

DETERMINAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA ATRAVÉS DA ANÁLISE MULTICRITERIAL

Sérgio Campos¹
Marcelo Campos²
Yara Manfrin Garcia³
Felipe de Souza Nogueira Tagliarini⁴

Conservação do solos e Recuperação de áreas degradadas

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 Descalvado - 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 Baixa e Média merecem maior atenção, pois representam 2/3 da microbacia, sendo necessário planejamento e precauções adequadas, uma vez que estas áreas tendem à degradadas.

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

INTRODUÇÃO

A busca por novas tecnologias para estudos e monitoramento ambientais tem se tornado cada vez mais frequente.

O sensoriamento remoto é um bom exemplo disso. Com o avanço da ciência, técnicas modernas de obtenção de imagens, associadas aos novos sistemas de informações

¹Prof. Titular. Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, sergio.campos@unesp.br

²Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, mazrcelo.campos28@unesp.br

³Profa. Dra. Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, yaramanfrin@hotmail.com.

⁴Dr. Universidade Estadual Paulista – Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, felipe_tagliarini@hotmail.com.

geográficas (SIGs), facilitam a obtenção de uma grande quantidade de dados, muitas vezes impossíveis de serem obtidos sem a utilização dos mesmos.

Diferentes abordagens podem ser empregadas na determinação de áreas prioritárias para a conservação, restauração e uso sustentável dos recursos naturais. Para a representação da distribuição espacial da paisagem, torna-se indispensável o uso dos SIGs, dada sua capacidade de análise de dados de natureza espacial.

Dentre os diversos métodos para a determinação de áreas frágeis, destacam-se aqueles que têm por base a análise de múltiplos critérios. A diferença entre estes está na forma de agregação dos critérios, principalmente no que se refere à maneira com que tratam de questões como a probabilidade de sucesso ou risco do empreendimento.

Assim, os objetivos deste estudo serão a geração de um banco de dados da microbacia do Ribeirão Descalvado, que possibilitará o diagnóstico da área quanto à ocupação do território e, por consequência, os processos de degradação que nela ocorrerão; e a definição de áreas que apresentam fragilidade ambiental, visando a conservação desses recursos naturais, através da Avaliação Multicritérios, em ambiente SIG, por meio dos métodos da Combinação Linear Ponderada e da Média Ponderada Ordenada.

Os fatores empregados serão a declividade, pedologia, solos e uso do solo, todos representados por mapas matriciais, onde cada valor será padronizado a uma escala única e contínua de 256 valores.

Pelos estudos e diagnósticos ambientais na microbacia do Ribeirão Descalvado poder-se-á concluir sobre a presença ou não de processos erosivos acelerados nas cabeceiras de nascentes dos corpos d'água; a fragmentação da vegetação nativa, principalmente nas áreas de encosta, com alta declividade e pequena presença de vegetação nativa nas zonas ripárias. A aplicação da Análise Multicriterial - método da Média Ponderada Ordenada será importante, pois discriminará e sistematizará os cenários que precisam uma melhor conservação. Com a utilização de SIGs e dos mapas resultantes do diagnóstico ambiental, a confecção dos mapas para a análise da fragilidade ambiental da bacia do Ribeirão Descalvado será rápida. O método utilizado será importante porque permitirá que o tomador de decisão faça integralmente a recomposição seguindo um dos cenários propostos ou por etapas, avaliando cada uma delas e, se necessário fazendo adaptações durante o processo.

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.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na microbacia do Ribeirão Descalvado - 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 W, abrangendo 2246,84 ha (Figura 1).

Foram utilizados o *Software* IDRISI Selva e 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 para análise dos dados.

Realização

Apoio

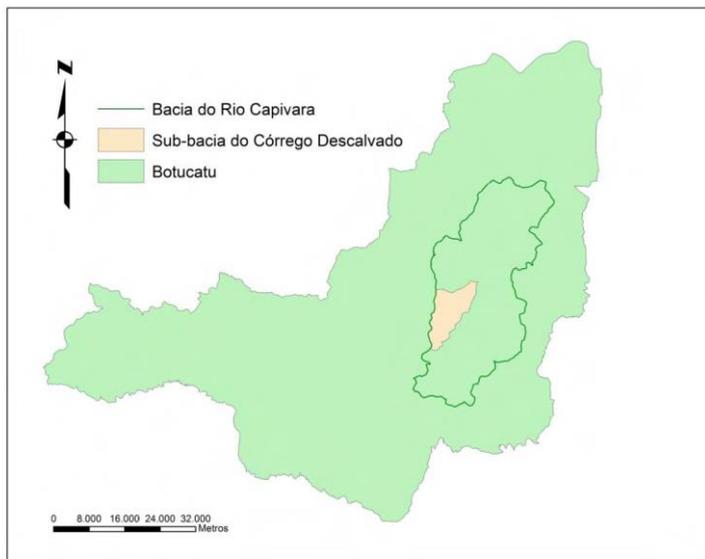


Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu (SP).

