

## Determinação das áreas com fragilidade ambiental do município de São Carlos, São Paulo, Brasil.

## Determination of areas with environmental fragility of the city São Carlos, São Paulo, Brazil.

Diego Peruchi Trevisan \*  
Luiz Eduardo Moschini \*\*

### 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 São Carlos (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 São Carlos contribuem para seu estado de fragilidade que é potencializada principalmente pelas características econômicas ligadas a agropecuária existentes no município.

\* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de São Carlos e docente do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Centro Universitário de Araraquara (UNIARA).

\*\* Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado e Doutorado) e do Programa de Pós-Graduação em Conservação da Fauna (Mestrado Profissional) da UFSCAR

### 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 of São Carlos (SP). 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 São Carlos contribute to their state of fragility that is enhanced principally by economic characteristics linked to existing agriculture in the municipality.

### Palavras-chave:

Análise da paisagem,  
Planejamento ambiental,  
Uso e cobertura da terra

### Key-Words:

Landscape analysis,  
Environmental planning,  
Use and land cover

## INTRODUÇÃO

Ào 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, 2009).

Em função dos problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas e da degradação dos recursos naturais, resultando na perda da qualidade ambiental e de vida, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico territorial baseado na perspectiva socioambiental, econômica e cultural além de um diagnóstico do estado de conservação ou degradação da paisagem.

Em decorrência das intensas atividades antrópicas sobre o meio, torna-se essencial a análise das paisagens, em detrimento da proteção dos recursos naturais e culturais, com base em estratégias que envolvam o desenvolvimento e a melhoria das informações para as tomadas de decisões. Neste sentido, as ciências geográficas contribuem para o planejamento ambiental e o ordenamento territorial ao aproximar a ciência do espaço geográfico (SANTOS, 2009).

A ideia de espaço geográfico e de como este é construído, organizado e estruturado traduz-se nas análises de paisagens. 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) (FRITZ, 2008).

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; TAMANINI, 2008).

Diante destas considerações o objetivo deste trabalho consiste em analisar a fragilidade ambiental do município de São Carlos (SP), utilizando técnicas de geoprocessamento.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

### 1.1 Área de estudo

A área de estudo, compreende o município de São Carlos, localizado na região administrativa central do estado de São Paulo (IGC, 2015), entre as coordenadas 22°09'39" e 21°35'50" de latitude sul e 48°05'27" e 47°43'09" de longitude oeste (Figura 1), com aproximadamente 1.140 km<sup>2</sup> (IBGE, 2015).

O município possui uma população de 230.890 habitantes (densidade demográfica de 203 habitantes por km<sup>2</sup>), com grau de urbanização de 96,00% e taxa de crescimento anual da população em 1,02 (SEADE, 2015).

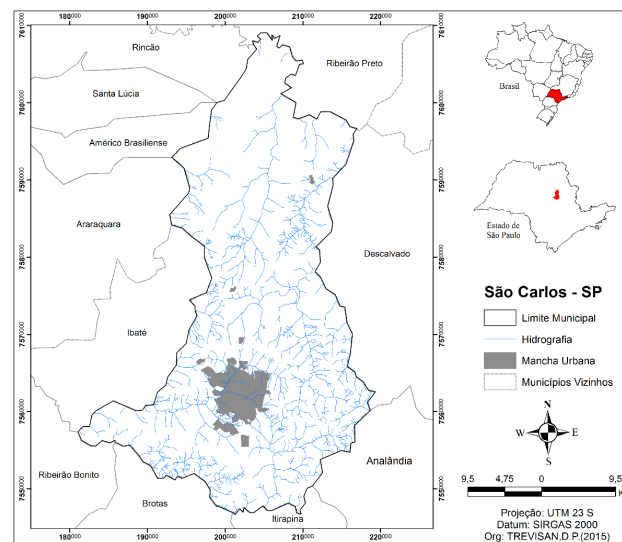


Figura 1: Localização geográfica do município de São Carlos (SP).

### 1.2 Metodologia

A presente pesquisa baseou-se na metodologia qualitativa, envolvendo o procedimento empírico, fundamental para a compreensão das respostas experimen-

tais encontradas.

