



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO ESTUDO DA CONECTIVIDADE INDIRETA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DO RELEVO

Valteir Vieira Marques<sup>(a)</sup>, Bruna Henrique Sacramento<sup>(b)</sup>, Roberto Wagner  
Lourenço<sup>(c)</sup>

Laboratório de Geoprocessamento e Modelagem Matemática Ambiental/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista, <sup>(a)</sup> [vmarques@ambraambiental.com.br](mailto:vmarques@ambraambiental.com.br), <sup>(b)</sup> [bruna.sacramento@unesp.br](mailto:bruna.sacramento@unesp.br), <sup>(c)</sup> [roberto.lourenco@unesp.br](mailto:roberto.lourenco@unesp.br).

**Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais**

### Resumo

Diversos aspectos condicionam diferentes níveis de fragilidade no ambiente. O sistema viário é uma variável sobre a fragilidade ambiental, de origem antrópica. O objetivo do estudo foi associar a Fragilidade Ambiental à conectividade hidrológica do escoamento superficial indireto em uma bacia hidrográfica localizada no oeste do Estado de São Paulo. Foram elaborados Mapas de Fragilidade da Declividade, Solos, Potencial e Emergente, além de Mapa de Grau de Proteção do Uso do Solo. A Fragilidade Emergente foi relacionada com a Conectividade Indireta do Escoamento Superficial para gerar a Fragilidade Ambiental da Drenagem. Quando relacionada à Conectividade Indireta do Escoamento Superficial, 32,79% da bacia hidrográfica foi classificada com grau de Fragilidade Emergente forte. Os resultados foram obtidos de maneira eficiente e podem ser utilizados para gestão de bacias hidrográficas.

**Palavras chave:** fragilidade ambiental, bacia hidrográfica, rede de drenagem, geotecnologias.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 1. Introdução

Das fases do ciclo hidrológico, talvez seja o escoamento superficial um dos mais importantes processos, por ser a fase que trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, os quais estão ligados ao aproveitamento da água superficial e à proteção dos solos contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento. Normalmente ocorre quando as pequenas depressões do solo são preenchidas pela água da chuva, a taxa de infiltração excedida e a capacidade de retenção da vegetação ultrapassada, neste cenário começa a ocorrer o escoamento superficial. Inicialmente, formam-se pequenos filetes que escoam sobre a superfície do solo até se juntarem em corredeiras, canais e rios. O escoamento ocorre sempre de um ponto mais alto para outro mais baixo, sempre das regiões mais altas para as regiões mais baixas até o mar (FIENER; AUERSWALD; VAN OOST, 2011; SCHULTZ, 2013; ALDER et al. 2015).

A distância do escoamento superficial à rede de drenagem é um importante atributo de conectividade hidrológica entre as áreas de produção de sedimentos e a rede de drenagem por apresentarem condições típicas à erosão superficial e ao assoreamento das águas superficiais. Considerando-se a fragilidade da dinâmica da rede hidrográfica e das estradas e talvegues, é possível estabelecer áreas sujeitas direta e indiretamente à erosão superficial (CARVALHO; DAVID, 2011; VIGIAK et al. 2012; PIRANI; MOUSAVI, 2016).

Neste sentido, este trabalho apresenta um estudo que utiliza a metodologia da Fragilidade Ambiental (ROSS, 1994) associada à conectividade hidrológica do escoamento superficial indireto em uma bacia hidrográfica localizada no oeste do Estado de São Paulo.