Os solos (PIROLI,2002) da microbacia foram obtidos da Carta de Solos de Botucatu, em escala 1:50000, onde os solos ocorrentes foram classificados como: Latossolos Vermelho Distroférico (LVdf), Neossolo Litólico Eutrófico (RLe), Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Gleissolo Háplico (TB).

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.

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 (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

Realização

Apoio



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, geologia, classes de capacidade de uso do solo 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 (R)OSS< 1994). A hierarquia das classes de fragilidade (ROSS,1994) 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 (PIROLI, 2002) de textura arenosa RQotípico, RLe, NVdf e PVAd1 abrangendo 463,91 ha (35,26 %), 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 (Figura 2 e Tabela 2).

O solo hidromórfico, representado pelo GXbd, que está presente em cerca de 512,70 ha (22,82 %) 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, LVd e LVdf são solos que vem abrangendo a maior parte da área com 885,10 ha (337,62 %).

As classes de declive (LEPSCH et al., 2012) de 0 a 6% (313,38 ha) classificadas como relevo plano e suavemente ondulado e 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 (Figura 3 e Tabela 3).

As áreas com declividade de 6 a 12 % com 756,13 ha (33,65 %), relevo ondulado, foram as mais significativas, são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas complexas de conservação do solo.

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., predominaram em 25,88 % (Figura 4 e Tabela 4).

Realização

Apoio

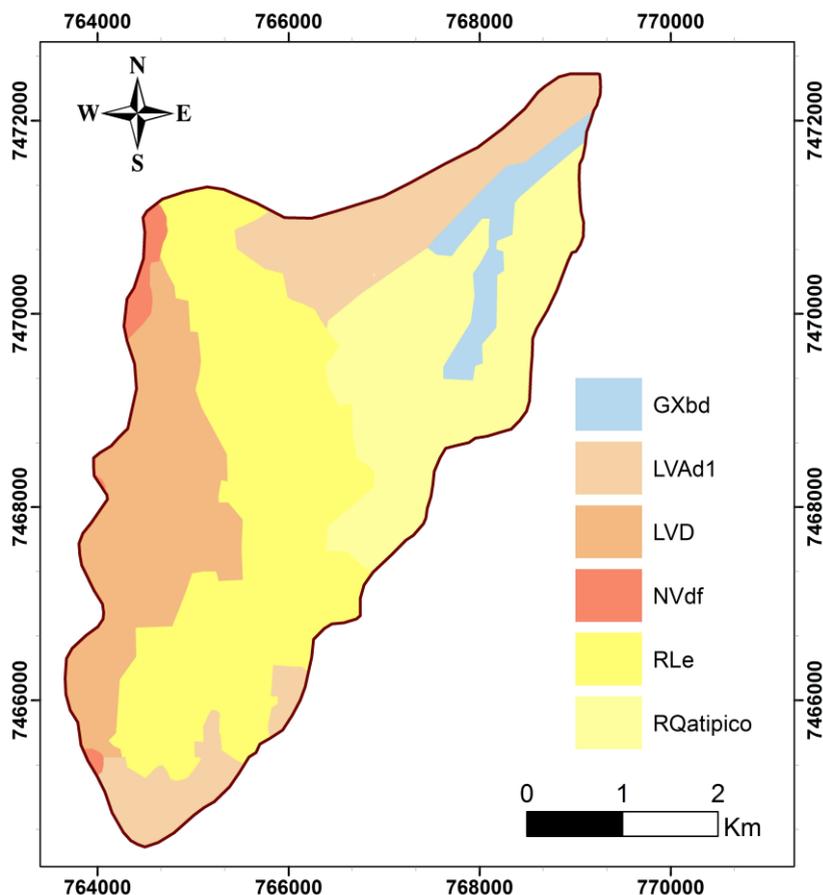


Figura 2. Pedologia e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu – SP, (PIROLI, 2002).

