



ANÁLISE ESPACIAL DA FRAGILIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO RELEVO DA APA ITUPARARANGA (SP)

SPATIAL ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY FROM THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA (EPA) ITUPARARANGA RELIEF (SP)

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL A PARTIR DEL RELEVO DE LA APA ITUPARARANGA (SP)

Vanessa Cezar Simonetti¹
Darllan Collins da Cunha e Silva²
Nobel Penteado de Freitas³
André Henrique Rosa⁴

Resumo: As atividades antrópicas influenciam na qualidade do ambiente, assim, as geotecnologias vêm ganhando cada vez mais destaque no cenário ambiental. Este trabalho utilizou a metodologia proposta por Ross (1994), para a análise das classes de fragilidade ambiental da Área de Proteção Ambiental de Itupararanga apoiadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Os resultados revelaram que a APA possui 46,85% das suas classes com uma elevada fragilidade ambiental

Palavras-chave: Fragilidade Ambiental. Geoprocessamento. Declividade. Bacia Hidrográfica.

Abstract: Anthropogenic activities influence the quality of the environment, therefore, geotechnologies have been gaining increasing prominence in the environmental scenario. This work uses the methodology proposed by Ross (1994), for the analysis of the environmental fragility classes of the Environmental Protection Area of Itupararanga supported in a Geographic Information System environment. The results revealed that the APA has 46.85% of its classes with a high environmental fragility

Keywords: Environmental Fragility. Geoprocessing. Declivity. Watershed.

Resumen: Resumen: Las actividades antrópicas influyen en la calidad del ambiente, por lo que las geotecnologías han ido ganando cada vez más destaque en el escenario ambiental. Este trabajo utilizó la metodología propuesta por Ross (1994), para el análisis de las clases de fragilidad ambiental del Área de Protección Ambiental de Itupararanga apoyadas en ambiente de Sistema de Información Geográfica. Los resultados revelaron que la APA posee el 46,85% de sus clases con una elevada fragilidad ambiental.

Palabras-clave: Fragilidad Ambiental. Geoprociamiento. Declive. Cuenca hidrográfica.

¹Doutoranda. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia. E-mail: va_simonetti@hotmail.com

²Professor Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus Experimental de Registro. E-mail: darllan.collins@unesp.br

³ Professor Doutor. Universidade de Sorocaba (Uniso). E-mail: nobel.freitas@prof.uniso.br

⁴ Professor Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia



Introdução

Diante do cenário atual no qual as atividades antrópicas têm influenciado amplamente na qualidade do ambiente, as geotecnologias vêm ganhando cada vez mais destaque, possuindo importantes aplicações ao que tange o monitoramento ambiental, pois permitem a avaliação de vastas áreas e diversos aspectos ambientais (Lang; Blaschke, 2009; Silva et al., 2016; Silva et al., 2017b).

O constante avanço tecnológico permite que sejam criados softwares capazes de executar tarefas complexas com extrema exatidão, trabalhando uma infinidade de dados simultaneamente (Ponzoni; Shimabukuro; Kuplich, 2012).

Do mesmo modo, os satélites são cada vez mais aperfeiçoados, proporcionando qualidade de imagem de altíssima resolução. Para tanto, a partir do tratamento das informações em softwares e hardwares específicos, é possível analisar os fenômenos estudados e correlacioná-lo espacialmente (Lourenço et al., 2012; Silva et al., 2016; Silva et al., 2017a).

De acordo com Silva et al. (2017a), o monitoramento permite assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, a aplicabilidade das geotecnologias na gestão dos recursos naturais é de extrema relevância e tem sido cada vez mais empregado, uma vez que surgem novas tecnologias e melhoramentos de satélites no decorrer do tempo, enquanto as análises decorrentes de amostragens in situ são bastante onerosas e nem sempre traduzem as reais condições do ambiente (Silva et al., 2017b).

O uso de geotecnologias foi amplamente utilizado na análise e identificação de diferentes aspectos do ambiente (Cabral et al., 2011; Nossack et al., 2014; Bacani et al., 2015; Gouveia et al., 2015; Junior et al., 2015; Mendes et al., 2016; Oliveira et al., 2016; Fonseca et al., 2017; Reis e Costa, 2017; Silva et al., 2017a; Silva et al., 2017b).

Diante do exposto, o estudo propôs a análise dos aspectos físicos da APA Itupararanga por meio do uso de geotecnologias, visando inferir sobre a fragilidade ambiental da área.



Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10 - SMT) compreendendo os afluentes da sub-Bacia do Alto Sorocaba, sendo o Rio Una juntamente com os Rios Sorocabuçu e o Sorocamirim que se convergem, constituindo o principal reservatório de captação de água do município de Sorocaba, o reservatório de Ituparanga, dando origem ao rio Sorocaba. A Bacia Hidrográfica do Alto Sorocaba possui uma área de 929 km² (Pedrazzi et al., 2014).

