



## Caracterização da capacidade de uso das terras de uma microbacia no interior paulista

Sérgio CAMPOS<sup>1</sup>, Marcelo CAMPOS<sup>2</sup>, Rafael Calore NARDINI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Coordenadoria do Curso de Engenharia de Biossistema, Universidade Estadual Paulista, Tupã, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Geociência, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

\* E-mail: [seca@fca.unesp.br](mailto:seca@fca.unesp.br)

Recebido em maio/2016; Aceito em julho/2016.

**RESUMO:** O planejamento do uso das terras é muito importante, pois a sua utilização inadequada, empobrece-a, provocando baixa produtividade das culturas. O trabalho objetivou a utilização de geotecnologias determinação das subclasses de capacidade de uso do solo numa microbacia, visando futuras contribuições no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos Administradores Públicos. A microbacia apresenta uma área de 3.796,6 ha e está localizada entre os paralelos 22°40'30" a 22°49'16" de latitude S e 48°17'21" a 48°21'45" de longitude W. Os resultados permitiram inferir que a subclasse mais significativa foi a IIIs, e as áreas com relevo ondulado foram representativas (48,22%). As subclasses de capacidade de uso IIIs, IIIs, e IVs ocuparam 88,99% da área, mostrando o grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos. O SIG mostrou-se uma excelente ferramenta na determinação da capacidade de uso da terra, demonstrando que a utilização do geoprocessamento facilita e agiliza o cruzamento dos dados digitais, permitindo seu armazenamento, que poderão ser utilizados para outras análises em futuros planejamentos geoambientais.

**Palavras-chave:** geoprocessamento, uso do solo, unidades de solo.

Characterization of capacity of the use of a watershed land, interior of the state of São Paulo, Brazil

**ABSTRACT:** The planning of land use is very important because its misuse, impoverishes it, causing lower crop productivity. The study aimed to use geotechnology determining subclasses of land use capacity in a watershed, aiming future contributions in the environmental management process and in decision-making by the Public Administrators. The watershed has an area of 3,796.6 ha and is located between the parallel 22°40'30" to 22°49'16" S latitude and 48°17'21" to 48°21'45". longitude The result showed that the most significant subclass was IIIs, and the areas with undulated relief were representative (48.22%). the use capacity subclasses IIIs, IIIs, IVs and occupied 88.99% of the area, showing the great potential of use for annual crops, perennial, pastures and or reforestation. the GIS proved to be an excellent tool in determining the land use capability, demonstrating that the use of GIS facilitates and expedites the crossing of digital data, allowing storage, which can be used for further analysis in future geo-environmental planning.

**Keywords:** geoprocessing, soil use, soil units.

### 1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais brasileiros, desde os tempos mais remotos vêm sendo muito explorado, passando-se pelos ciclos da cana de açúcar, do ouro, do café, das fazendas de gado, chegando-se aos dias atuais, onde monoculturas predominam em amplas regiões, causando problemas com o desgaste e empobrecimento do solo, a erosão, o assoreamento dos rios e problemas ambientais de postura exploratória. Em consequência, o solo, a água e a vegetação original dão sinais de que não suportam mais tamanha degradação (PIROLI, 2002).

A implantação de uma política agrícola adequada e séria necessita de embasamento técnico e científico, com informações

confiáveis e atualizadas sobre o uso das terras com o intuito de racionalizar e viabilizar o planejamento agrícola de determinada região, face à grande extensão territorial do país e à diversidade de uso, relevo, clima e tipos de solos encontrados nas diversas regiões (DELMANTO JÚNIOR, 2003).

O uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. É necessário que a atuação do homem no meio ambiente seja planejada e adequada de modo que os efeitos ao ambiente físico sejam os menores possíveis (MOTA, 1981).

A determinação da capacidade de uso das terras é muito importante para o planejamento de uso do solo, pois o uso inadequado e sem planejamento da terra, empobrece-a

provocando baixa produtividade das culturas e trazendo até em certas regiões como consequência o baixo nível sócio, econômico e tecnológico da população rural.

Os problemas ambientais vivenciados no mundo têm mostrado níveis alarmantes de depauperamento dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, assoreamento e poluição dos rios e córregos, afetando a saúde dos animais e da humanidade, causando problemas de disponibilidade de água, queda dos níveis de produção agropecuária, comprometendo a economia global e a qualidade de vida da população (TORRES et al., 2006).

