

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE POTENCIAL:
ESTUDO DE CASO DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
COTEGIPE - PR**

**MAPPING THE POTENTIAL FRAGILITY:
CASE STUDY OF THE RIVER COTEGIPE - PR, UPPER COURSE**

kleitson Telmo GRISA¹
Anderson Sandro da ROCHA²
Maicol Rafael BADE³
José Edézio da CUNHA⁴

Resumo: Este artigo tem o objetivo de apresentar o mapeamento da fragilidade potencial do alto curso do rio Cotegipe, no município de Francisco Beltrão no Estado do Paraná. O estudo pode ser justificado porque a análise integrada dos elementos socioambientais, presentes em um determinado ambiente, é considerada significativa para a preservação ambiental. Para o mapeamento da fragilidade potencial foi necessário analisar os limites físicos da área, particularmente aqueles elementos relacionados a distribuição espacial dos solos ao longo das vertentes, pois são estes que ajudam a responder sobre a compatibilidade das formas de uso e ocupação realizadas na área com as suas características naturais. A metodologia aplicada teve como base os conceitos da análise da fragilidade potencial, propostos por Ross (1994). Os mapas de declividade, solos e uso dos solos, obtidos com base na elevação ASTER GDEM V2 com resolução de 30 m, além de proporcionarem a elaboração da carta de fragilidade potencial, serviram de embasamento para o planejamento da interferência nas ações executadas na preservação e na exploração da área que compõe o alto curso do rio Cotegipe.

Palavras-Chaves: Geografia ambiental. Fragilidade potencial. Bacia hidrográfica. Geoprocessamento.

Abstract: This article aims to present the mapping of the potential fragility of the high course river Cotegipe in the municipality of Francisco Beltrão in the State of Paraná. The study can be justified because the integrated analysis of socioenvironmental elements present in a given environment, is considered significant for environmental preservation. For mapping the potential fragility is necessary to analyze the physical boundaries of the area, particularly those elements related to spatial distribution of soil along the vertentes, because it is these that help reply if the forms of use and occupation conducted in the area are compatible or not with its natural characteristics. The methodology applied was based on the concepts of analysis of the potential fragility, proposed by Ross (1994). The maps of slope, soils and land use, obtained based the Elevation Aster GDEM V2 with a resolution of 30m, addition to providing the preparation of the letter of potential weakness, served as the basis for planning the interference in the actions performed in the preservation and exploitation of the area that makes up the high course river Cotegipe.

Keywords: Environmental Geography. Potential fragility. Watershed, Geoprocessing.

¹Professor da FAMPER - Faculdade de Ampére; Mestre em Geografia pela UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. kleitson_realeza@hotmail.com.

²Professor da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Doutorando pelo Programa de Pós Graduação em Geografia da UEM - Universidade Estadual de Maringá. andersonsdr@gmail.com.

³Professor da Secretaria de Estado de Educação do Paraná, Mestre em Geografia pela UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. maicolbade@yahoo.com.br.

⁴Professor do Programa de Pós Graduação em Geografia da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. edeziocunha@hotmail.com.

Introdução

Para a realização do mapeamento da fragilidade potencial do alto curso da bacia do Rio Cotegipe priorizou-se a descrição das classes de declividade e de solos por compreender que esses elementos ajudam no entendimento da relação solo – relevo, ou seja, da distribuição espacial dos solos ao longo das vertentes, considerada importante para melhor planejar as formas de usos e ocupação do ambiente, em particular dos solos.

Entende-se como prioritária a reflexão sobre o entendimento das causas e das consequências das fragilidades potenciais presentes na área de estudo. A partir da análise sistêmica torna-se possível uma melhor compreensão dos fatores e elementos (solo, hidrografia, morfologia, uso da terra, etc.) componentes no ambiente, indispensáveis para o conhecimento do funcionamento e inter-relação das paisagens.

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.

Os estudos pertinentes a fragilidade ambiental, desenvolvidos por Rocha et al., (2013) e Bade et al., (2014), no contexto do Oeste do Paraná, realizados pelo grupo de estudos ambientais (GEA), tem demonstrando excelentes aplicabilidade, pois permitem associar as características de fragilidade natural da área de estudo as diferentes práticas de utilização do solo.

Na mesorregião administrativa da região Sudoeste do Estado do Paraná, composta por 37 municípios, entre eles Francisco Beltrão e Pato Branco, estes estudos de caso, também tem sido muito frequentes.

Foi diante desse cenário que esta pesquisa tomou como ponto de análise o alto curso da bacia do rio Cotegipe, pois se trata de uma região com altos índices de declividades o que, por conseguinte indicam taxas altas de fragilidade potencial. Os altos índices de fragilidade natural permitem uma melhor compreensão dos problemas advindos das ações humanas, problemas esses, gerados em grande parte devido aos usos e manejos incorretos dos solos, como também dos fenômenos naturais como é o caso da formação e evolução dos processos erosivos.

