



**GEOTECNOLOGIA APLICADA NA OBTENÇÃO DAS
SUBCLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE
UMA MICROBACIA, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS
RECURSOS NATURAIS**

**S. Campos¹, M. Campos^{2*}, R. C. Nardini³, B.T. Rodrigues¹, M.T.
Rodrigues¹, F.S.N. Tagliarini¹, D.P. Traficante¹**

¹UNESP – Univ Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA, Botucatu, SP, Brasil.

²UNESP – Univ Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Engenharia, FCE, Tupã, SP, Brasil.

³UEL - Univ Estadual de Londrina, Departamento de Geociência, Londrina, PR, Brasil.

Article history: Received 01 August 2016; Received in revised form 13 September 2016; Accepted 15 September 2016; Available online 29 September 2016.

RESUMO

A exploração da terra para produzir alimentos para o sustento do homem quase sempre foi de forma desordenada e sem planejamento. A consequência dessa exploração predatória foi o empobrecimento do solo por erosão intensa, assoreamento de cursos d'água, desertificação, entre outros. O trabalho objetivou a utilização de geotecnologias na elaboração dos mapas de classes de declive, de solos e da capacidade de uso do solo numa microbacia, de forma a contribuir no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos Administradores Públicos. A microbacia do Ribeirão das Agulhas, Botucatu (SP) apresenta uma área de 1.429,28ha e está localizada entre os paralelos 22° 47' 05" a 22° 05' 55" de latitude S e 48° 28' 10" a 48° 30' 04" de longitude W Gr. Os resultados permitiram inferir que a subclasse mais significativa foi a III_{s,e} (44,50%) e o relevo ondulado (57,59%). As subclasses de capacidade de uso III_s, III_{s,e}, IV_s, IV_{s,e} e IV_e ocuparam 89,36% da área, mostrando o grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamentos. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) mostrou-se uma excelente ferramenta para determinação da capacidade de uso da terra, demonstrando que a utilização do geoprocessamento facilita e dá maior rapidez no 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

**APPLIED GEOTECHNOLOGY TO OBTAINING THE CHARACTERISTICS OF
LAND USE CAPACITY SUBCLASSES A WATERSHED, AIMING THE
CONSERVATION OF NATURAL RESOURCES.**

ABSTRACT

The exploitation of the land to food produce for human consumption was almost always in a disorderly manner and without planning. The result of this predatory exploitation was the soil impoverishment by intense erosion, siltation of water bodies, desertification, and others. In this study it was used geotechnology for development of slope classes maps, soil and land use capacity in a watershed, in order to contribute in the environmental management process and

* marcelocampos@tupa.unesp.br

in Public Administrators decision-making. The Agulhas stream watershed, Botucatu (SP) has an area of 1429.28ha and is situated between the geographic coordinates 22° 47' 05" to 22° 05' 55" S and 48° 28' 10" to 48° 30' 04" WGr. The result shows that subclass III_{s,e} (44.50%) and undulated relief areas (57.59%) the most significant. The use capacity subclasses III_s, III_{s,e} and IV_s occupied 89.36% of the area, showing the great potential of use for annual crops, perennials, pastures and reforestation. The Geographic Information System (GIS) proved to be an excellent tool for determining the land use capability, demonstrating that the use of GIS facilitates and faster at the intersection of digital data, allowing storage, which can be used for other analysis in future geo-environmental planning.

Keywords: geoprocessing, soil use, soil units

INTRODUÇÃO

O Brasil vem sendo muito explorado em seus recursos naturais, desde os tempos mais remotos, 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 análise do uso e cobertura do solo, mediante informações de Sensoriamento Remoto, constitui uma técnica de grande utilidade ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, além de possibilitar avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação natural através da interpretação de imagens de satélite, obtendo-se de forma rápida, mapas temáticos atualizados e precisos das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de ocupação e uso do solo (RODRIGUES, 2000).

O levantamento do uso da terra numa dada região abrange as características físicas para compreensão dos padrões de organização daquele determinado espaço. Assim, há necessidade de se promover a constante atualização dos registros de uso da terra, para se evitar o crescimento desordenado sem técnica e manejo racional adequado. A implantação de uma política

agrícola adequada com embasamento técnico e científico, requer informações confiáveis e atualizadas sobre o grau de uso e utilização das terras e sobremaneira com o intuito de racionalizar e viabilizar o planejamento agrícola de uma região, face à grande extensão territorial do país e às diversidades de usos, relevos, climas e tipos de solos encontrados nas diversas regiões (DELMANTO JÚNIOR, 2003).