Foi utilizada a malha digital dos municípios brasileiros situação 2010 da base de dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da qual foi extraído o limite do município de São Carlos e as cartas planialtimétricas do IBGE na escala 1.50.000, folhas: SF-22-Z-B-III-2, SF-23-V-C- IV-1, SF-23-V-C-IV-3, SF-23-Y-A- I-1, SF-23-V-C- IV-2, SF-23-V-C-IV-4 e SF-23-Y-A-I-2, que compõem à área de estudo.

Toda a base de dados foi georreferenciada no sistema de 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 IBGE, agrupadas em classes altimétricas e posteriormente modeladas pela função “FACE SLOPE” presente no SIG ArcGis10.2.2, categorizadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Categorias hierárquicas das classes de declividade.

Declividade	Peso
Formas de topos planos com drenagem de fraco entalhamento. Declividades até 6%	1: Muito Fraca
Forma de topos planos ou ligeiramente convexizados com canais de drenagem de fraco entalhamento. Declividades entre 6 e 12%.	2: Fraca
Formas de topos convexos de pequena dimensão Inter fluvial e canais pouco entalhados e formas de topos convexos ou planos de dimensão interfluvial pouco maior e canais mediamente entalhados Declividades entre 12 a 20%	3: Média
Formas com topos planos e convexos e amplos com canais de forte entalhamento. Declividades entre 20 a 30%	4: Alta
Formas de topos aguçados ou convexos de dimensão interfluviais de média a pequena e forte entalhamento dos canais Declividades acima de 30%	5: Muito alta

Fonte: ROSS (1994, p.66)

A informações geológicas foram obtidas da Carta Geológica de São Carlos elaborada por Muro (2000), na Escala 1:50.000, em formato analógico e posteriormente convertidas para o formato Digital, no software ArcGis 10.2.2. Esses dados foram categorizados hierarquicamente para a atribuição de pesos para cada tipo geológico de acordo com a Tabela 2.

As classes de solos foram obtidas a partir da Carta de Solos, folhas SF-23-V-C-IV, SF-23-Y-A-I e SF-22-X-D-VI, elaborada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC,1981), na escala 1:50.000, em formato analógico, o qual foi convertido de para o formato digital. Os tipos de solo foram classificados e categorizados para atribuição de pesos de acordo com a Tabela 3.

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 2013, referente à órbita/ponto 220/75, correspondente à área de estudo. Após a identificação, os tipos de uso e cobertura receberam a atribuição de pesos para cada tipo conforme a Tabela 4.

Tabela 2: Categorias hierárquicas de geologia.

Geologia	Peso
Derrames Basálticos (Juro-Cretáceo)	2: Fraca
Diques e Sills (Juro-Cretáceo)	2: Fraca
Formação Botucatu (Jurássico)	3: Média
Formação Piramboia (Triássico-Jurássico)	3: Média
Aluviões (Holoceno)	3: Média
Grupo Bauru (Cretáceo-Superior)	3: Média

Adaptado de Silva (2014, p.70)

Tabela 3: Categorias hierárquicas de solos.

Pedologia	Peso
Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Amarelo.	1: Muito Fraca
Nitossolo Vermelho	3: Média
Argissolos Vermelho Amarelo, Cambissolo	4: Alta
Gleissolo Háptico, Neossolo Quartzarênico, Neossolos Litólicos.	5: Muito alta

Fonte: ROSS (1994, p.68)

Tabela 4: Categorias hierárquicas de uso de cobertura da terra.

Uso e cobertura da terra	Peso
Florestas – Matas naturais, Florestas cultivadas com biodiversidade	1: Muito Fraca
Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso	2: Fraca
Cerrado denso, Capoeira, Mata homogenia, Pastagem cultivada com baixo pisoteio de gado	3: Média
Cultivo de ciclo longo em curvas de nível como café, laranja, cana, silvicultura	4: Alta
Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto, terraplanagem	5: Muito alta

Fonte: adaptado de ROSS (1994, p.68-69)

A análise da fragilidade contribui nas tomadas de decisões a fim de minimizar a implantação de ocupações indevidas, onde o relevo possui declividades acentuadas, em solos muito rasos, com risco de ocupação ou até mesmo em áreas com baixo rendimento produtivo e usos irregulares (ROSS,1994).

Conforme as características de cada parâmetro analisado, foi atribuído um peso de acordo com as es-

pecificidades 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 a seguinte equação transcrita por Silva (2014):

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

D= Declividade;

G= Geologia;

P = Pedologia, e

U = Uso e cobertura da terra.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da declividade do município de São Carlos permite constatar as áreas maiores que 30% (Tabela 5 e Figura 2). As declividades foram agrupadas em classes representadas pelos intervalos de (0 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 30%, > 30%). Em muitos casos, a topografia do terreno, especialmente a declividade é o principal condicionador de atividades desenvolvidas, principalmente relacionadas as atividades agrícolas.