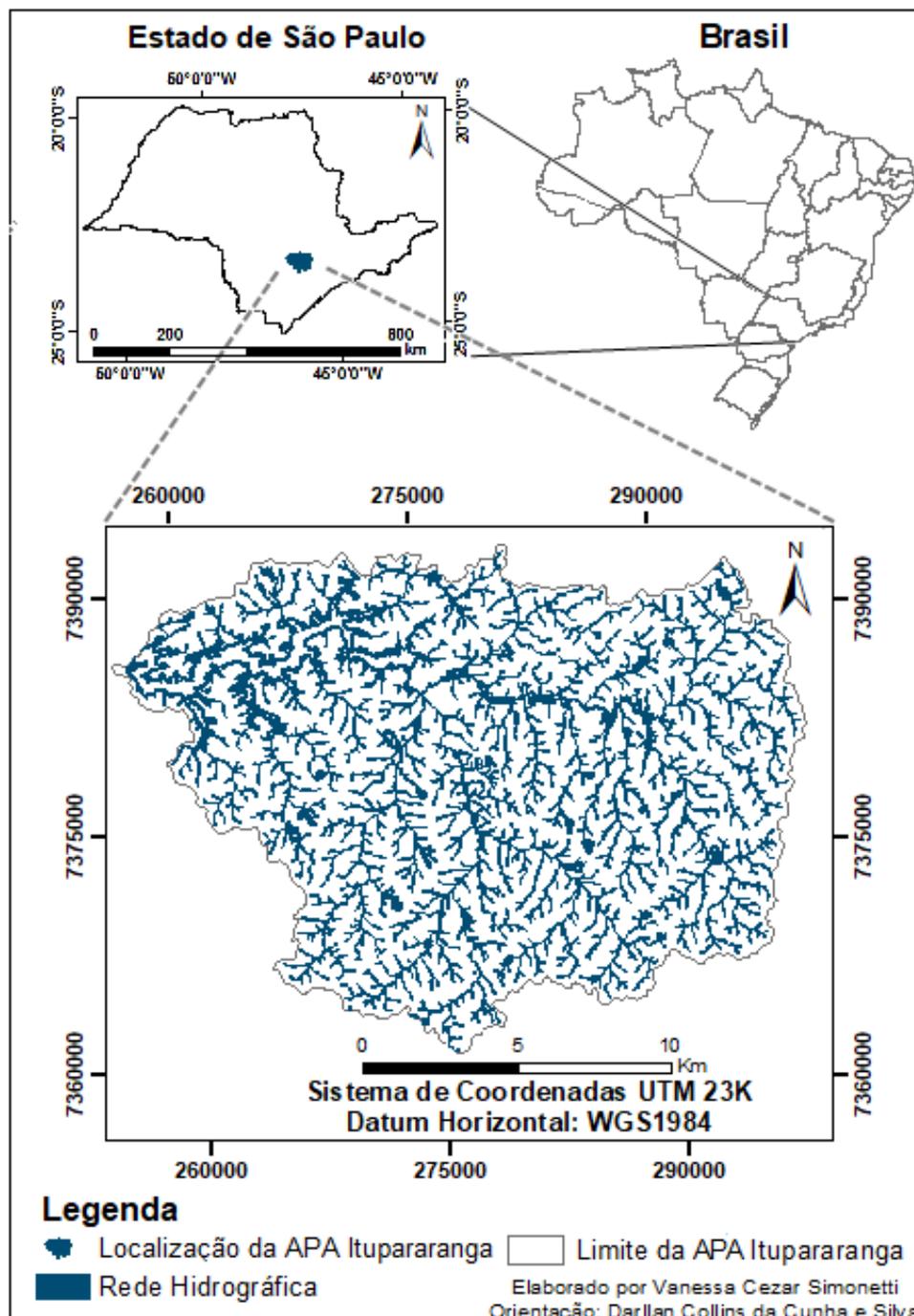
O clima predominante é de verão chuvoso e inverno com estiagem, apresentando uma pluviosidade média anual de 1.492 mm, no qual janeiro representa o mês com maior precipitação, sendo 248 mm e agosto o mês mais seco, com 43 mm. A vegetação é composta pelos domínios de Floresta Ombrófila Densa. A economia da bacia é pautada na produção agrícola, sendo constituída em sua maioria por pequenas propriedades rurais (Fundação Florestal, 2010; Salles et al., 2008).

Quanto aos aspectos geomorfológicos, a Bacia Hidrográfica está situada nos limites do Planalto Atlântico e Depressão Periférica, com classes representadas por Escarpas Festonadas Mares de Morros, Mesas Basálticas Morros com Serras Restritas, Morros Paralelos, Morros de Topos Achatados e Planícies Aluviais (Fundação Florestal, 2010).

Os aspectos litológicos são constituídos por dois domínios principais, sendo o São Roque, representado por metassedimentos e metabásicas, e Embu, representado pelos gnaiesses. Ainda, estes Domínios apresentam diversas outras associações. Quanto aos aspectos litológicos, são representados por três classes principais, sendo Argissolo, Cambissolo e Latossolo (Fundação Florestal, 2010). A Figura 1 ilustra a localização da área de estudo.



Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Elaboração própria.



Análise espacial da altitude da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga

A análise espacial da APA Itupararanga foi baseada na metodologia proposta por Ross (1994), na qual o autor fundamenta-se no conceito preconizado por Tricart (1977) de Unidade Ecodinâmica. Tal conceito se baseia no princípio da relação intrínseca entre os atributos físicos e bióticos do ambiente. Para tanto, a investigação dos atributos físicos da APA Itupararanga consistiu na elaboração do plano de informação referente à Altitude da APA, confeccionado a partir de imagens extraídas do satélite *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) obtidas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA).

Análise da declividade da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga

A partir do plano de informação da Altitude da APA Itupararanga, foram extraídas as curvas de nível da área por meio da ferramenta de análise espacial (*Spatial Analyst Tools*) disponível pelo software ArcGis 10.4.1. A equidistância entre as curvas de nível foi de 1 metro.

