



## ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MONJOLO GRANDE (IPEÚNA/SP - BRASIL) UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Edvania Aparecida Correa – Mestranda em Geografia na UNESP/Rio Claro; Bolsista  
FAPESP. [edvaniacorrea@ig.com.br](mailto:edvaniacorrea@ig.com.br);

Isabel Cristina Moraes – Mestranda em Geologia Regional na UNESP/Rio Claro; Bolsista  
FAPESP. [bel.moraes.geo@gmail.com](mailto:bel.moraes.geo@gmail.com);

Sérgio dos Anjos Ferreira Pinto – Prof. Dr. do Curso de Geografia na UNESP/Rio Claro.  
[sanjos@rc.unesp.br](mailto:sanjos@rc.unesp.br);

**RESUMO:** O presente artigo tem como objetivo caracterizar e avaliar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande, situada no município de Ipeúna (SP), a qual apresenta relevo predominantemente ondulado e forte ondulado e intensa ocupação antrópica, resultante particularmente da expansão do cultivo da cana-de-açúcar e de áreas de pastagens. Foi utilizado o método proposto por Ross (1994) baseado em classes de declividade, obtendo como resultados os mapas de Fragilidade Potencial e Emergente. O mapa de Fragilidade Potencial foi elaborado por meio da sobreposição dos planos de informação de declividade, erosividade e solos e o de fragilidade emergente foi correlacionado com as classes de uso e cobertura do solo. No que tange aos resultados, foram obtidas predominantemente classes de fragilidade potencial e emergente classificadas como média, forte e muito forte, indicando uma elevada susceptibilidade potencial a erosão assim como um inadequado uso do solo perante as condições naturais da área de estudo. Tendo em vista os resultados, tem-se a necessidade de aplicação de um adequado planejamento agrícola visando o uso sustentável dos recursos naturais assim como uma maior capacidade de sustentação e produtividade econômica e da área de estudo.

**PALAVRAS CHAVES:** Fragilidade Potencial, Fragilidade Emergente, Declividade, Geoprocessamento.

**ABSTRACT:** This article aims to characterize and evaluate the environmental fragility of the Basin stream Monjolo Grande, located in the municipality of Ipeúna (SP), which has raised predominantly wavy and Strong wavy relief and intense human occupation, particularly resulting expansion cultivation of sugar cane and pasture areas. We used the method proposed



by Ross (1994) based on slope classes, obtaining results as maps of potential and emerging fragility. The map of potential fragility was prepared by superimposing information layers of slope, and soils and the erosivity of emerging weakness was correlated with the use classes and soil cover. Regarding the results were obtained predominantly classes of potential and emerging fragility classified as average, strong and very strong, indicating a potential high susceptibility to erosion as well as an inappropriate use of the land before the natural conditions of the study area. Considering the results, there is the need to apply an appropriate agricultural planning aimed at sustainable of natural resources and greater carrying capacity and economic productivity and area of study.

**KEYS WORDS:** Potential Fragilities, Emerging Fragilities, slope, geoprocessing.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a manutenção da sociedade moderna baseiam-se cada vez mais na dependência dos recursos naturais terrestres os quais desempenham papel vital no desenvolvimento econômico e social das nações. Em função disto, torna-se cada vez mais necessária a aplicação de um planejamento físico territorial visando não somente as potencialidades econômicas, mas também visando avaliar a fragilidade Ambiental das áreas e assim, auxiliar no uso sustentável da paisagem (DONHA, et al 2005).

A dependência da sociedade frente aos recursos naturais e as suas conseqüentes modificações nos componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) acarretam o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando desta forma o seu estado de equilíbrio dinâmico. Tais variáveis da natureza (relevo, solo, vegetação, clima) quando avaliadas de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais (SPÖRL e ROSS, 2004).

É, pois, diante de tais diferenças de estados de equilíbrio e desequilíbrio que o ambiente está submetido, que Ross (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representada por códigos: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). Tais categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelo escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais. Desta sistematização da fragilidade, tem-se como produto a carta de fragilidade ambiental que constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do

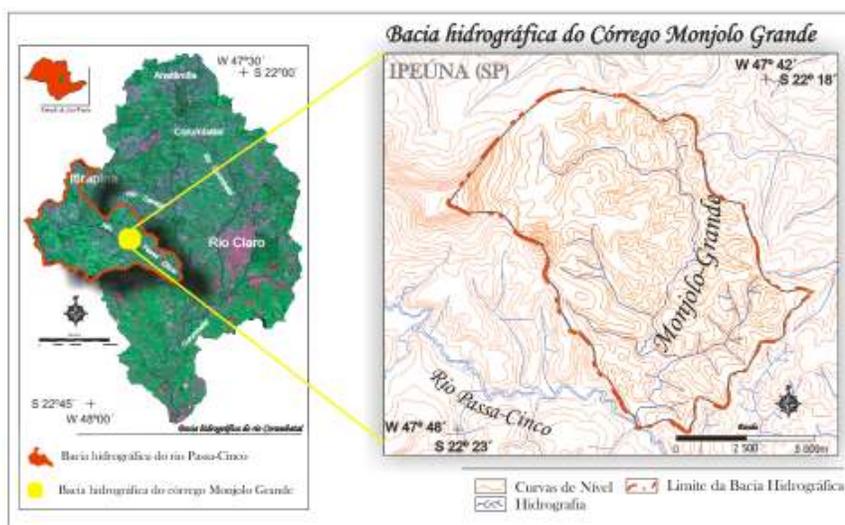


planejamento territorial ambiental. Tal carta de fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada além de compatibilizar as suas características naturais com suas restrições (KAWAKUBO et al., 2005).