## 2. Materiais e métodos

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Pirajibu-Mirim, localizada inteiramente no município de Sorocaba, oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Destaca-se que o rio principal contribui com aproximadamente 7,5% do abastecimento de água do município, sendo um dos principais afluentes da margem direita do Rio Sorocaba, o que atesta sua importância no contexto local e regional.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

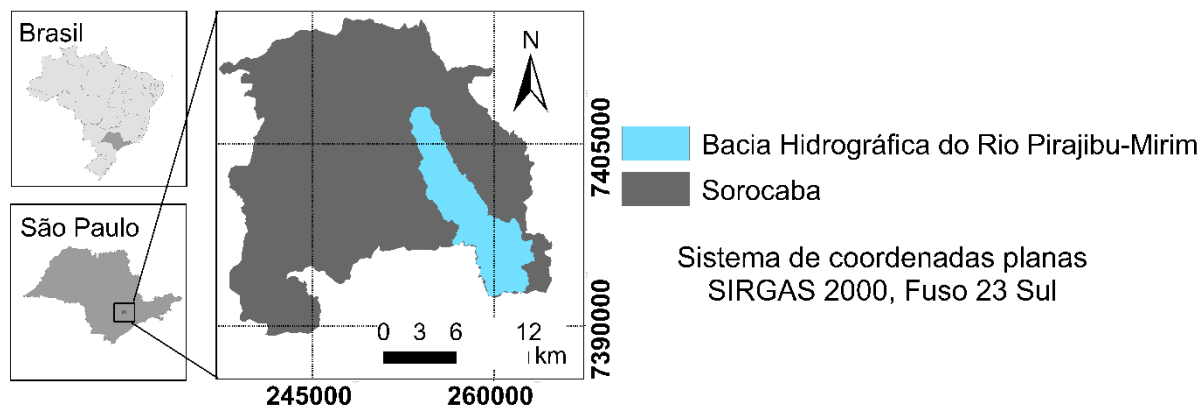


Figura 1 – Localização da área de estudo

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Mapeamento da Fragilidade Potencial

O Mapa de Fragilidade Potencial foi elaborado utilizando informações da declividade e dos solos da área estudada (ROSS, 1994), sobrepostos com ponderação de 80% e 20%, respectivamente.

A declividade foi obtida a partir de um Modelo Digital de Terreno – MDT e classificada em 5 intervalos, aos quais foram atribuídos graus de fragilidade de acordo com sua inclinação (Tabela 1).

Tabela 1 – Fragilidade de acordo com as classes de declividade.

| Declividade (%) | Grau de fragilidade |
|-----------------|---------------------|
| < 6             | Muito fraca         |
| 6 – 12          | Fraca               |
| 12 – 20         | Média               |
| 20 – 30         | Forte               |
| > 30            | Muito forte         |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

O Mapa de Solos foi elaborado segundo o método que emprega a análise estatística dos histogramas de frequência do MDT e da declividade, que juntamente com o conhecimento pedológico e levantamentos de campo, permite definir limites entre diferentes classes de solo (HERMUCHE et al., 2002).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### 2.2.2. Mapeamento da Fragilidade Emergente

A Fragilidade Emergente foi obtida da sobreposição com pesos iguais (50%) do Mapa de Fragilidade Potencial com o Mapa Grau de Proteção de Uso do Solo e Cobertura Vegetal, cuja classificação (Tabela 2) foi aplicada sobre o mapeamento realizado através da interpretação visual (FITZ, 2008) sobre ortofotos do sobrevoo 2010/2011 e posteriores observações em campo para validação e retificações.

Tabela 2 – Graus de proteção do Uso do Solo e Cobertura Vegetal.

| <b>Grau de proteção</b> | <b>Tipo de Uso do Solo e Cobertura Vegetal</b> |
|-------------------------|--|
| Muito fraca             | Residencial                                    |
|                         | Solo exposto                                   |
|                         | Industrial                                     |
|                         | Comércio e serviços                            |
|                         | Equipamentos públicos                          |
| Fraca                   | Sedes rurais e chácaras                        |
|                         | Clubes e áreas de lazer                        |
|                         | Culturas temporárias                           |
| Média                   | Pastagens                                      |
|                         | Reflorestamentos                               |
|                         | Gramados urbanos                               |
| Forte                   | Culturas permanentes                           |
|                         | Vegetação est. pioneiro                        |
| Muito Forte             | Veg. est. inicial a avançado                   |
|                         | Áreas de várzea                                |
|                         | Espelhos d'água                                |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

