



ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO TÉCNICAS EM SIG: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO DESEMBOQUE, PIRASSUNUNGA – SP – BRASIL

Isabel Cristina Moraes – Mestranda em Geologia Regional (Bolsista Capes) na UNESP/Rio

Claro. bel.moraes.geo@gmail.com;

Edvania Aparecida Correa – Mestranda em Geografia (Bolsista FAPESP) na UNESP/Rio

Claro. edvaniacorrea@ig.com.br;

Fabiano Tomazini Conceição – Prof. Dr. na Universidade Estadual Paulista – UNESP/Rio

Claro. ftomazini@rc.unesp.br;

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi o de analisar as condições de uso do solo e da fragilidade ambiental da bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque, localizada no município de Pirassununga – SP – Brasil. A exploração dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente tornam-se, pois, uma preocupação eminente, na medida em que a preservação e recuperação dos solos, dos recursos hídricos, do relevo e da cobertura vegetal dão manutenção e suporte à vida. Desta forma, o uso de geotecnologias aliado ao modelo de fragilidade ambiental proposto por Ross (1994), onde há a integração das variáveis ambientais solo, erosividade, declividade e uso da terra, possibilitou a elaboração de mapas temáticos que servem de subsídio à gestão territorial e ao planejamento ambiental. No que tange aos resultados, foram obtidas predominantemente classes de fragilidade potencial Fraca e Média, e classes de fragilidade emergente classificadas como instáveis/Fraca e Média. Em relação a distribuição dos pesos para as variáveis, o método utilizado mostrou-se coerente à realidade e é correspondente à dinâmica ambiental da bacia.

Palavras Chaves: Fragilidade Ambiental, uso do solo, declividade, Geoprocessamento.

ABSTRACT: The aim of this study was to examine the conditions of land use and environmental fragility of the Watershed Stream Desemboque, located in Pirassununga - SP - Brazil. The exploitation of natural resources and environmental degradation becomes therefore an eminent concern and the preservation and restoration of soils, water resources, topography and vegetation cover provide maintenance and support to life. Thus, the use of



geosciences technology to environmental fragility model proposed by Ross (1994), where there is the integration of environmental variables, soil, erodibility, slope and land use, allowed the elaboration of thematic maps that provides a source of information to land management and environmental planning. Regarding the results, it was obtained predominantly classes of Poor and Middle potential fragility, and Emergind Fragility Class classified as unstable / Low and Medium. Related to the distribution of weights for the variables, such method was consistent with reality and is matched to the environmental dynamic of the basin.

Key Words: Environment Fragility, land use, slope, Geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade humana tal como a conhecemos hoje tem origem nos primeiros sistemas econômicos da história, a cerca de 7.000 a.C., onde o aparecimento da agricultura transforma o homem em produtor, agente modificador dos recursos naturais para prover o sustento de sua comunidade. A necessidade de intensificação das atividades produtivas para o crescimento econômico, aliado ao processo de mecanização do campo na década de 50 e conseqüente intensificação do uso da terra, fazem da agricultura a atividade econômica mais marcante nos países em desenvolvimento como o Brasil.

Sabe-se que fatores como o clima, solo, relevo e vegetação e a própria ação antrópica interagem entre si e acabam por determinar a dinâmica dos solos, porém “é a cobertura vegetal que, em última análise, proporciona diferentes níveis de proteção do solo” (VITTE et al., 2004, p.248). O conhecimento sobre os diferentes usos da terra torna possível a adequação de medidas que favoreçam a conservação dos solos e que minimizam efeitos de manejo mal implantados, como a erosão dos solos, a poluição de mananciais, assoreamento de rios, e lixiviação e esgotamento dos solos, e por conseqüência o “planejamento ambiental surge como prerrogativa no intuito de serem evitadas tais conseqüências, principalmente vinculando-se à busca por soluções que promovam a manutenção da exploração econômica dos recursos” (FOLADORI, 1999, apud SARAIVA, 2005, p.85).

O comprometimento da qualidade e quantidade dos recursos naturais, bem como o uso da terra de maneira inadequada, demonstram a necessidade da análise aprofundada das



potencialidades e fragilidades ambientais nos estudos de planejamento do espaço geográfico. Segundo Ross (1994), a metodologia da fragilidade empírica é pautada no princípio de que a natureza apresenta funcionalidades intrínsecas entre seus componentes bióticos e físicos. Este autor “sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representadas por códigos: muito fraca(1), fraca(2), média(3), forte(4) e muito forte(5), estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais”.

Neste contexto, os estudos de fragilidade ambiental têm como objetivo, em primeiro instante, em levantamento das características físicas da área, como as variáveis: geologia, solo, relevo, clima, cobertura vegetal e uso da terra. Segundo Kawakubo et al. (2005) “é denominado de fragilidade potencial a vulnerabilidade natural do ambiente e de fragilidade ambiental a vulnerabilidade natural associada aos graus de proteção que os diferentes tipos de uso e cobertura vegetal exercem”. A identificação e a análise integrada das áreas ambientalmente mais frágeis inserem a tecnologia em SIG como uma das principais ferramentas na elaboração de materiais cartográficos consistentes para a implementação de políticas públicas.

O uso de técnicas de geoprocessamento aliado ao uso dos SIGs permite a avaliação integrada de diversas variáveis, sendo os resultados finais gerados de forma ágil. Os mapas temáticos gerados apresentam o grau de potencialidade e de restrição quanto aos diversos usos da terra, assim, constituem-se em uma das principais ferramentas do planejamento territorial (DONHA, et al., 2006).