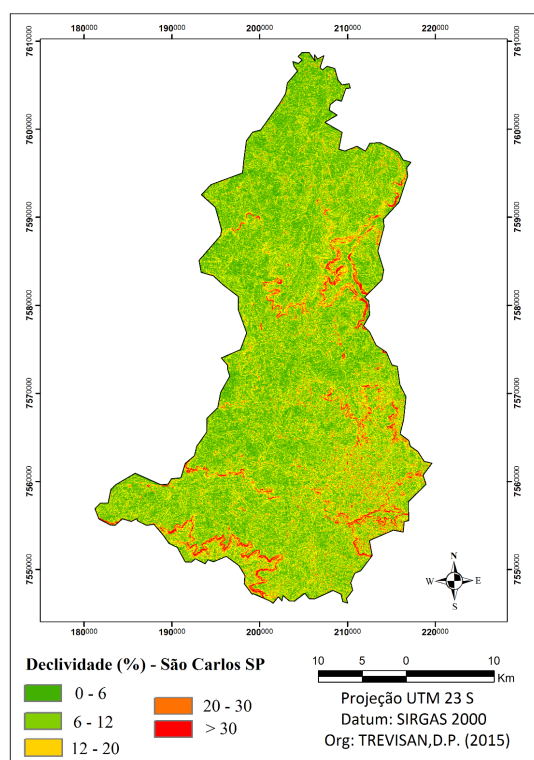


Figura 2: Classes de declividade para o município de São Carlos, SP.

Cerca de 97,84% 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. Em que 28,17% está nas classes de 0 a 6%, 40,77% nas de 6 a 12%, 22,54% nas de 12 a 20% e 6,36% nas de 20 a 30%, o que caracteriza a baixa declividade existente em grande porcentagem da área do município de São Carlos.

Tabela 5. Distribuições das classes de declividade e suas respectivas valores e pesos.

Declividade (%)	Área (ha)	Frequência (%)	Peso
0 a 6	32.117,7	28,17	1
6 a 12	46.474,4	40,77	2
12 a 20	25.693,5	22,54	3
20 a 30	7.249,2	6,36	4
> 30	2.465,2	2,16	5
<b>Total</b>	<b>114.000,00</b>	<b>100,00</b>	-

O município é recoberto por cinco tipos de solo (Tabela 6 e Figura 3) e aproximadamente 70% da área está representada por áreas 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 (TEIXEIRA et al., 2000).

Tabela 6: Distribuições das classes pedológicas e seus respectivos valores e pesos.

Pedologia	Área (ha)	Frequência (%)	Peso
Latossolo Vermelho	37.424,50	32,82	1
Latossolo Vermelho-Amarelo	41.997,80	36,84	1
Nitossolo Vermelho	6.211,70	5,45	3
Gleissolo Háptico	3.744,50	3,28	5
Neossolo Quartzarênico	24.621,50	21,61	5
<b>Total</b>	<b>114.000,00</b>	<b>100,00</b>	-

As informações geológicas do município estão distribuídas em seis tipos distintos (Tabela 7 e Figura 4), 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 (BIOTA FAPESP, 2013).

