

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO À ESPACIALIZAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA¹

Sérgio Campos², Rafael Calore Nardini², Zacarias Xavier de Barros², Lincoln Gehring Cardoso²

ABSTRACT

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APPLIED TO
SPATIAL DISTRIBUTION OF LAND USE CAPABILITY

This research aimed to study land use capability classes in Pratânia, São Paulo State, Brazil, by using the Geographic Information System (GIS), in order to find out the appropriate planning system for soil use. The watershed covers an area of 21,773.61 ha and is located among the coordinates 22°44'48"S and 22°52'17"S and 48°38'21"W and 48°48'07"W. The land use capability map was made from the slope and soil maps, based on the features of each kind of soil and the land use capability table for class assessment. It was possible to conclude that IIIs was the most significant subclass. Slope classes from 0% to 20% were present in more than 97% of Pratânia, being the plane areas the most representative ones (55%). GIS showed to be an excellent tool for determining land use capability, because the geoprocessing use facilitates and activates the digital data crossing, allowing its storage for future environmental planning.

KEY-WORDS: Remote sensing; GIS; soil occupation.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar as classes de capacidade de uso das terras do município de Pratânia (SP), por meio do Sistema de Informação Geográfica, visando ao planejamento adequado do uso do solo. A bacia situa-se entre as coordenadas 22°44'48" e 22°52'17" de latitudes Sul e 48°38'21" e 48°48'07" de longitudes Oeste, apresentando uma área de 21.773,61 ha. A carta de capacidade de uso da terra foi elaborada a partir dos mapas de classes de declive e de solo, tomando-se, por base, as características de cada solo e utilizando-se a tabela de julgamento de classes de capacidade de uso. Os resultados permitiram inferir que a subclasse mais significativa foi a IIIs. As classes de declive de 0-20% ocorrem em mais de 97% do Município, sendo as áreas planas as mais representativas (55%). O SIG mostrou-se uma excelente ferramenta para determinação da capacidade de uso da terra, pois a utilização do geoprocessamento facilita e agiliza o cruzamento de dados digitais, permitindo seu armazenamento para futuros planejamentos ambientais.

PALAVRAS-CHAVES: Sensoriamento remoto; SIG; ocupação do solo.

INTRODUÇÃO

As práticas utilizadas para garantir a conservação do solo tiveram uso difundido nas últimas décadas, devido ao desenvolvimento de uma nova visão de agricultura, a qual visa à manutenção da qualidade física, química e biológica do solo e à adoção de manejos emergenciais ou preventivos, abrangendo o controle de erosão, técnicas inovadoras de mecanização agrícola e uso correto de fertilizantes e corretivos.

A manutenção da qualidade do solo, por meio de planejamento adequado de uso da terra, com ocupação racional e ordenada do meio físico, pode garantir ao agropecuarista alto retorno financeiro, além de proteger os recursos naturais da degradação, que é um fator, atualmente, essencial, frente ao desgaste em que se encontram muitos dos solos brasileiros.

A capacidade de uso visa ao aproveitamento das condições do solo, com um mínimo de perdas, baseando-se em um detalhamento expressivo dos fatores que possam influenciar na estruturação e composição deste meio, tais como relevo, erosão, solo e clima, entre outros, tornando mais confiáveis as bases para planejamento de uso racional.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou delimitar as classes de capacidade de uso das terras da bacia do município de Pratânia (SP), visando ao planejamento adequado da ocupação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Pratânia (SP), localizado entre os paralelos 22°44'48" e 22°52'17" de latitude Sul e os meridianos

1. Trabalho recebido em maio/2008 e aceito para publicação em maio/2010 (nº registro: PAT 3887/ DOI: 10.5216/pat.v40i2.3887).

2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Engenharia Rural, Botucatu, SP, Brasil.

E-mails: seca@fca.unesp.br, rcnardini@fca.unesp.br, zacariasxb@fca.unesp.br, cardosolg@fca.unesp.br.

48°38'21" e 48°48'07" de longitude Oeste, com área de 21.773,61 ha.

Segundo Oliveira et al. (1999), o Município é composto pelos solos LV6 (Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos + Nitossolos vermelhos Eutroféricos); LV56 (Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos + Nitossolos vermelhos Eutroféricos); LVA52 (Latossolos vermelho-amarelos Distróficos + Latossolos vermelhos Distróficos + Argissolos vermelho-amarelos Distróficos); e LVA56 (Latossolos vermelho-amarelos Distróficos + Latossolos vermelhos + Cambissolos Háplicos Tb + Cambissolos Háplicos Latossólicos).