A dinâmica do uso do solo é de grande importância, pois pode refletir nas mudanças de aspectos socioeconômicos de determinadas regiões e até mesmo permitir o seu monitoramento ambiental em um município.

O uso inadequado do solo pelo ser humano é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico, pois é necessário que este atue no meio ambiente de forma planejada e adequada, minimizando os efeitos ao ambiente físico (MOTA, 1981).

Este trabalho visou à utilização de ferramentas de geoprocessamento para o levantamento da ocupação agrícola e florestal, das classes de declive, das unidades de solo e a elaboração do mapa de classes de capacidade de uso das terras, bem como a verificação da adequação da ocupação de acordo com cada classe de capacidade de uso da microbacia do Ribeirão das Agulhas, Botucatu-SP, visando contribuir para a melhoria do local e o aumento de conhecimentos básicos para melhoria da utilização de seus recursos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho realizado na microbacia do Ribeirão das Agulhas, Município de Botucatu, SP (Figura 1), se localiza 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 WGr., com área de 1.429,28ha.

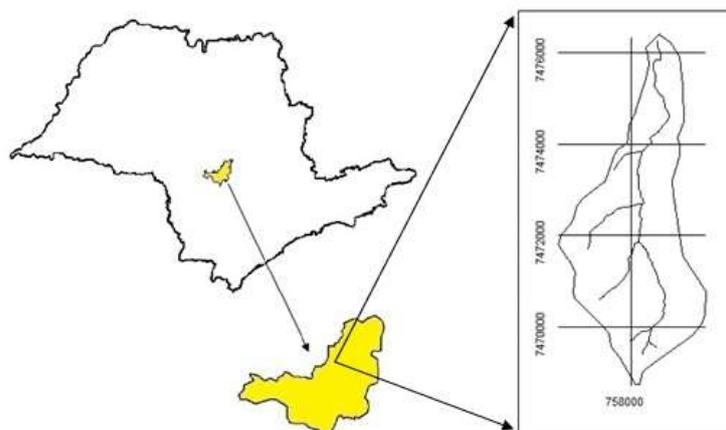


Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

As curvas de nível equidistantes de 20 em 20 metros foram extraídas da carta planaltimétrica de Botucatu, em escala 1:50.000 (IBGE, 1973), para elaboração da carta clinográfica através do processo digital.

O Município é composto pelos solos: Podzólico Vermelho (PV), Latossolo Vermelho (LV) e Hidromórfico (GX), conforme PIROLI (2002).

A carta clinográfica da microbacia do Ribeirão duas Águas foi obtida automaticamente, a partir do modelo digital de terreno, utilizando o comando *Surface* no menu *Context Operators*, do módulo *Analysis* do Sistema de

Informações Geográficas IDISI Selva, sendo posteriormente reclassificada para agrupar as em classes de declive, segundo recomendações do USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para conservação dos solos (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*, tendo criadas uma legenda com cores correspondentes a cada um desses intervalos.

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

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

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% e mais de 40%, sugeridas pela *Survey Soil Staff*

(1975) utilizadas por muitos pesquisadores brasileiros que trabalham com planejamento de uso e manejo do solo para projetos de conservação.

A digitalização do polígono máscara abrangendo a área total do município foi efetuada pelo módulo *On Screen Digitizing* e a digitalização das classes de declive e de unidades de solo foram vetorizadas diretamente 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 o módulo *Reformat/Raster/Vector conversion/Lineras*.

A determinação das áreas das classes de declive e unidades de solo foi realizado

pelo módulo *Analysis/Data Base Query/Area* do Sistema de Informações Geográficas IDRISI Selva.

A multiplicação dos mapas de classes de declive e de unidades de solo, tendo-se por base as características físicas e químicas de cada unidade de solo foi realizada para elaboração do mapa de capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP), utilizando-se para isso da tabela de julgamento de classes de capacidade de uso (Figura 2), confeccionada por França (1963) e Bellinazi et al., (1983).