Em posse do mapa de Declividade, foram estabelecidas cinco diferentes classes de declividade, segundo a metodologia proposta por Ross (1994), sendo atribuídos diferentes pesos para as respectivas classes (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de declividade

Valores	Categoria	Elevação
1	Muito fraco	abaixo de 6%
2	Fraco	de 6 a 12%
3	Médio	de 12 a 20%
4	Forte	de 20 a 30%
5	Muito forte	acima de 30%

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Após determinadas as classes de declividade (Tabela 1), foram calculadas as respectivas áreas de cada um dos intervalos estabelecidos. Para tanto, o arquivo foi convertido de *raster* para polígono através da ferramenta *ArcToolbox*, seguida do *Conversion Tools*. A



próxima etapa consistiu na separação das classes por meio da ferramenta *Data Management Tools*, seguida de *Generalization* e *Dissolve*.

Análise das classes de fragilidade ambiental das áreas de preservação permanente da APA Itupararanga

Após a obtenção do plano de informação referente à fragilidade ambiental da APA Itupararanga, foi realizado um buffer para extração das áreas de preservação permanente marginais aos cursos d'água, de acordo com os limites preconizados pelo Novo Código Florestal (Brasil, 2012), sendo 100 metros para o reservatório de Itupararanga e 30 metros para os demais cursos d'água presentes na APA. A rede hidrográfica foi adquirida da Coordenadoria de Planejamento Ambiental do Estado de São Paulo (CPLA) na escala de 1:250.000.

Com o intuito de melhorar a acurácia dos resultados, foram analisadas separadamente as sub-bacias hidrográficas presente na APA Itupararanga, sendo utilizados os métodos supramencionados.

Resultados e discussão



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

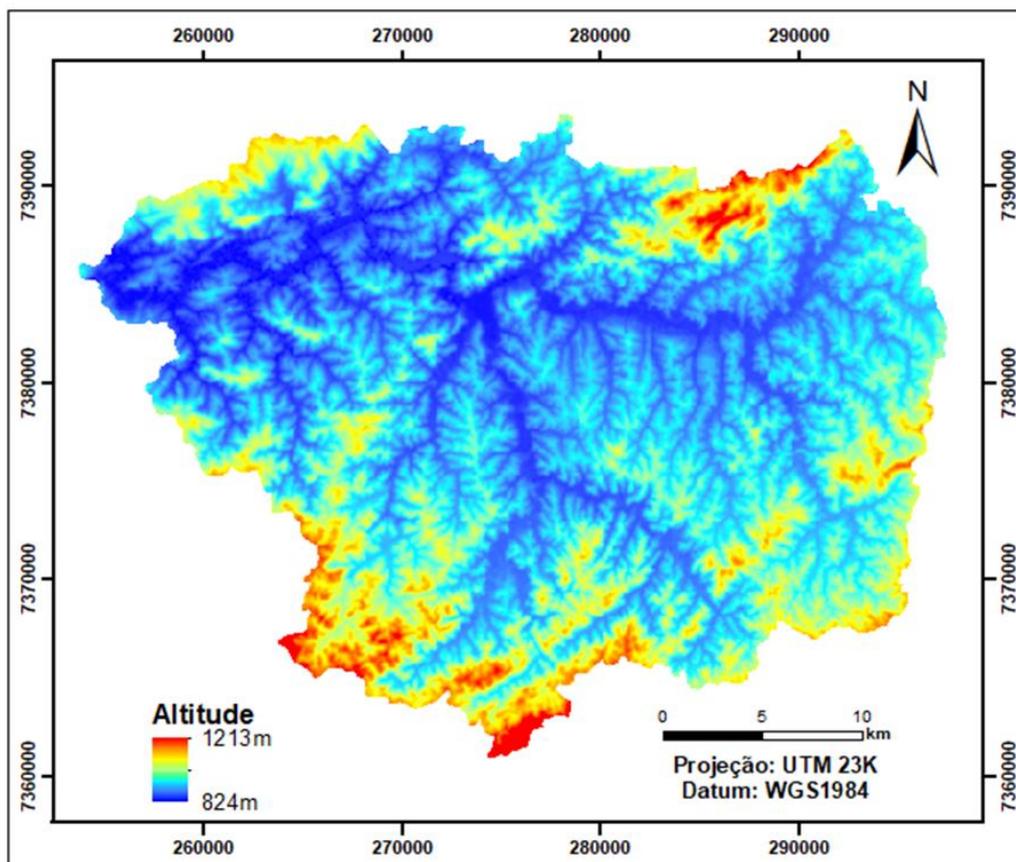
278

Diante do avanço constante da degradação dos recursos naturais, o uso de tecnologias vem ganhando cada vez mais destaque no cenário ambiental, por se tratar de uma ferramenta que permite um amplo espectro de análises, com custos relativamente baixos se comparados às análises in situ, permitindo, assim, a caracterização de vastas áreas em um curto intervalo de tempo.

Entretanto, a partir do uso de geotecnologias, foram analisados diversos aspectos ambientais da APA Itupararanga.

Nesse sentido, foi confeccionado o mapa de Altitude (Figura 2) a partir de imagens extraídas do satélite *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

Figura 2. Altitude da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga



Fonte: Elaboração própria.



