo dos NITOSSOLOS, NEOSSOLOS e CAMBISSOLOS, respectivamente. Nessas áreas, além do uso urbano consolidado, ocorre o processo de expansão urbana, com solos expostos, indicando a falta de preocupação das condições ambientais naturais, fato que eleva os índices de fragilidade emergente.

O mapeamento e a análise das cartas de fragilidade ambiental da bacia permitem considerar que as áreas de maior fragilidade emergente se encontram, sobretudo, nos fundos de vale (Figura 9).

É importante destacar que as áreas com índices de média fragilidade emergente e, principalmente, índices de forte fragilidade emergente, quando situadas nos setores de baixa vertente, apresentam sérios problemas de ordem socioambiental.

Tabela 5: Legenda integrada da carta de fragilidade emergente da figura 7.

	Fragilidade Potencial		Fragilidade Emergente
Cor		Atributos	
1.1	Declividade muito fraca (0-6%) com a presença de Latossolo Vermelho	1.1.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
		1.1.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
		1.1.5	Fragilidade Potencial mais o uso do solo urbano consolidado e urbano em expansão
1.3	Declividade muito fraca (0-6%) com a presença de Nitossolo Vermelho	1.3.1	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com mata
		1.3.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
		1.3.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
		1.3.5	Fragilidade Potencial mais o uso do solo urbano consolidado e urbano em expansão
1.5	Declividade muito fraca (0-6%) com a presença de Neossolo e/ou Cambissolo	1.5.1	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com mata
		1.5.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
2.1	Declividade fraca (6-12%) com a presença de Latossolo Vermelho	2.1.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
		2.1.5	Fragilidade Potencial mais o uso do solo urbano consolidado e urbano em expansão

2.3	Declividade fraca (6-12%) com a presença de Nitossolo Vermelho	2.3.1	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com mata
		2.3.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
		2.3.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
		2.3.5	Fragilidade Potencial mais o uso do solo urbano consolidado e urbano em expansão
2.5	Declividade fraca (6-12%) com a presença de Neossolo e/ou Cambissolo	2.5.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
3.3	Declividade média (12-20%) com a presença de Nitossolo Vermelho	3.3.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
3.5	Declividade média (12-20%) com a presença	3.5.1	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com mata
		3.5.2	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com pastagem
		3.5.4	Fragilidade Potencial mais o uso do solo com cultura temporária
		3.5.5	Fragilidade Potencial mais o uso do solo urbano consolidado e urbano em expansão

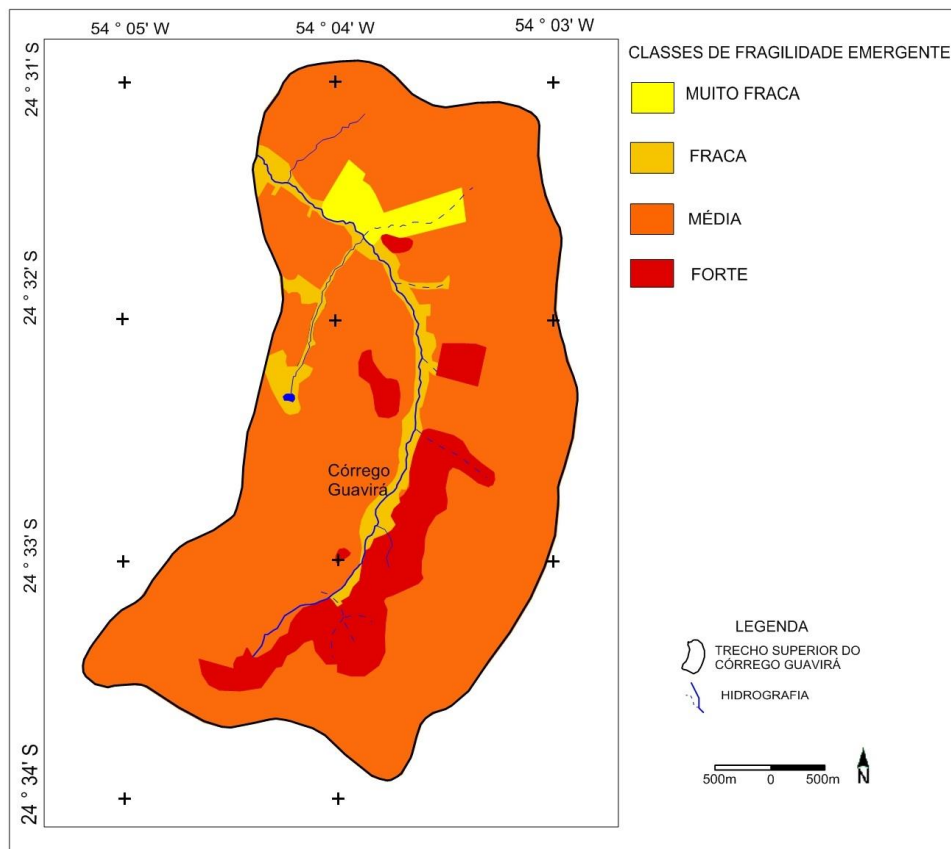


Figura 9: Carta de fragilidade emergente do trecho superior do Córrego Guavirá, adaptada da metodologia de Ross (1994).

Esses problemas socioambientais, quase sempre, estão relacionados ao uso e à ocupação inadequada dos solos pelas práticas agrícolas. Um exemplo desta realidade é o cultivo da soja e do milho muito próximo do leito do rio, desrespeitando os limites legais estipulados nas leis de proteção ambiental (Figura 10).