Dentro da gestão ambiental, uma das principais dificuldades com que se tem defrontado é a falta de uma fonte de dados com informações básicas da paisagem. Tais informações são extremamente necessárias em projetos ambientais, especialmente para realizar a recomposição de áreas degradadas, fornecendo auxílio ao manejo e à conservação do solo e da água nas microbacias hidrográficas.

O processamento é um importante conjunto de tecnologias de apoio ao desenvolvimento da agricultura, porque permite analisar grandes quantidades de dados georreferenciados, independentemente de serem estatísticos, dinâmicos, atuando de maneira isolada ou em conjunto. Mais do que isto, o geoprocessamento permite o tratamento desses dados, gerando informações e possibilitando soluções através de modelagem e simulações de cenários (BUCENE, 2002).

Enquanto que o geoprocessamento pode fornecer a identificação das condições das matas ciliares, preservadas ou não preservadas, com informações que fundamentam a tomada de decisões no que se refere à reposição e recuperação das mesmas, além de subsidiar ações por parte dos órgãos ambientalistas fiscalizadores e constituir como ferramenta imprescindível para o levantamento e monitoramento dos aspectos ambientais, auxiliando no gerenciamento dos estudos de dinâmica da paisagem, em ações fiscalizadoras, e mesmo de sensibilização ambiental (VESTENA; THOMAZ, 2006).

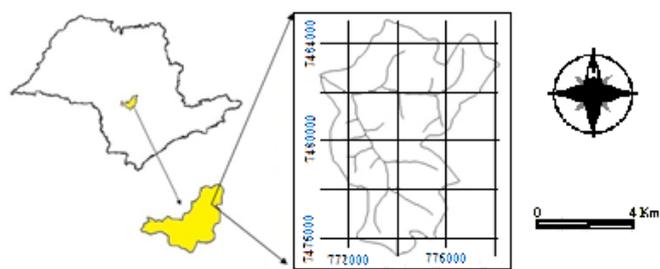
As técnicas de geoprocessamento foram eficientes na determinação e análise de áreas de preservação permanentes, permitindo sua atualização e monitoramento através do Sistema de Informações Geográficas Idrisi (SIMÕES, 1996).

O presente trabalho visou a utilização de ferramentas de geoprocessamento na determinação da capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão Duas Águas, Botucatu-SP, buscando contribuir para futuras fiscalizações ambientais e melhoria desta situação, bem como para o aumento dos conhecimentos básicos acerca da terra e sua utilização.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Ribeirão Duas Águas, Botucatu, SP (Figura 1) está situada entre os paralelos de 22°44'48" e 22°52'17" de latitudes S e os meridianos 48°38'21" e 48°48'07" de longitudes W, com área de 3.796,6 ha. Neste estudo, as curvas de nível equidistantes de 20 em 20 metros foram obtidas das topográficas de Botucatu, em escala 1:50000 (IBGE, 1973), para elaboração da carta clinográfica através do processo digital.

Segundo Piroli (2002), o Município é composto pelos solos: Argissolo Vermelho-Amarelos (PVA), Neossolo Quartzarênico (RQ) e Gleissolo Háptico (GX). Os Neossolos Quartzarênicos são solos profundos, os perfis são de extrema simplicidade, as frações de areia grossa e areia fina desses solos são constituídas



**SISTEMA DE COORDENADAS: UTM  
ZONA/FUSO: 22K  
DATUM: CÓRREGO ALEGRE**

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

Figure 1. Location of the stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

essencialmente de quartzo, sendo visualmente ausentes os minerais primários facilmente intemperizáveis. Devido à grande quantidade de areia, esses solos, especialmente aqueles cuja areia grossa predomina sobre a fina, apresentam séria limitação com respeito à capacidade de armazenamento de água disponível, com sérias limitações restringendo o uso agrícola.

Gleissolos Hápticos são solos mal ou muito mal drenados, com seção superficial de constituição orgânica, desenvolvidos geralmente em terras baixas, vinculadas a excesso de água, a textura pode ser bastante desuniforme ao longo do perfil. Esses solos têm sérias limitações ao uso agrícola, devido à presença de lençol freático elevado e ao risco de inundações ou alagamentos frequentes (LEPSCH, 1977).