É com esta compreensão que o mapeamento dos graus de fragilidade potencial pode proporcionar informações que ajudem na melhor análise das principais atividades, sejam elas relacionadas a agropecuária, aos florestamentos remanescentes, a recomposição florestal ou a gestão ambiental generalizada. Diante dessas hipóteses que se determinou como objetivo deste estudo de caso o mapeamento da fragilidade potencial no alto curso da bacia do rio Cotegipe com o uso de ferramentas de geoprocessamento.

Considerando o objetivo proposto e com o intuito de uma melhor caracterização ambiental da bacia do rio Cotegipe, foram elaborados os mapas de declividade, de solos, de uso dos solos e o de fragilidade potencial, seguindo os pressupostos teóricos e metodológicos propostos por Ross (1994).

Localização e caracterização da área em estudo

O alto curso da bacia hidrográfica do rio Cotegipe localiza-se no noroeste do município de Francisco Beltrão, região sudoeste do Estado do Paraná. A área de estudo está

delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas: 25°59'46" S a 26°05'41" S e 53°13'35" W a 53°17'28" W (Figura 01).

No Estado do Paraná são delimitadas dezesseis principais bacias hidrográficas, dentre elas a bacia do Rio Iguaçu.

Entre os principais afluentes do Rio Iguaçu encontra-se o Rio Cotegipe, localizado no município de Francisco Beltrão, região sudoeste do Estado. Esse município encontra-se no Terceiro Planalto do Paraná na sub-unidade do planalto de Francisco Beltrão.

No Estado do Paraná e, conseqüentemente no alto curso da bacia hidrográfica do rio Cotegipe, as áreas destinadas ao plantio de soja, milho, trigo, feijão, etc., substituíram grande parte da vegetação nativa, restando reservas técnicas de mata nativa e mata ciliar. Nas áreas onde se encontram as declividades mais elevadas, verifica-se a presença de vegetação remanescente distribuídas de forma isolada em fragmentos que formam ilhas genéticas.

O alto curso do rio Cotegipe possui aspecto fitogeográfico de floresta estacional Semidecidual na maior porção territorial e numa pequena porção a floresta ombrófila mista. As árvores mais comuns na região são: açoita-cavalo-miúdo, angico branco, ipê-amarelo-do-campo e pinheiro-do-paraná.

O clima da área de estudo, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresentada por Maack (1968), na divisão climática do Paraná, é representado pelo tipo Cfa. A letra "C" representa clima pluvial temperado (mesotérmico), ou seja, temperaturas que variam de - 3°C e 18°C nos meses mais frios do ano, sendo constantes as geadas. A letra "f" representa clima sempre úmido, ou seja, com chuvas em todos os meses do ano, correspondendo a 1.000 mm a precipitação média anual. A letra "a" representa que a temperatura do mês mais quente fica em torno de 23°C.

Figura 01: Localização do alto curso do rio Cotegipe, município de Francisco Beltrão-Paraná.



Fonte: GRISA E BADE (2013).

Procedimentos metodológicos

A metodologia aplicada para essa pesquisa tem base nos conceitos da análise da fragilidade ambiental, propostos por Ross (1994), que encontra explicação em dois termos diferentes, a fragilidade potencial e a fragilidade emergente.

Nesta pesquisa foi realizado somente o mapeamento da fragilidade potencial. De acordo com os preceitos metodológicos de Ross (1994), a análise da fragilidade potencial baseia-se na análise dos elementos físico-naturais, utilizando-se das seguintes variáveis da região a ser estudada: classes de declividade, classes de solos, geologia e clima.

Considerando que na área de estudo as variáveis geológicas e climáticas não foram representativas, pois as mesmas não apresentam mudanças na escala da presente pesquisa, utilizou-se somente as variáveis declividade e tipos de solos. É importante destacar que o estudo destas variáveis possibilita a definição das classes de fragilidades potenciais, apresentadas em cinco categorias: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte.

Neste estudo, também foi mapeada a forma de uso e ocupação do solo com intuito de relacionar a fragilidade potencial com as diferentes formas de utilização da área do alto curso do rio Cotegipe.

Elaboração do mapa de declividade

O mapa de declividade foi obtido com base na Elevação ASTER GDEM V2 com resolução de 30 m (disponível em: www.gdem.aster.ersdac.or.jp).

Inicialmente os dados foram trabalhados no aplicativo Global Mapper 13[®], sendo nesta etapa utilizado para o recorte das imagens ASTER da área de estudo e posteriormente exportados para o aplicativo ArcGis 9.3[®] na sua extensão ArcMap, onde foi possível a criação do modelo digital de elevação (DEM).

Com as informações tridimensionais da área de estudo, foi possível a criação do mapa de declividade, gerado nesta etapa através da ferramenta *surface analyst, slope, output: percent rise (%)*.