A partir da Figura 2 foi possível verificar que a altitude da APA apresentou variações entre 824 e 1.213 metros, com uma variação média de 919 metros. Segundo Castro e Lopes (2001), elevadas altitudes em bacias hidrográficas podem influenciar na quantidade de radiação solar recebida.

Ainda, segundo os autores, a radiação influencia no balanço energético que, por sua vez, exerce influências diretas na temperatura, evapotranspiração e precipitação da bacia hidrográfica.

Tonello et al. (2006), estudando aspectos da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas no município de Guanhães (MG), encontrou valores médios de altitude de 955 metros.

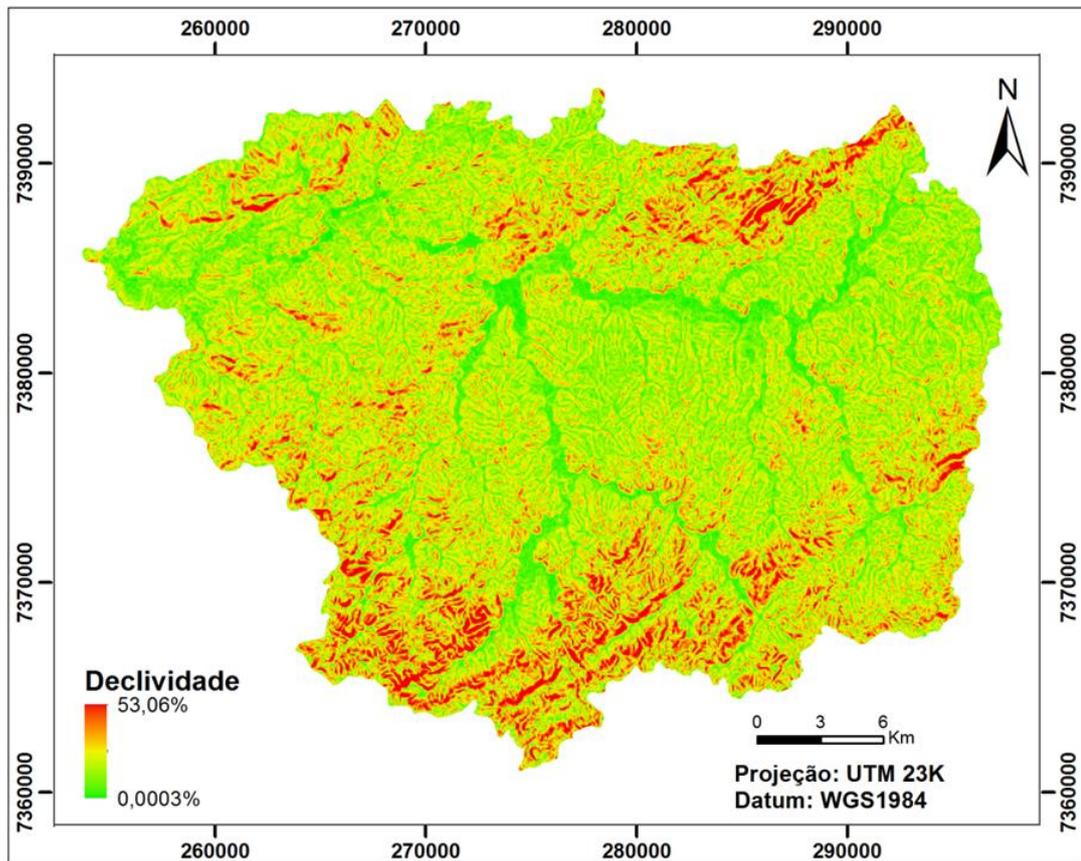
Estudos realizados por Oliveira et al. (2010) também utilizaram imagens de SRTM para caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Salobra, no município de Terenos (MS). Os autores compararam os resultados obtidos na caracterização morfométrica com dados do satélite SRTM, comparando-os com resultados obtidos a partir de cartas topográficas, e encontraram valores bastante satisfatórios, concluindo que os estudos envolvendo o ambiente SIG e modelos digitais de elevação (MDE) possuem uma elevada acurácia.

Algumas características do relevo possibilitam inferir sobre a fragilidade da área, auxiliando na gestão e planejamento (Silva et al., 2016). Dentre essas, encontra-se a declividade pelo fato de influenciar diretamente nas características do relevo. Nesse sentido, Ross (1994) estabeleceu faixas de declividades de modo a inferir sobre o potencial de fragilidade ambiental, conforme ilustrado na Tabela 1.

Todavia, utilizando técnicas de geoprocessamento, foram confeccionados mapas que forneceram informações importantes na identificação das áreas mais vulneráveis da Área de Proteção Ambiental (APA) Itaparanga. Na Figura 3 é possível observar os valores de declividade da área de estudo.



Figura 3. Declividade da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga



Fonte: Elaboração própria.

A declividade variou de 0 a 53%, onde os valores próximos a 0 indicam a presença de corpos d'água, sendo as zonas mais baixas no relevo. As zonas com valores próximos a 53% indicam alto grau de declividade e podem acarretar danos aos recursos hídricos se não possuírem a vegetação preservada em virtude do arraste de sedimentos aos corpos d'água (Silva et al., 2016; Silva et al., 2017a).

Todavia, o conhecimento do relevo é uma ferramenta importante para delimitação do uso e ocupação do solo. Como exemplo, às áreas com declividade acima de 30% (Ross, 1994) não são aptas para cultivos agrícolas devido ao potencial arraste de sedimentos que podem ser ocasionados pelos deflúvios pluviais (Silva; Schulz; Camargo, 2007).