Considerando o exposto e tendo em vista que toda a área do Córrego do Desemboque encontra-se inserido em uma área de intensa utilização do solo através de práticas agrícolas, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar o uso do solo e a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Desemboque, situada no município de Pirassununga (SP), através de técnicas de Geoprocessamento e com bases nas classes de Declive proposto por Ross (1994).



2. MATERIAL E METODOS

A confecção dos mapas temáticos foi realizada no ArcGis 9.3.1, obtendo-se os mapas de Classes de Fragilidade da Declividade, Classes de Fragilidade dos solos, Classes de Fragilidade do Uso e Ocupação do solo e Fragilidade da Erosividade.

Para a confecção da base cartográfica, foi utilizada a carta topográfica de Leme (folha SF-23-Y-A-II-1) na escala de 1:50.000 (IBGE, 1971). Foram vetorizados dados relacionados a hidrografia, curvas de nível e pontos cotados. Utilizando o programa ArcGis 9.3.1, foi gerado o mapa altimétrico, realizada a delimitação da bacia hidrográfica do córrego do Desemboque e a geração da carta de declividade, sendo a mesma dividida nas seguintes classes conforme a metodologia de Ross (1994): Classe 1 (muito fraco, declividade < 6%); Classe 2 (Fraco, declividade entre 6 - 12%); Classe 3 (Médio, declividade entre 12 – 20%); Classe 4 (Forte, declividade entre 20 – 30%) e Classe 5 (Muito forte, declividade > 30%).

Para a confecção do mapa Temático de Classes de Fragilidade associadas aos tipos de solos, foi realizada a vetorização das classes de solos da área de estudo baseadas no levantamento semi-detalhado do estado de São Paulo, quadricula de Araras (SF – 23 – Y – A – II). Com base na metodologia de Ross (1994), as classes de solo foram reclassificadas em: Muito fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte.

Para a obtenção da carta de uso e Ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque, foi realizada a segmentação das imagens aerofotográficas do aerolevante do ano 2001 para agrupar os “pixels” adjacentes e semelhantes gerando regiões homogêneas. Logo em seguida foi realizada a classificação não supervisionada e a edição das áreas não correspondentes ao tipo de uso classificado. Após a identificação e mapeamento dos diferentes tipos de uso, foi realizada a classificação dos mesmos conforme metodologia proposta por Ross (1994), onde as áreas com vegetação densa (Mata ciliar, mata nativa) receberam o valor 1 (Fragilidade muito baixa), áreas de reflorestamento, valor 2 (Fragilidade baixa), áreas com pastagens, valor 3 (Fragilidade média), áreas com cultivos, valor 4 (Fragilidade forte) e áreas com solos expostos, valor 5 (Fragilidade muito forte).

Já os valores de erosividade, estes foram obtidos a partir da coleta de dados de chuvas de referentes a 15 pluviômetros localizados ao redor da área de estudo. Para a obtenção do valor de erosividade de cada posto, foi aplicado o método de Wischmeier e Smith (1978), o



qual foi adaptado para as condições brasileiras por Lombardi Neto e Moldenhauer (1977) onde R é a somatória das médias mensais do índice de Erosão (IE):

$$EI = 67,35 \left(\frac{r}{P} \right)^{0,85} \quad (1)$$

Onde:

EI = média mensal do índice de erosividade, em MJ.mm/(ha.h); r = média dos totais mensais de precipitação, em mm; P = média dos totais anuais de precipitação, em mm

Os valores de erosividade obtidos dos 15 postos localizados ao redor da área de estudo foram interpolados através da Krigagem. Após a interpolação, os valores foram reclassificados segundo o método proposto por Ross (1994) o qual reclassifica os valores de erosividade em: Classe 1 (Muito Fraco, $R < 2500$), Classe 2 (Fraco, $2500 < R < 5000$), Classe 3 (Médio, $5000 < R < 7500$), Classe 4 (Forte, $7500 < R < 10000$), Classe 5 (Forte, $R > 10000$).

Para a obtenção dos mapas temáticos de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente, foi realizada no Software ArcGis 9.2. a combinação dos PI's Fragilidade da Declividade, Fragilidade dos tipos de Solo, Fragilidade do Uso e Ocupação do Solo e Fragilidade da Erosividade, os quais, já classificados em classes de fragilidade de 1 a 5. A combinação dos PI's e dos respectivos algarismo referentes as classes de fragilidade de cada item analisado: Declividade (primeiro algarismo), Solos (segundo algarismo), Grau de cobertura vegetal/Proteção do solo (terceiro algarismo) e Erosividade (quarto algarismo), originou uma combinação de quatro dígitos, como exemplo, 1111, 2333, 5413, etc. A obtenção dos valores de Fragilidade Potencial resultou da somatória dos valores dos PI's Erosividade (peso 1), solos (peso 1) e o Fator declividade (peso 2), divididos pelo valor 4. Desta forma, alcançou-se valores que variavam de 1,5 a 3,5, sendo, 1,5 referente a Classe de fragilidade Muito Fraca, 2 fraca, 2,5 média, 3 forte e 3,5 muito forte. Assim, com a determinação da Fragilidade Potencial através da somatória dos algarismos, acrescido de maior peso dado ao fator declividade, pode-se obter um fator de fragilidade Potencial mais próximo a realidade, onde demais fatores como Fragilidade do solo e Erosividade são também considerados como potenciais na determinação de classes de Fragilidade do relevo.