Curvas de nível, equidistantes em 20 metros, foram obtidas a partir das cartas topográficas de Pratânia e São Manuel, em escala 1:50.000 (IBGE 1973), visando à elaboração da carta clinográfica dos municípios paulistas de Pratânia e Botucatu, por meio de processo manual (ábaco), conforme De Biasi (1970).

A carta de declive foi elaborada por meio de um ábaco analógico, aplicado manualmente entre as linhas das curvas de nível, e dados das cartas planialtimétricas, obtendo-se as classes de declive por via direta, método preconizado por De Biasi (1970). As classes de declive utilizadas para conservação do solo foram 0-3%, 3-6%, 6-12%, 12-20%, 20-40% e superior a 40%, como sugerido pela Soil Taxonomy (1975).

As unidades de solo foram obtidas a partir do mapa de solos de Botucatu, conforme Piroli (2002). Posteriormente, foi feita a scannerização do mapa de classes de declive e de unidades de solo, sendo a informação analógica convertida em digital. Em seguida, fez-se a importação pelo módulo File/Import. O georreferenciamento da imagem digital para o sistema UTM (Universal Transverso de Mercator) foi realizado utilizando-se 4 pontos de controle, localizados nos cantos da imagem. O módulo utilizado neste processo foi o Reformat/Resample, do Sistema

de Informações Geográficas IDRISI, versão 3.2, no processo dos dados georreferenciados. O GPS de navegação GARMIN XL 45 GPS II foi utilizado para confirmação dos dados de campo.

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, por meio do módulo de digitalização.

A partir das classes de declive e de unidades de solo, no formato digital, foi realizada a rasterização das mesmas sobre o polígono da microbacia, utilizando-se o 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.

Para geração do mapa de classes e de subclasses da capacidade de uso das terras da área (Figura 1), utilizou-se a álgebra de mapas, sendo realizada uma sobreposição dos mapas de declive e de solos (Figuras 2 e 3). Posteriormente, o mapa obtido deste 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 adaptação efetuada por Zimback & Rodrigues (1993) (Tabela1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas planas (declive de 0-3%) e suavemente onduladas (declive de 3-6%) representam mais de 55% da área das classes de declive (Figura 2 e Tabela 2) ocorrentes no município de Pratânia (SP). As áreas com relevo ondulado (declive de 6-12%), com 33,66% (7.329,15 ha), podem ser indicadas para

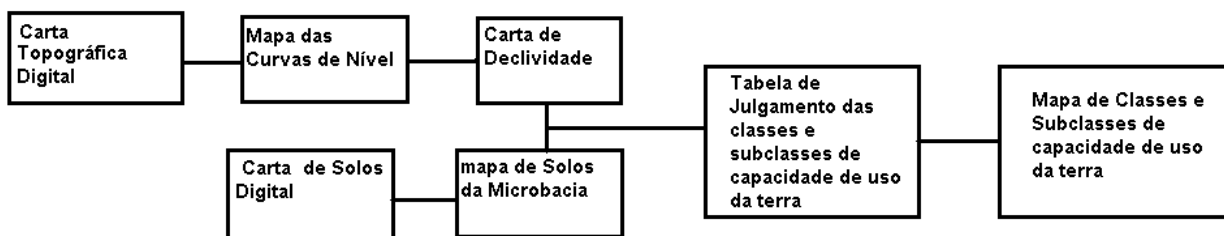


Figura 1. Fluxograma metodológico de obtenção do mapa de capacidade de uso da área.

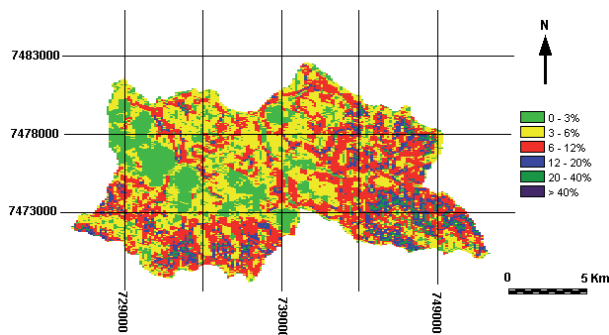


Figura 2. Carta clinográfica do município de Pratânia (SP).