A declividade exerce um papel muito importante no sentido de distribuição das águas provenientes do escoamento superficial e também das águas subterrâneas (Tonello et al., 2006).

Ainda, o conhecimento de aspectos, tais como a declividade, contribui com informações relevantes para o planejamento, fornecendo diretrizes para as ações territoriais (Silva et al., 2016).

Análise da Fragilidade da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga

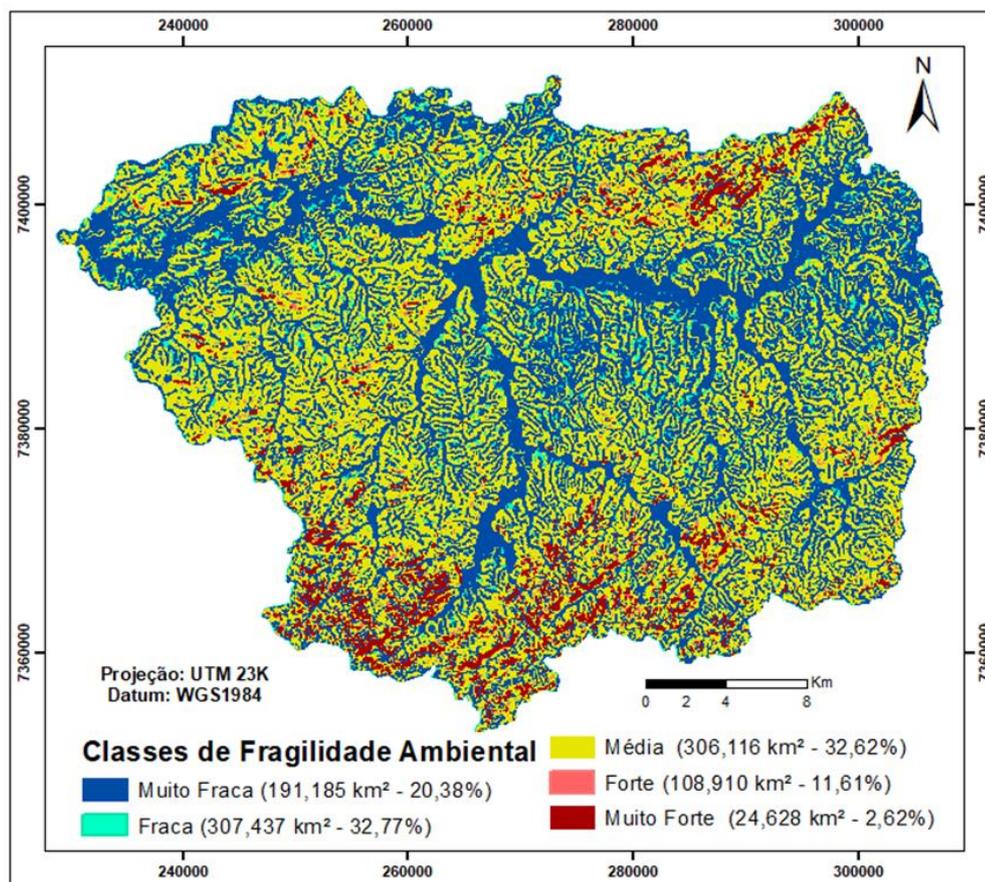
O monitoramento ambiental possibilita a análise de áreas que possuem pré-disposição a sofrer impactos ocasionados tanto por fenômenos naturais como antrópicos (Silva et al., 2016).

Deste modo, o conhecimento dos fatores que podem ocasionar a degradação de determinadas áreas é fundamental, pois permite à mitigação dos impactos bem como sua prevenção.

A partir dos valores de altitude (Figura 2) e declividade (Figura 3), foi possível a elaboração de um mapa de Fragilidade da APA Itupararanga, permitindo a inferência das áreas mais vulneráveis de acordo com a suscetibilidade do relevo, conforme pode ser observado na Figura 4.



Figura 4. Classes de Fragilidade Ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA)



Fonte: Elaboração própria.

O conhecimento das áreas mais frágeis de um determinado local possibilita a execução de políticas de gestão específicas, sendo mais eficazes no sentido de conter a degradação ambiental local, além de promover a melhoria e maior efetividade das ações de restauração e recuperação ambiental (Reis; Costa, 2017).

Ainda, de acordo com Li et al. (2006) a vulnerabilidade de uma área está intrinsecamente relacionada com seus fatores bióticos e abióticos.

Segundo Tiecher et al. (2013), o manejo inadequado do solo em áreas de plantios agrícolas, associados aos eventos de precipitação, bem como o cultivo em áreas com elevada fragilidade ambiental condicionadas pelo relevo e tipos de solos, constituem uma das principais fontes de aporte de sedimentos às redes de drenagem de uma bacia hidrográfica.



Nesse sentido, o entendimento e conhecimento dos aspectos do ambiente, são fundamentais para a criação de estratégias e práticas de cultivos sustentáveis.

Classes de Fragilidade das Áreas de Preservação Permanente (APP) marginais aos cursos d'água da APA Itapararanga

A vegetação exerce fundamental importância ao que tange à proteção dos recursos hídricos. A cobertura vegetal é responsável pela interceptação de grande parte da água das chuvas e preservando os agregados dos solos (Rodrigues; Leitão Filho, 2009).