Tendo em vista o exposto e considerando que toda a área da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande encontra-se inserida em um relevo predominantemente Ondulado e Forte Ondulado, apresnetando intensa ocupação antrópica resultante particularmente da expansão do cultivo da cana-de-açúcar e de áreas de pastagens, o objetivo do presente trabalho foi o de caracterizar e avaliar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande baseado nas classes de declividade (ROSS, 1994), utilizando técnicas de Geoprocessamento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

**2.1 Localização e caracterização Área de estudo** - A área de estudo refere-se à Bacia Hidrográfica do córrego Monjolo Grande, tributário do rio Passa Cinco, sub-Bacia do rio Corumbataí, no baixo curso do Rio Piracicaba (SP). Situada no município de Ipeúna, centro leste do Estado de São Paulo, a Bacia Hidrográfica compreende área aproximada de 5.000 ha (50 Km<sup>2</sup>) e perímetro de 25,5 Km, com localização entre as coordenadas geográficas de 22° 18' e 22° 23' latitude sul; 47° 48' e 47° 42' longitude oeste de Greenwich - fuso 23 (Figura 1).



**Figura 1: Localização da área de estudo – Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (SP)**



Considerando a distribuição das chuvas e as variações de temperatura ao longo do ano, a área da Bacia é enquadrada no tipo CWa, conforme a classificação zonal de Köppen, podendo ser associado ao Clima sub-tropical, com inverno seco e verão chuvoso. A média anual da precipitação para a região da cuesta, no alto curso, está em torno de 1450 mm e as temperaturas anuais com média de 18,7 °C. Já para as regiões do médio e baixo curso com menores altitudes, a precipitação média anual não ultrapassa 1250 mm e a temperatura média anual é de 20,5 °C. O mês mais seco do ano é julho com média de 14,8 mm e o mês mais chuvoso é janeiro, cuja média é de 242,65 mm. O total de precipitação no ano apresenta a média de 1454,3 mm.

A bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande é composta pelas Formações Pirambóia, Corumbataí, Botucatu, Serra Geral e Itaqueri. Dentre os solos presentes na área de estudo, tem-se Argissolo Vermelho Amarelo, presente em 87,3% da área, Neossolo Litólico com 2%, Latossolo Vermelho Amarelo com 0,2% e Neossolo Quartzarênico com 10,3% de ocorrência na área de estudo.

**2.2 Base Cartográfica e Mapa de declividade** - A primeira etapa da pesquisa consistiu na digitalização das curvas de nível e da rede de drenagem oriundas das cartas topográficas SF-23-Y-A-I-3-NE-D, SF-23-Y-A-I-3-NE-F, SF-23-Y-A-I-3-SE-B, SF-23-Y-A-I-3-NO-E, SF-23-Y-A-I-3-SE-S, SF-23-Y-A-I-3-SO-A, escala 1:10.000. Utilizando o programa ArcGis 9.3, foi realizada a delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande e a geração da carta de declividade baseada no método da triangulação, sendo o mesmo dividido em classes conforme a metodologia de ROSS (1994), onde adotou-se os seguintes valores: 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%).

**2.3 Mapa de solos** - O mapa de solo foi obtido através da digitalização e vetorização do levantamento pedológico Semi-Detalhado do Estado de São Paulo. O mapa de solos referente a área de estudo foi adaptado para método proposto por ROSS (1944), considerando a fragilidade ou susceptibilidade a erosão dos tipos de solo.



**2.4 Mapa de Uso da Terra** - Como material para a elaboração do mapa de uso da terra, foi utilizado as Imagens aerofotográficas do aerolevanteamento do ano de 2006, em formato digital. Para a elaboração do mapa de uso/cobertura do solo foi realizada, em ambiente computacional e com o suporte do software ArcGis 9.3, a caracterização e o mapeamento das respectivas classes temáticas através da fotointerpretação. É válido ressaltar que a fotointerpretação em meio digital baseou-se no mesmo reconhecimento convencional de imagens aéreas (pelos elementos básicos de fotointerpretação), utilizando seqüências intercaladas das fotografias aéreas e manipulando-as de maneira georreferenciada. Após a caracterização e mapeamento das classes temáticas, estas foram adaptadas para as situações presenciadas na Bacia Hidrográfica do córrego Monjolo Grande, segundo classes apresentadas por ROSS (1994).

**2.5 Pluviometria e Erosividade** - O fator Erosividade, o qual é função da energia cinética das gotas e da intensidade das chuvas, corresponde a um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, em determinada localidade, de causar erosão em parcelas de solo sem proteção. No caso do presente estudo, o qual se utiliza de dados de pluviômetros para o cálculo da erosividade (R), foi utilizado o índice de erosão proposto por Lombardi e Moldenhauer (1992), onde R é a somatória das médias mensais do índice de Erosão ( $IE_{30}$ ):

$$EI_{30} = 67,35 \left( \frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (1)$$

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

Para a obtenção dos dados de chuva, foram coletados dados de postos pluviométricos localizados no entorno da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande e obtidos os valores de erosividade (R) baseados na equação (1). Foram utilizados os dados pluviométricos de 15 postos localizados próximos a Bacia Hidrográfica em estudo e realizada a interpolação dos dados através da Krigagem sendo que os valores de erosividade foram reclassificados conforme Ross (1994), sendo: 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,  $R > 10000$ ).

