

# **GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA ESPACIALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E ÁREAS DE CONFLITOS NA SUB-BACIA RIBEIRÃO HORTELÃ**

Sérgio Campos<sup>1</sup>, Marina Granato<sup>2</sup>, Muriel Cicatti Emanoeli Soares<sup>2</sup>, Raquel Cavasini<sup>2</sup>, Débora Marques Araújo<sup>2</sup>, Monica Yuri Mashiki<sup>3</sup>, Junia Ruggiero<sup>3</sup>, Mariana Wagner De Toledo Piza<sup>3</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho visou analisar os conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanentes (APPs) da sub-bacia do Ribeirão Hortelã - Botucatu (SP) através do uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG Idrisi Andes 15.0 e de imagem de satélite. A área com 1405,15ha, situa-se entre as coordenadas geográficas: 48° 34' a 48° 31' de longitudes WGr. e 22° 55' S a 22° 51' S de latitudes S. O mapa de uso do solo de 2006 foi obtido a partir da classificação supervisionada em imagem de satélite digital de 23/10/2006. Na identificação digital dos alvos foram utilizadas as chaves de interpretação para imagens e as áreas foram determinadas através do SIG – *IDRISI Andes 15.0*. Os conflitos de uso nas áreas de preservação permanente foram analisados ao longo da rede de drenagem e das nascentes através do SIG Idrisi Andes 15.0, conforme itens dos artigos 2º e 3º da Resolução nº 303 do CONAMA. As áreas de preservação permanente (APP) discriminadas ao longo da rede de drenagem foram de 1276,04ha. No entanto, 272,89ha da área de APP está ocupada com campo limpo (150,59ha), cultura (109,82ha), campo sujo (5,63ha) e reflorestamento (6,85ha) de forma inadequada (conflito). Portanto, 98,86% de área de APP vem sendo utilizada inadequadamente.

**Palavras Chaves:** APPs, sensoriamento remoto e SIG.

**ABSTRACT** - The present work aimed to analyze the conflicts of soil use in permanent preservation areas (PPA) of Stream Hortelã sub-basin - Botucatu (SP) through the use of Geographical Information Systems - SIG Idrisi Andes 15.0 and of satellite image. The area with 1405.15ha, locates among the geographical coordinates: 48° 34' to 48° 31' of longitudes WGr. and 22° 55' to 22° 51' S of latitudes S. The map of soil use of 2006 was obtained starting from the classification supervised in digital satellite image of 23/10/2006. In the digital identification of the objectives the interpretation keys were used for images and the areas were certain through GIS - *IDRISI Andes 15.0*. The use conflicts in the permanent preservation areas were analyzed along the drainage net and of the nascents through SIG Idrisi Andes 15.0, according to items of the goods 2º and 3º of the Resolution nº 303 of CONAMA. The permanent preservation areas (APP) discriminated along the drainage net was of 1276.04ha. However, 272.89ha of the area of PPA are busy with clean field (150.59ha), culture (109.82ha), dirty field (5.63ha) and reforestation (6.85ha) in an inadequate way (Conflict). Therefore, 98.86% of area of APP has been used inadequately.

**Key words:** PPA, remote sensing and GIS.

---

<sup>1</sup> Prof. Adjunto, FCA/UNESP/Botucatu – SP.

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, FCA/UNESP/Botucatu – SP.

<sup>3</sup> Pós-Graduando em Agronomia, FCA/UNESP/Botucatu – SP

## 1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto é a ciência e a arte de se obterem informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados coletados por aparelhos denominados sensores, que não entram em contato direto com os alvos em estudo (NOVO, 2008).

Dentre os sistemas de sensoriamento remoto disponíveis, as fotografias aéreas e as imagens de satélites são as ferramentas mais utilizadas em trabalhos de exploração e monitoramento ambiental (CAMPOS et al., 2010).