No entanto, a substituição das áreas naturais pode acarretar diversos danos, desencadeando processos erosivos e, conseqüentemente, a deterioração da qualidade da água (Nossack et al., 2014).

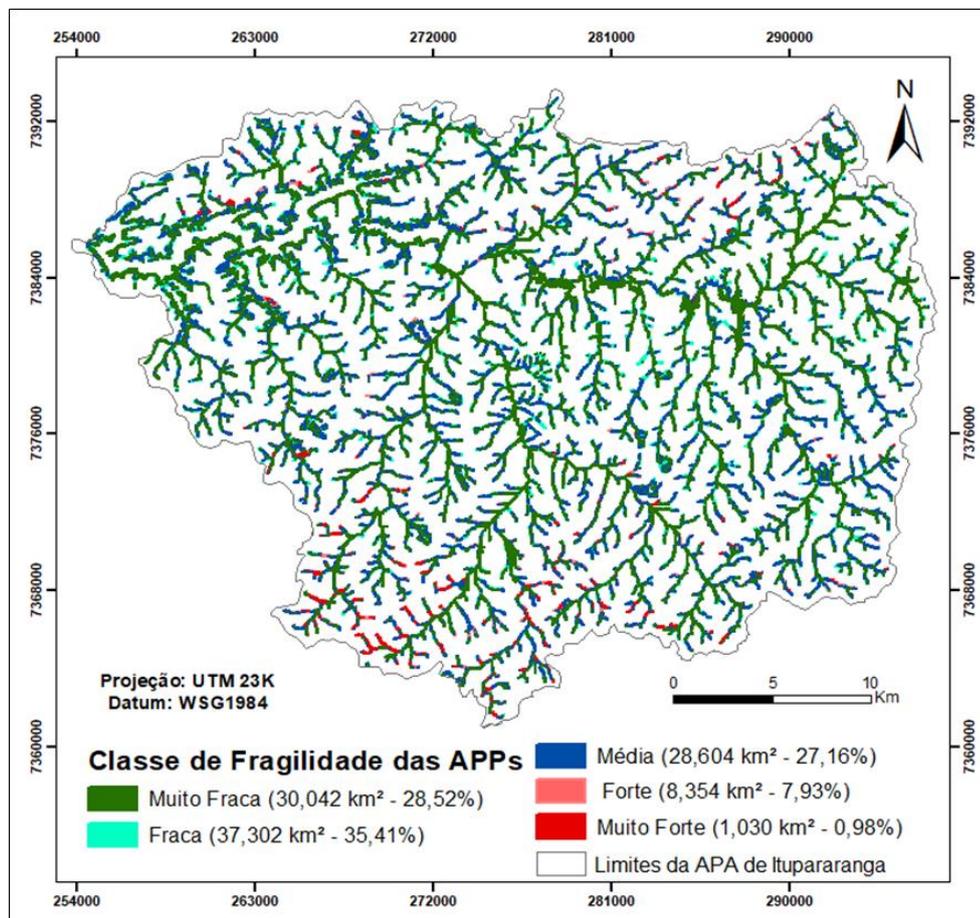
No tocante à manutenção dos recursos hídricos, as matas ciliares atuam como uma manta protetora das impurezas que podem aportar os cursos d'água. Devido seu papel fundamental na proteção dos recursos hídricos, às áreas de preservação permanente são protegidas por lei e seus usos são regulamentados pelo Novo Código Florestal (Brasil, 2012).

Tendo em vista a importância das matas ciliares, foram analisadas as áreas de proteção permanente (APP) da APA Itapararanga marginais aos cursos d'água a partir da delimitação das APPs previstas pelo Código Florestal (Brasil, 2012).

Deste modo, foi possível inferir sobre as áreas mais suscetíveis a sofrerem impactos, de acordo com o relevo, utilizando-se a sobreposição dos planos de informação de altitude e declividade da APA Itapararanga. As classes de fragilidade foram representadas na Figura 5.



Figura 5. Classes de Fragilidade das Áreas de Preservação Permanente da Área de Proteção Ambiental (APA) Itupararanga