Lepsh (1977) descreveu os Argissolos como bem desenvolvidos, moderadamente ou bem intemperizados, com diferenciação marcante entre os horizontes e texturas variadas, sendo confirmado por Oliveira (1992), que caracteriza como solos minerais não-hidromórficos, que apresentam um gradientetextural acentuado, porém quando pouco espesso, o horizonte B deve apresentar estrutura em blocos ou prismática, têm as mais variadas profundidades e texturas inclusive com a presença ou não de cascalhos. Compõem a classe de solos mais comum no Brasil, apresentando uma diversidade em seus atributos e interesses agrônômicos, habitualmente ocupando, em relação aos Latossolos.

A carta clinográfica da microbacia do Córrego São Caetano foi obtida de maneira automatizada, a partir do modelo digital de terreno, utilizando o comando *Surface* no menu *Context Operators* pertencente ao módulo *Analysis*, sendo posteriormente reclassificada com o objetivo de agrupar as declividades em classes de declive, segundo recomendações do USDA- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para conservação dos solos, citado por França (1963), que apresenta as classes de declive e de relevo com as respectivas cores padronizadas (Tabela 1). As classes de declive foram agrupadas utilizando o comando *Reclass* do *Database Query*, do módulo *Analysis e*, sendo criadas uma legenda com cores correspondentes a cada um desses intervalos.

Estas classes de declive foram escolhidas, uma vez que são preconizadas pela Soil Survey Staff (1975) e utilizadas por muitos pesquisadores brasileiros que trabalham no planejamento de uso e manejo do solo para futuros projetos de conservação do solo. As classes de declive utilizadas para conservação do solo foram de 0 a 3%, 3 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20%, 20 a 40%

Tabela 1. Classes de declive segundo o relevo predominante e cores características para conservação de solo (FRANÇA, 1963).

Table 1. Slope classes according to the prevailing topography and color characteristics for soil conservation (FRANCE 1963).

Intervalo (%)	Relevo predominante	Cor característica
0 - 3	Plano	Verde claro
3 - 6	Suave ondulado	Amarelo
6 - 12	Ondulado	Vermelho
12 - 20	Forte ondulado	Azul
20 - 40	Montanhoso	Verde escuro
>40	Escarpado	Roxo

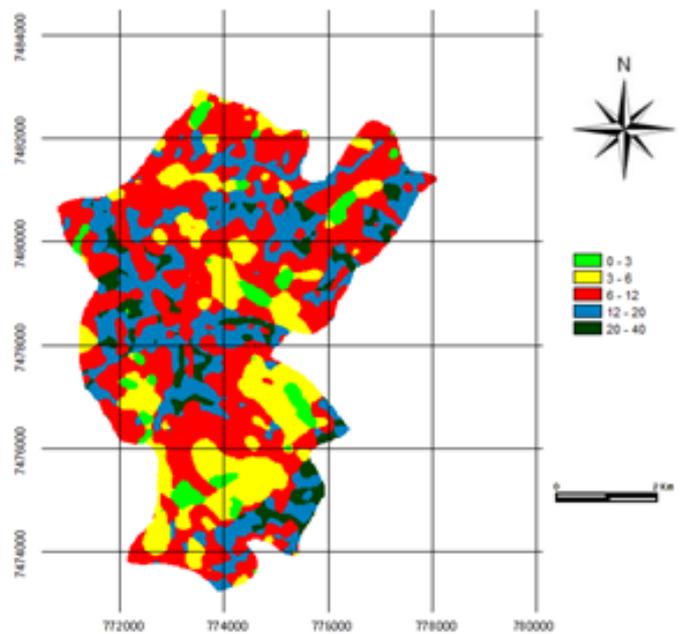
e mais de 40%, sugeridas pela Survey Soil Staff (1975) e utilizadas por muitos pesquisadores brasileiros que trabalham com planejamento de uso e manejo do solo para projetos de conservação. Posteriormente, foi feito a scanerização do mapa de solo, sendo desta forma, a informação analógica convertida para digital. Em seguida, fez-se a importação pelo módulo File/Import. A digitalização do polígono máscara abrangendo a área total do município foi efetuada pelo módulo On Screen Digitizing. Fez-se então, a digitalização das classes de declive e de unidades de solo na tela do computador através do módulo de digitalização.