**2.6 Geração da Carta de Fragilidade Ambiental** - Com os valores de Fragilidade relacionados aos planos de informação de Declividade, Solos, Uso do solo e Erosividade



devidamente classificados em valores de 1 a 5, foi realizada a combinação dos planos de informação acima descritos. Da combinação dos planos de informação, foi possível hierarquizar os graus de fragilidade ambiental da área de estudo conforme a proposta de ROSS (1994). A combinação dos Planos de Informação (PI's) e dos respectivos algarismos referentes às classes de fragilidade de cada item analisado (declividade, solos, vegetação e erosividade) originou uma combinação de quatro dígitos, como exemplo, 1111, 2333, 5413, etc. Onde o primeiro algarismo da combinação se refere a classe de fragilidade do item declividade, o segundo, ao item solos, o terceiro, ao grau de cobertura e proteção do solo, e o último a erosividade. A hierarquização das classes de fragilidade ambiental obtidas através da combinação dos PI's foi realizada determinando a classe declividade como a de maior importância na classificação da fragilidade ambiental, sendo a mesma responsável pela determinação do grau de fragilidade. Já a variável cobertura vegetal foi utilizada para classificar a área quanto aos níveis crescentes do potencial de estabilidade e de instabilidade emergente. E as demais variáveis (solos e erosividade), foram utilizadas por apresentarem nuances da instabilidade. Para a obtenção da carta de Fragilidade Ambiental Emergente, utilizou-se o conceito de unidades Ecodinâmicas Instáveis e Estáveis. As unidades ecodinâmicas instáveis são definidas como sendo aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais, e, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis são aquelas que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, mas que apresentam instabilidade potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais (SPÖRL, 2001).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

**3.1 Declividade do terreno** - A hipsometria da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande caracteriza-se por apresentar altitudes de até 990 m. Há a predominância de altitudes de 600 a 650m as quais ocupam 42,72% do total da área de estudo. Da mesma forma, tem destaque as classes hipsométricas de 560-600 e de 650-700 m, as quais correspondem a 15,67% e 29,03% respectivamente do total da área de estudo (Figura 2a). O relevo na área de estudo caracteriza-se por ser predominantemente ondulado, com declividade variando de 12 a 22% e fortemente ondulado, com declividade variando de 20 a 45% (Tabela 1, Figura 2b). Neste contexto, a susceptibilidade a erosão do solo é tida como de elevado grau, o que gera algumas restrições ao uso principalmente nas áreas com presenças de solos rasos, como os



Neossolos Litólicos e solos com B textural, como é o caso dos Argissolos Vermelhos Amarelos.

**Tabela 1. Tipos de relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande**

<b>Tipo de Relevo</b>	<b>Classe de Declividade (%)</b>	<b>Área (%)</b>
Plano	0 - 3	11,33
Suavemente Ondulado	3 - 8	4,40
Ondulado	8 - 20	41,08
Fortemente Ondulado	20 - 45	36,94
Montanhoso	45 - 75	4,84
Escarpado	> 75	1,40

Da fragilidade ambiental associada ao item declividade, foi possível encontrar as cinco classes de fragilidade da declividade. No entanto, a classe de fragilidade “média” constitui a classe predominante na área de estudo, onde 32,9% da área da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande encontra-se com declividades variando de 12 a 20% (Tabela 2). No geral, a área de estudo apresenta uma porcentagem elevada de área localizada em áreas que apresentam classes de fragilidades de declividade consideradas Forte e muito forte, o que demonstra severas restrições ao uso da terra, devendo na maioria dos casos serem mantidas constantemente tais áreas sob cobertura vegetal.

**Tabela 2. Fragilidade da Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande**

<b>Fragilidade da Declividade</b>			
<b>Valores</b>	<b>Classes de Declividade</b>	<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Área (%)</b>
1	0 - 6 %	Muito Baixa	12,39
2	6 - 12%	Baixa	14,22
3	12 - 20%	Média	32,94
4	20 - 30%	Forte	23,77
5	> 30%	Muito Forte	16,68

