

Artigo Científico

Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a evolução do uso e ocupação do solo no período de 20 anos, bem como verificar as possíveis áreas de conflito de uso do solo em APP ocorrentes na Microbacia do Córrego da Figueira - Município de São Manuel (SP), obtidas de imagens de satélite por meio do aplicativo Carta Linx e do SIG-Idrisi; tendo como base cartográfica as imagens de satélite Landsat 5, bandas 3; 4 e 5, órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagens 1990 e 2010. Os resultados mostraram que o SIG Idrisi Andes 15.0 foi eficiente na identificação e mapeamento das áreas de uso da terra, facilitando o processamento dos dados. A área ocupada predominantemente pela cultura canavieira mostrou que as alterações espaço-temporal praticamente não ocorreram nos últimos 20 anos. O mapeamento das áreas de conflito de uso permitiu verificar que a área de estudo está bem preservada, sendo o conflito inexpressivo, pois o relevo plano a ondulado da Microbacia é totalmente favorável para o cultivo da cana-de-açúcar. Os resultados permitiram inferir que as classes de declive de 0 a 3% e de 3 a 6% representam mais de 84% da área e as de 0 a 20% predominaram em quase 100% da microbacia.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica; geoprocessamento; sensoriamento remoto

Dinâmica espacial de la tierra en la cuenca del arroyo de la Figuera - São Manuel (SP)

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la evolución del uso y ocupación del suelo dentro de los 20 años, y determinar las posibles áreas de conflicto de uso del suelo tierra en APP que ocurre en la Cuenca del corego de la Figueira - Município de SãoManuel (SP), obtenido a partir de imágenes de satelitales a través de la aplicación del aplicativo Carta Linux y del SIG Idrisi: teniendo por base cartográfica imágenes del satélite Landsat 5, bandas 3, 4 y 5, la órbita 220, punto 76, en el cuadrante A, pasajes 1990 y 2010. Los resultados mostraron que el SIG Idrisi Andes - 15,0 fue eficaz en la identificación y mapeo del uso del suelo, facilitando el tratamiento de los datos. El área predominantemente ocupada por la caña de azúcar mostró que los cambios espacio-temporales casi no se produjeron en los últimos 20 años. El mapeo de las zonas de conflicto de uso demostró que el área de estudio está bien conservada, siendo el conflicto insignificante, debido a que el relieve del terreno es llano a ondulado de la Cuenca es totalmente favorable para el cultivo de la caña de azúcar. Los resultados mostraron que las clases de pendiente 0-3% y 3-6% representan más del 84% de la superficie y el 0-20% predominó en casi el 100% de la cuenca.

Palabras llave: Sistema de Información Geográfica; Geoprosesamiento; sensoriamento remoto

Introdução

O levantamento das degradações sofridas pelo meio ambiente é de suma importância para o conhecimento da realidade e a busca de sua recuperação (ROCHA, 1978).

Nesse contexto, o uso adequado da terra,

de maneira a protegê-la contra a erosão e visando aumentar gradativamente a sua capacidade produtiva, requer sempre um planejamento inicial, efetivo e eficiente (CAMPOS et al., 2010).

Para que se possa estruturar e viabilizar um planejamento agrícola e a implementação de uma política agrícola adequada há necessidade de se ter

Recebido em: 11/06/2011

Aceito para publicação em: 10/11/2011

1 Prof. Dra. do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090 - Bairro: Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: a2fmm@cav.udesc.br (autora para correspondência)

2 Profs. Drs. da Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, Botucatu/SP, e-mail: zacariasxb@fca.unesp.br; seca@fca.unesp.br

3 Prof. Dr. da Associação Educacional do Vale do Jurumirim (EDUVALE), Avaré -SP, e-mail: lancarodrigues@hotmail.com

4 Discente do Programa de Pós - Graduação em Agronomia - Energia na Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu/SP

informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação da terra atual (PINTO et al., 1989).

As imagens de satélite têm condições de oferecer uma visão clara, abrangente e atual do uso da terra. A alta resolução espacial, espectral e temporal dos atuais sistemas de sensores, permite que com o uso de aplicativos de computador, para o tratamento e processamento das imagens, obtenham-se análises precisas de qualquer fenômeno que esteja ocorrendo na superfície, no interior da terra e dos mares, em um espaço de tempo curto e com a possibilidade de acompanhamento da evolução destes fenômenos (CAMPOS et al., 2010).