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 obtém-se, de forma rápida, um mapa temático atualizado e preciso das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de ocupação e uso do solo (RODRÍGUEZ, 2000).

Os dados de sensoriamento remoto têm ampla aplicação na descrição quantitativa de bacias hidrográficas e redes de drenagem por isso a opção por uma microbacia como local de estudo deve-se ao fato de ser esta uma unidade onde se tem diferentes características, desde regiões altas, onde normalmente estão localizadas as nascentes dos riachos e córregos, áreas de encostas onde as águas correm com maior velocidade, e finalmente, as áreas de

baixadas onde normalmente são observadas as conseqüências do manejo inadequado feito nas altitudes mais elevadas (NOVO, 2008).

Uma das vantagens de se utilizar o sensoriamento remoto para interpretação do uso da terra é que as informações podem ser atualizadas devido à característica de repetitividade de aquisição das imagens de forma global, confiável, rápida, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região (SHIMABUKURO et al., 1993).

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).

O acompanhamento da dinâmica do uso do solo nos municípios tem grande importância no intuito de refletir sobre as mudanças de aspectos sócio-econômicos de determinadas regiões e até mesmo permitir o seu monitoramento ambiental (PEREIRA et al., 1995).

Neste contexto, as imagens de satélite constituem-se em importante ferramenta, bem consolidadas, como fonte de dados espaço-temporais permitindo análises das mudanças ocorridas no uso do solo, ou seja, na forma como o espaço está sendo utilizado pelo homem (CAMPOS et al., 2010).

Este projeto de pesquisa objetivou analisar a aplicação do geoprocessamento na

especialização das áreas de preservação permanente e áreas de conflitos na sub-bacia Ribeirão Hortelã - Pratânia – SP, através do uso dos SIGs IDRISI Andes 15.0 e de imagem de satélite digital.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na sub-bacia do Ribeirão Hortelã, situada no município de Pratânia (SP). Sua situação geográfica é definido pelo retângulo envolvente dadas as coordenadas: 48° 34' a 48°31' WGr., 22°55'S e 22°51'S com uma área de 1405,15 ha.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa – Clima subtropical úmido com invernos secos e verões quentes – em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente ultrapassa os 22°C.

O relevo da região é bastante acidentado apresentando grande amplitude altimétrica, variando de 440 m a 620 m.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem, Argento e Cruz (1996).

O limite da sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Pratânia (SP) foi realizado manualmente na Carta Planialtimétrica, editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969,

folha de Pratânia (SF-22-R-IV-3), escala 1:50000, segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem. A imagem foi escaneada e exportada para o SIG - IDRISI Andes para ser georreferenciada e feitas as composições RGB para cada uma das datas.

No georreferenciamento foi utilizado dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro na carta topográfica de Botucatu, onde foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados feito um arquivo de correspondência, através do comando “Edit” do menu “Database Query”, presente no módulo “Analysis” do SIG - Idrisi.

Inicialmente, foi elaborada uma composição falsa cor com a combinação das bandas 3, 4 e 5, obtida a partir da imagem de satélite digital, bandas 3, 4 e 5 do sensor “Thematic Mapper” do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 23/10/2006, escala 1:50000, 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. A seguir, foi realizado o georeferenciamento da composição falsa cor, utilizando-se para isso do módulo Reformat/Resample do SIG – IDRISI Andes, Após o georreferenciamento, foi feito o corte, extraindo-se apenas a área da microbacia. Posteriormente, foram demarcadas as áreas de treinamento sobre a imagem com o cursor e o mouse. Essas áreas foram demarcadas

sobre grande número de locais, buscando-se abranger todas as variações de cada ocupação do solo.