A partir das classes de declive e de unidades de solo no formato digital foi realizado a rasterização dos mesmos sobre o polígono da microbacia, utilizando do módulo Reformat/Raster/Vector conversion/Lineras. O cálculo das áreas das classes de declive e unidades de solo foi realizado pelo módulo Analysis/Data Base Query/Área do Sistema de Informações Geográficas IDRISI Selva.

Para geração do mapa de subclasses capacidade de uso das terras da área utilizou-se da álgebra de mapas, sendo realizado uma sobreposição dos mapas de declive e de solos (Figura 2). Posteriormente, o mapa obtido desse cruzamento foi reclassificado em função das características físicas e químicas de cada unidade de solo e das limitações de uso para definição das subclasses de capacidade de uso das terras, segundo França (1963), Bellinazi et al. (1983) e, adaptada por Zimback; Rodrigues (1993).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da carta clinográfica (Figura 3 e Tabela 2) obtida permitiu inferir que as classes de declive de 0 a 3% (áreas planas) e 3 a 6%(suavemente ondulada) representam mais de 23% da microbacia. Estas são destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo. As áreas com relevo ondulado, representando 48,22% da área



**SISTEMA DE COORDENADAS: UTM**  
**ZONA/FUSO: 22K**  
**DATUM: CÓRREGO ALEGRE**

Figura 3. Clinografia da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Figure 3. Clinography of the watershed of stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Tabela 2. Extrato da clinografia da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Table 2. Clinography extract of the stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Classes de declive (%)	Área em relação à microbacia	
	ha	%
0 - 3	168,97	4,45
3 - 6	712,99	18,78
6 - 12	1830,62	48,22
12 - 20	844,47	22,24
20 - 40	239,55	6,31
Total	3796,6	100

total da microbacia (1830,62 ha), são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas de conservação do solo, segundo Lepsch et al. (2001).

O relevo forte ondulado, indicado para a exploração de culturas permanentes, que proporcionam proteção ao solo, predomina em 22,24% (844,47 ha) da área da microbacia, enquanto que o relevo acidentado (20 a 40%), indicado para o desenvolvimento da pecuária e da silvicultura, podendo ainda ser utilizado para preservação ambiental, evitando-se dessa

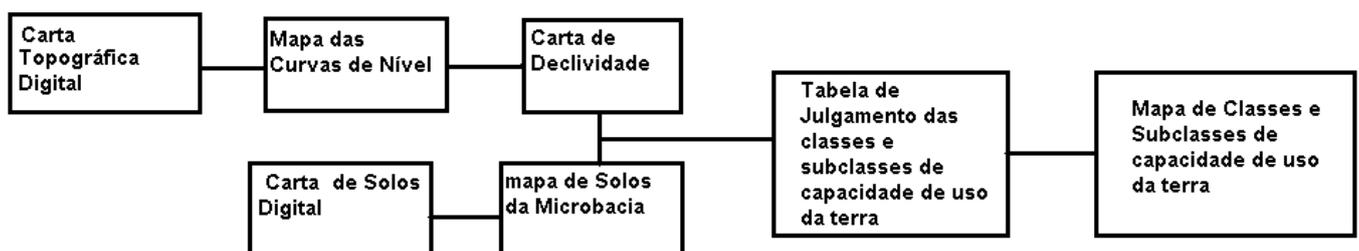


Figura 2. Fluxograma metodológico de obtenção do mapa de capacidade de uso da área.

Figure 2. Flowchart methodology of obtaining the area use capability map.

maneira a erosão do solo, predominou em 6,31% (239,55 ha). A microbacia apresenta-se com grande potencial agricultável, pois apresenta quase 94% da área propícia para o cultivo com culturas anuais e permanentes, ou seja, com a declividade variando entre 0 a 20%.

Os solos (Figura 4 e Tabela 3) ocorrentes na área estudada mostram que a unidade mais significativa foi o solo Argissolo Vermelho-Amarelos com 2428,09ha (63,96%). As outras unidades de solo encontradas foram o Neossolo Quartzarênico com 1170,59ha (30,83%) e o solo Gleissolo Háptico com 197,92ha (5,21%).

