

## DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS COM FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA, SÃO PAULO, BRASIL

*D. P. Trevisan<sup>1</sup>, L. E. Moschini<sup>1,2</sup>, B. F. Dos Santos<sup>1,3</sup>, J. V. R. Guerrero<sup>1,4</sup>, L. Dias<sup>1,5</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Comissão V - Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

### RESUMO

O mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas da elaboração do planejamento territorial e permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada. Diante destas considerações o objetivo deste trabalho consiste em analisar a fragilidade ambiental do município de Itirapina (SP). Foram utilizados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para mapear o uso e cobertura da terra, a declividade, a geologia e a pedologia do município, os quais deram suporte para aplicação do índice de Fragilidade. As características ambientais do município de Itirapina contribuem para seu estado de fragilidade que é potencializada principalmente pelas características econômicas ligadas a agropecuária existentes no município.

**Palavras-chave:** Análise da Paisagem, Planejamento Ambiental, Uso e Cobertura da Terra.

### ABSTRACT

Environmental vulnerability map is one of the main tools of territorial preparation planning and allows to evaluate the potential of environment in an integrated manner environment. In view of these considerations, the purpose of this study is to analyze the environmental fragility in Itirapina (SP) municipality. Were used Geographical Information Systems (GIS) to map use and land cover, slope, geology and soil conditions of the city, which provided support for the application of Fragility Index. The environmental characteristics of Itirapina contribute to their state of fragility that is enhanced principally by economic characteristics linked to existing agriculture in the municipality.

**Keywords:** Landscape Analysis, Environmental Planning, Use and Land Cover.

#### 1- INSTRUÇÕES GERAIS

Ao se apropriar do território e dos recursos naturais, a ação antrópica transforma rapidamente a paisagem natural com mais intensidade que a ação da natureza, provocando alterações nos fluxos energéticos e gerando impactos no ambiente (Ross, 1994).

A busca de conhecimento pelo estudo da realidade verificada nesse espaço geograficamente constituído trouxe a necessidade do auxílio de um ferramental de apoio significativo, o que aconteceu com o advento e desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Nesta perspectiva, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), têm revolucionado o planejamento e a gestão ambiental, permitindo a correlação de dados físicos, naturais e socioeconômicos. Apresentando-se essenciais para estudos de planejamento ambiental, determinação da vulnerabilidade e fragilidade aos processos erosivos, a partir das unidades da paisagem mapeadas por meio de imagens de satélite (Ruhoff, 2004).

Para que o planejamento ambiental possa incorporar a análise das fragilidades do ambiente é

necessário um estudo integrado de seus elementos, objetivando definir as áreas que requerem maior proteção ou que apresentam maiores restrições e, sobretudo, que necessitam de ações diferenciadas para a gestão por parte dos órgãos públicos (Trombeta et al., 2014).

O conceito de fragilidade ambiental aborda sobre a suscetibilidade do meio ambiente a qualquer tipo de dano, inclusive à poluição. Daí a definição de ecossistemas ou áreas frágeis como àqueles que, por suas características, são particularmente sensíveis aos impactos ambientais adversos, de baixa resiliência e pouca capacidade de recuperação (Ramos, 1987).

Diante destas considerações o objetivo deste trabalho consiste em analisar a fragilidade ambiental do município brasileiro de Itirapina (SP), por meio da interação dos atributos físicos da paisagem com o uso e cobertura da terra.

#### 2- MATERIAL E MÉTODOS

O município de Itirapina-SP está localizado a 218km da capital paulista, entre as coordenadas

22°15'10" de latitude sul e 47°49'22" de longitude oeste, com uma população de 15.524 habitantes, tendo Brotas, São Carlos, Rio Claro, São Pedro, Corumbataí, Ípeuna, Charqueada e Analândia como municípios circunvizinhos (IBGE,2016).

O clima é classificado como tropical, com temperaturas que variam de 25 a 29°C, estando sobre a formação geológica de Cuestas Basálticas.

Foi utilizada a malha digital dos municípios brasileiros situação 2016 da base de dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da qual foi extraído o limite do município de Itirapina, sendo toda a base de dados georreferenciada na projeção geográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) Fuso 23 Sul, datum SIRGAS 2000.

A carta de declividade foi elaborada a partir das isolinhas presentes nas cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1.50.000, folhas: SF-23-Y-A-I-1; SF-23-Y-A-I-2; SF-23-Y-A-I-3; SF-23-Y-A-IV-1, agrupadas em classes altimétricas de 20 em 20 metros, categorizadas de acordo com a Tabela 1.