Na elaboração do mapa de declividade foram utilizadas as classes propostas por Ross (1994): 0 – 6% (muito fraca), 6 – 12% (fraca), 12 – 20% (média), 20 – 30% (forte) e maior que 30% (muito forte).

Elaboração do mapa de classes de solos

O mapa de classes de solos foi definido com base nos dados encontrados na carta de solos EMBRAPA (2006), na escala 1:250.000 (disponível em www.itcg.pr.gov.br). Esses dados foram trabalhados e reorganizados conforme dados levantados em campo, posteriormente foram exportados para o aplicativo ArcGis 9.3, onde foi delimitada e georreferenciada a área de estudo. Utilizou-se a metodologia proposta por Ross (1994), representando os tipos de solos conforme o grau de fragilidade do terreno: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5).

Elaboração do mapa de uso e ocupação da terra

Na elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, utilizou-se a imagem do satélite ALOS, com resolução de 2,5 metros, de novembro de 2008. Inicialmente importou-se a imagem para o programa Global Mapper 13 para ser delimitada a área de estudo. Posteriormente, as informações foram exportadas para o ArcGis 9.3. A imagem depois de georreferenciada e vetorizada gerou os Planos de Informações Temáticos (PIs), com base em 7 classes de uso: campo, solo exposto, florestas, lagoas, ocupação urbana, floresta implantada e cultivo anual, os quais eram associados às cores existentes na imagem.

Elaboração do mapa de fragilidade potencial

O mapeamento da fragilidade potencial do alto curso do rio Cotegipe foi elaborado a partir da sobreposição dos mapas de declividade e de solos.

Para cada mapeamento específico foram atribuídos pesos ou números de 1 a 5 por variável representando as classificações nomeadas: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte.

De acordo com Ross (1994) o mapeamento da fragilidade potencial sintetiza, através de números, a soma das variáveis de declividade e tipo de solo, a saber:

- a) Declividade: atribui-se o número 1 para as áreas de menor declividade e 5 para as de maior declividade.
- b) Tipo de solo: atribui-se o número 1 para áreas com solos menos suscetíveis a erosão e o número 5 para solos com maior susceptibilidade a erosão.

Após a identificação dos números foi feita a soma desses atributos através de álgebra simples, processada com o auxílio do programa ArcGis. Nesta etapa, cada uma das variáveis (solo e declividade) possuem os atributos de fragilidade acompanhados de números arábicos de 1 a 5 (1.Muito Baixa, 2.Baixa, 3.Média, 4.Forte e 5.Muito Forte).

Por meio da sobreposição ponderada (*Weighted Overlay*) dos atributos com o cruzamento dos arquivos em formato Raster, atribui-se, além das informações da fragilidade, os valores em porcentagem (solos 50% e declividade 50%) em que esses elementos exercem influência sobre os processos ambientais.

Os graus de fragilidade dos mapeamentos das classes de declividades, classes de solos, foram atribuídos de acordo com as classes de fragilidades definidas por Ross (1994).

Apresentação e discussão dos resultados

Mapa de declividade

A análise do mapa das classes de declividade (Figura 02) permitiu verificar que na área do alto curso do rio Cotegipe predominam as seguintes classes: 0-6% em 6,02 km²; 6-12% em 5,28 km²; 12-20% em 11,69 km²; 20-30% em 12,00 km²; maior que 30% em 12,86 km² da área de estudo.

As classes de declividades entre 0 e 6% correspondem a 12,58 % da área estudada e estão localizadas nas proximidades das margens do rio principal e de seus afluentes e, ainda, em topos aplainados distribuídos generalizadamente na área.