Depois, foram criadas as assinaturas pelo módulo Maseking e a classificação supervisionada propriamente dita pelo método de Máxima Verossimilhança, através do módulo Maxlike. Na classificação supervisionada, as ocupações do solo foram identificadas e diferenciadas, umas das outras pelo seu padrão de resposta espectral, sendo as áreas de treinamento delimitadas por polígonos desenhados sobre cada uso da terra na imagem. Em seguida, foram indicados os nomes para cada classe de uso da terra, associados aos seus respectivos identificadores, sendo a imagem classificada e os cartogramas demonstrativos da distribuição espacial de cada uso da terra com base nestes dados.

Na identificação digital dos alvos, utilizou-se as chaves de interpretação para imagens (Rocha, 1986) para determinação das classes de uso.

Após a elaboração da carta de uso da terra, as áreas foram determinadas com o auxílio do *software SIG – IDRISI Andes*, utilizando-se do comando "Area" do área do menu "Database Query", pertencente ao módulo "Analysis", sendo posteriormente determinada as porcentagens de cada classe.

As áreas de preservação permanentes foram definidas ao longo dos cursos d'água do Ribeirão Hortelã, onde foi utilizada a operação Buffer do Idrissi Andes 15.0, a qual proporcionou a criação de um buffer de 50m de raio das áreas das nascentes e um buffer de 30m de cada lado da drenagem ao longo do leito do córrego, com isso resultando no mapa de APPs, 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 APPs, como os topos e as encostas de morros.

O mapeamento e a quantificação dos conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanentes foram realizados usando-se álgebra de mapas. Os procedimentos foram executados no ambiente GIS Analysis/Database Query/Overlay do SIG – Idrisi.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal sofre constantes modificações ao longo dos anos com a ação do ser humano, sendo mais intensa essa dinâmica nos solos com melhor fertilidade e de condições ecológicas mais propícias para a exploração agropecuária (CAMPOS et al., 1998).

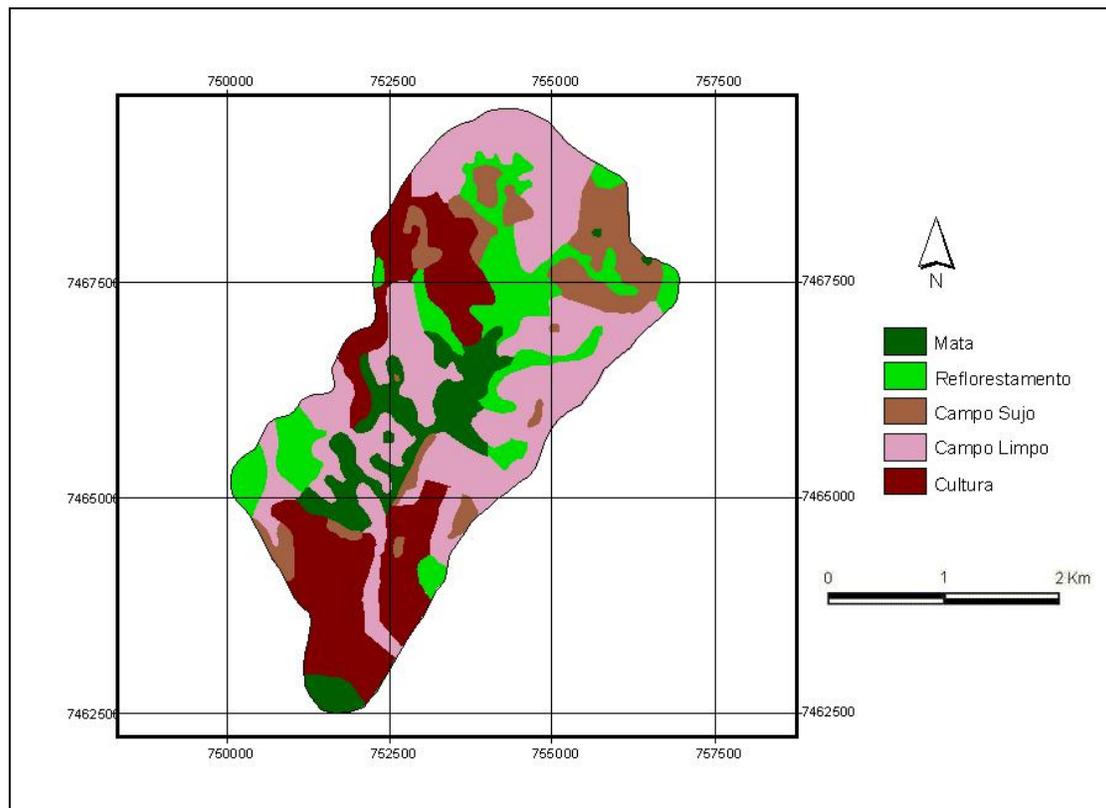
O conhecimento das alterações ambientais provocadas pela ação antrópica