Toda ação humana no ambiente natural ou modificado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando em determinadas ocasiões as condições ambientais a processos irreversíveis. Assim, deve-se adotar uma postura voltada para o preventivo do que o corretivo, pois é bem menor o custo da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizada do ambiente do que a recuperação de um quadro ambiental deteriorado, (ROSS, 1991)

As atividades de uso e manejo do solo, proteção das nascentes, controle das águas pluviais, estabilização das rampas ou encostas, infra-estrutura e sistemas viários devem ser elaborados em consonância com as características das bacias hidrográficas em que serão implantadas. Tal caracterização envolve sua delimitação, identificação e o mapeamento dos componentes relevo, hidrografia, geologia, solo, vegetação, erosão, classes de declive, entre outros (POLITANO et al., 1990).

Sensoriamento Remoto é a utilização de modernos sensores, equipamentos de processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações (NOVO, 1988).

A interpretação visual baseia-se no processo de análise de imagens através da detecção, identificação e classificação dos alvos de interesse contidos nas imagens. É essencial a percepção de entes e feições, insinuados através dos elementos de análise, tais como tonalidade, textura, tamanho, altura, sombras, forma e outros aspectos associados (VETTORAZZI, 1992).

Os SIG's segundo MATTIKALLI et al. (1995),

estão sendo usados numa ampla faixa de aplicações ambientais que envolvem integração e análise de grande quantidade de dados espaciais em diferentes escalas. Os SIG's são muito eficazes na solução desses problemas em especial porque armazenam a topologia de um mapa e podem tratar diversas projeções cartográficas.

RIBEIRO (1998), estudando SIG aplicado ao mapeamento dos usos atual e adequado, mostrou que os dados coletados pelo "Thematic Mapper" do Landsat possui informações valiosas dos diferentes alvos de ocupação do solo sendo, portanto, muito úteis em estudo de mapeamento do uso atual do solo.

Objetivando caracterizar e determinar os princípios gerais de funcionamento do sistema CALIJURI et al. (1994), implantaram um SIG na bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Broa, entre os municípios de Brotas e Itirapina (SP), permitindo um melhor planejamento, manejo, conservação e exploração dos recursos naturais na área da bacia.

Esse trabalho como objetivo caracterizar a evolução do uso e ocupação do solo no período de 20 anos, bem como verificar as possíveis áreas de conflito de uso do solo em APP ocorrentes na Microbacia do Córrego da Figueira - Município de São Manuel (SP), obtidas de imagens de satélite por meio do aplicativo Carta Linx e do SIG-Idrisi.

Material e métodos

A Microbacia do Córrego da Figueira, situada no município de São Manuel - SP, com uma área de 1518,25 ha, situa-se geograficamente entre as coordenadas: 758000 à 774000 e 7442000 à 7464000.

As bases cartográficas utilizadas foram as imagens de satélite, sensor "Thematic Mapper" do Landsat-5, no formato fotográfico e digital, composição colorida, bandas TM3, TM4, TM5, em escala 1: 50000, referentes à órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 1990 e 2010, bem como, a Carta do Brasil, em escala 1:50000, editadas pelo IBGE (1973) com curvas equidistantes verticalmente de 20 m, do Município de São Manuel (SF-22-Z-B-V-2).

No desenvolvimento do trabalho foi utilizado um notebook HP com processador AMD Turion™ X2 Ultra Dual Core; 3.0GB de memória RAM; winchester de 250 GB; com sistema operacional Windows Vista.

Para entrada das informações referentes ao limite, rede de drenagem, nascentes e curvas de nível da Microbacia do Córrego da Figueira foi utilizado o scanner da impressora HP Photosmart C4480.

O Sistema de Informações Geográficas Idrisi Andes 15.0 foi utilizado no processamento das informações georreferenciadas e na conversão dos dados vetoriais em raster, bem como o aplicativo CartaLinx 1.2 para vetorização do limite da Microbacia obtido através das Cartas Planialtimétricas e das áreas de uso e ocupação do solo obtidas de imagens LANDSAT-5 TM.

