

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO RIBEIRÃO DESCALVADO – BOTUCATU (SP)

SÉRGIO CAMPOS¹, MARCELO CAMPOS², FELIPE DE SOUZA NOGUEIRA
TAGLIARINI³

¹ Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, 14 – 38807535, sergio.campos@unesp.br

² Prof. Dr., Faculdade de Ciências e Engenharia/UNESP, 14 – 38807535, marcelocampos28@unesp.br

³ Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura/UNESP/Botucatu-SP, felipe_tagiarini@hotmail.com

Apresentado no

LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 – Pelotas – RS, Brasil

Resumo - Os sistemas de informações geográficas (SIG), juntamente com a técnica de análise multicritério, permitem a padronização e integração de dados, que geralmente são provenientes de diversas fontes, permitindo uma avaliação conjunta dos mesmos, proporcionando mais eficiência e confiabilidade no processo de tomada de decisão. O presente estudo teve como objetivo analisar a fragilidade ambiental na microbacia do Córrego Descalvado - Botucatu (SP). Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica para a elaboração dos mapas de fragilidade, referentes às classes de pedologia, declividade e uso e ocupação do solo. Os fatores foram integrados e interpolados, onde todas as variáveis receberam o mesmo peso na análise e a sobreposição dessas informações gerou o mapa de fragilidade ambiental da microbacia. Os resultados mostraram que as classes de fragilidade ambiental Alta e Média merecem maior atenção, pois representam quase 90% da microbacia, sendo necessário planejamento e cuidados adequados, uma vez que essas áreas estão degradadas.

Palavras-chave: microbacia, geoprocessamento, Sistema de Informação

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL FRAGILITY OF RIBEIRÃO DESCALVADO – BOTUCATU (SP)

Abstract - Geographic information systems (GIS), together with the multi-criteria analysis technique, allow the standardization and integration of data, which usually come from different sources, allowing a joint assessment of them, providing more efficiency and reliability in the decision-making process decision. The present study aimed to analyze the environmental fragility in the watershed of the Stream Descalvado - Botucatu (SP). The Geographic Information System was used for the elaboration of the fragility maps, referring to the classes of pedology, slope and land use and occupation. The factors were integrated and interpolated, where all variables received the same weight in the analysis and the superposition of this information generated the map of environmental fragility of the watershed. The results showed that the High and Medium environmental fragility classes deserve more attention, as they represent almost 90% of the watershed, requiring adequate planning and care, since these areas are degraded.

Palavras-chave: microbasin, geoprocessing, Geographic Information System.

INTRODUÇÃO - A demanda cada vez mais crescente dos recursos naturais e sua rápida diminuição em escala local, regional, nacional e global, impõe a necessidade um inventário e planejamento racional desses recursos para a sua manutenção, caso contrário, o uso da terra sem um planejamento adequado, provoca o empobrecimento dos solos quanto a fertilidade natural, aumenta a acidez, provocando a baixa produtividade das culturas, trazendo como consequência os baixos níveis sócio-econômico e tecnológico da população rural.

A utilização de ferramentas da geotecnologia permite fazer uma análise ambiental de forma a entender como essas alterações se comportam no espaço, sendo um dos pontos mais fortes como estudo do ambiente como um todo (PIRES et al., 2012).

As imagens de satélite auxiliam na identificação dos fenômenos naturais ou ação humana e na verificação das áreas com vegetação, diferentes tipos de solo, além de analisar os recursos hídricos,

possuindo assim, uma grande vantagem por ter um custo baixo e fácil obtenção e fornecendo informações para resolução de problemas ambientais (SANTOS et al.,1993).

Esse trabalho tem como objetivo analisar a fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão Descalvado em Botucatu (SP) através do uso de geoprocessamento, visando o desenvolvimento sustentável da área.

MATERIAL E MÉTODOS - O presente trabalho foi desenvolvido na bacia do Ribeirão Descalvado, localizada no Município de Botucatu (SP), por ser uma área muito importante e representativa do município onde a paisagem sofreu uma nítida transformação. A área situa-se geograficamente entre as coordenadas geográficas: 22° 50' 05" a 22° 54' 26" de latitude S e 48° 22' 29" a 48° 26' 36" de longitude WGr., abrangendo 2246,84 ha.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Koppen é do tipo Cwa – Clima Mesotérmico de Inverno Seco – em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

Para a análise da imagem de satélite de 2015 utilizou-se o software IDRISI juntamente com as imagens de satélite digital, bandas 4, 3 e 2 do Sensor TM do LANDSAT 8, da órbita 220, ponto 56, quadrante A e passagem de 2015.