possibilita uma visão dos problemas existentes, produz 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 sustentável (LEPSCH et al, 1991).

A análise da imagem de satélite permitiu discriminar, mapear e quantificar

quatro feições: reflorestamento, mata, pastagem e outros.

A análise do uso da terra (Figura 1 e Quadro 1) na sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Pratânia (SP) mostra que os campos limpos são as coberturas vegetais que ocuparam a maior parte da área, representando mais de 28% (28,30%), ou seja, cobrem 397,56ha, mostrando com isso a predominância de solos de baixa fertilidade (CAMPOS, 1993).



**Figura 1.** Ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Botucatu, SP, obtida em imagens de satélite.

**Quadro 1.** Classes de uso do solo de uso em APP's da sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Botucatu - SP em 2007.

Classes de uso da terra	Área	
	ha	Microbacia %
Mata	167,40	11,91
Reflorestamento	287,00	20,42
Campo Limpo	397,56	28,30
Campo Sujo	182,95	13,02
Cultura	370,24	26,35
TOTAL	1405,15	100

As áreas de reflorestamento cresceram no período em função da tendência desta região para os plantios florestais pois é uma região de solos de baixa fertilidade o que inviabiliza culturas agrícolas que necessitam de solos mais férteis. Cardoso comprovou em 1988 que a cobertura do solo por reflorestamento foi eficiente na proteção da rede de drenagem em regiões com processos erosivos. Nesse sentido, Coelho (1968) já afirmava que como as derrubadas de matas naturais não são impedidas e sua regeneração é lenta, a eucaliptocultura atende não só as necessidades econômicas, como se constitui numa forma de proteção contra o processo erosivo, pois para Vieira (1978), essa cobertura vegetal tem grande influência no processo de escoamento, atuando no mecanismo hidrológico, retardando e desviando o escoamento superficial e conseqüentemente a erosão.

O reflorestamento para Campos (1997) deve ser cada vez mais incrementado na região como forma de proteção racional integrada da área, principalmente, porque