Para a obtenção do Fator Fragilidade Emergente, foram considerados os itens solo, declividade e erosividade com peso 1 e a variável cobertura vegetal com maior peso (peso 2), a qual foi utilizada para classificar a área quanto aos níveis crescentes do potencial de estabilidade e de instabilidade emergente.



3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Pirassununga localiza-se na latitude de 21°59'46" Sul e longitude de 47°25'33" Oeste, com a altitude de 627 metros e 727 Km² de área, dista 207 km da capital do estado, São Paulo. Este município apresentava em 2001 31.827,90 ha de culturas temporárias, 11.161,40 ha de culturas perenes, 10.927,70 ha de pastagens, 4.742,70 ha de vegetação natural e 754,80 ha de área de reflorestamento (GOMES, 2003).

A Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque, área de estudo em questão, encontra-se a sudoeste do município de Pirassununga (Figura 1), próxima a intersecção entre a Rod. Anhanguera e a SP 225. Esta bacia localiza-se na latitude 22°29'S e na longitude 47°29'O, possui uma área de 7,55 km² e está inserida essencialmente em área rural.

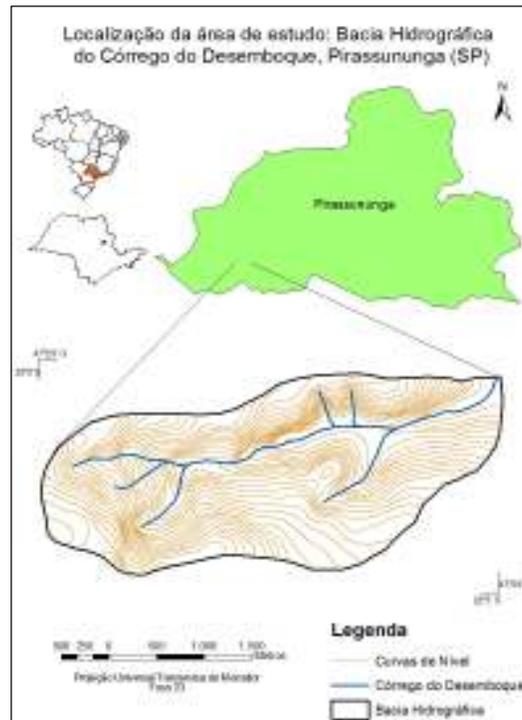


Figura 1. Localização da área de estudo.

3.1. Caracterização do meio físico - Localizada a sudoeste do município de Pirassununga, a bacia do Córrego do Desemboque está inserida na Província Geomorfológica denominada Depressão Periférica, descrita como faixa erosiva deprimida entre escarpas mais avançadas da zona de cuestas, que delimitam a borda oriental dos derrames basálticos e Planalto Cristalino



(PENTEADO, 1976). O relevo suave ondulado, de fisionomia colinosa, composto por elevações de topos tabulares, amplos e bastante suavizados e vertentes longas com declividade predominante de 3 e 8%. (THEODOROVICZ et al., 2002, p.7, p.37), e predomínio altimétrico entre as cotas 650 e 700 m.

A bacia do Córrego do Desemboque caracteriza-se em sua geologia por formações da Era Paleozóica (período Permiano), com a presença da Formação Corumbataí, do Grupo Passa Dois, onde predominam siltitos, argilitos, arenitos finos, calcários e sílex, depósitos originados em ambiente de sedimentação marinho; Formação Pirambóia – Grupo São Bento, da Era Mesozóica (Secundário), que originada em ambiente tipicamente fluvial caracteriza-se por arenitos essencialmente quartzosos, e assentada discordantemente da Formação Corumbataí, verificou-se a presença de conglomerados originados deste contato. Nesta bacia, também é bastante significativa a ocorrência de intrusivas basálticas da Formação Serra Geral (Figura 2).

Em menor escala, encontra-se na bacia a Formação Piraçununga, que se originou de depósito em fossa tectônica pelo processo de denudação das áreas mais elevadas, constitui-se de areias e conglomerados (STEIN et al, 1992, p.16-19), e à jusante, verificam-se também formações geológicas da Era Cenozóica (Quaternário), com a ocorrência de areias, argilas, cascalhos e folhelhos pirobetuminosos (GOMES, 2003, p.21);

Em sua formação pedológica, a bacia do Córrego do Desemboque caracteriza-se em por três classes de solo: o solo do tipo Latossolo Roxo Distrófico, predominante na bacia, o Latossolo Vermelho-Escuro Álico, localizado à montante, e à jusante encontram-se os Argissolos Vermelho-Amarelo (Figura 2).

Os Latossolos caracterizam-se por serem solos com perfis bem desenvolvidos e de textura uniforme. Os perfis deste solo são bastante homogêneos, com a transição entre os horizontes de forma gradual ou difusa. As argilas predominantes são do tipo caulinita, cujas partículas são revestidas por óxidos de ferro, responsáveis pelas cores avermelhadas dos solos, e o intenso intemperismo o qual são submetidos torna-os pobres em nutrientes. Na nova classificação brasileira de solos os Latossolos Roxo e o Latossolo Vermelho-Escuro compreendem a subordem dos Latossolos Vermelhos (“terra roxa”) que “desenvolvem-se de rochas básicas (basalto e diabásio) e são tipicamente ricos em nutrientes [...] uma exceção à baixa fertilidade natural característica dos demais Latossolos” (LEPSCH, 2002, p.87-90).