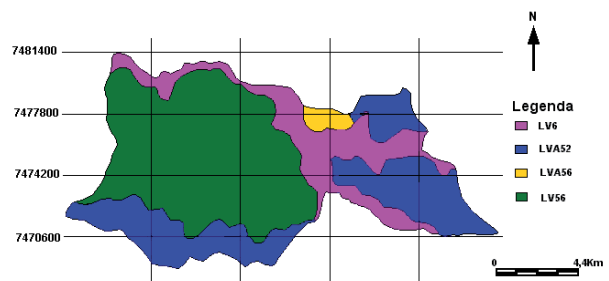


Figura 3. Unidades de solo ocorrentes no município de Pratânia (SP).

o plantio de culturas anuais, com o uso de práticas complexas de conservação do solo, segundo Lepsch et al. (1991).

Verificou-se o predomínio de áreas com classes de declive de 0-12%, com 88,99% da área (19.375,11 ha) do Município. As terras com declividade de 0-6% são indicadas para o cultivo de culturas anuais, com o uso de práticas simples de conservação do solo, como, por exemplo, o plantio em nível, que pode controlar o processo erosivo do solo.

O relevo forte ondulado (declive de 12-20%), indicado para a exploração de culturas perenes, que proporcionam proteção ao solo, predominam em 8,56% (1.864,08 ha) da área do Município, enquanto o relevo acidentado (declive de 20-40%), indicado para o desenvolvimento da pecuária e da silvicultura, podendo, ainda, ser utilizado para preservação ambiental, evitando, dessa maneira, a erosão do solo, predominou em 2,39% (519,84 ha).

As áreas com declividade superior a 40% representaram somente 0,06% (14,58 ha) da área do Município. Estas áreas, classificadas como relevo montanhoso, por Chiarini & Donzeli (1973) e Lepsch et al. (1991), são terras propícias para o cultivo com silvicultura e pastagens, com limitações.

Tabela 1. Tabela para determinação das classes e subclasses de capacidade de uso, pelos critérios de julgamento, segundo Zimback & Rodrigues (1993).

Limitação	Critérios	Classes de capacidade de uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fertilidade Aparente	Muito alta	X							
	Alta	X							
	Média		X						
	Baixa			X					
	Muito baixa							X	
Profundidade Efetiva	> 200 cm	X							
	100-200 cm	X							
	50-100 cm		X						
	25-50 cm				X				
	< 50 cm							X	
Permeabilidade e Drenagem	Excessiva			X					
	Boa	X							
	Moderada		X						
	Pobre			X					
	Muito pobre						X		
Defúvio	Muito rápido				X				
	Rápido			X					
	Moderado		X						
	Lento	X							
	Muito lento		X						
Pedregosidade	Sem pedras < 1%	X							
	1-10%		X						
	10-30%			X					
	30-50%				X			X	
	> 50%							X	
Risco de inundação	Sem risco	X							
	Ocasional			X					
	Frequente					X			
	Muito frequente							X	
Declividade	0-3%	X							
	3-6%		X						
	6-12%			X					
	12-20%				X				
	20-40%							X	
	> 40%							X	
Erosão laminar	Não aparente	X							
	Ligeira		X						
	Moderada			X					
	Severa				X			X	
	Muito severa							X	
	Extremamente severa								X
Erosão em sulcos rasos	Não aparente	X							
	Ocasionais		X						
	Frequentes			X					

Obs.: Limitações de uso para definição de subclasses de capacidade de uso das terras: a) Erosão (e) - declive acentuado, declive longo, mudança textural abrupta, erosão laminar, erosão em sulcos, erosão em voçorocas, erosão eólica, depósitos de erosão, permeabilidade baixa e horizonte A arenoso; b) solo (s) - pouca profundidade, textura arenosa em todo perfil, pedregosidade, argilas expansivas, baixa saturação por bases, toxicidade de alumínio, baixa capacidade de troca, ácidos sulfatados ou sulfetos, alta saturação com sódio, excesso de sais solúveis e excesso de carbonatos; c) Água (a) - lençol freático elevado, risco de inundação, subsidência em solos orgânicos, deficiência em solos orgânicos e deficiência de oxigênio no solo; e d) Clima (c) - seca prolongada, geada, ventos frios, granizo e neve.

Tabela 2. Classes de declive ocorrentes no município de Pratânia (SP).

Classes de declive (%)	Área em relação à bacia	
	ha	%
0-3	4.201,38	19,30
3-6	7.844,58	36,03
6-12	7.329,15	33,66
12-20	1.864,08	8,56
20-40	519,84	2,39
> 40	14,58	0,06
Total	21.773,61	100,00

Os resultados permitem inferir que as classes de declive de 0-12%, classificadas como relevo plano a suave ondulado, predominaram em 88,99% (19.375,11 ha) da área do Município.