A subclasse III<sub>s</sub> é composta (LEPSCH et al., 2001), por terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos (Figura 5 e Tabela 4). São terras praticamente planas ou suavemente onduladas com fertilidade natural muito baixa. Apresenta limitação por problemas de solo são recomendadas para rotação de culturas; aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; terraceamento; canais de divergência; plantio direto; alternância de capinas; rompimento de camadas compactadas no solo superficial e no subsolo, através de escarificação e subsolagem; melhoramento das condições físicas do solo através da incorporação de matéria orgânica, rotação com culturas de raízes profundas e com grande quantidade de resíduos vegetais; adubação e calagem.

A subclasse III<sub>e,s</sub> por apresentar limitação por problemas de erosão e solo, são indicadas para plantio e cultivo em nível aliado a culturas em faixas e/ou aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; culturas em faixas; rotação de culturas; aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; terraceamento; canais de divergência; plantio direto; alternância de capinas; rompimento de camadas

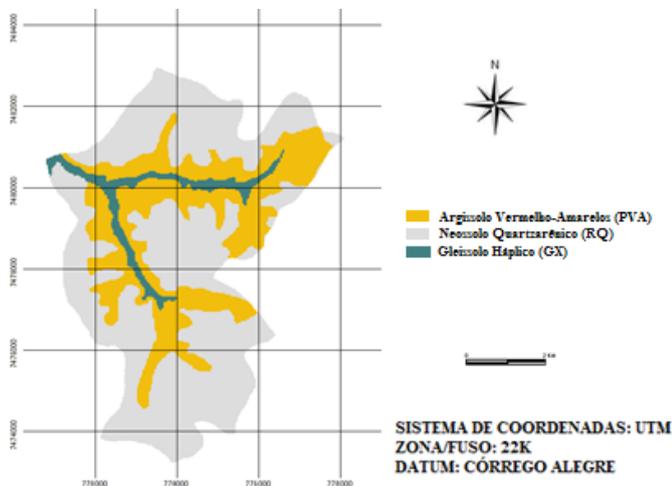


Figura 4. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Figure 4. Soil units of the watershed of stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Tabela 3. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Table 3. Soil units of the watershed of stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Classe de solo	ha	%
Argissolo Vermelho -Amarelo (PVA)	2428,09	63,96
Neossolo Quartzarênico (RQ)	1170,59	30,83
Gleissolo Háptico (GX)	197,92	5,21
Total	3796,6	100

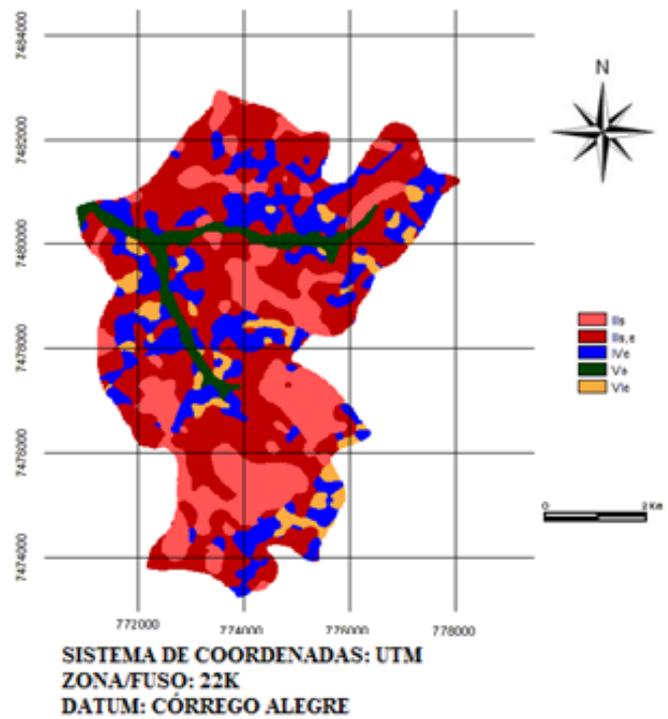


Figura 5. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Figure 5. Subclasses of land use capacity of the watershed of stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Tabela 4. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão Duas Águas – Botucatu (SP).

Table 4. Subclasses of land use capacity of the watershed of stream Duas Águas – Botucatu, São Paulo State, Brazil.