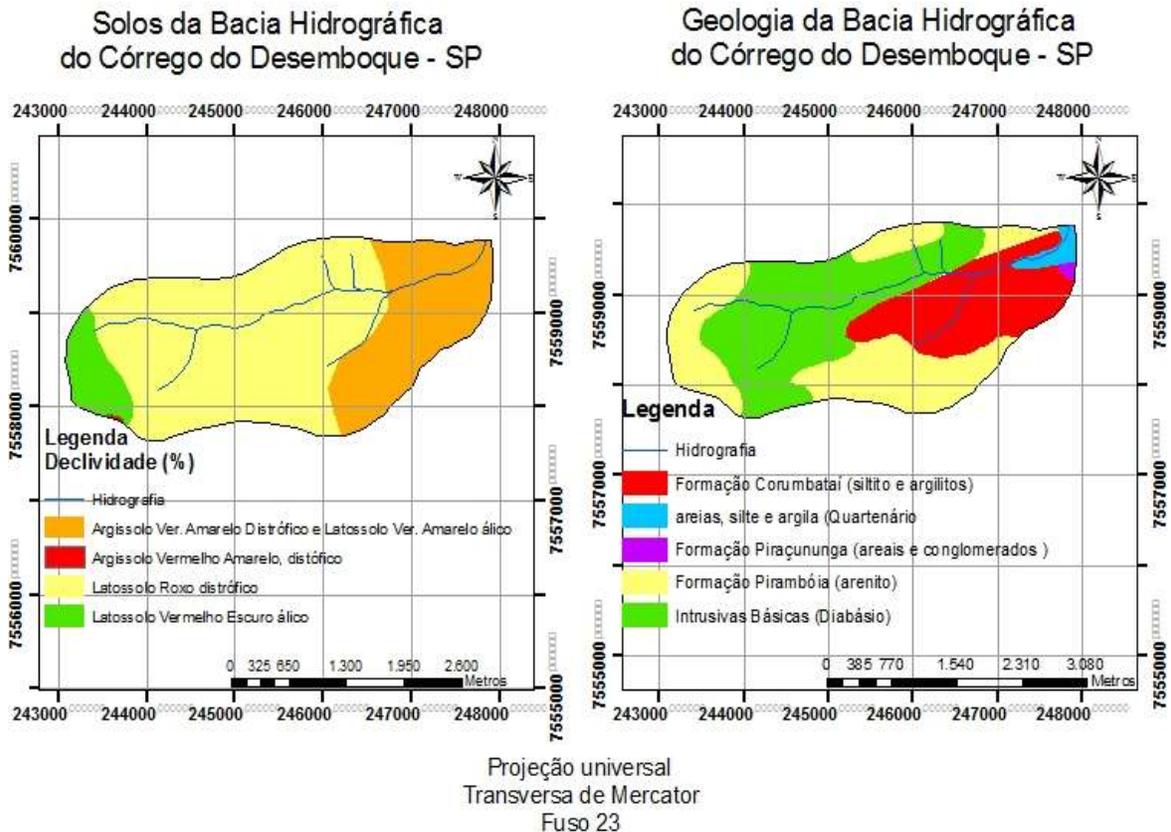


Figura 2. Mapa Pedológico e Geológico da Bacia do Córrego do Desemboque.

Segundo a EMBRAPA (1999), no grande grupo dos Latossolos Vermelhos, o caráter distrófico indica solos com saturação por bases baixa (saturação igual ou abaixo de 50%) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B; e o caráter álico indica solos com teor de alumínio de 18% a < 36% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Esta concentração de alumínio torna necessária, muitas vezes, a aplicação de técnicas como a calagem, onde se eleva os teores de cálcio e magnésio e neutraliza-se o alumínio. Assim, há o aumento da fertilidade do solo e adequação ao uso agrícola.

Os Argissolos, antes denominados “solos podzólicos”, são solos com material orgânico ácido (originado pela decomposição da vegetação), ambiente que favorece a dissolução das bases ferro e alumínio, presentes nos horizontes mais superficiais. Assim, há a translocação destas bases, com descoloração da área e resultando no horizonte E e a precipitação e acumulação das mesmas no horizonte B, mais escuro e cimentado. Os Argissolos “em igualdade de textura e relevo, são mais susceptíveis de ser erodido que os



latossolos, já que são menos permeáveis devido a presença do horizonte B mais compacto, com acumulação de argila” (LEPSCH, 2002, p.98-158).

O clima predominante é tropical, e segundo a classificação de Köppen, o clima caracteriza-se como sendo Cwa. A estação chuvosa ocorre de outubro a março (concentração de 80% das chuvas anuais), onde o índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.700 mm, a umidade relativa média é de 73% e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°. A estação seca ocorre de abril a setembro, sendo o mês mais seco com índices pluviométricos inferiores a 30 mm, e temperaturas abaixo de 18°. (GOMES, 2003, p.24-27)

4. RESULTADOS

4.1. Fragilidade da Declividade - A bacia Hidrográfica do córrego do Desemboque apresenta relevo (Figura 3) predominantemente Suave ondulado e Moderadamente Ondulado perfazendo um total de 61,27% da área total de estudo.