Figura 10: Área de cultivo agrícola e mata ciliar com metragem inadequada, pela legislação ambiental.



Figura 11: Processo erosivo localizado em área de cultivo agrícola.

Essas áreas de fundos de vale, embora tenham o predomínio dos solos NITOSSOLOS e declividades entre 6 a 12%, características consideradas favoráveis do ponto de vista natural, apresentam instabilidades emergentes em razão do uso intensivo e mecanizado das terras, sem os devidos cuidados conservacionistas. É o caso dos processos erosivos (Figura 11) e, conseqüentemente, do assoreamento e da poluição do córrego.

Os setores de fundo de vale apresentam forte fragilidade emergente. Nesses setores, verificou-se instabilidade ambiental causada pelas práticas antrópicas de ocupação urbana em condições geomorfológicas e pedológicas naturalmente mais frágeis. Essas áreas, além de apresentarem a degradação dos solos e das nascentes (Figura 12), também apresentam problemas socioambientais caracterizados pelos riscos de inundação e desmoronamento de residências que se situam em setores de cabeceiras de drenagem (Figura 13).



Figura 12: Detalhe da erosão e da poluição em áreas de nascente.



Figura 13: Residências em cabeceiras de drenagem, sujeitas à inundação e desmoronamento.

Entende-se, portanto, que as características físicas naturais dos ambientes de fundos de vale, evidenciadas na análise da fragilidade potencial, têm sido continuamente desconsideradas pelas práticas antrópicas. Sob essa perspectiva, o monitoramento e o conhecimento das áreas de maior fragilidade emergente podem servir de base para o direcionamento de novas ações que visam a contenção e a prevenção dos problemas socioambientais ocorridos ao longo do terço superior do Córrego Guavirá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das fragilidades potenciais e emergentes do terço superior do Córrego Guavirá possibilitou a compreensão e a correlação das características naturais frente às intervenções e os impactos causados pela ação antrópica.

Em termos de fragilidade potencial, verificou-se que as fragilidades muito fracas, inferiores a 6%, das áreas de topo, apresentam, predominantemente, solos do tipo LATOSSOLOS. Nas áreas de médias e baixas vertentes, constataram-se, principalmente, fragilidades baixas, declividades entre 6 e 12% e solos do tipo NITOSSOLO. Em menor proporção, também verificou-se a existência de médias fragilidades nas áreas com declividades entre 12 e 20%, e o predomínio dos solos NEOSSOLOS e CAMBISSOLOS.

No que diz respeito às fragilidades emergentes, foram identificadas fragilidades muito baixas nas áreas recobertas por vegetação, seguidas de fragilidades baixas nas áreas com vegetação e pastagens. As áreas de média fragilidade foram encontradas em quase toda a

extensão da bacia hidrográfica, particularmente nos setores de topos e médias vertentes, ocupados por atividades agrícolas e urbanas. Já as consideradas de forte fragilidade emergente foram as áreas próximas das nascentes, em razão das ocupações urbanas em expansão e das áreas agrícolas que ocupam os setores de baixa vertente, especialmente aquelas da margem esquerda, particularmente consideradas como as áreas de maior instabilidade ambiental da bacia hidrográfica.

Nesse sentido, toda a área mapeada como de forte fragilidade emergente necessita, urgentemente, de novos projetos de planejamento urbano e ambiental, particularmente aqueles que envolvam a contenção e a prevenção de problemas socioambientais gerados pela ação antrópica.

Visando colaborar com medidas mitigadoras dos problemas ambientais nos fundos de vale, o presente estudo indica uma avaliação e readequação das Áreas de Preservação Permanente e o redirecionamento das Áreas de Expansão Urbana para áreas de baixa fragilidade ambiental.

A readequação das APPs se faz necessária em razão de que as margens do córrego e as cabeceiras de drenagens têm sido constantemente ocupadas por atividades urbanas e agrícolas. Nessa perspectiva, a readequação dessas áreas de preservação, apoiadas na legislação ambiental, pode significar maior proteção ao solo e, conseqüentemente, ao ambiente. A ampliação dessas áreas, além de contribuir com a redução do impacto da chuva no solo, ajuda, ainda, na prevenção da instalação e evolução dos processos erosivos, reduzindo, com isso, o assoreamento do córrego, com conseqüente equilíbrio do ciclo hidrológico.

Do mesmo modo, o redirecionamento das áreas de expansão urbana também deve ser considerado necessário, tendo em vista que os loteamentos têm avançado, cada vez mais, para os setores de forte instabilidade natural, ou seja, os setores de fundos de vale, onde normalmente estão os solos rasos e as rupturas de declives mais acentuadas.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-192.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahier - ORSTOM: Serie Hydrobiologie**, Bondy, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982.

CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I. R. da; MARTINS, A. P.; ASSUNÇÃO, H. F. da; BECEGATO, V. A. (2011): "Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento", **GeoFocus**, n. 11, p. 51-69, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Serviço de Produção e Informação, 2006. 412 p.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 45 p.

IBGE. **Cidades**: contagem da população. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 3 nov. 2010.

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

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F. da; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 03-12, 2006.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C. de.; SANTOS, H. G. dos.; KER, J. C.; ANJOS, L. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92 p.

SANTOS, R. M. dos; NÓBREGA, M. T. de; PAIVA, R. G.; SILVEIRA, H. Análise da fragilidade ambiental no município de Tamboara – PR: aplicação e estudo comparativo de duas metodologias. **Revista Geoambiente on-line**. Jataí, n. 14, p. 93-120, 2010.

Artigo recebido em setembro de 2013 e aceito em janeiro de 2014.