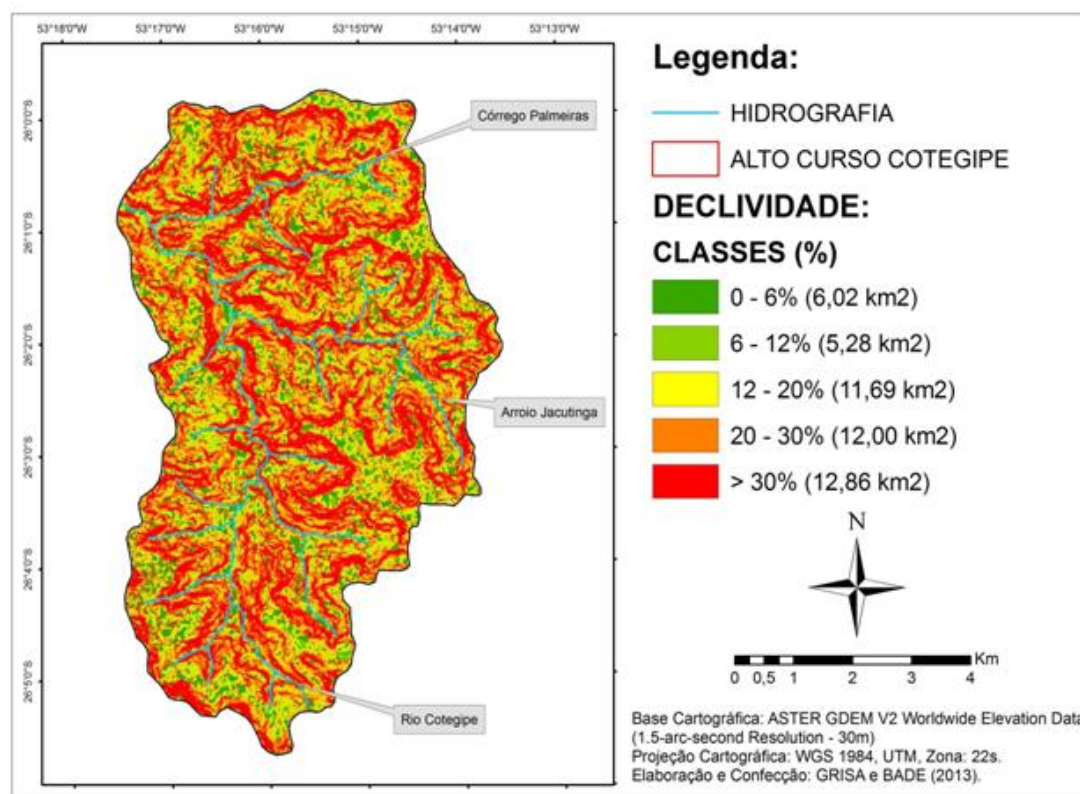
As declividades entre 6 e 12% correspondem a 11,04 % da área total e aparecem por toda a área do alto curso do rio Cotegipe, porém correspondem à menor parcela da área estudada.

As áreas com declividades entre 12 e 20%, correspondentes a 24,43 % da área, estão mais bem representadas na margem direita do Rio Cotegipe.

As áreas com declividades entre 20 e 30%, correspondentes a 25,08 % da área, aparecem particularmente nas rupturas de declives distribuídas por toda a área de estudo.

Por fim, as áreas com declividades superiores a 30%, correspondentes aos 26,87%, ocorrem nas maiores cotas altimétricas, com poucos recursos naturais para o uso agrícola.

Figura 02: Classes de declividades (%) do alto curso do rio Cotegipe.



Considerando que 76,38% da área distribuem-se nas classes de declividades superiores a 12%, podemos concluir que as formas de relevo predominantes são as do tipo ondulado, fortemente ondulado e montanhoso. Esta classificação das formas de relevo definida para o alto curso do rio Cotegipe segue o estabelecido por Bigarella et al. (1996).

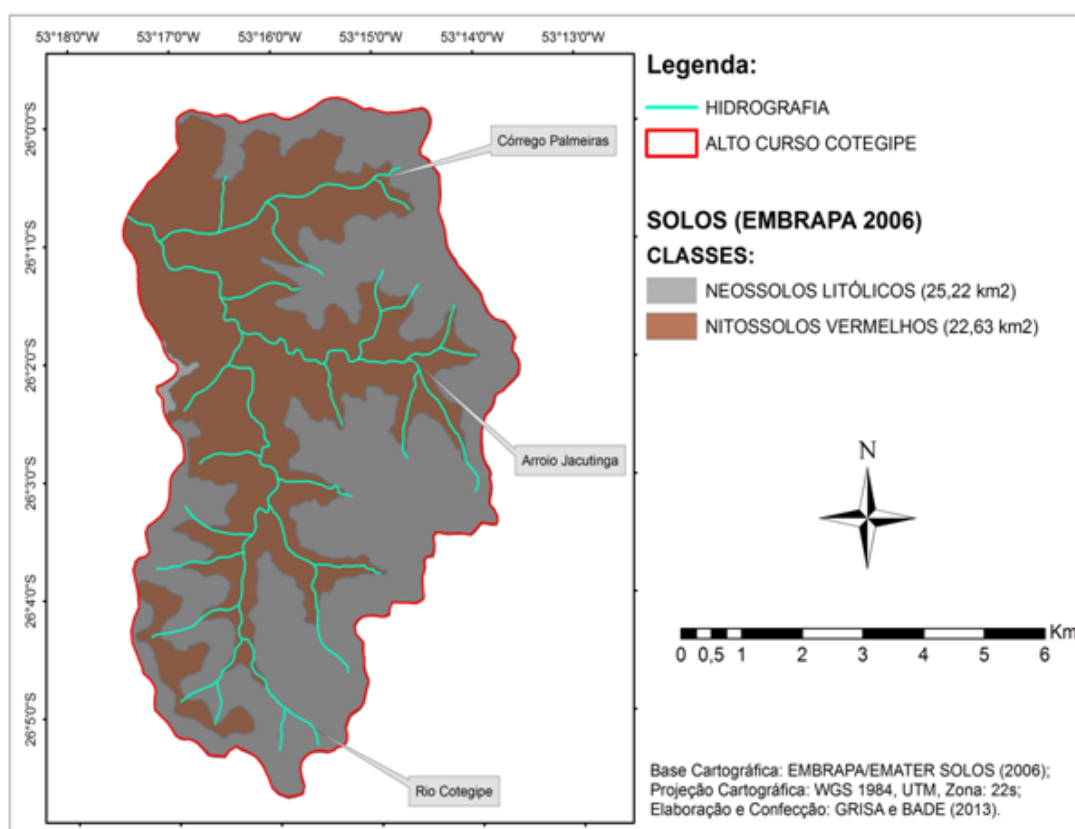
Ao analisar as formas de relevo do alto curso do rio Cotegipe foi possível verificar que as declividades mais acentuadas ocorrem na margem direita do rio, em consonância com a maior densidade de drenagem nessa mesma margem. Nesse sentido, é importante destacar que, embora a área de estudo apresente altas declividades, predominantemente superiores a 20%, não são verificados problemas ambientais relacionados à dissecação do relevo. Esse fato ocorre devido às boas práticas de uso da terra, normalmente compatíveis com as classes de declividade.