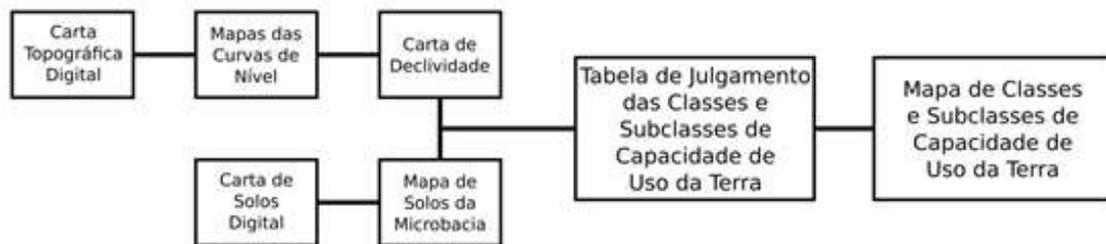


Figura 2. Fluxograma metodológico de obtenção do mapa de capacidade de uso da área (CAMPOS et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da Figura 3 e da Tabela 2 permitiu inferir que as classes de declive de 0 a 3 % (áreas planas) ocorrentes na microbacia do Ribeirão das Agulhas e as de 3 a 6 % (suavemente onduladas) representam mais de 12 % da área. Essas

terras são indicadas para o cultivo de culturas anuais com uso de práticas simples de conservação do solo (LEPSCH et al, 2001), bem como o plantio em nível que pode controlar o processo erosivo do solo (FILADELFO JÚNIOR, 1999).

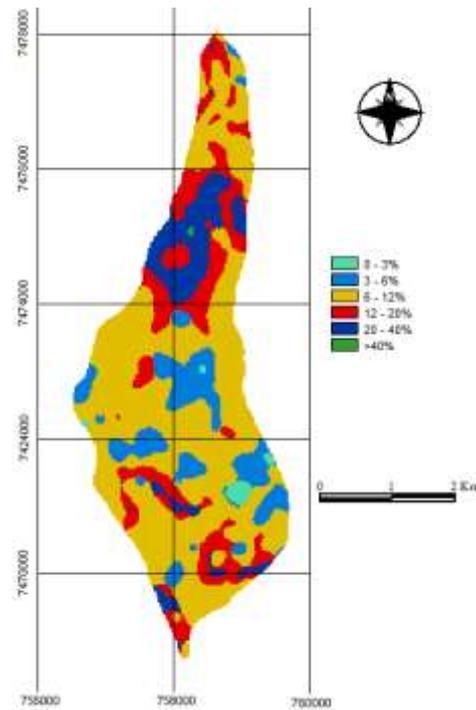


Figura 3. Clinografia da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Tabela 2. Clinografia da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classes de Declive	Área em relação à microbacia	
	%	ha
0 – 3	1,05	15,10
3 – 6	12,76	182,31
6 – 12	57,59	823,13
12 – 20	18,61	265,92
20 – 40	9,91	141,69
> 40	0,08	1,13
Total	100	1429,28

As áreas com relevo ondulado (CHIARINI e DONZELI, 1973), representando 57,59 % da área total da microbacia (823,13 ha) foram as mais significativas da área e são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas de conservação do solo (LEPSCH et al, 2001).

O relevo forte ondulado (CHIARINI; DONZELI, 1973), indicado para a exploração de culturas permanentes, que proporcionam proteção ao solo, predomina em 18,61 % (265,92 ha) da área, enquanto que o relevo acidentado (declive de 20 a 40 %), indicado para o desenvolvimento da pecuária e da silvicultura, podendo ser

utilizado para preservação ambiental, evitando sobre maneira a erosão do solo, predominou em 9,91 % (141,69 ha), conforme LEPSCH et al, 2001.

A microbacia apresenta-se com grande potencial agricultável, pois apresenta 90,01 % da área propícia para o cultivo com culturas anuais e permanentes, ou seja, com a declividade variando de 0 a 20 %.

Os solos da área (Figura 4 e Tabela 3) mostram que a unidade mais significativa é o solo Latossolo Vermelho com 1050,25 ha (73,48 %), enquanto que a unidade de solo Hidromórfico ocupa uma área de 369,74 ha (25,87 %) da microbacia

e o solo Podzólico Vermelho com 9,29 ha, abrange 0,65 %.