O georreferenciamento da área de estudo foi realizado no SIG-Idrisi, sendo posteriormente recortada a área de estudo, ou seja, a Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel (SP). Depois, foi elaborada uma composição falsa cor com a combinação das bandas 3, 4 e 5, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica. Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. Finalmente o arquivo vetorizado no CartaLinx foi exportado para o SIG-Idrisi, onde foi convertido em raster.

As áreas de preservação permanentes foram definidas ao longo dos cursos d'água do Córrego da Figueira, onde foi utilizada a operação Buffer do Idrisi Andes 15.0, a qual proporcionou a criação de um buffer de 50 m de raio das áreas das nascentes e um buffer de 30 m de cada lado da drenagem ao longo do leito do córrego, com isso resultando no mapa de APP's, fundamentado na resolução CONAMA nº 303/2002, Art. 3º: "Constitui Área de Preservação Permanente a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de trinta metros, para o curso

d'água com menos de 10 metros de largura", e no Código Florestal (Lei 4.771/1965), que considera essas áreas, cobertas ou não por vegetação nativa: "com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas".

Neste estudo foram analisados os conflitos de uso nas áreas de preservação permanente, somente ao longo da rede de drenagem da microbacia, desconsiderando-se as demais áreas de APP's, como os topos e as encostas de morros.

Usando-se álgebra de mapas (mapa de uso da terra x APP's) foi realizada uma sobreposição ou "overlay" do mapa de uso e cobertura da terra com o mapa das APP's para identificação das áreas de conflito de uso nas APP's.

Esse procedimento permitiu a delimitação das áreas de classes de uso da terra, qualificando e quantificando as áreas que estavam contidas nos limites das APP's, conforme verificação realizada in loco no campo, conforme procedimento metodológico (Figura 1).

Resultados e discussão

O conhecimento das alterações ambientais provocadas pela ação antrópica possibilita uma visão dos problemas existentes, produzindo subsídios para gestão dos recursos naturais. É condição primordial para se programar uma política de uso racional do solo e de respeito à suscetibilidade e capacidade suporte do meio ambiente aos impactos antrópicos, possibilitando o desenvolvimento sócio-econômico

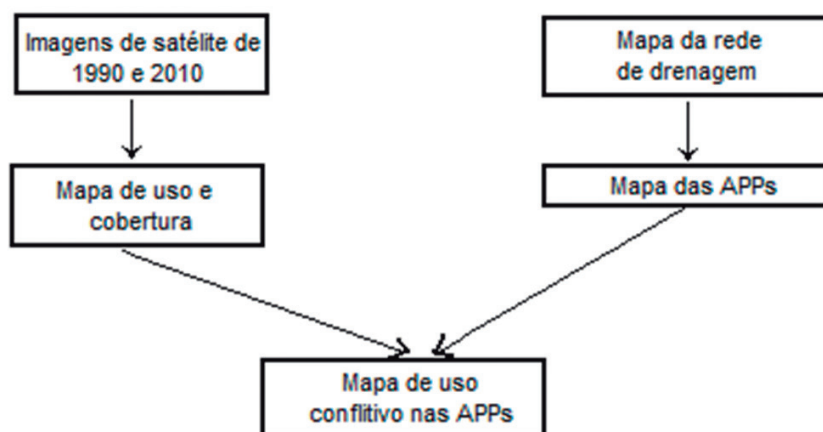


Figura 1. Fluxograma metodológico para determinação de áreas de conflitos de uso em APP's.

sustentável.

A análise da imagem digital em composição colorida nas bandas TM3, TM4 e TM5 do Landsat 5 através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) - IDRISI permitiu discriminar, mapear e quantificar três feições na bacia em estudo: cana-de-açúcar, café e várzea (Figura 2 e 3 e Tabela 1).