Mapa de solos

A cobertura pedológica do alto curso da bacia do rio Cotegipe é compreendida particularmente por duas classes de solos: Neossolos Litólicos e Nitossolos Vermelhos (Figura 03).

Os Neossolos Litólicos, presentes em 25,22 km² da área estudada, não podem ser considerados como uma boa alternativa de uso agrícola, pois são rasos ou muito rasos e, geralmente, são rochosos e pedregosos, além do que, estão sempre presentes em áreas de encostas íngremes, com predominância em áreas de declividade acentuada, conforme pode ser observado em comparação com a Figura 02.

Figura 03: Classes de solos do alto curso do rio Cotegipe.



Nesta classe de solos, devido a sua associação com as áreas de maior dissecação do relevo, são comumente encontradas coberturas de florestas naturais e implantadas, bem como pastagens para a produção pecuária. Também ocorre em uma pequena parcela de cultivos anuais, mesmo com as dificuldades de implementação e operacionalização das tarefas de cultivo.

A classe dos Nitossolos Vermelhos está presente em 22,63 km² da área do alto curso do rio Cotegipe. É encontrada em fundos de vale (baixa vertente), onde as declividades variam entre 0 e 20%. Por serem solos com boa fertilidade natural e bem estruturados são utilizados na sua maioria para o cultivo anual. Cabe ressaltar que nos ambientes que apresentaram as classes de solo do tipo Nitossolo, não foram encontrados problemas de impacto ambiental como erosão, fato que possibilita identificar um manejo correto dos ambientes agrícolas em relação ao tipo de solo.

Mapa de uso e ocupação da terra

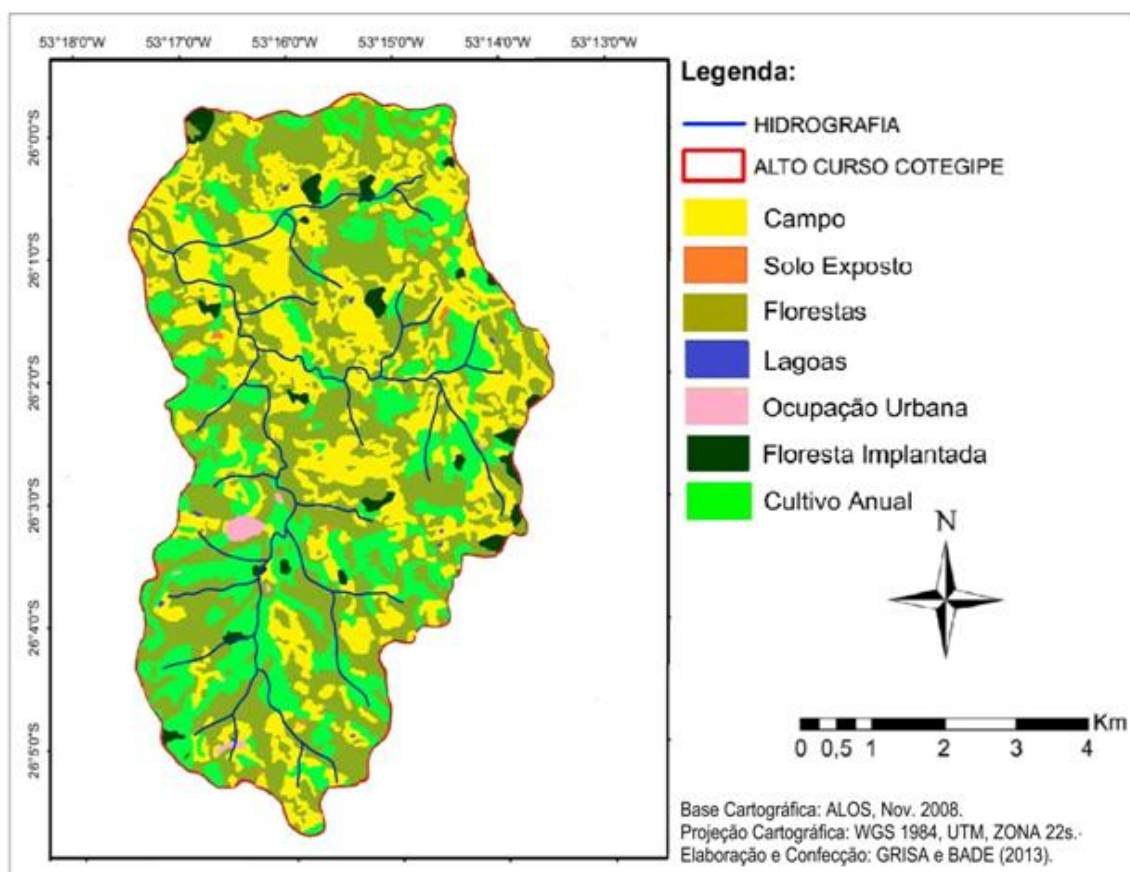
A área do alto curso do rio Cotegipe está organizada, em geral, em pequenas propriedades para cultivo de milho, soja, feijão e trigo, além de outros produtos em menor escala, tais como hortaliças e frutas. Com relação à criação de animais, destaca-se a bovinocultura de corte e bovinocultura de leite, ambas em larga escala. Também se destacam a criação de suínos e de frangos em proporções menores, geralmente em sistemas confinados.