Tabela 1. Tipos de Relevo na Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque.

Tipo de relevo	Classe de Declividade	Área (%)
Plano	0 - 3%	18,73
Suave Ondulado	3 - 8%	29,80
Moderadamente Ondulado	8-13%	31,47
Ondulado	13-20%	18,29
Forte Ondulado	20-45%	1,65
Montanhoso	> 45%	0,06

No que tange a carta de hipsometria (Figura 3), predomina na área de estudo, altitudes de 650 a 700m, sendo que as maiores altitudes encontram-se entre 750-800m. No que tange a declividade há a predominância das classes de Fragilidade Muito Baixa (0-3%) e Baixa (3-8%) as quais constituem 30,8 e 39,1% do total da Bacia Hidrográfica do córrego do Desemboque. As Classes de Fragilidade da declividade tidas como forte (20 – 30%) e muito forte (>30%) ocupam somente 6,1% do total da área.

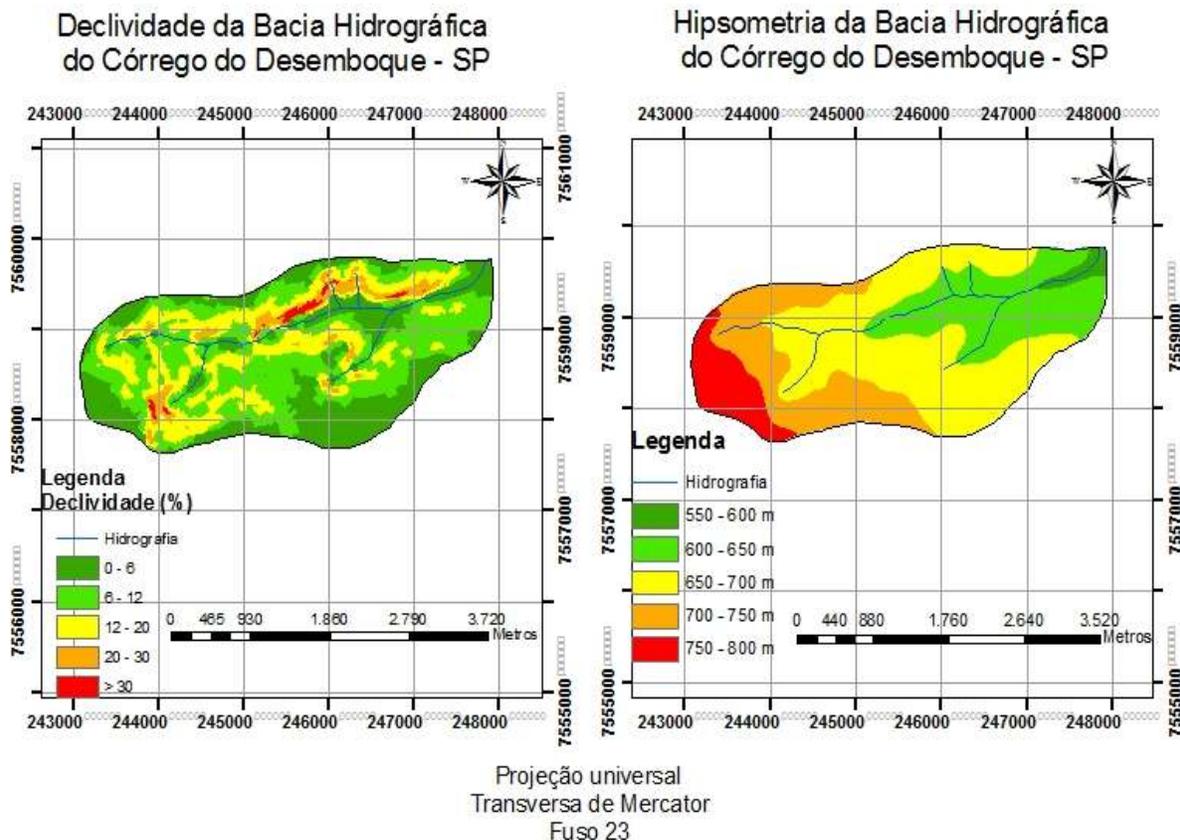


Figura 3 - Declividade e Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque.

4.2. Fragilidade dos Tipos de Solo - A bacia do Córrego do Desemboque apresenta 72,63% do total de sua área inserida na classe de fragilidade Muito Fraca, que corresponde às formações pedológicas do tipo Latossolo Vermelho. A classe de fragilidade Média corresponde ao Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo álico, com 27,30% da área total da bacia. A classe de fragilidade forte corresponde ao Argissolos Vermelho-Amarelo, que ocupa apenas 0,08% da área da bacia (Tabela 2).

Tabela 2. Tipos, Classes de Fragilidade e Ocorrência dos solos na área de estudo.

Valor	Solos	Classe de Fragilidade	Área (%)
1	LE 2	Muito Fraco	6,97
1	LRd	Muito Fraco	65,66
3	PV5 + LV1	Médio	27,30
5	PV 5	Forte	0,08



Desta forma, considerando as características pedológicas da área de estudo, há o predomínio de fragilidade Muito Fraca.