| Unidades de solo | Sigla | Há | % | Fragilidade e Ambiental | Pesos |
|--------------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------|-------|
| Gleissolo Háptico TB | GXbd | 512,70 | 22,82 | Alta | 5 |
| Neossolo Litólico Eutrófico | RLe | 96,66 | 4,30 | Baixa | 2 |
| Latossolo Vermelho Distroférrico | LVdf | 814,67 | 36,26 | Baixa | 2 |
| Latossolo Vermelho Distrófico | LVD | 30,47 | 1,36 | Baixa | 2 |
| Neossolo Litólico Eutrófico | RLe | 425,19 | 18,92 | Baixa | 4 |
| Neossolo Quartzarênico Distrófico | RQotípico | 367,27 | 16,34 | Muito Baixa | 5 |

Tabela 2. Pedologia e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP, (PIROLI, 2002).

Apenas 24,57 % (552,03 ha) apresentaram relevo acidentado, ou seja, com declividade de a 20 a 40%, podendo ser utilizado para o desenvolvimento da pecuária e silvicultura, ou ainda, destinam-se a preservação ambiental, evitando-se dessa maneira a erosão do solo (LEPSCH et al., 2012).

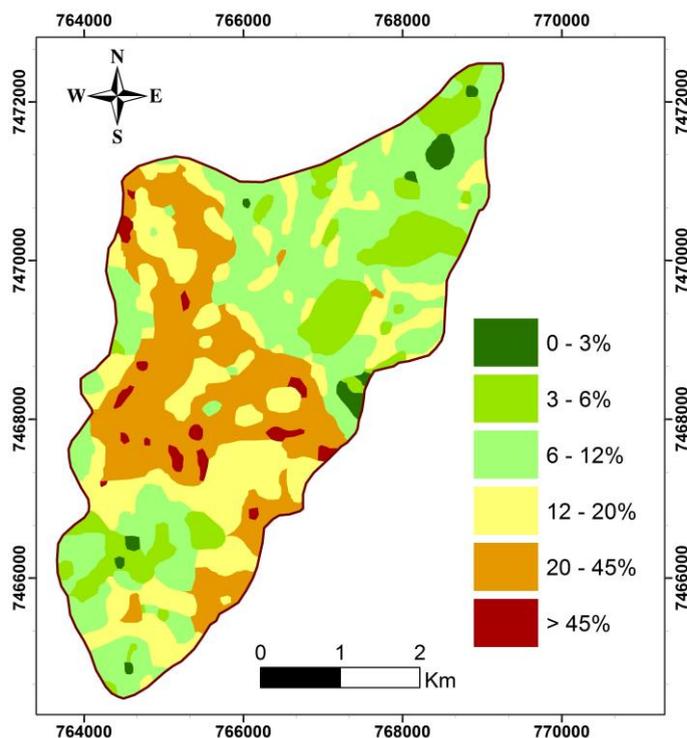


Figura 3. Declividade e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu – SP, (LEPSCH et al, 2012).

| Declividade | ha | % | Fragilidade Ambiental | Pesos |
|--------------------|----------------|----------|------------------------------|--------------|
| 0 a 3% | 33,58 | 1,50 | Muito Baixa | 1 |
| 3 a 6% | 279,89 | 12,45 | Muito Baixa | 1 |
| 6 a 12% | 756,36 | 33,65 | Baixa | 2 |
| 12 a 20% | 581,68 | 25,88 | Média | 3 |
| 20 a 45% | 552,2 | 24,57 | Alta | 4 |
| > 45% | 43,9 | 1,95 | Muito alta | 5 |
| Total | 2247,61 | | | |

Tabela 3. Declividade e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP, (LEPSCH et al, 2012).