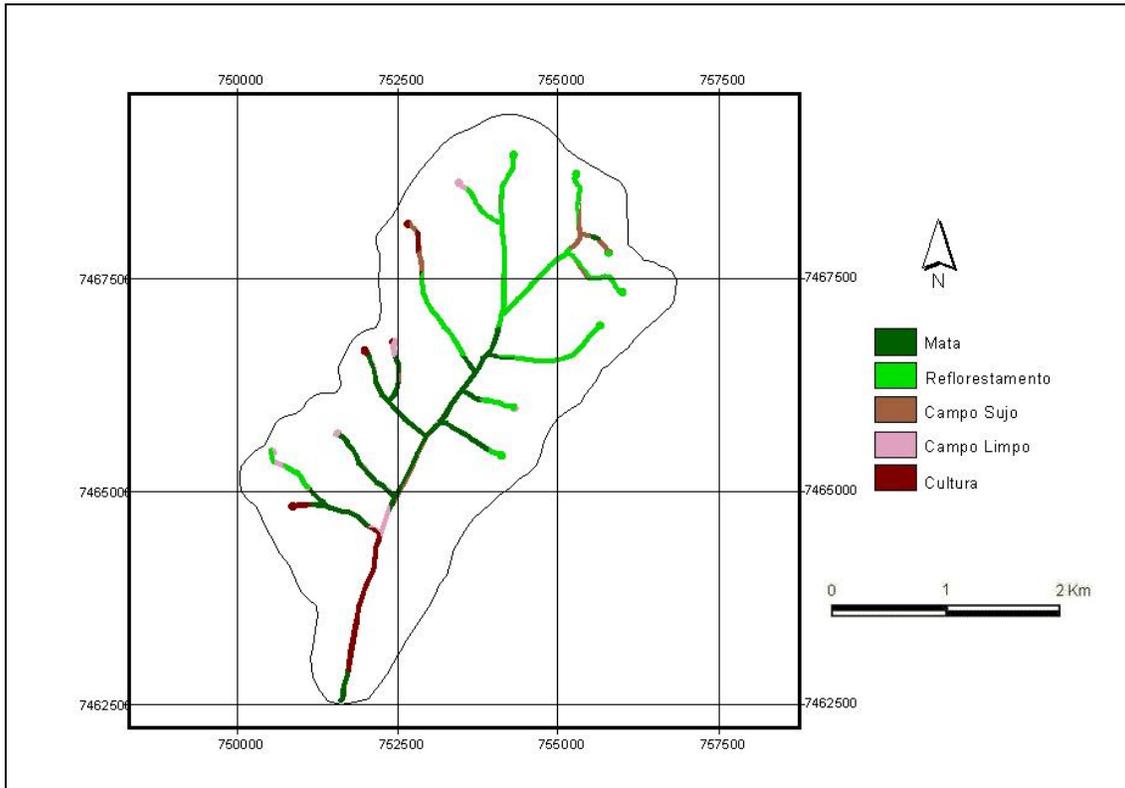
essas atividades mostram ótimos retornos econômicos para a região.

O Código Florestal Brasileiro (1965) determina que a reserva mínima de florestas deva ser de 20%. Este é um parâmetro muito importante, pois de acordo com Rocha (1991), as florestas são fundamentais no controle de erosão e de enchentes, pois quando situadas em locais adequados são fundamentais na recarga do lençol freático. As transformações na cobertura vegetal acontecem de forma dinâmica na sub-bacia, ao longo do tempo, com a região sofrendo mudanças nas paisagens nesses últimos 45 anos.

No mapa de conflito de usos em áreas de APPs (Figura 2), o buffer gerado em torno da rede de drenagem somam 276,04ha, representando cerca de 19% da superfície da sub-bacia.

As APPs representam 19% da área da sub-bacia, entretanto apenas 1,14% esta coberto de mata o que caracteriza uma bacia conflitante. De acordo com o Código Florestal, toda área em torno dos rios dentro de um raio de 30m deve ser coberto por

mata, caracterizando assim uma área de preservação permanente.



**Figura 2.** Conflito de uso do solo em APPs da sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Botucatu - SP.

**Quadro 2.** Classes de uso do solo e conflito de uso em APP's da sub-bacia do Ribeirão Hortelã – Botucatu - SP.

Classes de uso da terra	APP x Uso		Área Conflito	
	ha	%	ha	%
Mata	3,15	1,14		
Reflorestamento	6,85	2,48	6,85	2,51
Campo Limpo	150,59	54,55	150,59	55,35
Campo Sujo	5,63	2,04	5,63	2,07
Cultura	109,82	39,79	109,82	40,37
<b>TOTAL</b>	<b>276,04</b>	<b>100</b>	<b>272,04</b>	<b>100</b>

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo permitiu concluir que o Sistema de Informações Geográficas Idrisi Andes 15.0 foi eficiente na discriminação das classes de uso do solo na avaliação de sua evolução em um período de 45anos.