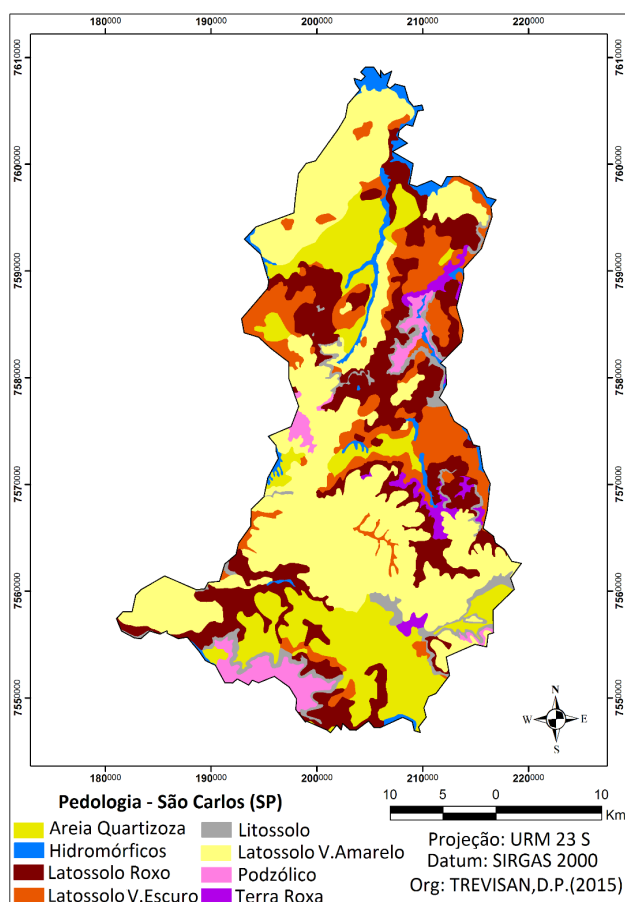


Figura 3: Classes de solo para o município de São Carlos, SP.

Nas regiões com a presença da Formação Botucatu, destacam-se alguns tipos de solos em decorrência do intemperismo dessas rochas onde podemos destacar: Neossolos Quartzarênicos, Latossolos e Argissolos, o que explica a concentração de Latossolos na área de estudo (EMBRAPA, 1999).

Tabela 7: Distribuições das classes geológicas e seus respectivos valores e pesos.

Geologia	Área (ha)	Frequência (%)	Peso
Aluviões (Holoceno)	2.474,00	2,17	3
Grupo Bauru (Cretáceo-Superior)	9.108,00	7,99	3
Derrames Basálticos (Juro-Cretáceo)	20.325,00	17,83	2
Diques e Sills (Juro-Cretáceo)	21.200,00	18,60	2
Formação Botucatu (Jurássico)	60.700,00	53,25	3
Formação Pirambóia (Triássico-Jurássico)	193,00	0,16	3
<b>Total</b>	<b>114.000,00</b>	<b>100,00</b>	-

Na análise do uso e cobertura da terra realizada para o município de São Carlos foi possível identificar

um predomínio das atividades agrícolas (Figura 5 e Tabela 8) com cerca de 86.000ha perfazendo 61,17% 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.

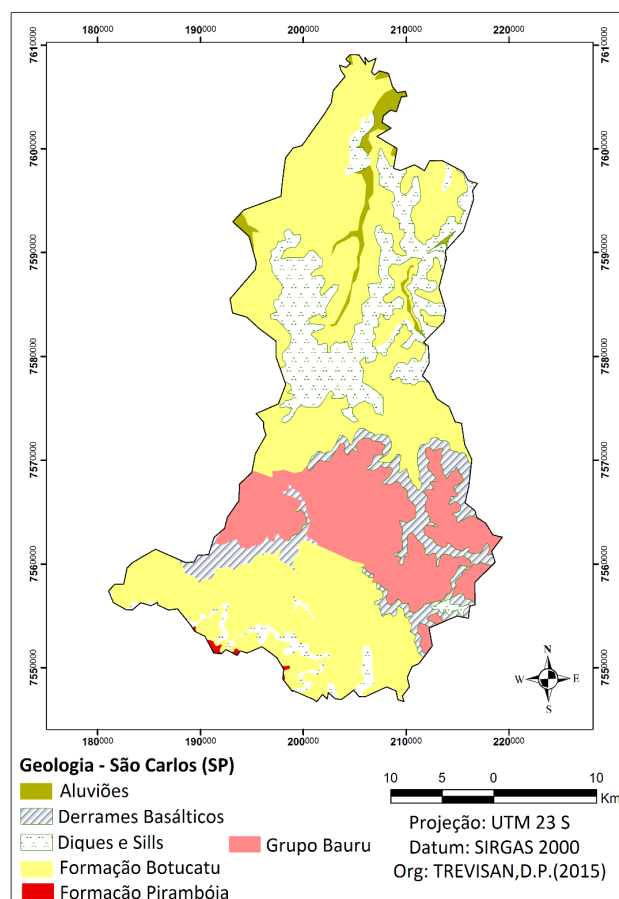


Figura 4: Classes litológicas para o município de São Carlos, SP.

Tabela 8: Distribuições das classes de uso e cobertura da terra e seus respectivos valores e pesos.