A classificação dos usos e cobertura da terra foi baseada no sistema multinível de classificação proposto pelo IBGE (2013), sendo adotado o terceiro nível hierárquico, que explicita as nomenclaturas dos diferentes usos da terra, os quais foram obtidos a partir da análise da imagem do satélite LandSat 8 – sensor OLI/TIRS com data de passagem de 21 de setembro de 2016, referente à órbita/ponto 220/75 e categorizadas de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1 - CATEGORIAS DAS CLASSES DE DECLIVIDADE E USO E COBERTURA DA TERRA

Classes de declividade	Peso	Classes de uso e cobertura da terra	Peso
Declividades até 6%	1	Florestas – Matas naturais, Florestas cultivadas com biodiversidade	1
Declividades entre 6 e 12%.	2	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso	2
Declividades entre 12 a 20%	3	Cerrado denso, Pastagem cultivada com baixo pisoteio de gado	3
Declividades entre 20 a 30%	4	Cultivo de ciclo longo café, laranja, cana, silvicultura	4
Declividades acima de 30%	5	Áreas desmatadas, solo exposto, terraplanagem	5

Fonte: Ross (1994)

A informações geológicas foram obtidas por meio do Mapa Geológico do estado de São Paulo folha SF-23-Y-A-I elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), na escala 1:1.000.000 e posteriormente categorizadas conforme a Tabela 2. As classes de solos

foram obtidas a partir da Carta de Pedologia, folha SF-23-Y-A-I elaborada pelo Instituto Agrônomo de Campinas, na escala 1:100.000 e categorizados conforme a Tabela 2.

TABELA 2 - CATEGORIAS DAS CLASSES DE GEOLOGIA E PEDOLOGIA

Classes de geologia	Peso	Classes de pedologia	Peso
Intrusiva Básica	4	Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo.	1
Cenozóico	3	Nitossolo Vermelho	2
Formação Serra Geral	3	Argissolos Vermelho Amarelo, Cambissolo	3
Formação – Botucatu Piramboia	3	Gleissolo Háptico, Neossolo Quartzarênico, Neossolos Litólicos.	4
Formação Bauru	3	Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo.	5

Adaptado de Silva (2014) e Ross (1994)

Conforme as características de cada parâmetro analisado, foi atribuído um peso de acordo com as especificidades individualizadas, posteriormente reclassificadas em um intervalo entre 1 a 5, os quais foram categorizados de acordo com o grau de fragilidade sendo: (1=Muito Fraca, 2=Fraca, 3=Média, 4=Alta e 5=Muito alta), a partir desta reclassificação foi aplicada a função Álgebra de Mapas disponível no

software ArcGis 10.2.2, correspondente ao método (Equação 1) transcrito por Silva (2014):

$$\text{Fragilidade Ambiental} = (D*0,30) + (G*0,15) + (P*0,20) + (U*0,35) \quad (1)$$

D= Declividade; G= Geologia; P = Pedologia, e U = Uso e cobertura da terra.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis relacionadas ao índice fragilidade ambiental apresentam-se na Figura 1. A declividade do município de Itirapina apresenta valores maiores que 30° (Tabela 3). Cerca de 96% do município apresenta condições para a prática de agricultura intensiva com o auxílio de maquinário, devido a característica de áreas com relevos planos e/ou com suaves ondulações. Na análise do uso e cobertura da terra realizada para o

município de Itirapina foi possível identificar um predomínio das atividades agrícolas (Tabela 3) com cerca de 38.067,10 perfazendo 67,47% do total da área de estudo. Essas atividades agrícolas em sua maioria estão consolidadas sobre os Latossolos, os quais apresentam características que proporcionam condições favoráveis para essa atividade, onde podemos destacar a cana-de-açúcar, citricultura, silvicultura e pastagens.