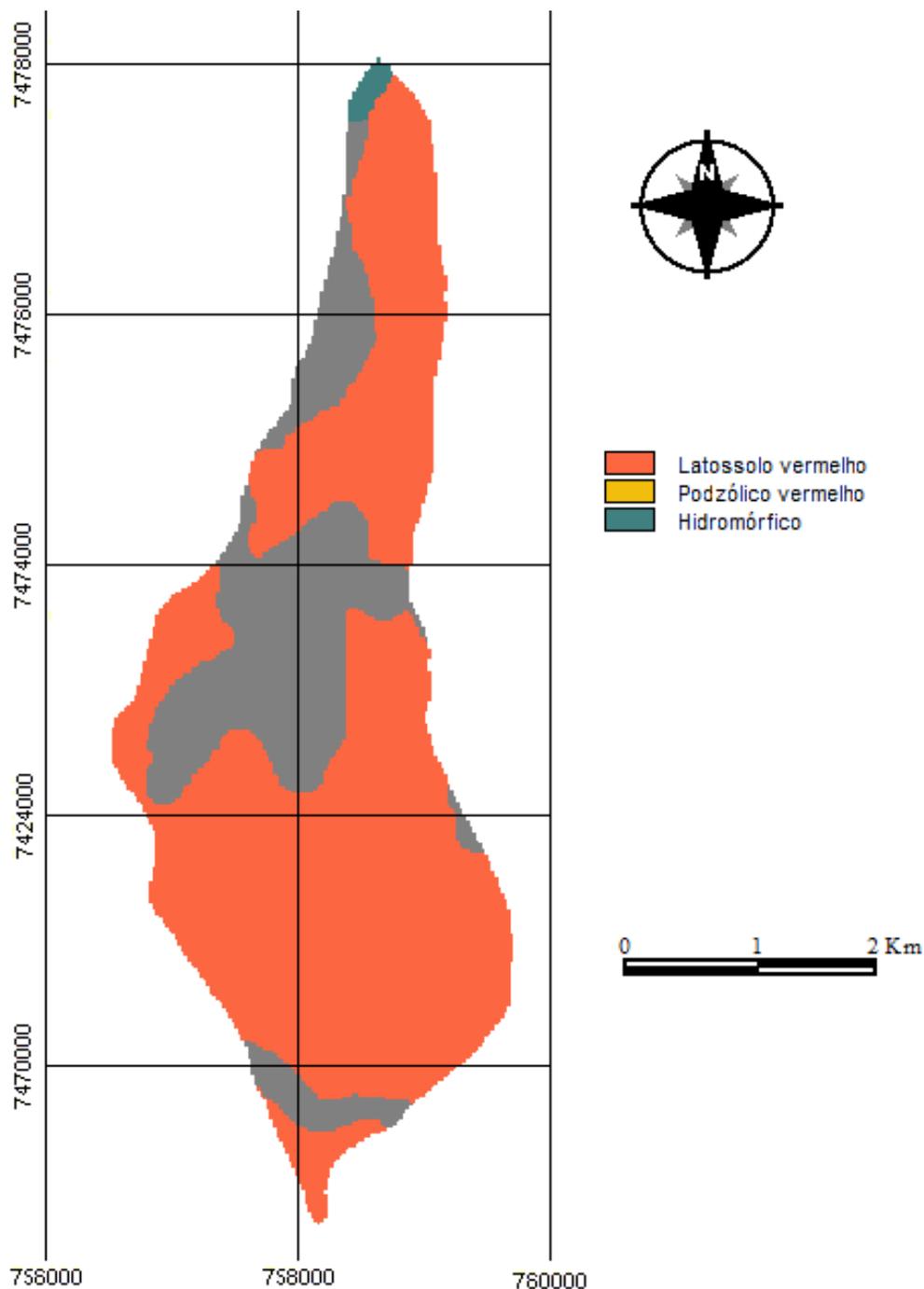


Figura 4. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Tabela 3. Unidades de solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classe de solo	ha	%
Podzólico Vermelho (PV)	9,29	0,65
Latossolo Vermelho (LV)	1.052,25	73,48
Hidromórfico (HI)	369,74	25,87
Total	1.429,28	100

O mapa obtido por meio do cruzamento dos mapas de solos e de

declive permitiram a geração do mapa das classes de capacidade de uso da terra da

microbacia do Ribeirão das Agulhas (Tabela 4).

As terras das classes III e IV (Figura 5 e Tabela 5) são terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamento, enquanto que as terras das classes VI e VII são impróprias para cultivos intensivos, mas podem ser adaptadas para pastagens ou reflorestamento e ou vida silvestre (LEPSCH et al., 2001).