De modo geral, a ocupação antrópica do alto curso do rio Cotegipe demonstra preocupação com a conservação ambiental porque os agricultores utilizam o solo de maneira adequada, explorando apenas as suas características e condições naturais, o que significa dizer que estão sendo respeitados os seus limites em termos de uso agrícola, particularmente aqueles relacionados tanto às características de fertilidade dos solos como de distribuição espacial ao longo das vertentes.

Conforme indica o mapa de uso e ocupação da terra (Figura 04), a área ocupada por campos corresponde a 14,26 Km² (29,80%). Esse tipo de uso, embora ocorra por toda a área, é mais bem representado entre as declividades de 0 a 20%. Nessas áreas de campo estão presentes, predominantemente os Neossolos Litólicos.

A considerável representatividade desta forma de uso e ocupação da terra permite identificar a predominância da criação de bovinos para a pecuária leiteira. Ocorrem, também, em menor escala, a pecuária de corte e ainda são comuns a criação de suínos e frangos em instalações fechadas.

Figura 04: Classes de uso e ocupação da terra do alto curso do rio Cotegipe.



É insignificante a quantidade de solo exposto em todo o alto curso do Rio Cotegipe, apenas 0,08 km² (0,18% da área). Esse fato pode ser explicado porque a imagem de satélite que serviu de base para o levantamento da forma de utilização da terra foi gerada quando as lavouras já estavam com aproximadamente 50% do ciclo vegetativo concluído.

Sobre está perceptiva é importante destacar que há uma grande preocupação dos agricultores locais em conservar os solos sempre com cobertura vegetal. Essa preocupação ocorre particularmente porque os mesmos compreendem que os altos índices de declividades, atrelados à presença de solos rasos, podem acelerar problemas ambientais, principalmente a erosão dos solos, caso esses solos se encontrem desprovidos de cobertura vegetal, particularmente em períodos de maior excedente hídrico.

As florestas ocupam 19,36 km² (40,48% da área). A ocorrência deste tipo de uso da terra está relacionada a dois fatores.

O primeiro diz respeito às classes de declividades. De maneira geral, a cobertura vegetal representada pela mata ocorre em declividades entre 20 e 30% e mesmo em declividades superiores a 30%. Neste sentido, a utilização destas áreas para o desenvolvimento de atividades agrícolas fica prejudicada, pois a elevada dissecação do relevo não permite a utilização de máquinas agrícolas.

O segundo fator diz respeito à preservação da vegetação próxima as margens dos rios, conforme novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). As áreas representadas pelas florestas localizam-se, principalmente, no setor sudoeste da bacia, nas áreas próximas às nascentes. Considerando que este tipo de uso e ocupação da terra ocorre em declividades bastante diversificadas e que o tipo de solo apresenta relação com as declividades, a cobertura vegetal de matas desenvolve-se tanto nos Nitossolos como nos Neossolos.

Nesse sentido, quando comparado à totalidade da área em estudo, a presença de vegetação nativa é bastante significativa, principalmente nas áreas de alta declividade, contribuindo para a diminuição do grau de susceptibilidade a impactos ambientais devido à proteção que a classe traz ao solo.

As lagoas, assim como os solos expostos, representam uma pequena área, apenas 0,04 km², correspondentes a 0,09 %. Porém, foi necessário quantificar as lagoas com grau de fragilidade nulo, pois esses dados seriam considerados no mapa de fragilidade potencial.