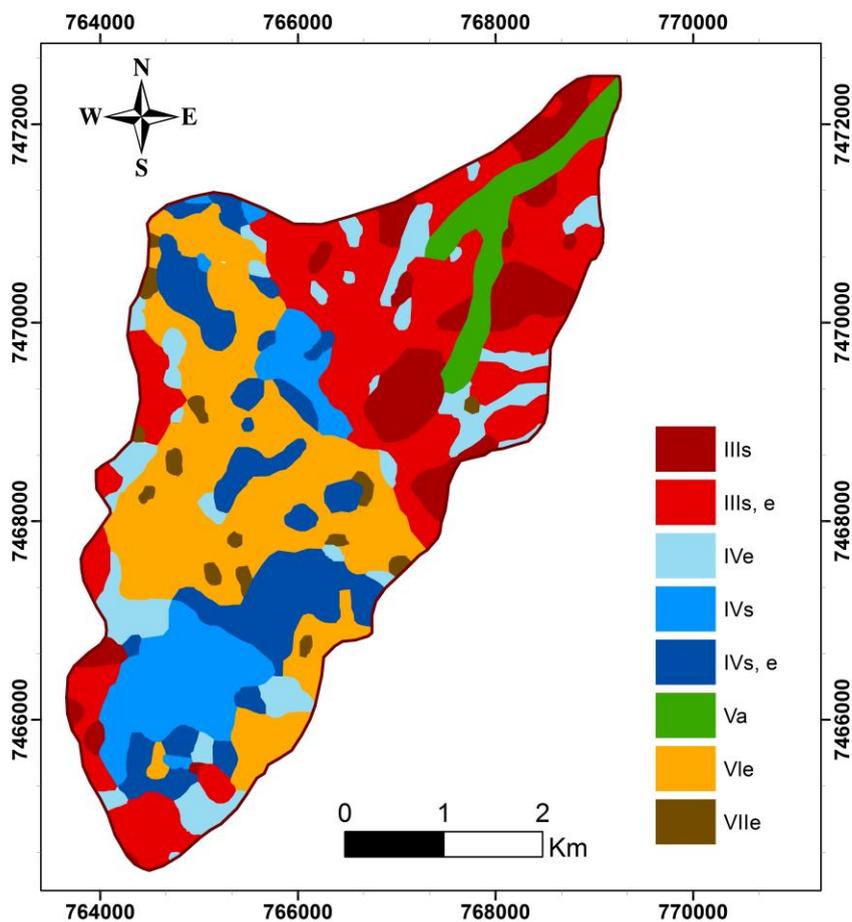


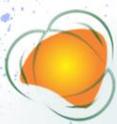
Figura 4. Capacidade de uso do solo e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP, (LEPSCH et al, 2012).

| Classes de capacidade de uso do solo | ha | % | Fragilidade Ambiental | Pesos |
|--------------------------------------|----------------|-------|-----------------------|-------|
| IIIs | 208,76 | 9,29 | Muito Baixa | 1 |
| IIIs, e | 583,70 | 25,98 | Muito Baixa | 1 |
| IVe | 217,13 | 9,66 | Baixa | 2 |
| IVs | 218,76 | 9,74 | Baixa | 2 |
| IVs, e | 295,13 | 13,13 | Baixa | 2 |
| Va | 112,51 | 5,01 | Média | 3 |
| Vle | 569,83 | 25,36 | Alta | 4 |
| VIIe | 41,02 | 1,83 | Muito Alta | 5 |
| Total | 2247,16 | | | |

Tabela 4. Capacidade de uso do solo e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP, (LEPSCH et al, 2012).