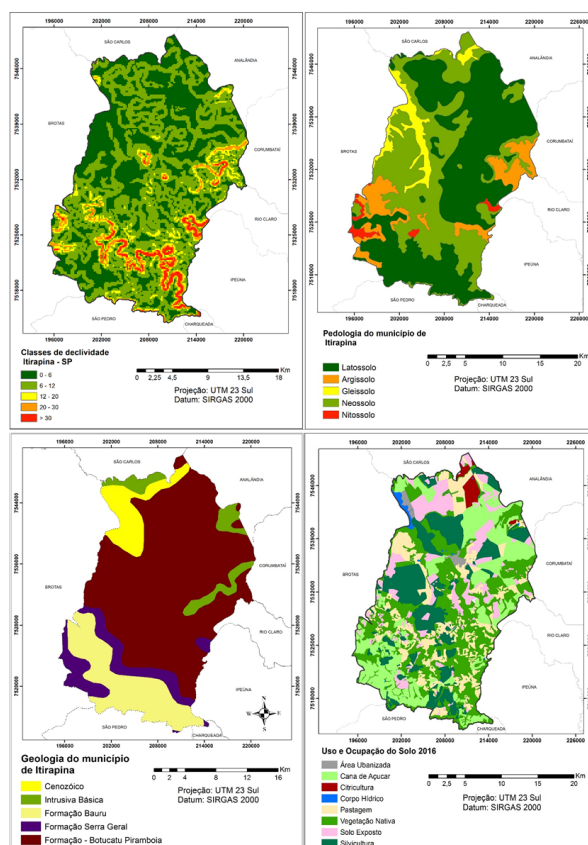


Fig. 1 – Variáveis utilizadas no índice de fragilidade ambiental

TABELA 3 - DISTRIBUIÇÕES DAS CLASSES DE DECLIVIDADE E USO E COBERTURA DA TERRA

Declividade (%)	Área (ha)	Porcentagem	Peso	Uso da terra	Área (ha)	Porcentagem	Peso
0 a 6	13.058,88	23,15	1	Vegetação nativa	17.306,30	30,68	1
6 a 12	35.575,64	63,06	2	Represas	428,76	0,76	1
12 a 20	3.825,74	6,78	3	Pastagens	8.209,40	14,55	3
20 a 30	2.199,58	3,90	4	Cana-de-açúcar	11.866,71	21,03	4
> 30	1.756,56	3,11	5	Citricultura	873,04	1,55	4
<b>Total</b>	<b>56.416,40</b>	<b>100,00</b>	-	Silvicultura	10.361,30	18,37	4
				Solo Exposto	6.755,80	11,97	5
				Áreas Urbanizadas	615,09	1,09	5
				<b>Total</b>	<b>56.416,40</b>	<b>100,00</b>	-

Fonte: Os autores

O município é recoberto por cinco tipos de solo (Tabela 4) e 48,62% da área está representada por área ocupadas por Latossolos. Normalmente, este tipo de solo está situado em relevo plano a suave-ondulado,

com declividade que raramente ultrapassa 7%, sendo profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos e de fácil preparo.

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÕES DAS CLASSES PEDOLÓGICAS E GEOLÓGICAS

Pedologia	Área (ha)	Porcentagem	Peso	Classificação Geológica	Área (ha)	Porcentagem	Peso
Latossolo	27.425,99	48,62	1	Formação - Botucatu Piramboia	37.220,70	65,97	3
Nitossolo	815,05	1,44	3	Formação Bauru	8.634,53	15,30	3
Argissolo	5.312,56	9,42	4	Cenozóico	5.092,46	9,03	3
Neossolo	20.121,83	35,67	5	Formação Serra Geral	2.303,51	4,08	3
Gleissolo	2.740,97	4,86	5	Intrusiva Básica	3.165,20	5,61	4
<b>Total</b>	<b>56.416,40</b>	<b>100,00</b>	-	<b>Total</b>	<b>56.416,40</b>	<b>100,00</b>	-

Fonte: Os autores

As informações geológicas do município estão distribuídas em cinco tipos distintos, sendo a formação Botucatu a que mais se destaca, composta por arenitos finos e médios que corresponde a área de recarga do Aquífero Guarani, maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo, com hidrografia das sub-bacias Tiete-Jacaré e Mogi-Guaçu.

Nas regiões com a presença da Formação Botucatu, destacam-se alguns tipos de solos em decorrência do intemperismo dessas rochas como:

Neossolos Quartzarênicos, Latossolos e Argissolos, o que explica a concentração de Latossolos na área de estudo (EMBRAPA,1999).

Diante as características encontradas, foi possível determinar o grau de fragilidade ambiental do município de Itirapina representados na Tabela 5 e na Figuras 2, onde foi identificado um destaque no grau de média de fragilidade representado por 60,18% da área de estudo, seguido pelo grau de alta fragilidade com 24,51%.

TABELA 5 - CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA, SP.