Segundo Lepsch et al. (1991), estas áreas são propícias à exploração com culturas anuais, com uso da mecanização. Portanto, a área estudada é quase toda agricultável, visto que apresenta cerca de 98% da área propícia para o cultivo com culturas anuais e permanentes (declividade variando de 0-20%).

Para Filadelfo Júnior (1999), as áreas consideradas planas (declive de 0-3%) e suave onduladas (declive de 3-6%) são indicadas para o uso de culturas anuais, com práticas simples de conservação do solo, como o plantio em nível, que pode controlar

o processo erosivo. Nestas classes, onde o trabalho mecanizado usual é de fácil operação, se enquadram 55,33% (12.045,96 ha) da área total da bacia do município de Pratânia.

Os solos (Figura 3 e Tabela 3) ocorrentes na área estudada são, predominantemente, de baixa fertilidade aparente (100%), sendo representados pelos Latossolos vermelho-amarelo Distróficos, com 30,92% (732,67 ha), e Latossolos vermelhos Eutroféricos e Distroféricos, com 69,08% (15.040,94 ha).

As subclasses de capacidade de uso das terras IIIs (55,33%) e IIIe,s (33,66%) (Figura 4 e Tabelas 4 e 5), do município de Pratânia (SP), foram

Tabela 3. Unidades de solo ocorrentes no município de Pratânia (SP).

Unidades de solo	Área em relação à bacia ha	%
LV6	4.516,49	20,74
LV56	10.524,45	48,34
LVA56	727,94	3,34
LVA52	6.004,73	27,58
Total	21.773,61	100,00

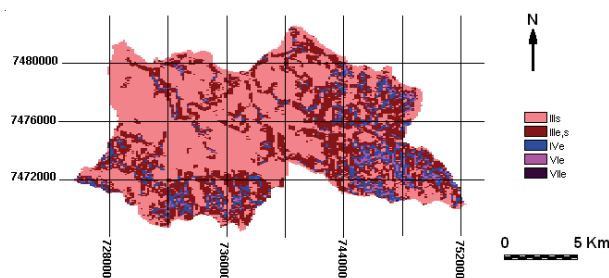


Figura 4. Carta de capacidade de uso das terras do município de Pratânia (SP).

Tabela 4. Determinação das classes e subclasses de capacidade de uso, pelos critérios de julgamento.

Solos	FA	PE	PD	Df	P	RI	D	EL	ES	V	Classes	Subclasses
LV6	III	I	I	II	I	I	I	II	I	I	III	IIIs
LV6	III	I	I	I	I	I	II	II	I	I	III	IIIs
LV6	III	I	I	II	I	I	III	II	I	I	III	IIIs,e
LV6	III	I	I	III	I	I	IV	II	I	I	IV	IVe
LV6	III	I	I	IV	I	I	VI	II	I	I	VI	VIe
LV6	III	I	I	IV	I	I	VII	II	I	I	VII	VIIe
LVA56	III	I	I	I	I	I	I	II	I	I	III	IIIs
LVA56	III	I	I	II	I	I	II	II	I	I	III	IIIs
LVA56	III	I	I	II	I	I	III	II	I	I	III	IIIs,e
LVA56	III	I	I	III	I	I	IV	II	I	I	IV	IVe
LVA56	III	I	I	IV	I	I	VI	II	I	I	VI	VIe
LVA56	III	I	I	IV	I	I	VII	II	I	I	VII	VIIe
LVA52	III	I	I	I	I	I	I	II	I	I	III	IIIs
LVA52	III	I	I	II	I	I	II	II	I	I	III	IIIs
LVA52	III	I	I	II	I	I	III	II	I	I	III	IIIs,e
LVA52	III	I	I	III	I	I	IV	II	I	I	IV	IVe
LVA52	III	I	I	IV	I	I	VI	II	I	I	VI	VIe
LVA52	III	I	I	IV	I	I	VII	II	I	I	VII	VIIe
LVA56	III	II	I	II	I	I	I	II	I	I	III	IIIs
LVA56	III	II	I	I	I	I	II	II	I	I	III	IIIs
LVA56	III	II	I	III	I	I	III	II	I	I	III	IIIs,e
LVA56	III	II	I	III	I	I	IV	II	I	I	IV	IVe
LVA56	III	II	I	IV	I	I	VI	II	I	I	VI	VIe
LVA56	III	II	I	IV	I	I	VII	II	I	I	VII	VIIe

Obs: FA - Fertilidade aparente; PE - Profundidade efetiva; PD - Permeabilidade e drenagem interna; Df - Deflúvio; P - Pedregosidade; RI - Risco de inundação; D - Declividade; EL - Erosão laminar; ES - Erosão em sulcos; V - Voçorocas.