### 2.2.3. Determinação da Conectividade do Escoamento Superficial em relação à drenagem

A partir do MDT e da rede de drenagem, foram gerados Mapas de Distância do Escoamento Superficial à Drenagem. Primeiramente, essa distância foi calculada com a drenagem estendida, a qual considera a hidrografia, sistema viário, valas e drenos artificiais. Em seguida, essa distância foi calculada com relação à denominada drenagem simplificada, a qual considera apenas a hidrografia referente aos rios, lagos e represas. Então, as medidas de distâncias do escoamento superficial às drenagens estendida e simplificada foram tabuladas e as distâncias entre o fluxo e os canais de drenagem classificadas em 5 intervalos de graus de fragilidade - quanto mais próximo da rede



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

drenagem, maior o grau de fragilidade, resultando no Mapa de Conectividade do Escoamento Superficial (ArcGIS 10.0, 2012; SAGA QGIS 3.0.0, 2016).

#### 2.2.4. Determinação da Fragilidade Ambiental segundo a Drenagem

Finalmente, da associação do Mapa de Conectividade do Escoamento Superficial com a Fragilidade Emergente foi gerada a Fragilidade Ambiental da Drenagem no ArcGIS 10.0 (ESRI, 2012), conforme os fatores de ponderação da Tabela 3, no qual quanto maior a distância do fluxo do escoamento superficial e menor a fragilidade emergente, menor a Fragilidade Ambiental da Drenagem.

Tabela 3 – Fatores de peso adotado na Fragilidade Ambiental da Drenagem.

| <b>Fator de multiplicação das classes de distância de fluxo</b> | <b>Fator de multiplicação das classes de fragilidade emergente</b> |
|---|--|
| 0,50  | 0,50   |
| 0,60  | 0,40   |
| 0,70  | 0,30   |
| 0,80  | 0,20   |
| 0,90  | 0,10   |

A partir dos produtos cartográficos procedeu-se ao trabalho de campo, para verificação e levantamento de informações que serviram para a validação do modelo de análise proposto.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1. Mapeamento da Fragilidade Potencial

A Tabela 4 mostra os parâmetros relacionados ao mapeamento da Fragilidade Potencial e a Figura 2 os respectivos mapas.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela 4 – Áreas percentuais em relação aos graus de fragilidade de declividade, solos e fragilidade potencial.

| Grau de fragilidade | Declividade (A) |          | Solos (B)              |          | Fragilidade Potencial (C) |
|---------------------|-----------------|----------|------------------------|----------|---------------------------|
|                     | Classe (%)      | Área (%) | Classe                 | Área (%) | Área (%)                  |
| Muito fraca         | < 6             | 15,88    | -                      | -        | 1,42                      |
| Fraca               | 6 – 12          | 21,21    | -                      | -        | 34,81                     |
| Média               | 12 – 20         | 22,67    | Latosolos              | 2,13     | 23,54                     |
| Forte               | 20 – 30         | 16,61    | Argissolos             | 76,65    | 16,61                     |
| Muito forte         | > 30            | 23,62    | Neossolos e Gleissolos | 21,22    | 23,62                     |