A avaliação do uso atual da terra em cada classe de capacidade de uso foi efetuada para verificar se o solo está sendo usado de acordo com sua capacidade e se ocorrem áreas de conflito.

As classes de capacidade de uso da terra da área permitiram afirmar que não existem áreas na microbacia que estejam sendo subutilizadas, visto que todas as terras foram classificadas na classe III ou superiores, classes estas que necessitam de cuidados especiais para serem cultivadas.

Tabela 4. Determinação das classes de capacidade de uso pelos critérios da tabela de julgamento.

Gleba	Solos/Classe de declive	FA	PE	PD	DI	Def	Ped	RI	EL	ES	V	Classe	Sub classe
01	LV/0-3	III	I	I	I	I	I	I	II	II	I	III	s
02	LV/3-6	III	I	I	I	I	I	II	II	II	I	III	s
03	LV/6-12	III	I	I	I	I	I	III	II	II	I	III	s,e
04	LV/12-20	III	I	I	I	I	I	IV	II	II	I	IV	e
05	LV/20-40	III	I	I	I	I	I	VI	II	II	I	VI	e
06	LV/>40	III	I	I	I	I	I	VI	II	II	I	VI	e
07	PV/0-3	III	I	I	I	I	I	I	II	II	I	III	s
08	PV/3-6	III	I	I	I	I	I	II	II	II	I	III	s
09	PV/6-12	III	I	I	I	I	I	III	II	II	I	III	s,e
10	PV/12-20	III	I	I	I	I	I	IV	II	II	I	IV	e
11	PV1/20-40	III	I	I	I	I	I	VI	II	II	I	VI	e
12	PV/>40	III	I	I	I	I	I	VI	II	II	I	VI	e
13	GX/0-3	III	I	V	I	I	V	I	II	II	I	V	a
14	GX/3-6	III	I	V	I	I	V	II	II	II	I	V	a
15	GX/6-12	III	I	V	I	I	III	III	II	II	I	V	a
16	GX/12-20	III	I	V	I	I	III	IV	II	II	I	V	a
17	GX/12-20	III	I	V	I	I	III	IV	II	II	I	V	a
18	GX/12-20	III	I	V	I	I	III	IV	II	II	I	V	a

Obs: (F.A.- Fertilidade aparente; P.E- Profundidade efetiva; P.D- Permeabilidade; DI - Drenagem interna; Def- Deflúvio; Ped.- Pedregosidade; R.I- Risco de inundação ; Dec- Declividade; E.L- Erosão laminar; E.S- Erosão em sulcos; V- Voçorocas.)

A subclasse IIIs é composta por 137,21 ha (9,60 %) são terras cultiváveis com problemas de conservação e/ou de manutenção de melhoramentos, pois são praticamente planas ou suavemente onduladas com fertilidade natural muito baixa (LEPSCH et al., 1991). Apresentam limitações por problemas de solo, sendo indicadas 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 por meio da incorporação de matéria orgânica, rotação com culturas de raízes profundas e com grande quantidade de resíduos vegetais; adubação e calagem.