Os setores urbanos correspondem a 0,43 km² e representam 0,88% da área. Nesta classe, foram consideradas as áreas cobertas, como aviários, galpões, residências. A maior parcela corresponde à comunidade do Jacutinga, localizada a Oeste da bacia hidrográfica, na margem esquerda do rio Cotegipe. A localização desta comunidade foi favorecida pela baixa declividade (0 a 6%) e proximidade com o recurso hídrico.

As florestas implantadas correspondem a 1,13 km² e representam 2,38%. Essas áreas, assim como as de florestas nativas, ocorrem em declividades entre 20 e 30 % e até mesmo em declividades superiores a 30%. Estas são encontradas em todos os setores do alto curso do rio Cotegipe, porém com predominância na margem direita do curso principal, onde as declividades ficam em torno de 20 e 30%.

E, por fim, as áreas de cultivo anual representam 12,55 km², ou seja, 26,19%. Esta classe ocupa setores topográficos que não ultrapassam 20% de declividade devido à limitação do uso de maquinários agrícolas.

Essa classe é encontrada, principalmente, nas áreas dos Nitossolos Vermelhos, considerados de boa fertilidade natural. Porém, esse cultivo anual aparece em todos os setores da área com maior representatividade no sudoeste e centro oeste do alto curso do rio Cotegipe.

Mapa de fragilidade potencial

A fragilidade potencial, que se caracteriza pela fragilidade natural, é identificada com base nas informações de declividade e de solos, ou seja, da relação das classes de declividades com as classes de solos, distribuídas espacialmente num determinado espaço geográfico, o que no caso desta pesquisa foi o alto curso do rio Cotegipe.

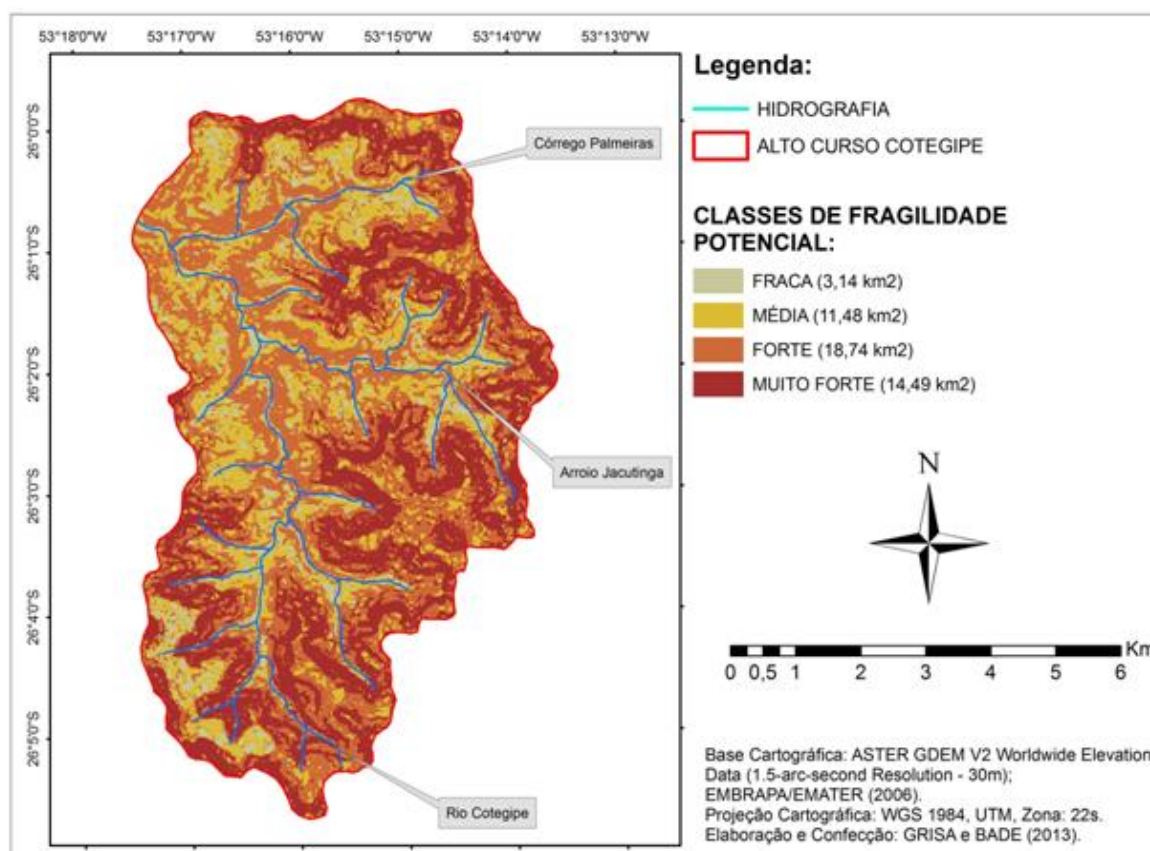
Como observado a classe de fragilidade potencial, com maior representatividade, foi denominada de forte. Ela ocorreu em 18,74 km², representando 39,16% da área de estudo (Figura 05).