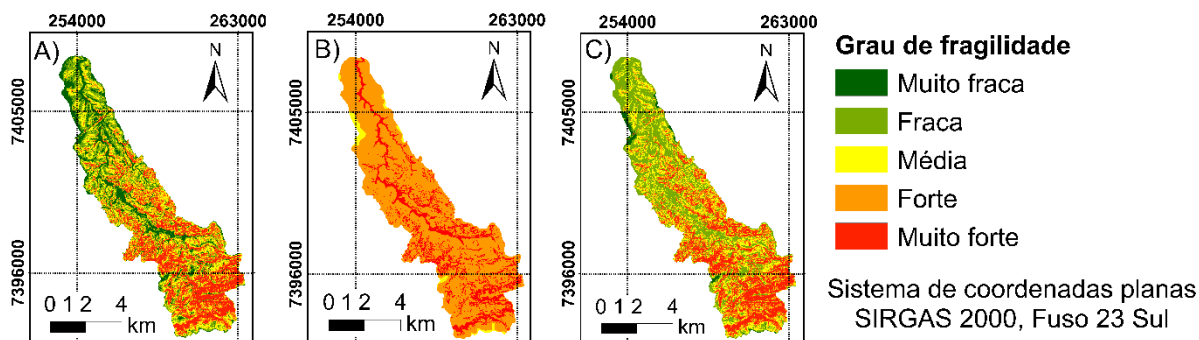


Figura 2 – Fragilidade relacionada às classes de declividade (A), classes de solo (B); e Mapa de Fragilidade Potencial (C).

Com relação à declividade, áreas com fragilidade forte e muito forte totalizaram 40,24% da área de estudo, indicando que a declividade é um importante fator no processo hidrológico da bacia hidrográfica. Quanto aos solos, foram delimitados como predominantes os Argissolos (aproximadamente 76% da área), os quais normalmente estão associados solos rasos arenosos, de textura média ou argilosos no horizonte mais superficial, propícios também a alto escoamento superficial e processos erosivos (IAC, 2014).

Quanto à fragilidade potencial, as classes com baixa fragilidade concentram-se nas partes centro-norte da bacia, enquanto na transição do centro-sul predominam as classes de forte fragilidade potencial. De acordo com Tricart (1997) e IBGE (2009), locais com elevadas declividades e solos



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

rasos arenosos são muito suscetíveis a processos erosivos, que conferem fragilidade ambiental a uma localidade.

### 3.2. Mapeamento da Fragilidade Emergente

A Tabela 5 mostra os parâmetros do Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal classificados segundo os graus de proteção para geração do Mapa de Fragilidade Emergente, e a Figura 3.A-B os respectivos mapas.

Tabela 6 – Áreas percentuais em relação aos graus de proteção uso do solo e cobertura vegetal e graus de fragilidade emergente.

| Grau de proteção/fragilidade | Uso do Solo e Cobertura Vegetal   |          | Fragilidade Emergente |
|------------------------------|---|----------|-----------------------|
|                              | Classes   | Área (%) | Área (%)              |
| Muito fraca                  | Residencial, solo exposto, industrial, comércio e serviços, equipamentos públicos | 10,32    | 0,22                  |
| Fraca                        | Sedes rurais e chácaras, clubes e áreas de lazer, culturas temporárias            | 9,55     | 16,19                 |
| Média                        | Pastagens, reflorestamentos, gramados urbanos, culturas permanentes               | 41,49    | 52,42                 |
| Forte                        | Vegetação est. pioneiro   | 5,34     | 28,67                 |
| Muito Forte                  | Vegetação est. Inicial a avançado, áreas de várzea, espelhos d'água               | 33,3     | 2,50                  |

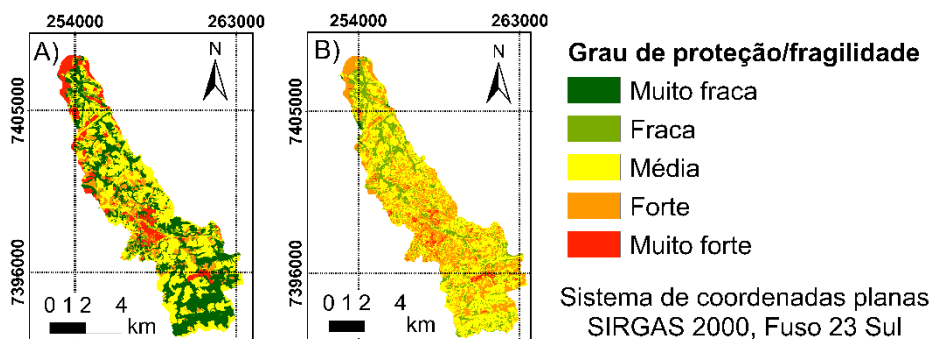


Figura 3 – Mapa do Grau de Proteção do Uso do Solo e Cobertura Vegetal (A) e Grau de Fragilidade Emergente (B).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A bacia hidrográfica apresenta 38,64% de áreas com alto grau de proteção (forte a muito forte), onde segundo campanhas de campo foram observados os principais remanescentes de vegetação da área estudo, além disso, foram observadas altas declividades, e em sua maioria sem qualquer prática conservacionista, foram classificados com grau médio de proteção.