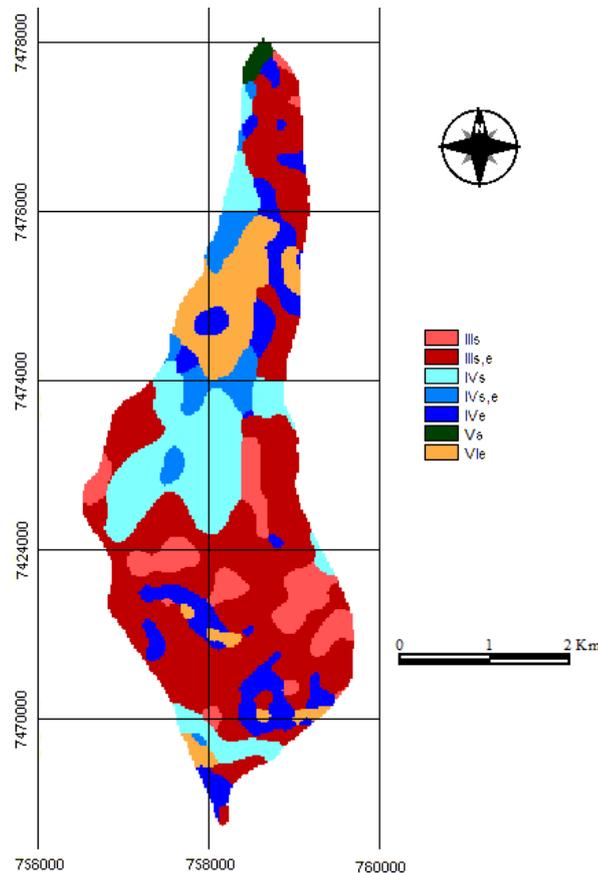


Figura 5. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Tabela 5. Subclasses de capacidade de uso do solo da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Classes de Capacidade	Área	
	ha	%
III _s	137,21	9,60
III _{s,e}	636,07	44,50
IV _s	257,27	18,00
IV _{s,e}	74,51	5,21
IV _e	172,16	12,05
V _s	9,98	0,70
VI _e	142,08	9,94
Total	1.429,28	100

A subclasse III_{s,e}, a mais significativa da área, abrangendo 636,07 ha (44,50 %) apresenta problemas de erosão e solo, sendo 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 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 (LEPSCH et al., 2001).

As subclasses de capacidade de uso do solo IVs, (18,00 %), IVe (12,05 %) e IVs,e (5,21 %), predominando em quase 1/3 da área da microbacia, abrangem 35,26 % (503,94 ha) e segundo Lepsch et al. (2001) são 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. Nessas classes são indicadas culturas permanentes protetoras do solo, não podendo ser ocupadas com culturas anuais, apresentando dificuldades severas a motomecanização.

A Subclasse “V”a, cobrindo 0,70% da área (9,98 has), por problemas de erosão podem ser utilizadas por pastagens com cuidados especiais no preparo do solo; plantio de forrageiras de vegetação densa; controle de sulcos e de pequenas a médias voçorocas; sulcos em nível; controle do pisoteio e do pastoreio; floresta (mata) com interdição do gado; proteção contra o fogo; desbaste dos indivíduos de qualidade inferior; introdução de novas espécies; corte seletivo para aproveitamento de algumas árvores de madeira útil, sem

destruição completa da floresta; conservação das florestas protetoras e reflorestamento com cuidados especiais no preparo do solo; escolha das essências florestais de acordo com as condições do solo, clima e da finalidade visada; plantio em contorno; replantio das falhas; interdição do gado no desenvolvimento inicial; proteção contra insetos, principalmente formigas; proteção contra o fogo; tratos culturais; abertura de carreadores e estradas de acesso; corte sistemático; métodos de regeneração (LEPSCH et al., 2001).

A Subclasse “VI”e cobrindo 142,08 ha (9,94 %) apresenta problemas de erosão, por isso são indicadas para pastagens com cuidados especiais no preparo do solo; plantio de forrageiras de vegetação densa; controle de sulcos e de pequenas a médias voçorocas; sulcos em nível; controle do pisoteio e do pastoreio e florestas com interdição do gado; proteção contra o fogo; desbaste dos indivíduos de qualidade inferior; introdução de novas espécies; corte seletivo para aproveitamento de algumas árvores de madeira útil, sem destruição completa da floresta; conservação das florestas protetoras.

CONCLUSÃO

Os resultados permitiram constatar que as classes de capacidade de uso III e IV, divididas nas subclasses IIIs, IIIs,e e IVs ocuparam 72,1% da área, mostrando o

grande potencial de uso para culturas anuais, perenes, pastagens e ou reflorestamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLINAZZI, J.R. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Soc.Bras.Cien.Solo, 1983. 175p.

CHIARINI, J.V., DONZELI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. *Boletim Instituto Agrônomo de Campinas*, n.3, p.1-20, 1973.

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/Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

FILADELFO JÚNIOR, W. S. *Geoprocessamento aplicado ao estudo de ocupação do solo e de classes de declive*.

1999. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

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 et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, *Soc.Bras.Cienc.do Solo* 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/Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

RODRIGUES, A. C. M. *Mapeamento Multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT.* São José dos Campos: INPE, 94p. 2000. (INPE – 7510 – PUD/39).

SILVEIRA, G.R.P., CAMPOS, S. GONÇALVES, A.K., BARROS, Z.X., POLLO, R.A. Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de uso do solo em uma área de importância agrícola. *Energia na Agricultura*, v.30, n.4, p.363-371, 2015.

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