A distribuição dos usos na microbacia em 1990 e 2010 (Figura 2 e 3 e Tabela 1) permitiu constatar que a maior parte dela está ocupada pela cana-de-açúcar, evidenciando a grande ocupação do solo pela cultura canavieira no município de São Manuel. Outra classe de uso é o café que proporciona o recobrimento vegetal do solo o ano todo, porém mostra-se inexpressivo na área. Provavelmente, tratava-se de uma propriedade cafeeira que, conforme pode-se notar no ano de 2010, foi retirada e substituída pela cana-de-açúcar; permitindo inferir que a ocupação do solo na Microbacia do Córrego da Figueira

permaneceu praticamente inalterada no decorrer de 20 anos (Tabela 2 e Figuras 2 e 3).

A área coberta por várzea (15,98%) mostrou-se significativa na microbacia, uma vez que está sendo bem preservada. (Tabelas 1 e 2).

Os dados permitiram mostrar (Tabelas 1 e 2) que praticamente não existe conflito de uso de solo em APP (6,60 ha), o que representa 0,43% no ano de 1990 e de 2010 (Figura 4).

A declividade da Microbacia do Córrego da Figueira mostra-se plana (Figura 5 e Tabela 3) sendo que a maior parte da área encontra-se nas classes de 0 - 3% (629,74 ha) e 3 - 6% (653,45 ha), o que é um fator extremamente significativo para o cultivo da cana-de-açúcar, pois facilita a agricultura mecanizada.

A partir dos dados de ocupação do solo apresentados, se considera que os resultados estão de acordo com as conclusões sobre avaliação de uso da terra e com as características das áreas de preservação

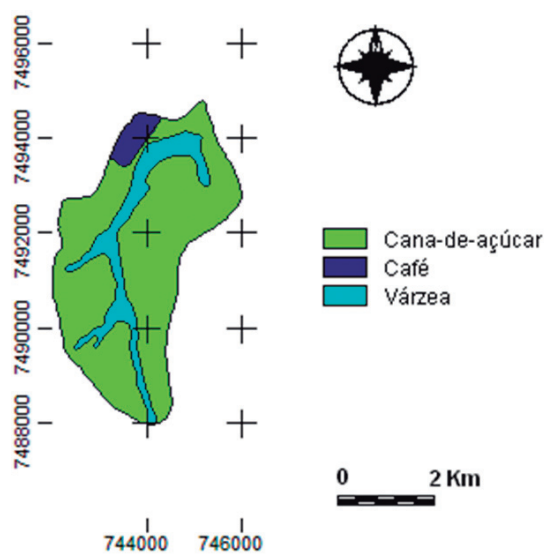


Figura 2. Uso e ocupação do solo na Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel - SP em 1990.

Tabela 1. Áreas totais e das ocupações do solo e de conflito em APP ocorrentes na Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel - SP, 1990.

Classe de uso da terra	Área da microbacia		Área de conflito em APP	
	ha	%	ha	%
Cana-de-açúcar	1217,00	80,16	6,60	0,43
Café	58,64	3,86	-	-
Várzea	242,61	15,98	-	-
Total	1518,25			

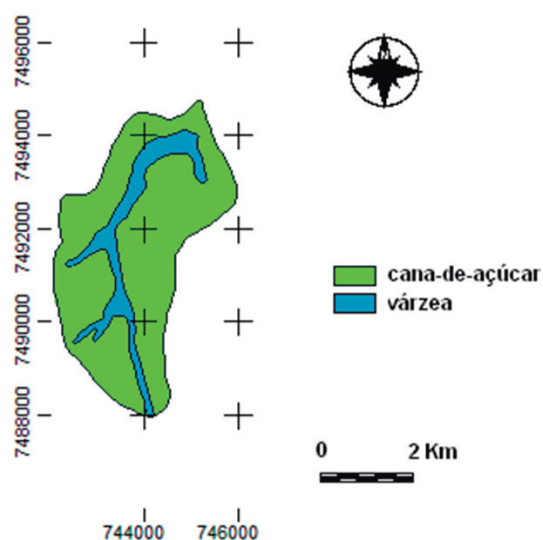


Figura 3. Uso e ocupação do solo na Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel - SP em 2010.

Tabela 2. Áreas totais e da ocupações do solo e de conflito em APP ocorrentes na Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel - SP em 2010.