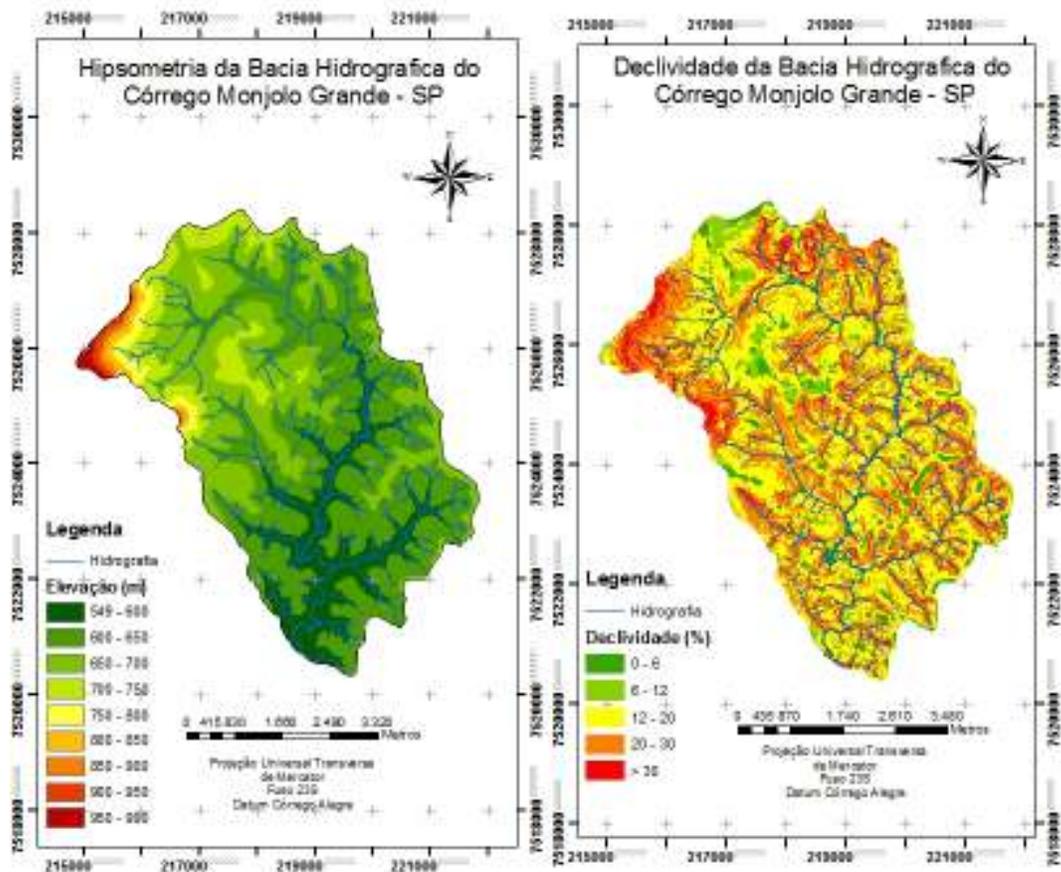


Figura 2a e 2b. Hipsometria e Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande – Ipeúna (SP)

**3.2 Solos** - A área de estudo apresenta no geral classes de tipo de solo que se enquadram nas classes de Fragilidade Ambiental Forte e Muito Forte, sendo que a classe de fragilidade denominada “Forte” ocupa 87,36% do total da área de estudo onde se encontra presente o Argissolo Vermelho Amarelo. Tal tipo de solo localiza-se em áreas de relevo ondulado, apresentando horizonte B textural, não Hidromórfico, normalmente com argila de atividade baixa. O neossolo quartzarênico também ocupa uma significativa área da Bacia Hidrográfica, sendo o mesmo caracterizado por possuir seqüência de horizontes A-C ou A, AC, C sem contato lítico dentro dos primeiros 50 cm de profundidade, apresentando textura de areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do



solo ou até um contato lítico. Em menor expressão de ocorrência têm-se solos como o Neossolo Litólico e o Latossolo Vermelho amarelo. Os solos classificados como Neossolos Litólicos compreendem solos pouco desenvolvidos com aproximadamente 20 a 40 cm de profundidade, abrangendo tanto solos com horizonte A diretamente assentados sobre camada rochosa até solos com horizonte B relativamente desenvolvidos, porém pouco espessos. Em menor expressão têm-se os solos classificados com Latossolo Vermelho amarelo (0,28% de ocorrência) os quais constituem solo que se localizam em relevo plano e suavemente ondulado e apresentam avançado estágio de intemperização, pois são destituídos de minerais primários e secundários sendo que normalmente são muito profundos (Tabela 3, figura 3b).

**Tabela 3. Fragilidade dos tipos de Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande – Ipeúna (SP)**

Fragilidade dos tipos de solo			
Valor	Classe de Fragilidade	Tipos de Solo	Área (%)
4	Forte	Argissolo Vermelho Amarelo	87,36
5	Muito Forte	Neossolo Litólico	2,00
3	Médio	Latossolo Vermelho Amarelo	0,28
5	Muito Forte	Neossolo Quartzarênico	10,36