4.3 Fragilidade do Uso e Ocupação do Solo - As classes de fragilidade frente ao uso da terra (Tabela 3), com base em análise de aerofotografias do ano de 2001, definem 30,15% da área total da bacia classificada com grau de fragilidade Muito Forte, e correspondem às áreas de solo exposto. O uso da terra por cultivos (cana-de-açúcar e citricultura) é predominante, ocupando 46,19% da bacia. A classe de fragilidade média é indicada por 11,78% da área ocupada por pastagens, e na de fragilidade muito fraca encontram-se as áreas de mata nativa, com 11,88% da área (Figura 4).

Tabela 3. Classes quanto ao tipo de uso, Classes de Fragilidade e Extensão das áreas.

Classes de Uso	Classes de Fragilidade	%
Mata Nativa	Muito Fraca	11,88
Cana-de-açúcar	Forte	41,80
Solo Exposto	Muito Forte	30,15
Pastagem	Média	11,78
Citricultura	Forte	4,39

A classificação frente ao uso do solo da bacia hidrográfica em estudo, variável chave para a elaboração e análise da fragilidade emergente da área, apresenta 76,34% do total de sua área inseridos em classes de fragilidade forte a muito forte.

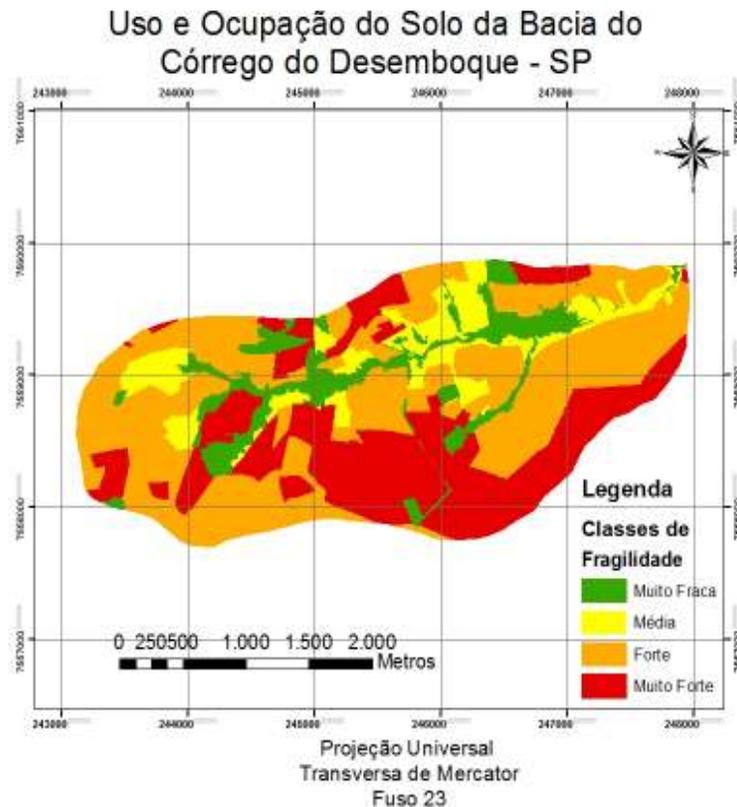


Figura 4. Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque.

4.4. Fragilidade da Erosividade - No que tange a erosividade, a área de estudo apresenta somente grau de Fragilidade médio (valor 3), onde a erosividade encontra-se entre 5000 a 7500 MJ.mm/ha.L. Abaixo (tabela 4) segue a tabela com os postos localizados ao redor da área de estudo com os respectivos valores de erosividade (R), os quais foram interpolados através do método de krigagem.

Tabela 4. Postos pluviométricos utilizados e respectivos valores de erosividade (R).

Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Erosividade (R) MJ.mm/ha.L
Faz. São Jose	Rio Claro	22° 20'	47° 29'	600	6682,51
Ajapi	Rio Claro	22° 17'	47° 33'	670	5652,05
Piracununga	Pirassununga	22° 01'	47° 26'	630	5446,38
Piracunuga	Pirassununga	22° 02'	47° 25'	670	7560,87
Pirassununga - estação experimental	Pirassununga	21° 56'	47° 23'	560	6728,01
Baguaçu	Pirassununga	21° 53'	47° 19'	600	8184,84
Gov. Fernando Costa	Pirassununga	21° 58'	47° 28'	640	7540,72
Criciúma (Leme)	Leme	22° 10'	47° 17'	600	6669,83



Analândia	Analândia	22°08'	47°40'	660	6997,52
Corumbataí	Corumbataí	22°13'	47°37'	600	7350,2
Sítio São Geraldo	Sta Cruz da Conceição	22°07'	47°25'	620	6975,65
Faz. Monte Alegre	Descalvado	21°57'	47°42'	840	8485,45
Faz. Santa Rita	Descalvado	21°58'	47°42'	780	8965,36
Descalvado	Descalvado	21°56'	47°37'	650	6817,88
Porto Ferreira	Porto Ferreira	21°51'	47°30'	580	8484,47

4.5. Carta de Fragilidade Potencial - A área de estudo, apresentou predominantemente classes de fragilidade ambiental classificadas como muito baixa e baixa, as quais somam, aproximadamente, um total de 70% da área de estudo, revelando, que, no que tange ao potencial natural de fragilidade do relevo, a Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque não apresenta, no geral, áreas com severas restrições ao uso (Tabela 5 e Figura 5).

Tabela 5. Classes de fragilidade potencial e respectiva extensão das áreas.