Classe	Área (ha)	Porcentagem
1 - Muito Baixa	181,46	0,32
2 - Baixa	8.230,82	14,59
3 - Média	33.950,69	60,18
4 - Alta	13.829,00	24,51
5 - Muito Alta	224,42	0,40
<b>Total</b>	<b>56.416,40</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Os autores

As distribuições destes graus de fragilidades estão associadas principalmente a prática agrícola e área urbanizadas, regiões que se apresentam com déficit de áreas de vegetação nativa. Pode-se determinar uma concentração de cerca de 14,91% de áreas contempladas em um grau de fragilidade muito baixa a baixa (1 a 2), dadas regiões referem-se a locais com a presença de vegetação nativa, onde destaca-se a presença de Áreas de Preservação Permanente. Além de serem áreas formadas por Latossolo, o qual apresenta um baixo grau de fragilidade, possuem declividades que não ultrapassam 20°.

Por outro lado, mais de 85,09% da área de estudo está localizada em um grau de fragilidade média a muito alto (3 a 5), nestes locais destaca-se a presença dos Neossolos Quartzarênicos e Nitossolos Vermelhos, além de declividades que ultrapassam os 30°. Desta forma torna-se evidente a tendência de perda da qualidade ambiental presente no município, frente a provável expansão das fronteiras agrícolas.

Este cenário é também observado em outros estudos (Trevisan e Moschini (2015)) os quais demonstram a perda da qualidade ambiental devido a expansão das fronteiras agrícolas.

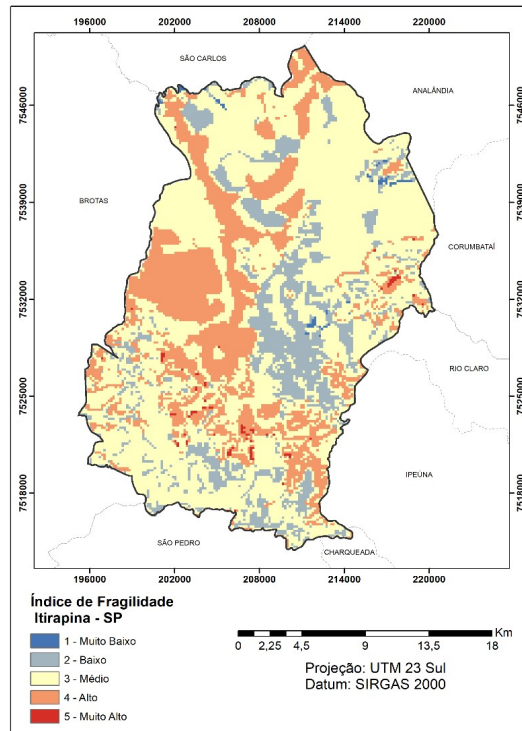


Fig. 2 - Fragilidade Ambiental para o município de Itirapina, SP.

#### 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a determinação do índice de fragilidade ambiental foi possível analisar o estado de conservação do município de Itirapina, além de correlacioná-lo com as características físicas, bióticas e abióticas encontradas na área de estudo. Os estudos relacionados as temáticas de fragilidade ambiental contribuem para o avanço das discussões dentro das ciências geográficas ao abordarem sobre a utilização dos recursos naturais e do ordenamento territorial, considerando a capacidade suporte dos ecossistemas, diretamente relacionada as características específicas de cada paisagem natural.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo 2015/19918-3 pelo aporte financeiro a esta pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Latossolos. Disponível em <www.agencia.cnptia.embrapa.br> Acesso em 23 de abril de 2017.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística. Divisão territorial brasileiro e limites territoriais: IBGE cidades – Itirapina, 2016. Disponível em: <www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930#>. Acesso em: 31 de maio de 2017.

IBGE. Instituto de Geografia e Estatística.2013. Manual Técnico de Uso da Terra 3ª Edição,172p.

RAMOS, A. 1987. Diccionario de la naturaleza, hombre, ecologia, paisaje. Madrid, Espasa-Calpe S.A., 1016 p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados,1994. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 8, p. 63-73.

RUHOFF, A. L. Gerenciamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas: modelagem ambiental com a simulação de cenários preservacionistas.2004. 107f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SILVA, V. C. B.; MACHADO, P.S.2014. SIG na Análise Ambiental: Susceptibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima - Minas Gerais. Revista de Geografia (Recife), v. 31, p.66-78, 2014.

TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E., 2015.Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento. Fronteiras: journal of social, technological and environmental science, v. 4, p. 16-30.

TROMBETA, L.R.; GARCIA, R.M.; NUNES, R.S.; GOUVEIA, I.C.M.C.; LEAL, A.C.2014. Análise da fragilidade potencial e emergente do relevo da unidade de gerenciamento de recursos hídricos pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. Caderno de prudentino de geografia, nº36, p.159-173,2014.