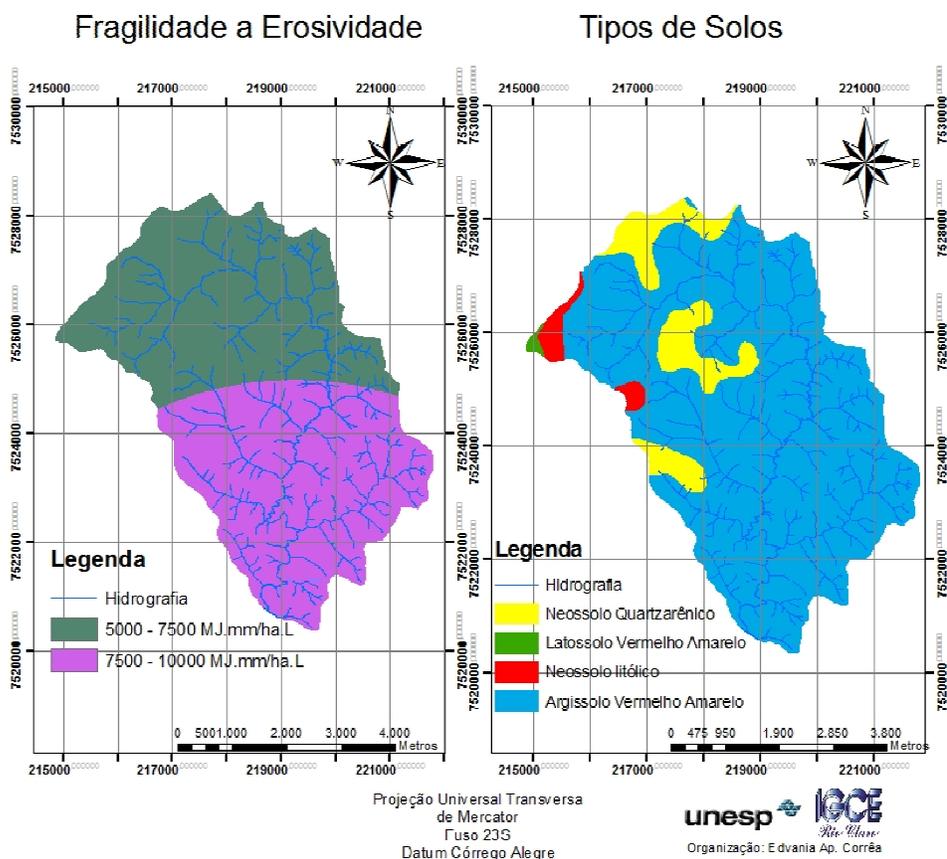
**3.3 Erosividade** - Na caracterização da paisagem, assim como na determinação da fragilidade ambiental, o clima constitui uma variável de hierarquia considerável na medida em que os dados climatológicos em larga escala permitem observar a influência do clima sobre o solo, sobre a fauna e flora, auxiliando desta forma na compreensão do cenário atual (SANTOS apud SILVA et al., 2008). No caso do estado de São Paulo, a erosividade da chuva varia de 5500 a 10000mm/ha.h.ano, sendo que a distribuição pluviométrica concentra-se de 74 a 94% no período coincidente com o de mobilização do solo, onde o mesmo encontra-se mais vulnerável aos processos erosivos. Desta forma, torna-se necessário prover o solo de uma cobertura vegetal adequada e/ou reduzir a sua mobilização nos períodos de maior erosividade, tornando o efeito erosivo das chuvas menos intenso (BERTOLINI e LOMBARDI NETO, 1993).

No que tange os valores de erosividade obtidos para a Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande, foram obtidas, através da krigagem ordinária dos dados de erosividades dispostos na tabela 4, duas classes de erosividade: de 5000 a 7500 MJ.mm/ha.h.ano (grau de fragilidade média, classe 3) e de 7500 a 10000 MJ.mm/ha.h.ano (grau de fragilidade forte, classe 4). (Figura 3a).



**Tabela 4. Média da Distribuição da precipitação por meses na área de estudo**

Postos	Municípios	Localização		Altitude m	Erosividade MJ.mm/ha.h.ano
		Latitude	Longitude		
Ipeúna	Ipeúna	22 26'	47 43'	630	8455,66
Itirapina	Itirapina	22 14'	47 48'	790	5987,46
Faz. Paraíso	Itirapina	22 16'	47 45'	800	7820,35
Usina do Lobo	Itirapina	22 10'	47 54'	690	6954,48
Graúna	Itirapina	22 18'	47 45'	610	6826,50
Visc. de Rio Claro	Itirapina	22 09'	47 48'	740	5761,44
Charqueada	Charqueada	22 31'	47 47'	600	7969
Recreio	Charqueada	22 35'	47 41'	510	4884,81
Campo Alegre	Brotas	22 14'	47 59'	780	4655,98
Campo Redondo	Brotas	22 22'	47 59'	660	5001,65
Rio Claro	Rio Claro	22 25'	47 33'	600	6748,51
Faz. São José	Rio Claro	22 20'	47 29'	600	6682,51
Ajapi	Rio Claro	22 17'	47 33'	670	5652,05
São Pedro	São Pedro	22 32'	47 55'	600	7618,42
Corumbataí	Corumbataí	22 13'	47 37'	600	6384,98