Uso e cobertura da terra	Área (ha)	Frequência (%)	Peso
Vegetação nativa	20.850,61	18,29	1
Cana-de-açúcar	36.842,37	32,32	4
Citricultura	1.749,04	1,53	4
Pastagens	4.747,75	4,16	3
Silvicultura	1.718,12	1,51	4
Solo Exposto	40.552,37	35,57	5
Áreas Urbanizadas	6.694,78	5,87	5
Represas	845,07	0,75	1
<b>TOTAL</b>	<b>114.000,00</b>	<b>100,00</b>	-

Diante as características encontradas, foi possível determinar o grau de fragilidade ambiental do município de São Carlos representados na Tabela 9 e nas Figuras 6 e 7, onde foi identificado um destaque no grau de média de fragilidade representado por 60,74 do total da área de estudo, seguido pelo grau de alta fragilidade com 26,57%.

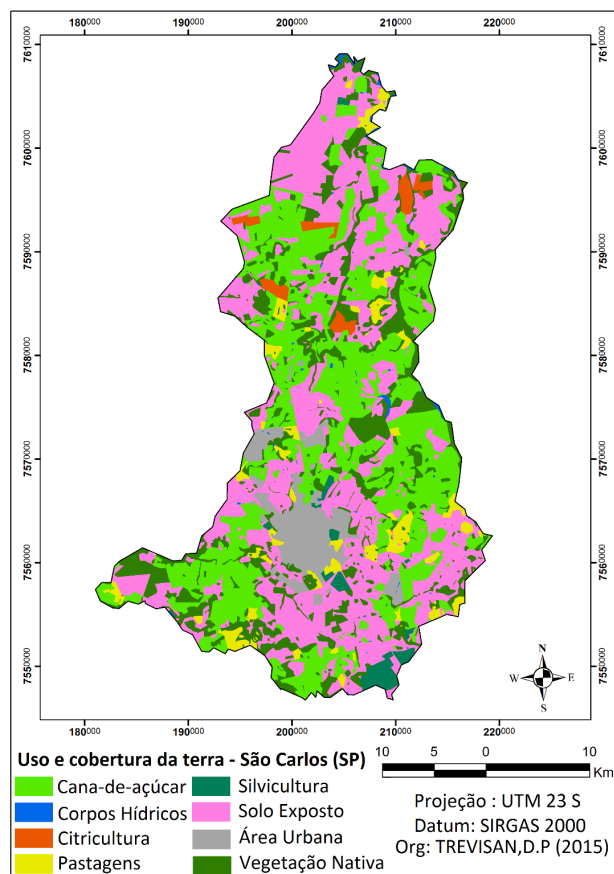


Figura 5: Classes de uso e cobertura da terra para o município de São Carlos, SP

A distribuição destes graus de fragilidades estão associadas principalmente a prática agrícola e área urbanizadas, regiões que se apresentam com déficit de áreas de vegetação nativa.

O município de São Carlos apresenta problemas do ponto de vista conservacionista, frente aos processos de antropização. Essa condição interfere diretamente no grau de fragilidade ambiental em que as paisagens naturais estão sujeitas a perderem suas funções ecossistêmicas, interferindo de forma direta e indireta nos bens e serviços ambientais.

Pode-se determinar uma concentração de cerca de 10,61% 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%.

Tabela 9: Distribuições das classes e dos valores de fragilidade ambiental para o município de São Carlos, SP.

Classe	Área (ha)	Frequência (%)
1 - Muito Baixa	724,2	0,64
2 - Baixa	11.366,3	9,97
3 - Média	69.238,7	60,74
4 - Alta	30.284,8	26,57
5 - Muito Alta	2.386	2,09
<b>Total</b>	<b>114.000,00</b>	<b>100,00</b>