### 3.3. Determinação da Conectividade do Escoamento Superficial em relação à drenagem

Na Figura 4.A-B, tem-se locais por onde o fluxo do escoamento superficial pode ser concentrado durante as precipitações, intensificando processos erosivos e facilitando a conexão no transporte de sedimentos e poluentes (SÃO PAULO, 1999; ALDER et al., 2015). Comparando as Figuras 4.A e 4.B, observa-se uma concentração de áreas com distâncias menores ao escoamento superficial, em maior parte provocadas pelo sistema viário, o que em tese aumenta o grau de fragilidade segundo o escoamento superficial (Figura 4.C). O sistema viário favorece a vulnerabilidade aos processos erosivos e transporte de sedimentos para a rede hidrográfica (ALDER et al., 2015).

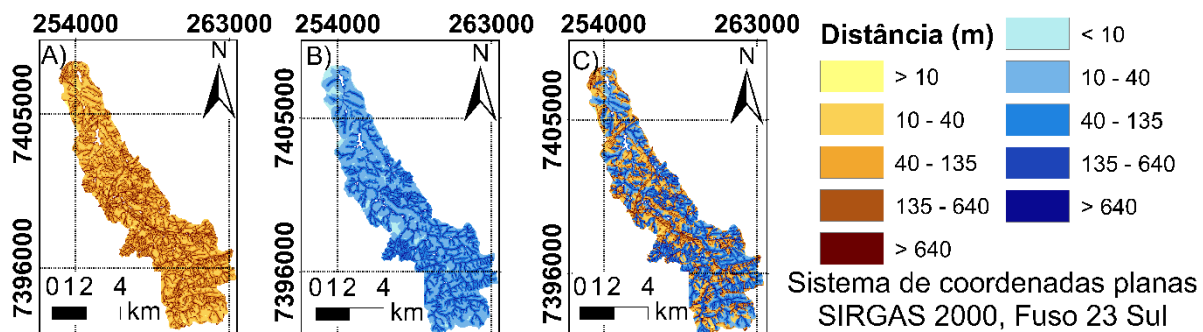


Figura 4 – Mapas de Distância do Escoamento Superficial à Drenagem Estendida (A), à Drenagem Simplificada (B) e Mapa da Conectividade do Escoamento Superficial (C).

Na Figura 4.C, Mapa de Conectividade do Escoamento Superficial, onde é apresentada as áreas diretamente e indiretamente conectadas classificadas de acordo com a distância do escoamento superficial, pode-se afirmar que em relação ao escoamento superficial este tem atingido rede hidrográfica de forma direta ou indireta em aproximadamente 42,22% da bacia hidrográfica, com fluxos conectados concentrado especialmente no sistema viário, podendo levar a severos danos erosivos e de assoreamento da rede hidrográfica.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### 3.4. Determinação da Fragilidade Ambiental segundo a Drenagem

O Mapa da Fragilidade Ambiental da Drenagem, gerado da associação do Mapa de Conectividade do Escoamento Superficial com a Fragilidade Emergente conforme a ponderação da Tabela 3, é mostrado na Figura 5.

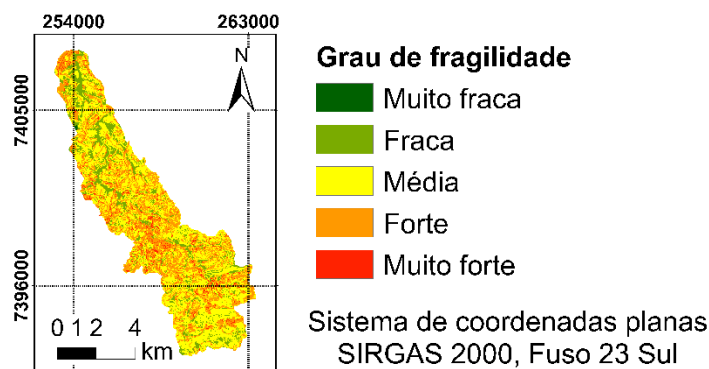


Figura 5 – Fragilidade Ambiental da Drenagem da área de estudo.