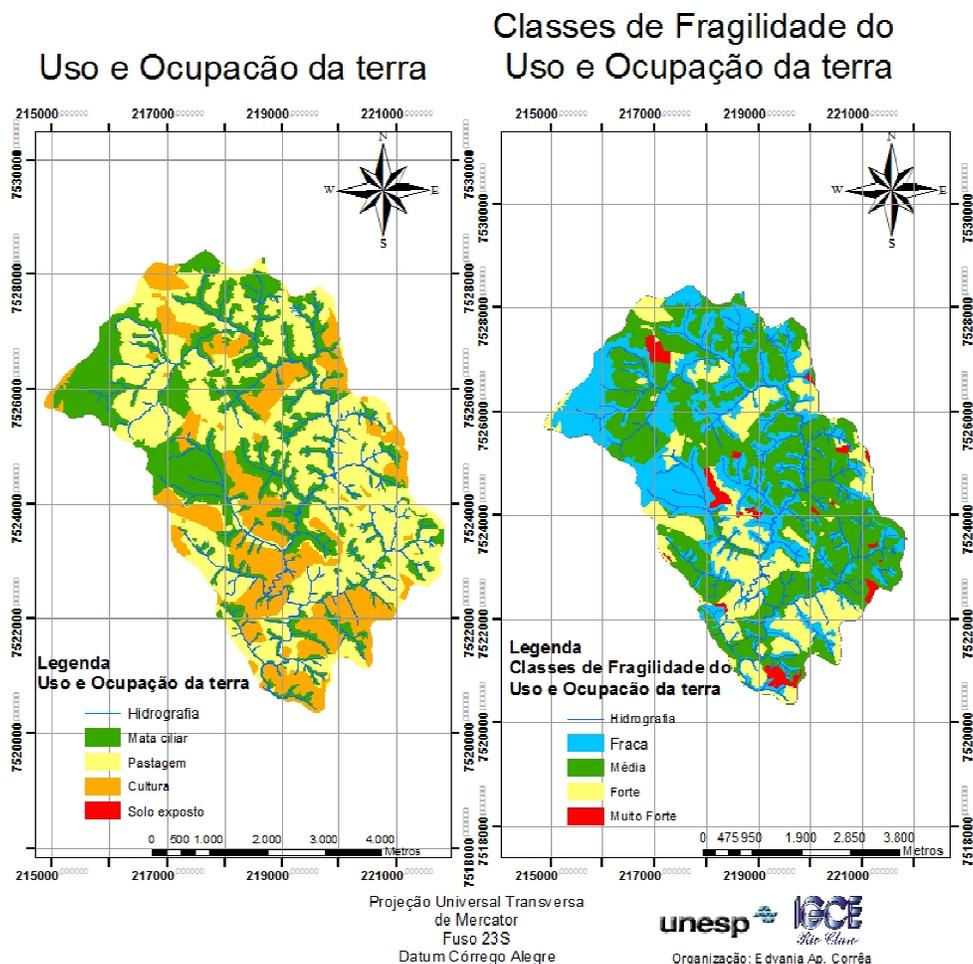


**Figura 3a e 3b. Fragilidade a erosividade e tipos de Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**



**3.4 Uso e Ocupação do Solo** - O fator uso e ocupação do solo constitui importante elemento nos estudos de fragilidade ambiental, na medida em que a cobertura vegetal fornece proteção ao solo contra os processos erosivos. Tal proteção depende de características da cobertura vegetal, das práticas conservacionistas e do manejo agrícola implantadas.

Para o cenário de 2006, tem-se que 50,5% do total da área de estudo era ocupada por pastagens. Da mesma forma, demais formas de uso, como culturas relacionadas ao plantio de cana-de-açúcar, ocupam 13% do total da área de estudo. Apesar da realidade brasileira, a área de estudo apresenta 33,5% do total da área ocupada por vegetação natural, o que denota importante porcentual de conservação das áreas de proteção permanente (Figura 4a).



**Figura 4a e 4b. Uso e ocupação e Classes de Fragilidade do uso e ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**

Quanto aos indicadores de Fragilidade Ambiental relacionadas ao uso e ocupação do solo, a área de estudo apresenta 22,60% das terras classificadas com Fragilidade Forte e



Muito Forte, denotando pouco ou nenhuma proteção do solo frente aos processos erosivos. Por outro lado, a presença de mata natural ocupando 33,16% da área, demonstra uma elevada proteção do solo (Figura 4b e tabela5).

**Tabela 5. Fragilidades dos Tipos de Cobertura Vegetal**

<b>Fragilidades e Tipos de Cobertura Vegetal</b>			
<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Valor</i>	<i>Tipos de Cobertura</i>	<i>Área (%)</i>
Muito Fraca	1	Mata natural	33,16
Média	3	Pastagem	44,25
Forte	4	Cultura	19,99
Muito Forte	5	Solo Exposto	2,60

**3.5 Mapa de Fragilidade Ambiental Potencial** - A fragilidade potencial indica o grau de fragilidade ambiental baseado nos elementos naturais, como declividade, solos e erosividade. Desta forma, a fragilidade potencial constitui o potencial natural que uma dada área, em condições naturais, tem quanto à fragilidade do relevo.

Para a bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande, a fragilidade potencial foi obtida a partir do cruzamento dos mapas de declividade, solos e erosividade, onde foram obtidas 5 classes de fragilidades potencial, sendo: Muito Baixa; Baixa; Média; Forte e Muito Forte.