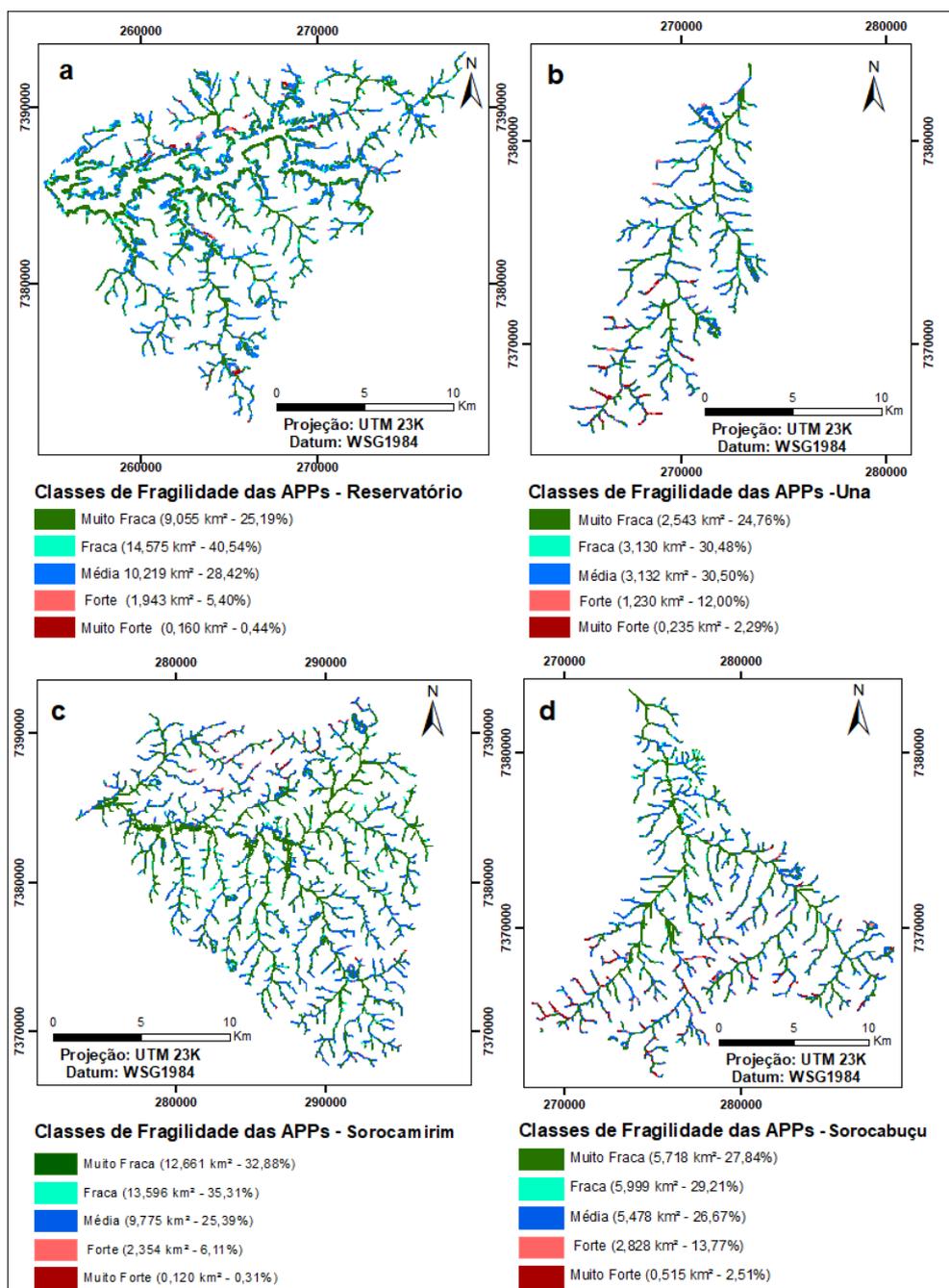
Fonte: Elaboração própria.

O estudo revelou que 64,8% da área estudada possui pouca propensão à ocorrência de processos erosivos, considerando, somente, o fator associado à declividade do local. É importante salientar que a proteção dos recursos hídricos depende de diversos aspectos, principalmente concernentes à proteção da vegetação ciliar.

A Figura 5 revelou que as áreas que compreendem a classificação muito fraca (26,493 km²) e fraca (30,007 km²) representam as áreas com menor declividade, ou seja, as áreas que contemplam os cursos d'água. No entanto, as áreas classificadas como forte (7,068 km²) e muito forte (0,900 km²) apresentam maior concentração nas regiões norte e sul da área de estudo. Para melhor representação das classes de APP da área de estudo, as sub-bacias que

compõem a APA Ituparanga foram analisadas separadamente, conforme ilustrado na Figura 6 (a) ao (d).

Figura 6. Classes de Fragilidade das Áreas de Preservação Permanente das Sub-bacias da Área de Proteção Ambiental (APA) Ituparanga



Fonte: Elaboração própria.



Os resultados demonstraram que 65,73% das APPs do reservatório (Figura 6a) apresentaram Muito Fraca e Fraca fragilidade ambiental. Já as APPs inseridas na sub-bacia do rio Sorocabaçu (Figura 6d) possuem 57% de classes denominadas Muito Fraca e Fraca. No entanto, 43% das classes estão inseridas na categoria média a muito forte, sendo que, a classe média e forte, computam, juntas, 40,4%. As Classes de Fragilidade das APPs do rio Sorocamirim (Figura 6c) apresentaram 68,3% das classes inseridas nas categorias Muito Fraca e Fraca. Enquanto a sub-bacia do rio Una (Figura 6b) apresentou 55,2% das classes inseridas nas categorias Muito Fraca e Fraca.

No entanto, há um considerável percentual da área inserida na categoria média (30,5%) e 14,3% inserida nas classes Forte e Muito Forte, o que requer uma atenção especial à área de estudo, visto que 40,8% apresenta um considerável risco de fragilidade ambiental. Nesse sentido, é importante que haja um manejo adequado do solo, evitando assim, o desencadeamento de feições erosivas nessas áreas apontadas como de maior fragilidade ambiental.

De acordo com Fonsêca et al. (2017), os ambientes inseridos em áreas fragilizadas naturalmente, ao sofrerem perturbações antrópicas, não conseguem restabelecer seu estado de resiliência, pois para isso seria necessário um tempo que é incompatível com a escala imposta pelo modelo de desenvolvimento atual.