Fragilidade Potencial		
Valor	Classes Fragilidade	Área (%)
1	Muito Baixa	30,75
2	Baixa	39,19
3	Média	23,85
4	Forte	5,16
5	Muito Forte	1,05



Fragilidade Potencial Córrego do Desemboque - Pirassununga-SP

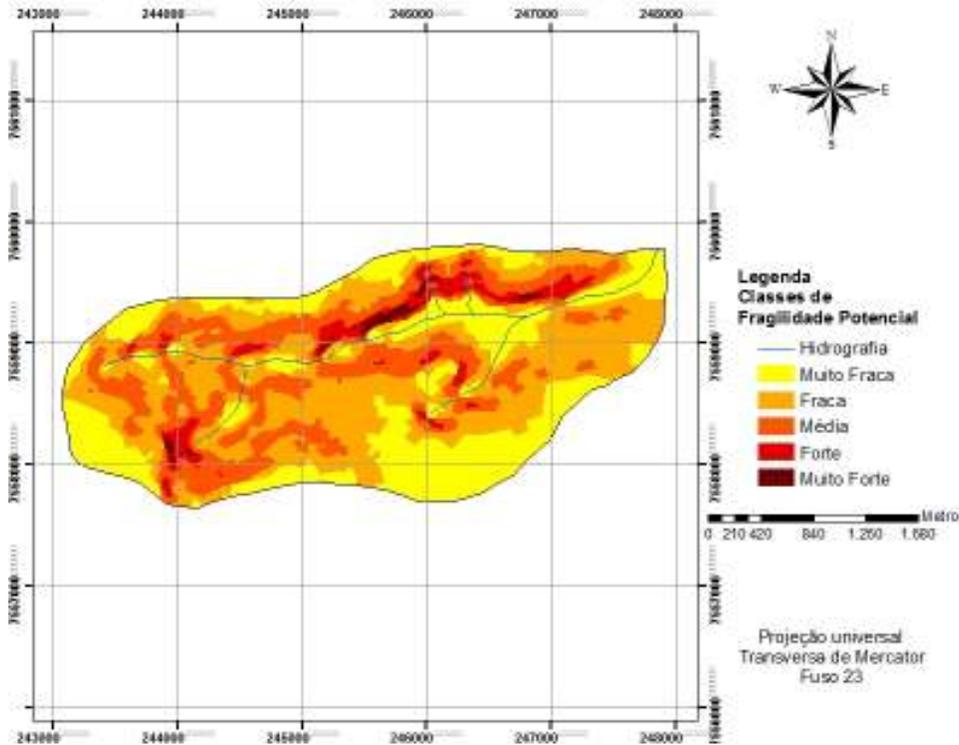


Figura 5. Carta de Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque.

4.6. Carta de Fragilidade Emergente - No que tange a Fragilidade emergente, a Bacia Hidrográfica do córrego do Desemboque apresenta aproximadamente 63% do total da sua área classificados como instáveis, com classes de fragilidade variando de Fraco a Médio (Tabela 6, Figura 6). No entanto, mesmo as áreas que são classificadas com grau de fragilidade ambiental fraco e médio, devem também ser manejadas adequadamente visando a conservação do solo e o menor impacto possível sobre a área a ser explorada.

Tabela 6. Classes de fragilidade emergente e respectiva extensão das áreas.

Fragilidade Emergente	
Classes de Fragilidade	Área (%)
Estável/Muito Fraco	3,65
Estável/Fraco	4,24
Estável/Médio	2,57



Estável/Forte	0,98
Estável/Muito Forte	0,52
Instável/Muito Fraco	16,69
Instável/Fraco	32,79
Instável/Médio	30,27
Instável/Forte	6,96
Instável/Muito Forte	1,34