A carta de solos da microbacia foi extraída da Carta de Solos de Botucatu (Piroli, 2002), em escala 1:50.000, sendo que os solos ocorrentes na área foram classificados como: Neossolo Quartzarênico órtico (RQótípico), argissolo Vermelho-amarelo distrófico (PVAd) e Gleissolo háplico (GXbd). A partir deste mapa, foi feita a scannerização da área referente à microbacia, sendo importado para o software Idrisi Selva pelo módulo *File/Import* num formato passível de entrada, sendo posteriormente georreferenciado.

As diferentes classes de solo foram digitalizadas e, posteriormente, foram indicados os nomes de cada área, associados aos seus respectivos identificadores. As áreas e as porcentagens de cada classe de solo foram determinadas através do comando *Area* do menu *Database Query* pertencente ao módulo *Analysis*.

Os pontos de controle (coordenadas) para o georreferenciamento e os pontos de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base cartográfica a Carta Planialtimétrica de Botucatu, editada pelo IBGE (1969), em escala 1:50000, com distância vertical entre curvas de 20 m. A conversão dos dados vetoriais em imagem raster e o seu processamento foi realizada com auxílio do Sistema de Informações Geográficas – Idrisi Selva, bem como a determinação do mapa de declividade da microbacia.

As curvas de nível com equidistância vertical de 20m foram obtidas a partir das cartas topográficas, nas quais foram convertidas do formato analógico para o digital, através do scanner.

As classes de declividade foram obtidas através da digitalização e identificação das curvas conforme os valores de suas altitudes pelo Software Idrisi Selva, para realização da interpolação das curvas de nível, pelo módulo *TIN interpolation*. Em seguida, fez-se o cálculo de declives no módulo *surface* e finalmente usando-se o módulo de reclassificação de valores, *reclass*, os valores interpolados foram agrupados nos intervalos de classes de declividade de 0- 3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-40 e >40%. O mapa de declividade foi executado a partir do modelo digital de elevação segundo as classes de declive utilizadas para conservação do solo preconizadas pela Soil Survey Staff (1975).

Através do SIG *IDRISI Selva* foi elaborada uma composição colorida com a combinação das bandas 4, 3 e 2, obtida a partir da imagem de satélite digital, do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 8, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 2015, escala 1:50000, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica.

Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. A seguir, foi realizado o georreferenciamento da composição, utilizando-se para isso do módulo *Reformat/Resample* do SIG –

IDRISI Selva, sendo os pontos de controle obtidos nas cartas planialtimétricas, utilizando o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum Córrego Alegre, bem como dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro das cartas. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do menu *Database Query*, presente no módulo *Analysis*. Após o georreferenciamento, foi feito o corte, extraindo-se apenas a área de estudo da microbacia. A classificação supervisionada foi realizada, buscando diferenciar os alvos com radiâncias semelhantes. .

Após a elaboração do mapa de uso do solo, as áreas foram determinadas com o auxílio do *software SIG – IDRISI Selva*, utilizando-se do comando *Area* do menu *Database Query*, pertencente ao módulo *Analysis*, sendo posteriormente determinadas as porcentagens de cada classe.

Para a elaboração do mapa de Fragilidade Ambiental, posteriormente os mapas de pedologia, declividade, geologia e uso e ocupação dos solos foram agrupados e sobrepostos para a obtenção do mapa de fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão Descalvado, seguindo as recomendações propostas por Ross (1994) e Crepani et al. (2001) que estabeleceram as classes: 'Muito Baixa', 'Baixa', 'Moderada', 'Alta' e 'Muito Alta', de acordo com a classe de fragilidade. Para cada uma das classes, atribuiu-se um peso indicando o nível de risco, o qual foi a base para a álgebra de mapas, respectivamente, os pesos 1, 2, 3, 4 e 5.

Na ponderação dos fatores consideraram-se cada um deles como tendo uma importância diferente frente ao objetivo. Para a definição dos pesos de cada fator foi adotada a metodologia proposta por Saaty (1977) denominada AHP, onde estes fatores são comparados através de uma matriz de comparação pareada, com a definição da importância relativa entre eles e para isto é construída uma matriz quadrada de ordem n , onde n representa o número de fatores. Os valores de comparação adotados neste estudo seguiram a escala proposta por Saaty (1990).

