

# ANÁLISE MULTICRITERIAL APLICADA NA DETERMINAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos<sup>1</sup>

Marcelo Campos<sup>1</sup>

Letícia Duron Cury<sup>1</sup>

Thyellenn Lopes de Souza<sup>2</sup>

## Conservação e Educação de Recursos Hídricos

### RESUMO

Os sistemas de informação geográfica (SIG), juntamente com a técnica de análise multicritério, permitem a normalização e integração de dados, que normalmente provêm de várias fontes, permitindo uma avaliação conjunta dos mesmos, proporcionando mais eficiência e fiabilidade no processo de decisão. Para promover a adequação do uso da terra. O presente estudo objetivou analisar a fragilidade ambiental da microbacia Ribeirão Lavapés - Botucatu (SP), utilizando dos atributos referentes às classes de pedologia, declividade e uso e ocupação do solo, através da Combinação Linear Ponderada em que cada classe foi considerada um fator condicionante à fragilidade ambiental. Os resultados mostraram que as classes de fragilidade ambiental Alto e Médio merecem maior atenção, pois representam 2/3 da microbacia, sendo necessário planejamento e precauções adequadas, uma vez que estas áreas são degradadas.

**Palavras-chave:** microbacia, geoprocessamento, sistema de Informação Geográfica.

### INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais vêm ocorrendo devido ao desenvolvimento industrial, crescimento populacional e o desmatamento de vastas florestas, para o uso e exploração do solo sem planejamento, de forma inadequada da terra, sem preocupação de protegê-la contra diversos impactos ambientais e sua capacidade produtiva.

A utilização dessas 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

---

<sup>1</sup>Prof. Dr.; UNESP – Departamento de Engenharia rural, [secal@fca.unesp.br](mailto:secal@fca.unesp.br).

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP; Departamento de Engenharia Rural; [seca@fca.unesp.br](mailto:seca@fca.unesp.br).

Mestranda do PPG-Agronomia – Energia na Agricultura, UNESP – Campus de Botucatu, Departamento de Engenharia Rural, [thyellenn@gmail.com](mailto:thyellenn@gmail.com).

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 Lavapés em Botucatu (SP) através do uso de geoprocessamento, visando o desenvolvimento sustentável da área.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho foi desenvolvido na bacia do Ribeirão Lavapés - 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° 42' a 22° 56' de latitude S e 48° 20' a 48° 22' de longitude Oeste de Greenwich, abrangendo 10263,21ha.

Foram utilizados o *Software* IDRISI e as imagens de satélite digital, bandas 3,4 e 5 do Sensor TM do LANDSAT 5, da órbita 220, ponto 56, quadrante A e passagem de 2011 para análise dos dados.

Os solos da microbacia foram extraídos da Carta de Solos de Botucatu (Piroli, 2002), em escala 1:50000, onde os solos ocorrentes foram classificados como: Latossolos Vermelho (LV), Neossolo Litólico (RL), Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), Gleissolo Háptico (GX) e Nitossolo (NV).

Os pontos de controle para georreferenciamento e os de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base cartográfica a Carta Planialtimétrica de Botucatu (IBGE, 1969).

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

As curvas de nível foram obtidas a partir das cartas topográficas, foram convertidas do formato analógico para o digital, através de um 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 sendo posteriormente reclassificado pelo módulo *reclass* e agrupados nos intervalos de classes de declive 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 3, 4 e 5, obtida a partir da imagem de satélite digital, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica.

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*.

Os mapas de pedologia, declividade e uso e ocupação dos solos foram agrupados e sobrepostos para a obtenção do mapa de fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão Lavapés, seguindo as recomendações propostas por Ross (1994). A hierarquia das classes de fragilidade foi feita conforme Ross (1994) que estabeleceu 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos de textura arenosa (Piroli, 2002), RQotípico, RLe, NVdf e PVAd1 abrangendo 4650,02ha (45,31%), são solos que apresentam estruturas frágeis e são susceptíveis a erosão, além de possuírem baixa fertilidade natural, para estes solos a probabilidade de erosão aumenta com a diminuição de sua cobertura vegetal.

O solo hidromórfico, representado pelo GXbd, que está presente em cerca de 1731,34ha (16,87%) de área da microbacia, é encontrado em baixadas e no entorno de cursos d'água, geralmente em áreas encharcadas, apresentando baixa fertilidade.

Os solos de textura média, LVAd1, LVd e LVdf são solos que vem abrangendo a maior parte da área com 3881,85ha (37,82%).

As classes de declive de 0 a 6% (3931,92ha) classificadas como relevo plano e suavemente ondulado por Chiarini e Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (2001) como áreas destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas simples de conservação do solo, uma vez que o próprio plantio em nível da cultura já controla o processo erosivo do solo.

As áreas com declividade de 6 a 12 % com 4289,36ha (41,89%), relevo ondulado, 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 12,81%.

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 12,81% (1315,29ha).

Apenas 6,07% (622,58ha) apresentaram relevo acidentado (CHIARINI; DONZELLI, 1973), ou seja, com declividade de a 20 a 40%, podendo ser utilizado para o desenvolvimento da pecuária e silvicultura, ou ainda, destinam-se à preservação ambiental, evitando-se dessa maneira a erosão do solo (LEPSCH et al., 2001).

O uso e ocupação do solo na microbacia está associado principalmente com o cultivo da cana-de-açúcar que vem abrangendo 2948,65ha (28,73%).

A área urbana, a segunda em ordem de ocorrência na microbacia, totalizou 1396,08ha.

A mata nativa (vegetação nativa) e as matas ciliares também possuem uma grande abrangência dentro da área com 1912,00ha (18,63%), sendo a terceira mais ocorrente na área.

O uso e ocupação do solo por pastagens merecem destaque com 1396,08ha (13,60%).

A fragilidade ambiental média e alta predominaram com uma área de 6798,54ha (66,24%). Isso ocorre porque grande parte da microbacia é composta por relevo forte ondulado e acidentado e os solos Neossolos, 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 1700,20ha (16,72%). 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.

## CONCLUSÕES

A microbacia do Ribeirão Lavapés – Botucaytu (SP) apresentou fragilidade ambiental média, pois essa classe ocorreu na área urbana.

As classes de fragilidade ambiental Alta e Média merecem maior atenção, pois representam quase 2/3 da área, mostrando que mal planejada e se não forem tomadas precauções, essas áreas tendem a ser mais facilmente degradadas.

## REFERÊNCIAS

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha de Botucatu (SF-22-R-IV-8) Serviço gráfico do IBGE, 1969. Escala 1:50.000.

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.