



**Adequabilidade das áreas de vegetação ripária da microbacia do Córrego Comur - Botucatu (SP) em função da legislação ambiental**

***Adequability of the riparian vegetation of the Stream Comur watershed at Botucatu (SP) according to environmental legislation***

Katiuscia Fernandes Moreira<sup>1</sup>, Sérgio Campos<sup>1</sup>, Teresa Cristina Tarlé Pissarra<sup>2</sup>, Thaís Maria Millani<sup>1</sup>, Nathalia Maria Salvadeo Fernandes<sup>1</sup>, Mariana Di Siervo<sup>1</sup>, Milena Montanholi Mileski<sup>1</sup>, Rafael Calore Nardini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista/UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas/FCA, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP: 18610304. E-mail: kfmoreira@fca.unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista/UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP: 18610304

**Resumo.** O uso inadequado do solo é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. 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. Este trabalho visou avaliar os conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanentes (APP) na microbacia do Córrego Comur - Botucatu (SP) através de Sistema de Informações Geográficas e imagem de satélite de 2009. A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 48° 23' 04" a 48° 25' 54" de longitude WGr. e 22° 44' 42" a 22° 48' 12" de latitude S com uma área de 1719,6 ha. Os resultados permitiram verificar que as técnicas de geoprocessamento foram de importância fundamental na identificação das áreas de uso de terra, de APP e de conflitos entre uso e APP onde parte das áreas de APP está sendo usada inadequadamente. Em termos de sustentabilidade ambiental, pode ser deduzido que a microbacia é muito desfavorável, uma vez apresenta 70,67% de área usada inadequadamente com cana-de-açúcar e pastagem.

**Palavras-chave.** Legislação ambiental, sistema de informação geográfica, APP's, preservação ambiental.

**Abstract.** The inadequate soil use is an aggravating factor of the environmental degradation and ecological unbalance. The analysis of the use and covering of the soil, by information of Remote Sensing, constitutes a technique of great usefulness to the planning and administration of the ordered occupation and rational of the physical middle, besides making possible to evaluate and to monitor the preservation of areas of natural vegetation. This work sought to evaluate the conflicts of soil use in permanent preservation areas (PPA) in Stream Comur watershed - Botucatu (SP) through Geographical Information System and satellite image of 2009. The study area is located among the geographical coordinates 48° 23' 04" to 48° 25' 54" of longitude WGr. and 22° 44' 42" to 22° 48' 12" of latitude S with an area of 1,719.6 ha. The results allowed to verify that the geoprocessing techniques were of fundamental importance in the identification of the areas of soil use, of APP and of conflicts among use and PPA where it leaves of the areas of APP is being used inadequately. In terms of environmental sustainability, it can be deduced that the watershed is very unfavorable, once it presents 70.67% of area used inadequately with sugarcane and pasture.

**Keywords.** Environmental legislation, geographic information systems, APP's, environmental preservation.

### **Introdução**

Nas últimas duas décadas tem aumentado a preocupação mundial a respeito do rápido crescimento da taxa de desmatamento das florestas tropicais e de seu impacto na biodiversidade do Planeta. Por este motivo, foram criadas em lei as áreas de preservação permanente (APP's) com o

intuito de evitar a degradação do ecossistema, promover a conservação do ambiente natural e a manutenção da qualidade de vida.

Tais áreas, em diversos casos, como em relação à declividade, topos de morros, margens dos recursos hídricos e nascentes dos mananciais, não têm sido devidamente respeitadas, devido ao uso



inadequado dos recursos naturais. Neste contexto, o conhecimento das áreas de uso de uma determinada região, além de possibilitar o direcionamento adequado do tipo de manejo, permite identificar possíveis problemas acarretados pelo efeito das ações antrópicas sobre essas regiões, tendo relação direta com a conservação e a exploração sustentável dos recursos naturais

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.