Estudos realizados por Reis e Costa (2017) avaliaram o relevo, como um dos aspectos abióticos da zona de amortecimento do Parque Estadual do Ibitipoca, em Minas Gerais. Os autores mapearam a vulnerabilidade das áreas de preservação permanente, utilizando técnicas de geoprocessamento que permitiram inferir sobre as áreas com maiores riscos a sofrerem perturbações antrópicas a partir do conhecimento do relevo, tipo de solo e usos do solo presentes na zona de amortecimento da Unidade de Conservação; deste modo, as áreas mais suscetíveis representaram 78% do estudo, resultado bastante crítico, visto que as áreas de APP são protegidas por lei e deveriam ter seu uso e ocupação restritos.

Conclusões



As geotecnologias utilizadas no presente estudo possibilitaram à análise da altitude, declividade e fragilidade da APA Itupararanga, fornecendo um panorama geral da fragilidade ambiental da área.

O mapeamento das áreas de preservação permanente (APP) da Bacia Hidrográfica do Alto Sorocaba bem como a espacialização da fragilidade ambiental da área constitui uma importante ferramenta de auxílio às políticas públicas dos municípios inseridos na APA, inferindo sobre as áreas com maior suscetibilidade à erosão, menor aptidão para produção agrícola, além das áreas mais suscetíveis a degradação ambiental devido sua fragilidade natural.

Referências

BACANI, V. M.; SAKAMOTO, A. Y.; LUCHIARI, A.; QUÉNOL, H. Sensoriamento remoto e SIG aplicados à avaliação da fragilidade ambiental de bacia hidrográfica. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 14, n. 2, p. 119-135, maio/ago. 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I. R.; MARTINS, A. P.; ASSUNÇÃO, H. F.; BECEGATO, V. A. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (GO), utilizando técnicas de geoprocessamento, **GeoFocus** (Artículos), n. 11, p. 51-69, 2011.

CASTRO, P.; LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2001.

FONSÊCA, D. N.; SILVA, A. C.; BARROS, A. C. M.; SILVA, J. C. B.; SILVA, O. G. Mapeamento morfodinâmico como suporte à análise de processos de degradação em áreas do município de cabrobó-pernambuco. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 19, n. 2, p. 92-107, dez. 2017.

FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Plano de Manejo da APA Itupararanga**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Análise da fragilidade ambiental na bacia do rio Queima-Pé, Tangará da Serra, MT. **Pesquisas em Geociências**, v. 42, n. 2, p. 131-140, maio/ago. 2015.

JUNIOR, V. S. Q.; CABRAL, J. B. P.; ROCHA, I. R.; BARCELOS, A. A. Uso de geotecnologias na caracterização da fragilidade ambiental da Bacia da UHE Foz do Rio Claro (GO). **GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n. 15, p. 193-212, 2015.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.



LI, A.; WANG, A.; LIANG, S.; ZHOU, W. Eco-environmental vulnerability evaluation in mountainous region using remote sensing and GIS – a case study in the upper reaches of Minjiang River, China. **Ecological Modeling**, v. 192, p. 175–187, 2006.

LOURENÇO, R. W.; MARTINS, A. C. G.; ROVEDA, S. R. M. M.; ROVEDA, J. A. F.; LANDIM, P. M. B. Análise espacial de dados geográficos. In: **Meio ambiente e sustentabilidade**. ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

MENDES, T. A.; MARIANO, J. V.; MARQUES, P. H. G.; SANTOS, L. D. P. S. Diagnóstico ambiental da área de preservação permanente da nascente do Córrego Almeida utilizando ferramenta de geoprocessamento (Aparecida de Goiânia-GO). **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1331-1345, 2016.

NOSSACK, F. A.; ZIMBACK, C. R. L.; SILVA, R. F. B.; SARTORI, A. A. C. Aplicação de análise multicriterial para determinação de áreas prioritárias à recomposição florestal. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 612-625, out./dez. 2014.

OLIVEIRA, R. A.; CUNHA, D. C. C.; SIMONETTI, V. C.; STROKA, E. A. B.; SABONARO, D. Z. Proposição de corredor ecológico entre duas Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Sorocaba. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 2, 61-71, 2016.

PEDRAZZI, F. J. M.; CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Ituparanga, Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista Geociências**, v. 33, n. 1, 2014.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2a. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

REIS, T. E.; COSTA, V. C. Análise da vulnerabilidade na zona de amortecimento do Parque Estadual do Ibitipoca (MG), com o uso de SIG. **Geosul**, v. 32, n. 63, p. 77-97, 2017.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Edusp, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A.; SIA, R.; PEDRAZZI, F. J. M.; CARRA, T. A.; NAVARRO, G. R. B. Avaliação Simplificada de Impactos Ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista de estudos ambientais**, v. 10, n. 1, p. 6-20. 2008.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Bacia hidrográfica como objeto de investigação técnico-científica e como unidade de gestão ambiental**. Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas. São Carlos: RiMa, 2007.

SILVA, D. C. C.; SALES, J. C. A., ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Caracterização morfométrica e suas implicações no acúmulo de sedimentos em reservatórios: O caso da Represa Hedberg, Iperó/SP. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 36, p. 225-247, 2016.



Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

SILVA, D. C. C.; FILHO, J. L. A., OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Aplicação de Indicadores Ambientais para Análise da Água em Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 2, 2017a.

SILVA, D. C. C.; FILHO, J. L. A., OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. Metodologia para análise do potencial de degradação dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 455-466, 2017b.

TIECHER, T. et al. Contribuição das fontes de sedimentos em uma bacia hidrográfica agrícola sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 639-649, 2013.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. D.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p.849-857, 2006.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE, 1977. 91 p.

TUCCI, C. E. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4a edição. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2013.