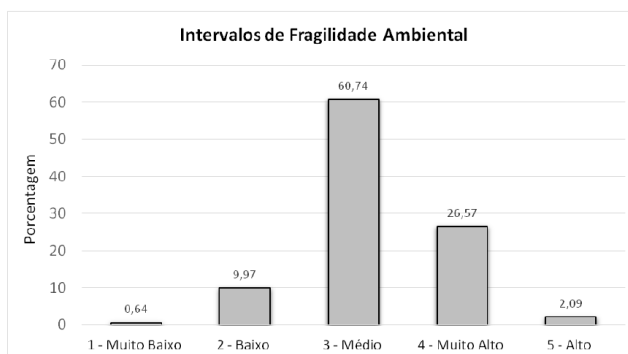


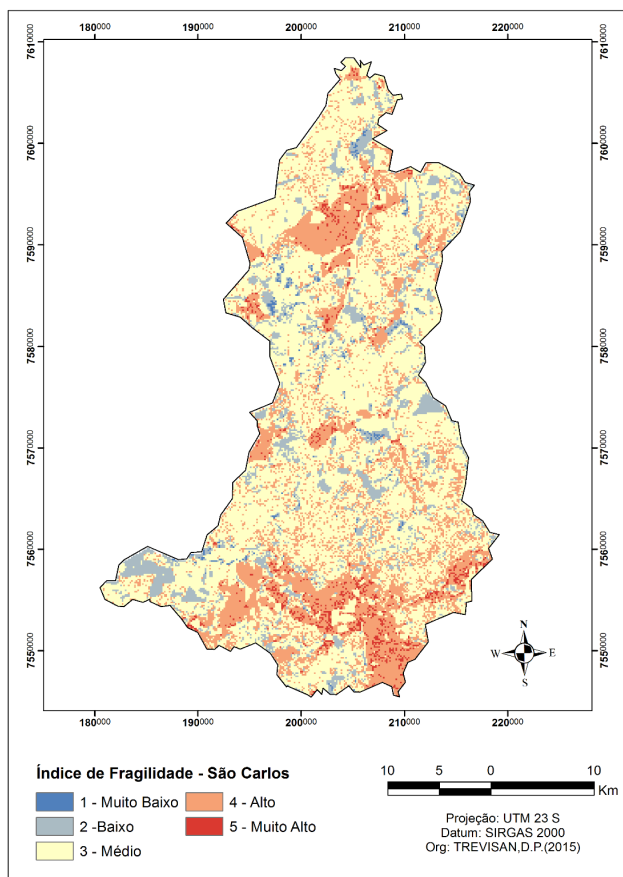
Figura 6: Distribuição dos valores de fragilidade ambiental de acordo com os intervalos de fragilidade ambiental.

Por outro lado, mais de 89% da área de estudo está assentada 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%.

As formações geológicas pouco contribuíram para a análise do grau de fragilidade ambiental da paisagem do município de São Carlos, em decorrência dos pesos atribuídos a cada formação serem considerados baixos. A área de estudo está inserida em uma região que apresenta um alto potencial relacionado as atividades agrícolas, fator atribuído principalmente a característica do revelo onde cerca de 97,84% da área de estudo localiza-se em locais de baixa declividades, além das características atribuídas aos solos.

As características físicas e as variáveis bióticas e abióticas contribuíram para a determinação do grau de fragilidade ambiental ao qual o município de São Carlos vem sendo sub-

metido ao longo do seu processo de ocupação do território, movido principalmente por questões econômicas, voltadas as commodities agrícolas impulsionadas pelas características ambientais presentes na área de estudo.



**Figura 7: Espacialização do Grau de Fragilidade Ambiental para o município de São Carlos, SP.**

Desta forma torna-se evidente a tendência de perda da qualidade ambiental presente no município, frente a provável expansão das fronteiras agrícolas, as quais contribuem ainda mais para o comprometimento do grau de fragilidade ambiental do município, interferindo diretamente na conservação e manutenção dos serviços ambientais proporcionados pelo ecossistema.

Este cenário é também observado em outros estudos (DONHA et al. (2006), PINATTI, et al. (2013) e TREVISAN; MOSCHINI (2015)) os quais demonstram a perda da qualidade ambiental devido a expansão das fronteiras agrícolas, evidenciando a expansão do cultivo da cana-de-açúcar e a supressão de áreas de vegetação nativa além da substituição de outras práticas agrícolas.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a determinação do índice de fragilidade ambiental foi possível analisar o estado de conservação do município de São Carlos, além de correlacioná-lo com as características físicas, bióticas e abióticas encontradas no área de estudo. O município encontra-se em um grau intermediário de fragilidade ambiental, mas em decorrência do avanço das atividades agrícolas, do modelo produtivo introduzido no município, ações precisam ser tomadas imediatamente afim de resguardar e proteger a biodiversidade local.

As áreas localizadas nos maiores graus de Fragilidade Ambiental (4 e 5), estão associadas as atividade agrícolas (cana-de-açúcar), e áreas urbanizadas (perímetro Urbano), desta forma reforça a necessidade de conservação das áreas de vegetação nativa assim como da produtividade dos sistemas agrícolas que ficam suscetíveis a impactos negativos achem avancem sobre áreas de baixa fragilidade.