Realização

Apoio

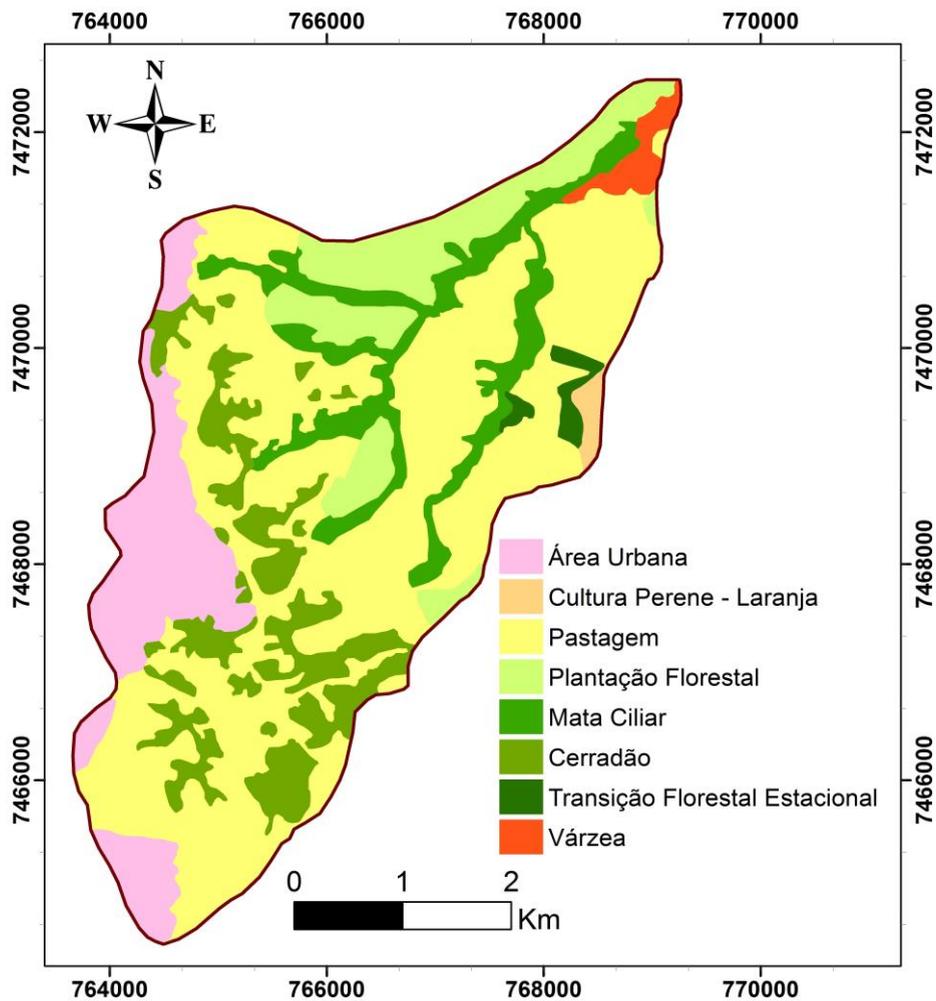


O uso e ocupação do solo (Figura 5 e Tabela 5) na microbacia está associado principalmente com pastagem vem abrangendo 1155,05 ha (51,41 %).

A área urbana, a segunda em ordem de ocorrência na microbacia, totalizou 283,07 ha (12,60%).

A mata nativa (vegetação nativa) e as matas ciliares também possuem uma grande abrangência dentro da área com 518,14 ha (23,00 %).

Figura 5. Uso e ocupação do solo e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP.





| Uso e ocupação do solo | ha | % | Fragilidade Ambiental | Pesos |
|---|----------------|-------|-----------------------|-------|
| Área Urbana | 283,07 | 12,60 | Muito Alta | 5 |
| Cerradão | 275,50 | 12,26 | Muito Alta | 5 |
| Citrus | 16,54 | 0,74 | Média | 3 |
| Várzea | 33,34 | 1,48 | Muito Alta | 5 |
| Mata Ciliar | 218,92 | 9,74 | Muito Alta | 5 |
| Pastagem | 1155,05 | 51,41 | Baixa | 2 |
| Reflorestamento | 240,70 | 10,71 | Média | 3 |
| Transição Florestal Estacional - Cerradão | 23,72 | 1,06 | Muito Alta | 5 |
| Total | 2246,84 | | | |

Tabela 5. Uso e ocupação do solo e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu –SP.