Fragilidade Emergente Córrego do Desemboque - Pirassununga-SP

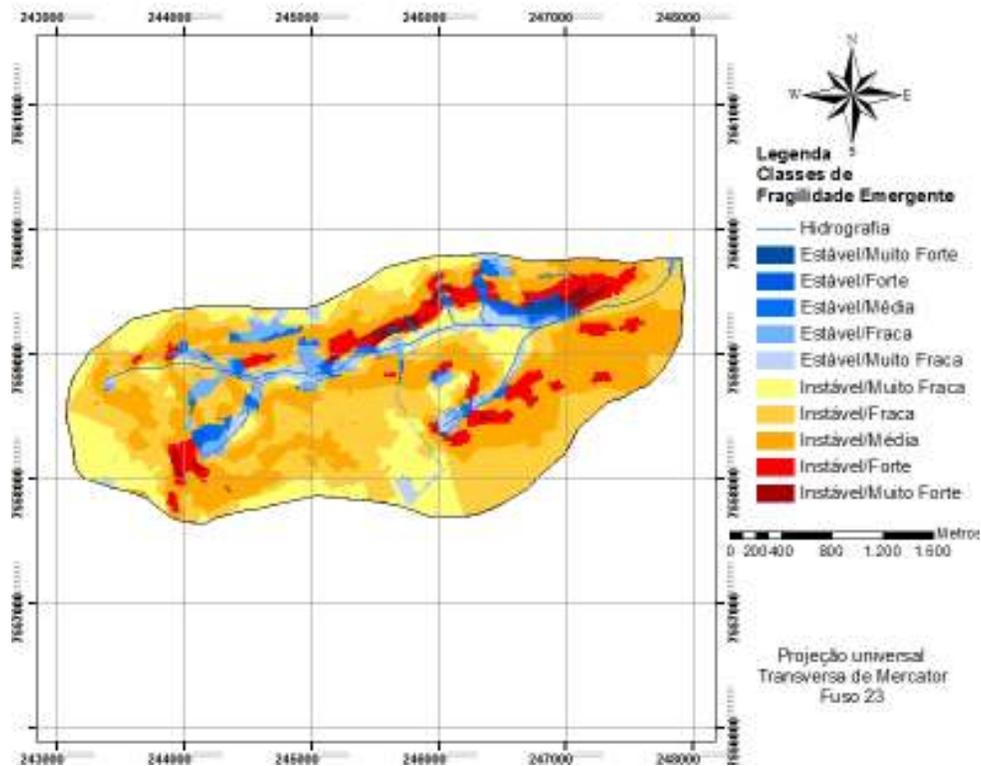


Figura 6. Carta de Fragilidade Emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego do Desemboque.

5. DISCUSSÃO

A elaboração dos mapas de Uso da Terra, Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente demonstrou a eficácia e agilidade dos sistemas computacionais na combinação e integração das variáveis ambientais, atestando a possibilidade de aplicação da metodologia em estudos de planejamento ambiental em bacias hidrográficas.



Embora nos estudos de fragilidade ambiental uma das maiores dificuldades encontradas tenha sido a distribuição dos “pesos” de cada variável a ser combinada, neste estudo, a distribuição dos pesos para as variáveis mostrou-se coerente à realidade e é correspondente à dinâmica ambiental da bacia. Verifica-se, por exemplo, que ao se elaborar o mapa de Fragilidade Potencial onde o fator declividade deve ser mais expressivo, foram utilizadas as variáveis solo e erodibilidade, de peso 1, e a declividade, de peso 2. Os resultados foram satisfatórios, na medida em que as classes de fragilidade potencial forte a muito forte correspondem às áreas mais íngremes, inclusive, nestas mesmas classes foi verificado a inclusão de áreas que não tinham a declividade como fator único de fragilidade, mas aliado ao fator do solo se tornaram mais susceptíveis, ou seja, áreas de menor declive, mas constituídas por argissolos também foram incluídas nas classes de fragilidade média a forte.

Da mesma forma, a elaboração do mapa de Fragilidade Emergente, que possui a variável Uso do Solo como mais expressivo, recebe peso 2, enquanto as demais variáveis possuem peso 1. Os resultados apresentados demonstram que a bacia hidrográfica do Córrego do Desemboque possui a maior parte de suas terras cultivadas por cana-de-açúcar ou com solo exposto, havendo desta forma o predomínio das classes de fragilidade emergente Instável/fraca a Instável/Média. Aliado à variável Uso da Terra constata-se áreas de Instabilidade de Forte a Muito forte, que possuem a contribuição das condições de solo e principalmente declividade.

6. CONCLUSÃO

1. A partir da análise dos resultados verificou-se que a Bacia do Córrego do Desemboque possui Fragilidade Potencial preponderantemente de Fraca a Média. No entanto, no que se refere à Fragilidade Emergente, a bacia apresentou áreas consideradas instáveis (com baixa cobertura vegetal), localizadas em áreas consideradas com potencial de fragilidade ambiental Fraca a Média.

2. A distribuição dos “pesos” para as variáveis ambientais mostrou-se coerente à realidade e corresponde à dinâmica ambiental da bacia.

3. A metodologia aplicada aliado a geotecnologias mostrou-se como importante ferramenta à gestão territorial e contribui como subsídio ao planejamento ambiental.



4. O uso do modelo de fragilidade ambiental apresenta grandes contribuições na geração de material cartográfico e na agilidade do processo de elaboração de políticas públicas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 1, p.175–181, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 1999.
- GOMES, P. C. B. et al. *Plano da bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu*. São Carlos: Suprema, 2003. 300 p.
- KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005. p. 2203-2210.
- LEPSCH, I. F. *Formação e Conservação dos Solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 173 p.
- PENTEADO, M. M. 1976. Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista. São Paulo: IGEOG/USP, 86 p. (Série Teses e Monografias, 22).
- 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.
- SARAIVA, F. Considerações acerca da pesquisa em Geografia Física aplicada ao Planejamento Ambiental a partir de uma perspectiva sistêmica. *Revista RA'E GA*, Curitiba, n.9, p.83-93.
- SILVA, I. C. O.; CABRAL, J. B. P.; SCOPEL, I. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego da Onça em Jataí (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento. *Geoambiente on-line*, Jataí, n. 11, jul-dez, 2008. Disponível em: <<http://www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente/article/view/566>>. Acesso em: 02 fev. 2010.
- STEIN, D. P.; ROTTA, C. R.; STEFANI, F. L. Geologia e Geomorfologia. In: LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, O. A. (coord.). Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP). *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, Campinas, n. 29, 138 p., 1992.
- THEODOROVICZ, A.; THEODOROVICZ, A. M.; CANTARINO, S. C. *Atlas Geoambiental das Bacias Hidrográficas do Rio Mogi-Guaçu e Pardo, SP: subsídios para o planejamento territorial e gestão ambiental*. São Paulo: CPRM – Serviço Geológico do Brasil; Coordenadoria de planejamento Ambiental, 2002. 77 p.
- VITTE, A. C.; GUERRA, A. T. *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 248-251.
- WISCHIMEIR, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall Erosion losses of guide to conservation planning*. Washington: USDA, p. 58. 1998.