O Mapa da Fragilidade Ambiental da Drenagem, após comparação com observações de campo, mostrou-se bastante condizente com a paisagem atual. Na região norte da área, as extensas áreas de reflorestamento e vegetação nativa apresentam alta fragilidade pela presença de estradas e caminhos internos observados no local. Do centro-sul da bacia hidrográfica, nota-se forte influência da expansão urbana e quantidade relevante de construções de pequenas propriedades, que favorecem os processos erosivos contribuindo com o carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

A metodologia com a inclusão da conectividade resultante do sistema viário (Figura 6), demonstra a forte influência sobre o escoamento superficial, facilitando o acúmulo e transporte de sedimentos (SÃO PAULO, 1999; ALDER et al., 2015).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

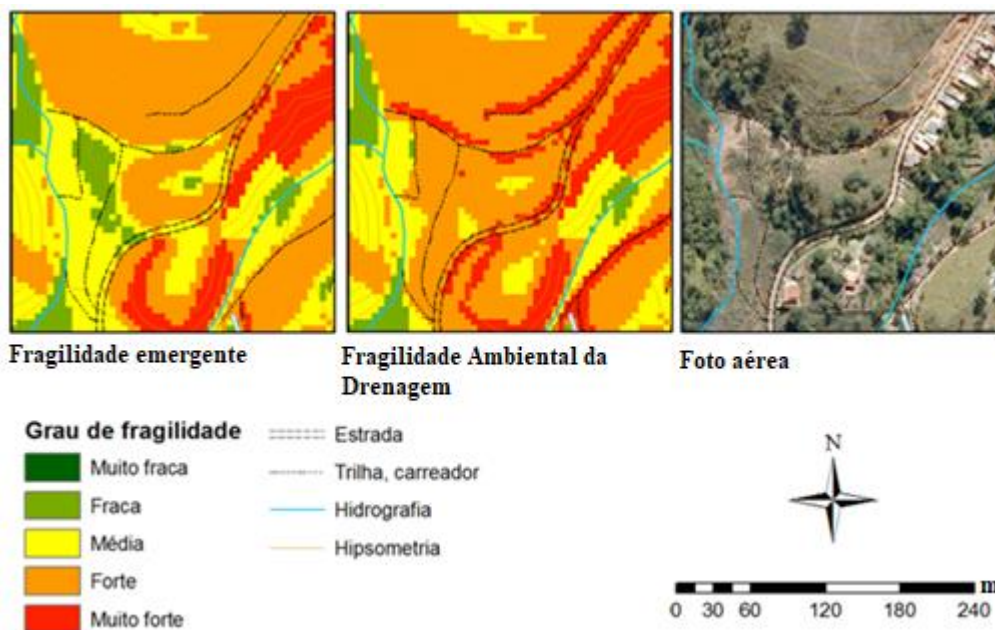


Figura 6 – Comparação da fragilidade emergente com a fragilidade ambiental da drenagem.

#### 4. Considerações finais

O produto cartográfico obtido demonstrou-se adequado à representação do grau de fragilidade dos sistemas naturais diante das intervenções antrópicas, por considerar relações com o escoamento superficial, dado principalmente pela capacidade de representar a fragilidade emergente associada à produção de sedimentos em estruturas lineares, especialmente do sistema viário.