Classe de uso da terra	Área da sub-bacia		Área de conflito em APP	
	ha	%	ha	%
Cana-de-açúcar	1275,63	84,02	6,60	0,43
Várzea	242,62	15,98	-	-
Total	1518,25			

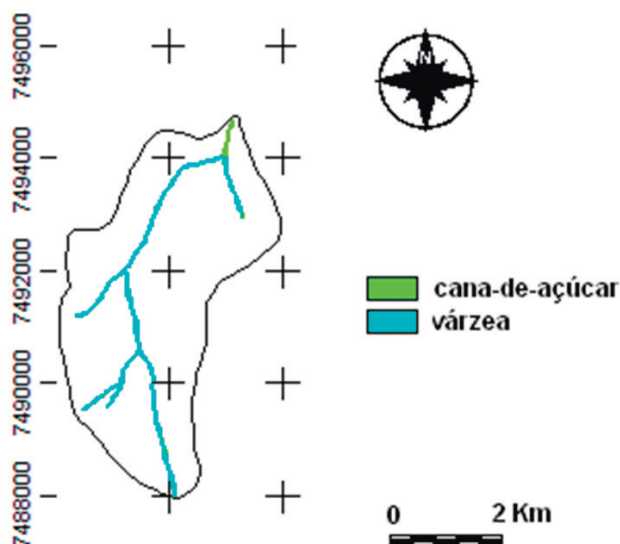


Figura 4. Conflito do uso do solo em APP na Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel - SP, nos anos de 1990 à 2010.

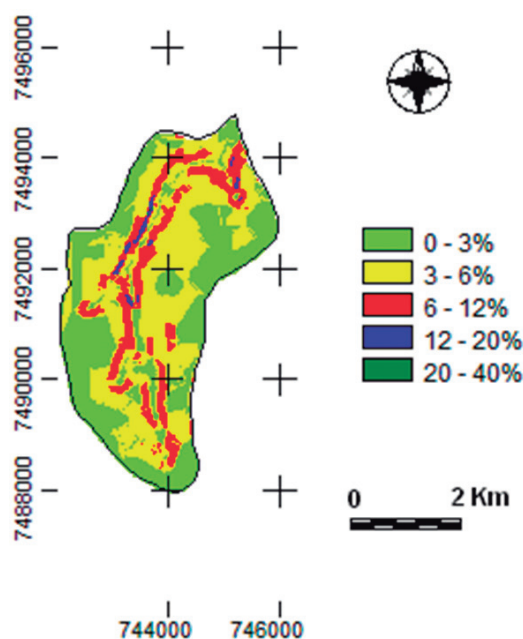


Figura 5. Distribuição espacial das classes de declive da Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel – SP.

Tabela 3. Classes de declive da Microbacia do Córrego da Figueira, São Manuel – SP.

Declividade (%)	Área da Microbacia	
	ha	%
0 - 3	629,74	41,47
3 - 6	653,45	43,04
6 -12	220,28	14,50
12 - 20	14,46	0,95
20 - 40	0,64	0,04
Total	1518,25	100

permanente obtidas por SIMÕES (1996) através do SIG-IDRISI, que permitiram verificar que as técnicas de geoprocessamento são eficientes na determinação e análise de áreas de preservação permanente, permitindo sua atualização e monitoramento, bem como, diz ser necessário a elaboração urgente de projetos de recuperação das áreas de preservação permanente no município de Botucatu.

As classes de declive (Figura 5 e Tabela 3) mostram que houve um maior predomínio de áreas com 0 a 6% de declividade, constituindo-se em 84,51% da microbacia (1283,19 ha). Essas áreas foram classificadas como relevo plano a ondulado por CHIARINI e DONZELI (1973) e LEPSCH et al. (1991) que definem estas como áreas destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso das práticas simples de conservação do solo, uma vez,

que o próprio plantio em nível da cultura já controla o processo erosivo do solo. Essa classe compreende 629,74 ha (41,47%) com declives variando de 0 a 3% e 653,45 ha (43,04%) com declives de 3 a 6%.

As classes de declive (Figura 5 e Tabela 3) de áreas com 6 a 12% de declividade, constituem-se em 14,50% da microbacia (220,28 ha). Segundo CHIARINI e DONZELLI (1973), essas áreas devem ser destinadas ao plantio de culturas anuais com o uso de práticas simples de conservação do solo para controlar o processo erosivo do solo.