O preenchimento da matriz de comparação pareada através do grau de consistência com que a matriz de comparação pareada foi determinado através do cálculo do Índice de Consistência (CI). De acordo com o valor de CI, foi calculada a Razão de Consistência (CR) que relaciona o valor de CI com um Índice de Aleatoriedade (RI), conforme Saaty (1980), o limite superior para esta razão é de 0,10. Valores de CR abaixo de 0,10 indicam que a matriz de comparação pareada está consistente e os pesos obtidos podem ser utilizados. Porém, valores de CR acima de 0,10 indicam que a matriz foi preenchida de forma inconsistente e deverá ser reavaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Os solos de textura arenosa RQotípico e RLe abrangendo 1327,35 ha (59,08 %), são solos que apresentam estruturas frágeis e são susceptíveis a erosão, além de possuírem baixa fertilidade natural, para estes solos a probabilidade de erosão aumentou com a diminuição de sua cobertura vegetal.

O solo hidromórfico, representado pelo GXbd, que está presente em cerca de 96,60 ha (4,30 %) de área da microbacia, é encontrado em baixadas e no entorno de cursos d'água, geralmente em áreas encharcadas, apresentando baixa fertilidade.

A classe de declive de 6 a 12 % (756,13 ha) classificadas como relevo ondulado por Chiarini e Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (2001), foram as mais significativas, são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas complexas de conservação do solo, de acordo com Lepsch et al. (2001).

O relevo forte ondulado (12 a 20%), indicado para culturas permanentes, as quais exigem uma menor mobilização do solo, propiciando menores riscos de erosão como as culturas de café, cana-de-açúcar, pastagens, etc., conforme Lepsch et al. (2001) predominaram em 25,88 % (581,50 ha).

O uso e ocupação do solo na microbacia está associado principalmente com pastagem que vem abrangendo 1155,05 ha (51,41 %).

A vegetação nativa também possui uma grande abrangência dentro da área da microbacia com 518,14 ha (23,06 %).

Foram delimitadas quatro unidades geológicas, das quais a Formação Pirambóia (Kj) foi a mais significativa, predominando em quase 60% da área.

A fragilidade média e baixa predominaram com uma área de 1999,27 ha (88,99 %). Isso ocorre porque grande parte da microbacia é composta por relevo ondulado e os solos RLe, que possui fragilidade alta e média devido as suas características físicas; além do uso do solo por área urbana que possui fragilidade muito alta.

A classe 'Muito Alta' apresentou uma área total de 205,80 ha (9,16 %). Está relacionada principalmente com as declividades mais acentuada e relevo montanhoso que possuem classe Alta, além do solo RQotípico e RLe, que possui fragilidade alta' e do uso do solo por pastagem que possui fragilidade Alta.

Tabela 1 – Fragilidade ambiental do Ribeirão Descalvado - Botucatu (SP).

Classes de fragilidade	Área		Pesos
	ha	%	
Muito Baixa	31,30	1,39	1
Baixa	678,23	30,19	2
Média	1321,04	58,80	3
Alta	205,80	9,16	4
Muito Alta	10,47	0,46	5
Total	2246,84	100	

CONCLUSÃO - A microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu (SP) apresentou fragilidade ambiental de média a alta. Estas classes merecem maior atenção, pois representam quase 90% da área, mostrando que mal planejada e se não forem tomadas precauções, essas áreas tendem a ser mais facilmente degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Bol.Tec.Inst.Agron.**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. 2001. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos. SAE/INPE.INPE-8454-RPQ/722).
- PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento Aplicado a Análise do Uso e Ocupação da Terra para Fins de Planejamento Ambiental na Bacia Hidrográfica do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.1528–1538, 2012.
- LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, **Soc.Bras.Cien.do Solo**, 2001.175p.
- PIROLI, E.L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP**. 2002. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 63-74, 1994.
- SANTOS, M. L. M.; MATTOS, M. M.; PIRES, I. O; BROWN, I. F.; ASSIS, W. S. Utilização de imagens de satélite no mapeamento preliminar do uso da terra e na capacitação de agricultores do médio Rio Capim - Paragominas/PA. Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. 15p.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. USDA, Washington, D.C., 1975. 930p.