A fragilidade potencial muito forte ocorreu em vários setores da área de estudo, mas com predominância nas declividades de 20 a 30% e >30%. Nestas duas classes de declividades desenvolvem-se, geralmente, os Neossolos Litólicos.

A classe de fragilidade potencial forte está distribuída por todos os setores topográficos, embora estejam mais representados nas declividades de 12 a 20%. Nessas classes de declividade predominam os Neossolos Litólicos, enquanto que nos fundos de vale são mais comuns os Nitossolos Vermelhos, considerado determinante para que a fragilidade potencial, nessa classe de declividade, mude de muito forte para forte.

A associação dessas duas classes de fragilidade potencial representa 69,45% da área de estudo e estão representadas principalmente em cotas altimétricas que variam entre 700 a 800m.

Figura 05: Fragilidade potencial do alto curso do rio Cotegipe.



Outra classe de fragilidade potencial encontrada no alto curso do rio Cotegipe é a denominada de média. Esta ocorre em 23,99%, o que significa dizer que representa 11,48 km² da área total.

Esta classe ocorre na maioria das regiões com declividades de 6 a 12%, ou seja, em declividades mais suaves e, principalmente, em regiões onde são encontrados os Nitossolos Vermelhos.

Os Nitossolos Vermelhos são considerados, de maneira geral, solos profundos e bem estruturados, o que significa dizer que a associação de declividades baixas com solos profundos representa uma fragilidade potencial média.

A classe de fragilidade potencial fraca ocorre em apenas 6,56% da área, correspondendo a uma extensão territorial de 3,14 km². Esta classe está relacionada com declividades de 0 a 6% e são encontradas em todos os setores topográficos da área de estudo. Esta classe de fragilidade potencial, além de estar associada a declividades baixas, também encontra-se relacionada à classe dos Nitossolos Vermelhos.

A classe de fragilidade potencial muito fraca não foi identificada porque na área do alto curso do rio Cotegipe predominam as declividades elevadas.

Embora a bacia do Cotegipe apresente, em quase a sua totalidade, fragilidades naturais consideradas fortes devido às altas declividades e presença de solos rasos, a mesma se encontra em estado de equilíbrio ambiental porque as formas de usos das terras, realizadas pelos agricultores, consideram de maneira bastante satisfatória, tanto os aspectos pedológicos como os topográficos, identificando assim que é possível utilizar os solos sem comprometer o equilíbrio natural da bacia.

Considerações finais

O mapeamento da fragilidade potencial, partindo da análise dos elementos naturais encontrados no alto curso do rio Cotegipe, por meio de usos de técnicas de geoprocessamento, que proporcionaram levantamentos e cruzamentos de informações sobre as características de declividade, de solos e de uso e ocupação das terras, acompanhadas de trabalhos de campo, permitiu evidenciar que esta área de estudo encontra-se em equilíbrio ambiental em virtude das adequadas formas de usos e manejos realizados pelos agricultores locais que respeitam as condições pedomorfológicas.

Cabe destacar que estas formas de uso e manejo do solo, comprovada na área de estudo, pela predominância da cobertura vegetal de florestas e campos que promovem alta proteção aos solos, também permitem concluir que é possível a convivência harmoniosa do homem no ambiente, desde que este respeite os limites naturais, ou melhor, como foi evidenciado neste estudo de caso, que se respeite as condições pedomorfológicas da paisagem.

Outra constatação importante é que o mapeamento da fragilidade potencial, abordado nesta pesquisa, mostrou-se eficaz porque permitiu produzir, interpretar e sobrepor documentos cartográficos que por ajudarem no conhecimento e análise do ambiente, são considerados importantes para o planejamento socioambiental da paisagem.

Os resultados obtidos nesta pesquisa embora tenham levado em conta os dados de um determinado espaço geográfico e período histórico, permite concluir que pode e deve ser aplicada em outros estudos de caso desenvolvidos no contexto da análise ambiental na escala das bacias hidrográficas.

Referências

BADE, M. R. ; ROCHA, A. S. ; CUNHA, J. E. . Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego Matilde Cuê, Marechal Cândido Rondon-PR. **Revista Geografar** (UFPR), v. 9, p. 62-83, 2014.

BIGARELLA, João José. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Volume II. Editora da UFSC: Florianópolis, 1996.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. 3 ed. Brasília, DF : Embrapa, 2013.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Papelaria Max Roesner, 1968.

ROCHA, A. S. ; CUNHA, J. E. ; MARTINS, V. M. . Mapeamento das fragilidades potencial e emergente da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon - Paraná. **Revista Perspectiva Geográfica**, v. 8, p. 15, 2013.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, nº 8, 1994.

Artigo recebido em 24-10-2014
Artigo aceito para publicação em 11-04-2015