Portanto, podemos dizer que as classes de declive de 0 a 12% predominam em quase 100% da área total da bacia, mostrando que esta é totalmente agricultável, podendo ser utilizada com culturas anuais e permanentes com uso de conservação do solo.

Conclusões

A Microbacia do Córrego da Figueira é predominantemente ocupada pela cultura canavieira, sendo que as alterações espaço-temporal da área praticamente não ocorreram nos últimos 20 anos.

Verificou-se que 80,16% (1990) e 84,02% (2010) da área é ocupada por cana-de-açúcar.

As classes de declive de 0 a 3% e de 3 a 6% ocorrentes na microbacia representam mais de 84%

da área e as de 0 a 20% predominaram em quase 100% da microbacia.

O mapeamento das áreas de conflito de uso realizado na microbacia do Córrego da Figueira – São Manuel (SP) mostrou que o uso inadequado da terra em áreas de preservação permanente é consideravelmente inexpressivo, pois o uso antrópico (inadequado) chega a menos de 1% das APP's por cana-de-açúcar.

Referências

- CALIJURI, M. L.; CALIJURI, M.C.; TUNDISI, J.G.; RIOS, L. **Implantação de um Sistema de Informação Geográfica na bacia hidrográfica do ribeirão e represa do Lobo (Broa) – Estado de São Paulo.** In: GIS Brasil - Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento. Curitiba: SAGRES, 1994. Cap.12, p.35-43.
- CAMPOS, S.; MOREIRA, K.F.; PISSARRA, T.C.T.; SOARES, M.C.E. ; GRANATO, M.; MASHIKI, M.Y. Geoprocessamento aplicado na discriminação das classes de capacidade de uso da terra da microbacia do Alto Capivara, visando sua sustentabilidade ambiental. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.3 p.19-24, 2010.
- CAMPOS, S.; PISSARRA, T.C.T.; RODRIGUES, F. M.; SOARES, M. C. E. ; GRANATO, M. ; CAVASINI, R. ; MOREIRA, K.F. Imagens digitais na análise do uso da terra de uma microbacia como subsídio ao desenvolvimento sustentável. **Agrarian**, v.3, n.9, p.209-215, 2010.
- CHIARINI, J.V., DONZELI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas**, n.3, p.1-20, 1973.
- LEPSCH, I.F., BELLINAZZI JÚNIOR, R., BERTOLINI, D. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.1991.175p.
- MATTIKALLI, N.M.; DEVEREUX, B. J.; RICHARDS, K.S. Integration of remotely sensed satellite images with a Geographical Information System. **Computers & Geosciences**, v.21, n.8, p.947-56, 1995.
- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto-Princípios e Aplicações.** Ed.Edgart Bluncher Ltda, 2ed., 1988. 308p.
- PINTO, S.A.F., VALÉRIO FILHO, M., GARCIA, G.J. Utilização de imagens TM/Landsat na análise comparativa entre dados de uso da terra e de aptidão agrícola. **Ciência do solo**, n.13, p.101-10, 1989.
- POLITANO, W. ; DEMÉTRIO, V. A.; LOPES, L. R. Características básicas do material cartográfico empregado em atividades agrônomicas nas bacias hidrográficas. **Revista de Geografia**, v.819, p.21-9, 1990.
- RIBEIRO, F. L. **Sistema de Informações Geográficas Aplicados ao Mapeamento dos Usos Atual e adequado da terra do alto do Rio Pardo - Botucatu (SP).** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu: UNESP, 1998. 135f.
- ROCHA, J.S.M. da. **Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural.** Santa Maria, Departamento de Engº Agrícola e Florestal. UFSM, 1978. 51p.
- ROSS, J.L. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1991. 85p.
- SIMÕES, L.B. **Avaliação das áreas de preservação permanente da bacia do Ribeirão Lavapés – Botucatu (SP), através do Sistema de Informações Geográficas (SIG_IDRISI).** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu: UNESP, 1996. 145f.
- VETTORAZZI, C.A. **Sensoriamento remoto orbital.** Piracicaba; Departamento de Engenharia Rural, ESALQ, USP, 1992. 134p. (Didática, 2).