A perda e a degradação das áreas de vegetação nativa remanescentes na paisagem do município de São Carlos continuam de maneira crescente. Contudo é evidente que a não continuidade deste processo de fragmentação da paisagem, pode proporcionar benefícios econômicos muito maiores do que os obtidos em decorrência da expansão das atividades agrícola.

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. Desta forma, o presente trabalho contribui para as discussões do planejamento territorial, podendo ser aplicado tanto em pequenos quanto grandes municípios.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIOTA FAPESP. **Sub-bacias hidrográficas do estado de São Paulo, 2014**. Disponível em: <[www.biota.org.br/info/saopaulo/bacias](http://www.biota.org.br/info/saopaulo/bacias)>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

CEPAGRI. CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas, 2015**. Disponível em: <[www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_224.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_224.html)>. Acesso em: 31 de maio de 2015.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Latossolos**. 1999. Disponível em <[www.agencia.cnptia.embrapa.br](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br)> Acesso em 23 de abril de 2015.

- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 160p.
- IAC. INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Carta de Solos, folhas SF-23-V-C-IV, SF-23-Y-A-I e SF-22-X-D-VI, 1981**. Disponível em: < [http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb\\_archive/EuDASM/latinamerica/lists/cbr.htm](http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/EuDASM/latinamerica/lists/cbr.htm)>. Acesso em: 31 de maio de 2016.
- IBGE. INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão territorial brasileiro e limites territoriais: IBGE cidades – São Carlos, 2015**. Disponível em: < [www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930#](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=351930#)>. Acesso em: 31 de maio de 2015.
- IBGE. INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª Edição, 2013. Disponível em: < [www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual\\_usodaterra.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm)>. Acesso em: 31 de maio de 2015.
- IGC. INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Região administrativa Central, 2015**. Disponível em: <[www.igc.sp.gov.br/](http://www.igc.sp.gov.br/)>. Acesso em: 31 de maio de 2016.
- MURO, D.M. 2000. **Zoneamento de áreas quanto a possível contaminação por produtos químicos**. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2000.
- PINATTI, J.M.; MOSCHINI, L. E.; DOS SANTOS, R.M.; TREVISAN, D. P. Dinâmica da Paisagem da Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Vassununga, SP. In: SANTOS, J.E.; ZANION, E.M. (Org). **Faces da Polisssemia da Paisagem**. 1ed. São Carlos, SP: Rima, 2013, v. 5, p. 144-162.
- RAMOS, A. **Diccionario de la naturaleza, hombre, ecologia, paisaje**. Madrid, Espasa-Calpe S.A., 1987.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n. ° 8, p. 63-73, 1994.
- ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 208 p.
- 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.
- SANTOS, C. Cartografia Ambiental e Planejamento Territorial Urbano. **Patrimônio: Lazer & Turismo**, v. 6, n. 7, p. 40-74, 2009.
- SÃO CARLOS. Prefeitura municipal de São Carlos. **História do município de São Carlos**. 2015. Disponível em: <[www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/historia-da-cidade/115269-historia-de-sao-carlos.html](http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/historia-da-cidade/115269-historia-de-sao-carlos.html)> Acesso em: 31 de julho de 2015.
- SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfis municipais, 2015**. Disponível em: <[www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php](http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php)>. Acesso em: 31 de maio de 2015.
- SILVA, V. C. B.; MACHADO, P.S. 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.
- TAMANINI, M. S. A. **Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR, 2008**. 105f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2008.
- TEIXEIRA, M.A.; MAGALHÃES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A. Equipamento para extração de amostras indeformadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 693-699, 2000.
- TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. . 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, 2015.
- TROMBETA, L.R.; GARCIA, R.M.; NUNES, R.S.; GOUVEIA, I.C.M.C.; LEAL, A.C. 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, Volume especial, p.159-173,2014.

---

**Correspondência dos autores:**

*Diego Peruchi Trevisan*

e-mail: diego.peruchi@gmail.com

*Luiz Eduardo Moschini*

e-mail: lemoschini@ufscar.br

---

Artigo recebido em: 21/04/2016

Revisado pelos autores em: 08/09/2016

Accito para publicação em: 07/10/2016