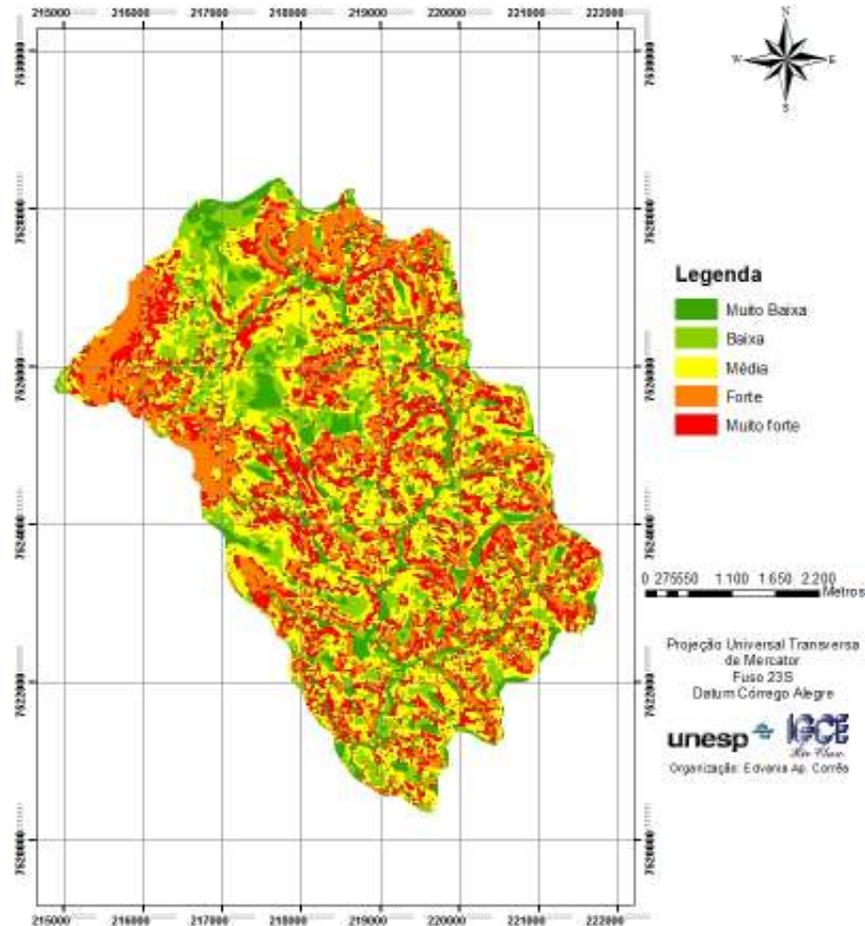
Conforme pode ser observado na tabela 6 e na figura 5, a classe de fragilidade potencial de maior representatividade é aquela classificada como “média”, a qual abrange 33,1% do total da área de estudo. Da mesma forma, as classes denominadas como “Forte” e “Muito Forte” constituem ao todo 40,4% do total da área de estudo, denotando desta forma, severas condições de fragilidade potencial da bacia e conseqüentemente de restrições quanto às condições de uso da terra.

**Tabela 6. Fragilidade Potencial Bacia Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**

<b>Fragilidade Ambiental Bacia Córrego Monjolo Grande</b>	
<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Área (%)</i>
Muito Baixo	12,3
Baixo	14,2
Médio	33,1
Forte	23,7
Muito Forte	16,7



### Fragilidade Potencial na Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande - SP (2006)



**Figura 5. Fragilidade Potencial da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**

**3.6 Mapa de Fragilidade Ambiental Emergente** - A fragilidade emergente, além de resultar das características naturais da área de estudo (solos, declividade e erosividade), abrange também as características derivadas da ação humana/social, a qual é representada pelo uso/ocupação do solo. Desta forma, a carta de fragilidade ambiental emergente tem como característica a análise integrada das potencialidades da área, servindo como um instrumento avaliador do meio físico e social da paisagem.

Com base nas unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis e na metodologia proposta por ROSS (1994), foi realizado o mapeamento da Fragilidade Ambiental Emergente, onde foram classificadas as Unidades Ecodinâmicas em estáveis e instáveis.



Com a aplicação do modelo de Fragilidade ambiental emergente, foram obtidas todas as classes de fragilidade emergente: Estáveis (Fraca, Média, Forte e Muito Forte) e Instáveis (Fraca, Média, Forte e Muito Forte). No contexto da área de estudo, as Unidades Ecodinâmicas Instáveis apresentaram maior expressão espacial, apresentando 65,85% da área de estudo, contra 34,15% das unidades Ecodinâmicas Estáveis. No que tange as unidades Ecodinâmicas Instáveis, 24,87% da área de estudo está localizada em Declividade de 12-20%, ou seja, em relevo ondulado, onde há uso da terra com pastagem e culturas. Da mesma forma, 20,67% da área de estudo foi classificada como Instável, com grau de fragilidade Forte e Muito Forte, demonstrando que em área de relevo Fortemente Ondulado, Montanhoso e Escarpado, há usos do solo relacionados a pastagem e culturas (destacando-se o cultivo de cana-de-açúcar) demonstrando assim, a ausência de um adequado planejamento agrícola. Visto isso, tem-se um aumento da instabilidade do relevo o qual origina um aumento dos processos erosivos e conseqüentemente o assoreamento dos cursos d'água e a degradação dos recursos água e solo.