Classes de capacidade	Área	
	ha	%
III <sub>s</sub>	847,97	22,34
III <sub>e,s</sub>	1755,72	46,24
IV <sub>s</sub>	774,95	20,41
V <sub>a</sub>	214,01	5,64
VI <sub>e</sub>	203,95	5,37
Total	3796,6	100

compactadas no solo superficial e no subsolo, através de escarificação e subsolagem; melhoramento das condições físicas do solo através da incorporação de matéria orgânica, rotação com culturas de raízes profundas e com grande quantidade de resíduos vegetais; adubação e calagem e cultivo mínimo do solo (arações, gradagens, etc.).

A subclasse de capacidade de uso do solo IV<sub>s</sub> abrange 20,41% (774,95 ha) e segundo Lepsch et al. (2001), como terras limitadas por riscos medianos a severos de erosão em cultivos intensivos, com declividades acentuadas, com deflúvio muito rápido, podendo apresentar erosão em sulcos superficiais muito frequentes, em sulcos rasos frequentes ou em sulcos profundos ocasionais. Nestas classes são indicadas culturas permanentes protetoras do solo, não podendo tais áreas ser ocupadas com culturas anuais, apresentando dificuldades severas a motomecanização.

A Subclasse V<sub>a</sub> representando 5,64% da microbacia (214,01ha) são terras planas não sujeitas à erosão, com deflúvio praticamente nulo, severamente limitadas por excesso de água, sem possibilidade de drenagem artificial e/ou com risco de inundação frequente, mas que podem serem usadas para o pastoreio em algumas épocas do ano (LEPSCH et al., 2001).

A subclasse de capacidade de uso do solo VIe, representa 5,37% da área da microbacia e, segundo Lepsch et al. (2001) são terras impróprias para culturas anuais com risco de erosão que pode chegar a severo, com deflúvio moderado a severo e presença de sulcos rasos muito frequentes ou sulcos profundos frequentes. Podem ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis como pastagens ou florestas (como seringueira e cacau), usadas como culturas protetoras do solo, devem ser feitas com restrições moderadas usando práticas de conservação de solo e um manejo adequado. Mesmo sob esse tipo de vegetação, é medianamente suscetível de danificação pelos fatores de depauperamento do solo devido o seu relevo, apresentam dificuldades de motomecanização pelas condições topográficas.

A carta de capacidade de uso da microbacia permitiu constatar que 64,02% da área é constituída pelas classes III (III<sub>s</sub> e III<sub>s,e</sub>) e IV (IV<sub>s</sub>), mostrando o potencial da microbacia para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados permitiram constatar que as classes de capacidade de uso III e IV, divididas nas subclasses III<sub>s</sub>, III<sub>s,e</sub> e IV<sub>s</sub> ocuparam 88,99% da área, mostrando o grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BELLINAZZI, J. R. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 1983. 175p.
- BUCENE, L. C. **Classificação de terras para irrigação utilizando um sistema de informações geográficas em Botucatu – SP**. Botucatu, 2002. 185f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- DELMANTO JUNIOR, O. **Determinação da capacidade de uso das terras do município de São Manuel (SP), obtido por meio do Sistema de Informações Geográficas**. 2003. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- FRANÇA, G. V. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1963, Campinas. **Anais...** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão Estadual de Máquinas Agrícolas, 1963. p.399-408.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Secretaria de Planejamento da Presidência da República - **Carta do Brasil** - Quadrícula de Botucatu. Escala 1 : 50000, 1973.
- LEPSCH, J. F. **Solos formação e conservação**. 2. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, Série Prisma - Brasil. v. 31. 1977. 160p.
- LEPSCH, J. F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 2001. 175p.
- MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242p.
- 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.
- SIMÕES, L. B. **Avaliação das áreas de prevenção permanente da Bacia do Ribeirão Lavapés, Botucatu-SP, através de sistema de informações geográficas (SIG-IDRISI)**. Botucatu, 1996. 145f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. Washington: USDA, 1975. 930p
- TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J. Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 6, n. 19, p. 150-159, 2006.
- VESTENA, R. L.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR. **Revista Ambiente**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 73-75, 2006.
- ZIMBACK, C. R. L., RODRIGUES, R. M. **Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental São Manuel/UNESP**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1993. p.83 (Mimeogr.).