Por meio das técnicas empregadas foi possível alcançar resultados de maneira eficiente, ágil e confiável sobre a fragilidade ambiental na área de estudo, os quais podem ser replicados e utilizados como subsídio à gestão de bacias hidrográficas de outras áreas, requerendo apenas detalhado reconhecimento de campo, para que os pesos de cada parâmetro seja ajustado a situação recorrente.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

#### Referências bibliográficas



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ADAMI, S. F. et al. Environmental fragility and susceptibility mapping using geographic information systems: applications on Ribeirão do Pinhal watershed (Limeira, State of São Paulo). **Acta Scientiarum, Technology**, v. 34, n. 4, p. 433-440, 2012.

ALDER, S. et al. A high-resolution map of direct and indirect connectivity of erosion risk areas to surface waters in Switzerland: A risk assessment tool for planning and policy-making. **Land Use Policy Journal**, v 48, p. 236-249, 2015.

BAHR, G. C.; CARVALHO, S. M. Identificação da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do arroio Uvaranal, como subsídio ao projeto de expansão urbana de Telêmaco Borba – PR. **RA'EGA**, v. 26, p. 157-181, 2012.

CARVALHO, A.; DAVID, C. Políticas públicas para o campo e desenvolvimento rural sustentável. **GeoUERJ**, v. 1, n. 22, 2011.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, **ArcGIS for Desktop**. Versão 10.0. Redlands: ESRI, 2012.

FIENER, P; AUERSWALD, K; VAN OOST, K. Spatio-temporal patterns in land use and management affecting surface runoff response of agricultural catchments – a review. **Earth-Science Reviews**, v. 106, p. 92-104, 2011.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 1. ed, 2008.

GOLVEIA, R. G. L. et al. Análise da fragilidade ambiental na bacia do rio Queima-Pé, Tangará da Serra, MT. **Pesquisa em geociências**, v.42, n. 2, p. 131-140, 2015.

HERMUCHE, P. M. et al. **Morfometria como suporte para elaboração de mapas pedológicos: I. Bacias hidrográficas assimétricas**. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 25 p., 2002.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Argissolos**. In: Solos do estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/pdf/Argissolos.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2 ed, 2009. 182 p. (Manuais Técnicos de Geociências, 5).

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: A história de uma procura**. 2. ed., São Paulo/SP, Contexto, 125 p., 2001.

MOORE, I. D et al. Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society of America Journal**. v. 57, p. 443-452, 1993.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PIRANI, F. J.; MOUSAVI, S. A. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning. **Journal of Hydrology**, v. 540, p. 727-735, 2016.

PONÇANO, W. L. et al. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo** – Monografias 5. Nota explicativa. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. v. 1, n. 1183, 126 p., 1981.

QGIS. **SAGA GIS**. Versão 3.0.0. 2016.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo/SP, DG-FFLCH-USP, n. 8, p. 63-74, 1994.

SANTOS, C. L.; GIRÃO, O. A teoria geossistêmica na pesquisa geomorfológica: uma abordagem teórico-conceitual. **Revista Geográfica de América Central**, n. 55, p. 49-65, 2015.

SÃO PAULO: Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo**. 1999. 128 p.

SCHULTZ, G. B. **Avaliação do processo de produção de sedimentos em um trecho de estrada não pavimentada**. Curitiba, 2013. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Terra) – Universidade Federal do Paraná.

SEMA - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE (Município de Sorocaba). **Plano Diretor Ambiental de Sorocaba**. Sorocaba, 2011. Disponível em: <<http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/gestaoambiental/plano-diretor-ambiental-de-sorocaba/>>. Acesso em: 01 out. de 2018.

SOUZA, G. O. C. Uso da cartografia no setor público: Geoprocessamento como tomada de decisão. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Volume Especial Cartogeo, p. 180-202, 2014.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1977. 97 p.

VASCONCELOS, V. et al. Sistema de classificação geomorfométrica baseado em uma arquitetura sequencial em duas etapas: árvore de decisão e classificador espectral, no Parque Nacional Serra da Canastra. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, p. 171-186, 2012.

VIGIAK, O. et al. Comparison of conceptual landscape metrics to define hillslope-scale sediment delivery ratio. **Geomorphology**. V. 138, p. 74-88, 2012.