As matas com 11,91% vêm representando uma degradação significativa para a sub-bacia. O reflorestamento reflete a tendência da região na implantação de florestas, indo de encontro às pastagens, que em 2007 não apareceram no uso do solo.

O trabalho mostrou que o uso inadequado da terra em áreas de preservação permanente é consideravelmente alto, pois o uso antrópico (inadequado) chega a quase 100% das APPs, Os mapas de uso da terra podem servir como poder de fiscalização futuramente pelos Órgãos Públicos, bem como para identificação e localização das áreas de conflitos de uso da terra. O uso de técnicas de sensoriamento remoto através do emprego de produtos orbitais do Landsat mostrou-se eficientes; a definição do uso do solo, na integração dos dados georreferenciados dentro de um banco de dados mostrou ser uma ferramenta fundamental para o planejamento de uso do solo numa sub-bacia, bem como a sua utilização no atendimento à legislação ambiental, principalmente nas áreas de APPs.

#### REFERÊNCIAS

- ARGENTO, M.S.F., CRUZ, C.B.M. *Mapeamento geomorfológico*. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T. (Org.) Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Cap. 9, p.264-82.
- Brasil. **Lei nº 4.771**, de 15 de Setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.
- CAMPOS, S. **Fotointerpretação da ocupação do solo e suas influências sobre a rede de drenagem da bacia do rio Capivara - Botucatu (SP), no período de 1962 a 1977**. Botucatu: UNESP, 1993. 164p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1993.
- CAMPOS, S. **Diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Lavapés - Botucatu (SP)**. Botucatu: UNESP, 1997. 140p. Tese (Livre-Docência).
- CAMPOS, S., GRANATO, M., BARBOSA, A.P., SOARES, M.C.E., PISSARRA, T.C.T. Geoprocessamento aplicado na identificação e localização potencial de conflitos de uso em APPs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA Agrícola, 2010, Vitória. **Resumos...** Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD - ROM.
- CAMPOS, S., CARDOSO, L.G., BARROS, Z.X. de, ARAÚJO JÚNIOR, A.A., RIBEIRO, F.L., CASTRO, T.M.R. de. Evolução do uso da terra na bacia do rio Lavapés (Botucatu, SP) por um período de 27 anos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 2:103-106, 1998.
- CARDOSO, L.G. *Comportamento das redes de drenagem em solos com cana-de-açúcar e com eucalipto*. Botucatu: UNESP, 1988. 139 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1988.
- COELHO, A.G. de. Fotointerpretação da eucaliptocultura e estudo do planejamento agrícola. **Boletim do Instituto Agrônômico**, Campinas, n.187, p.1-60, 1968.
- 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 de Ciencia do Solo**, 1991. 175p.
- MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981.242p.
- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo. Ed. Edgard Blucher, 2008. 363p.
- PEREIRA, R.S.; MADRUGA, P.R. de A.; HASENACK, H. **Geoprocessamento aplicado ao planejamento de uso de**

**recursos naturais.** Santa Maria : UFSM-CCR-FATEC, 1995. 40p.

ROCHA, J.S.M. da. **Manual de interpretação de aerofotogramas,** Fascículo XI, Santa Maria, 1986, 58p.

ROCHA, J.S. M. da., **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** ed. UFSM, Santa Maria, RS. 1991. 181p.

RODRIGUEZ, 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).

SHIMABUKURO, M.T., JOLY, C.A., CRÓSTA, A.P., SILVA, A.B. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas para o estudo de microbacias . O caso do córrego Gouveia, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENCORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. *Anais...* Curitiba:Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993. p.273-7.

VIEIRA, N.M. **Estudo geomorfológico das voçorocas de Franca, SP.** Franca: UNESP, 1978. 255p. Tese (Doutorado em História) - Instituto de História e Serviço Social, Universidade Estadual Paulista, 1978.