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

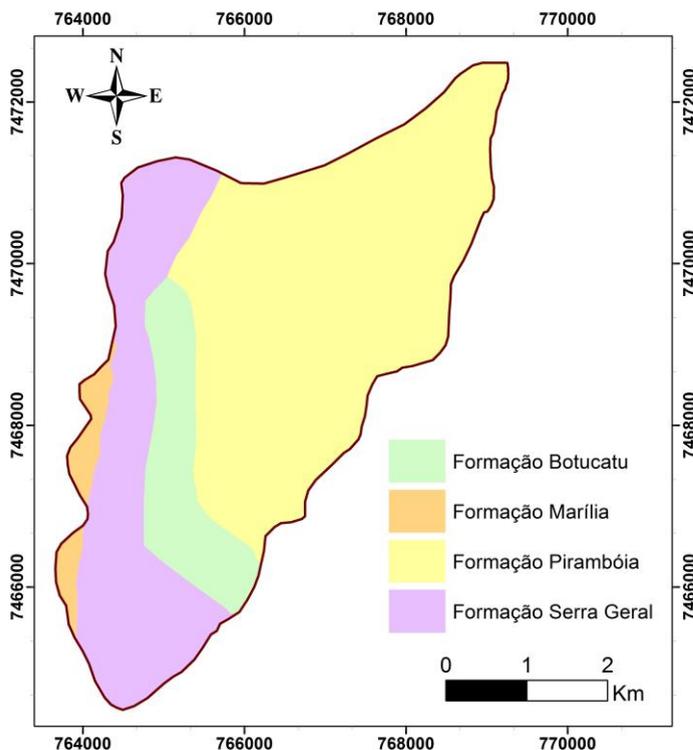


Figura 6. Geologia e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu – SP.

Realização

Apoio



| Formação Geologia | ha | % | Fragilidade | Pesos |
|-------------------|----------------|-------|-------------|-------|
| Botucatu | 267,40 | 11,90 | Muito Baixa | 1 |
| Marília | 74,85 | 3,33 | Muito Baixa | 1 |
| Piramboia | 1317,79 | 58,65 | Baixa | 2 |
| Serra Geral | 586,80 | 26,12 | Alta | 4 |
| Total | 2246,84 | | | |

Tabela 6. Geologia e fragilidade ambiental da bacia do ribeirão Descalvado, Botucatu – SP.

A fragilidade ambiental média e alta (Figura 7 e Tabela 7) predominaram com uma área de 1999,27 ha (88,99 %). Isso ocorre porque grande parte da microbacia é composta por relevo ondulado; além do uso do solo por área urbana que possui fragilidade muito alta.

A classe média apresentou uma área total de 1321,94 ha (58,80%). Está relacionada principalmente com as declividades mais acentuada e relevo montanhoso que possuem classe Alta, além do solo LVdf que possui fragilidade baixa e do uso do solo por pastagem que possui fragilidade Alta.

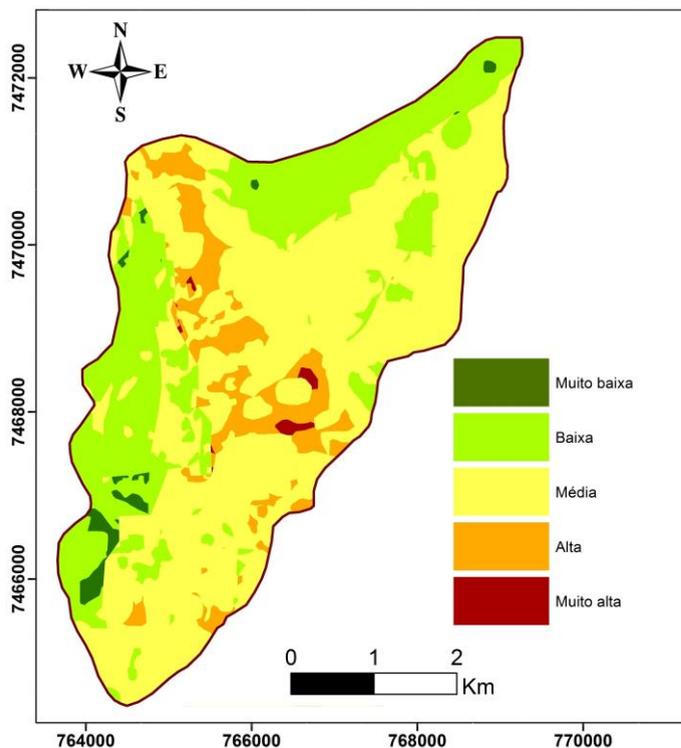


Figura 7. Fragilidade Ambiental do microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu (SP).



| 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 | |

Tabela 7. Fragilidade Ambiental do microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu (SP).

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microbacia do Ribeirão Descalvado – Botucatu (SP) apresentou fragilidade ambiental baixa a média, pois essa classe ocorreu na área urbana e pastagem.

As classes de fragilidade ambiental Média e Baixa 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.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS/UNESP e ao CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq pelo apoio financeiro, sem o qual não seria possível a apresentação deste trabalho no evento

REFERÊNCIAS

1

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica:** folha de Botucatu (SF-22-R-IV-8) Serviço gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000.

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**, 2012.175p.

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.

Realização

Apoio



Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 63-74, 1994.

SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpretating soil survey. USDA, Washington, D.C., 1975. 930p.

Realização



Apoio