Tabela 5. Subclasses de capacidade de uso das terras ocorrentes no município de Pratânia (SP).

Subclasses de capacidade de uso	Área em relação à bacia ha	%
III _s	12.045,96	55,33
III _{e,s}	7.329,15	33,66
IV _e	1.864,08	8,56
VI _e	519,84	2,39
VII _e	14,58	0,06
Total	21.773,61	100,00

as mais representativas, sendo propícias ao cultivo em geral. Cabe ressaltar, entretanto, que, se cultivadas sem cuidados especiais, apresentam alto potencial de depauperamento, principalmente quando os solos são cultivados com culturas anuais.

A subclasse III_{e,s}, por apresentar limitação, devido a problemas de erosão e solo, é indicada para plantio e cultivo em nível, aliados a culturas em faixas e/ou aumento da proporção de culturas densas nos planos de rotação; 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, por meio 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 III_s, com limitação por problemas de solo, é recomendada 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; e adubação e calagem.

A Subclasse IV_e, com problemas de erosão, é indicada para rompimento de camadas compactadas, para aumentar a profundidade efetiva do solo, com escarificação e subsolagem; melhoramento das condições físicas do solo, com rotação de culturas e incorporação de matéria orgânica; correção da

alcalinidade e/ou salinidade; adubação e calagem; e conservação da umidade.

A Subclasse VI_e, por apresentar limitação por problemas de erosão, é indicada 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 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; e conservação das florestas protetoras.

A Subclasse VII_e, por problemas de erosão, pode ser utilizada 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; floresta (mata) com interdição do gado; proteção contra 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 finalidade visada; plantio em contorno; replantio das falhas; interdição do gado, no desenvolvimento inicial; proteção contra insetos, principalmente formigas; proteção contra fogo; tratos culturais; abertura de carregadores e estradas de acesso; corte sistemático; e métodos de regeneração.

CONCLUSÕES

1. A metodologia permitiu concluir que as classes de declive mais representativas, em ordem decrescente, foram: 3-6%, 6-12%, 0-3%, 12-20%, 20-40% e superior a 40%. A classe de declive de 3-6% foi a mais predominante no município de Pratânia, com 7.844,58 ha (36,03%), e a unidade de solo LV56 ocorreu em quase 50% do Município (48,34%). As áreas da classe e subclasses de capacidade de uso das terras determinadas pelo SIG –IDRISI foram: III_s (55,33%); III_{e,s} (33,66%); IV_e (8,56%); VI_e (2,39%); e VII_e (0,06%).
2. Os resultados permitiram inferir que a subclasse mais significativa foi a III_s. As classes de declive de 0-20% ocorrem em mais de 97% do Município,

sendo as áreas planas as mais representativas, pois ocorrem em 55% (3-6% de declividade) da área total. O SIG mostrou-se uma excelente ferramenta para determinação da capacidade de uso da terra, demonstrando que a utilização do geoprocessamento facilita e agiliza o cruzamento dos dados digitais, permitindo seu armazenamento e que sejam utilizados para outras análises, em futuros planejamentos geoambientais.

REFERÊNCIAS

- BELLINAZZI, J. R. et al. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.
- CHIARINI, J. V.; DONZELLI, P. L. *Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1973. (Boletim técnico, 3).
- DE BIASI, M. *Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização*. São Paulo: USP, 1970.
- EASTMAN, J. R. *Idrisi for Windows: manual do usuário*. Porto Alegre: UFRGS, 1998.
- FILADELFO JÚNIOR, W. S. *Geoprocessamento aplicado ao estudo de ocupação do solo e de classes de declive*. 1999. 112 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, 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, 1963. p. 399-408.
- LEPSCH, J. F. et al. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1991.
- OLIVEIRA, J. B. de et al. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo*. Brasília: Embrapa/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 1 mapa, color. Escala 1:500.000.
- 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 Energia na Agricultura)–Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- SOIL taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Washington, D. C.: USDA, 1975.
- ZIMBACK, C. R. L.; RODRIGUES, R. M. *Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental de São Manuel*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1993. Mimeografado.