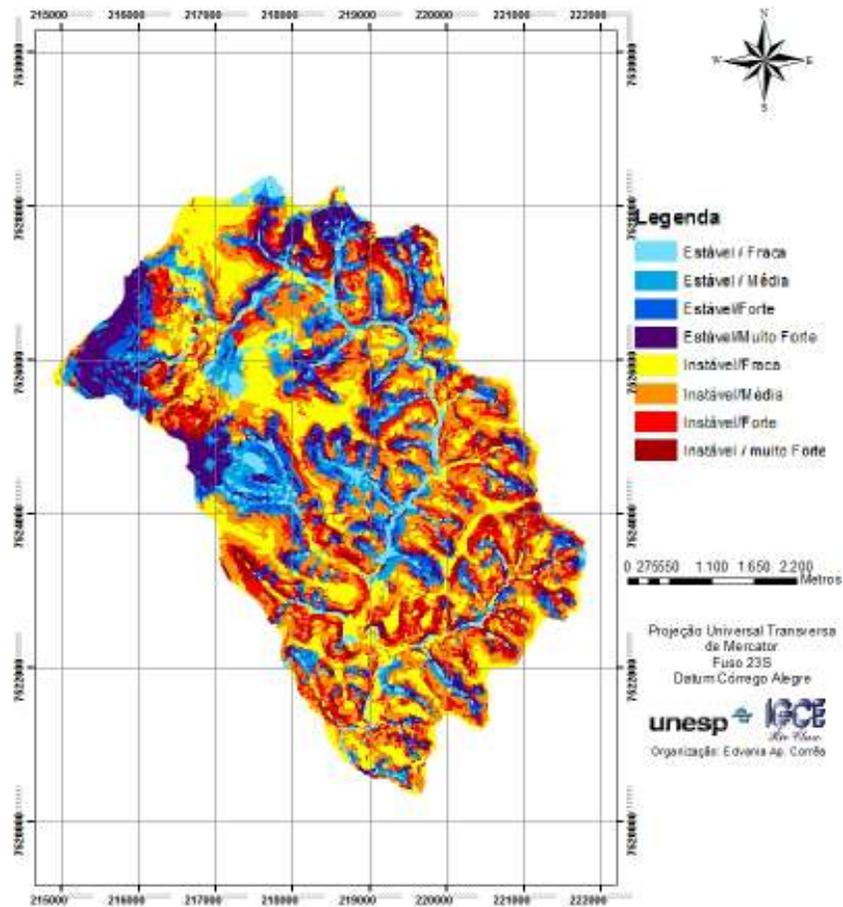
**Tabela 7. Fragilidade emergente da Bacia Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**

<b>Fragilidade Emergente</b>	
<i>Classes de Fragilidade Emergente</i>	<i>Área (%)</i>
Estável Fraca	6,21
Estável/Média	8,23
Estável/Forte	9,61
Estável / Muito Forte	10,09
Instável/Fraca	20,31
Instável/Média	24,87
Instável/Forte	14,07
Instável/Muito Forte	6,60

Da mesma forma, é válido ressaltar que há a ocorrência de Unidades Ecodinâmicas Instáveis com grau de Fragilidade Forte /Muito Forte em solos com severas restrições, como o Neossolo Quartzarênico e o Neossolo Litólico, denotando desta forma ausência de um adequado planejamento do uso da terra como já mencionado anteriormente.



## Fragilidade Emergente na Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande - SP (2006)



**Figura 6. Fragilidade emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP)**

## 4. CONCLUSÃO

Dentre as principais conclusões obtidas com o presente estudo tem-se:

- A Bacia do Córrego Monjolo Grande possui fragilidade potencial preponderantemente de média a muito forte, atestando que a área de estudo apresenta considerável sensibilidade à erosão;
- Quanto a fragilidade emergente, a área de estudo também apresentou áreas consideradas instáveis (com baixa cobertura vegetal) localizadas em áreas consideradas com potencial de média a muito forte no que tange a fragilidade



ambiental e conseqüentemente a erosão do solo. Da mesma forma, muitas áreas consideradas instáveis no que tange a fragilidade emergente ocorrem em solos de elevada susceptibilidade a erosão, como Neossolos Quartzarênicos e Litólicos;

- Tendo em vista os resultados apresentados, tem-se a necessidade de aplicação de um adequado planejamento agrícola visando o uso sustentável dos recursos naturais assim como uma maior capacidade de sustentação e produtividade econômica da área de estudo.

## 5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

## 6. REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. 4. ed. São Paulo: Ícone, p 355. 1999.
- DONHA A. G., SOUZA, L. C. DE P., SUGAMOSTO, M. L., Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. In *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.1, p.175–181, Campina Grande, PB, 2006.
- KAWAKUBO, F. S., MORATO, R. G., CAMPOS, K. C., LUCHIARI, A., ROSS, J. L. S. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, 2005, INPE, p. 2203-2210
- LEPSCH, I. F, BELLINAZZI, R., BERTOLINI, D., ESPÍNDOLA, C. R. *Manual para Levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.
- ROSS, J. L. S. “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados”. In: *Revista do Departamento de Geografia n°8, FFLCH-USP*, São Paulo, 1994.
- SANTOS, E. *Mapeamento da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do rio jirau município de dois vizinhos – Paraná*. 140 f. Dissertação (mestrado em geografia). Departamento de Geografia, setor de Ciências da Terra. Universidade Federal o Paraná, 2005.
- 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. In: *Geoambiente on-line*, n° 11, julho-dez, 2008. Disponível em <http://www2.jatai.ufg.br/ojs/index.php/geoambiente/article/view/566>
- SPÖRL, Christiane. *Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FFLCH – USP, 2001.
- SPÖRL, C. e ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. In. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, N° 15, pp.39-49, 2004
- WISCHIMEIR, W. H; SMITH, D. D. *Predicting rainfall Erosion losses of guide to conservation planning*. Washington: USDA., p 58. 1998.