Assim, a incorporação de informações provenientes de sensores remotos orbitais aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aliada à eficaz capacidade de processamento, análise e manipulação que estes oferecem, torna-se possível à verificação de áreas submetidas às restrições impostas pelo Código Florestal, suas irregularidades, bem como a possibilidade de recuperação.

Dessa forma, o presente trabalho visa à utilização de geotecnologias na coleta de dados e no mapeamento de uso da terra em áreas de APP's, permitindo as suas delimitações e diagnóstico de possíveis intervenções antrópicas, contribuindo para futuras fiscalizações ambientais, de acordo com a Lei Federal N° 4.771, de 1965 que instituiu o Código Florestal Brasileiro e as resoluções CONAMA N° 04/1985 e n° 303/2002.

O presente trabalho teve como objetivos determinar as atividades antrópicas na microbacia do Córrego Comur; utilizar técnicas de geoprocessamento no mapeamento de uso e cobertura da terra, de áreas de preservação permanentes (APPs) e de conflitos entre o uso do solo e as APPs, para obter dados que auxiliem futuramente os administradores públicos da região na viabilização das irregularidades da área em função da legislação ambiental.

### **Material e Métodos**

A microbacia do córrego Comur está situada no município de Botucatu (SP). A situação geográfica é definida pelas coordenadas: latitude 22° 44' 42" a 22° 48' 12" S e longitudes 48° 23' 04" a 48° 25' 54" W Gr, com uma área de 1719,6 ha.

O clima predominante do município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cfa - clima temperado chuvoso e a direção do vento predominante é a sudeste (SE).

Os pontos de controle (coordenadas) para o georreferenciamento e os pontos de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base a Carta Planialtimétrica em formato digital, editada pelo IBGE (1969), folha de Botucatu (SF-22-R-IV-3), em escala 1:50000.

Para a classificação dos dados do mapeamento utilizou-se a 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 2009, escala 1:50000.

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 & Cruz, 1996).

A digitalização do limite da área da microbacia do Córrego Comur - Botucatu (SP) foi realizada via tela do computador através do módulo de digitalização (digitalize) no IDRISI, onde foram feitas as composições RGB. Para tanto, utilizou-se a Carta Planialtimétrica em formato digital editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1969), Botucatu (SF-22-R-IV-3), escala 1:50.000, segundo os pontos mais elevados em torno da drenagem, tendo-se como base a definição de Rocha (1991) para bacia hidrográfica.

No georreferenciamento foi utilizado o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum Córrego Alegre, bem como dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro, da carta topográfica de Botucatu (SF-22-R-IV-3), editada em 1969 pelo IBGE. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência, através do comando "Edit" do menu "Database Query", presente no módulo "Analysis".

Inicialmente, foi elaborada uma composição colorida 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 2009, 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, utilizando-se para isso do módulo Reformat/Resample do SIG – IDRISI, sendo os pontos de controle obtidos nas cartas planialtimétricas do IBGE (1969). Após o georeferenciamento, foi feito o corte, extraindo-se apenas a área da microbacia, sendo em seguida 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.

Posteriormente, foram criadas as assinaturas pelo módulo Makesig 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, foram utilizadas 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*, utilizando-se do comando "Area" do menu "Database Query", pertencente ao módulo "Analysis", sendo posteriormente determinadas as porcentagens de cada classe.

A coleta de amostras de treinamento foi efetuada mediante à visitas realizadas *in loco* para sanar eventuais dúvidas de classes de uso, visando constatar as informações adquiridas a partir da imagem de satélite. Tais visitas foram efetuadas em data próxima à de aquisição de cada uma das imagens, uma vez que o comportamento da vegetação e o uso do solo variam ao longo do ano.

As áreas de preservação permanentes foram definidas ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes do Córrego Comur, onde foi utilizada a

operação *Proximity* → *Buffer* do Argis 9.3, que proporcionou a criação de um buffer de 50m de raio nas 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 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".

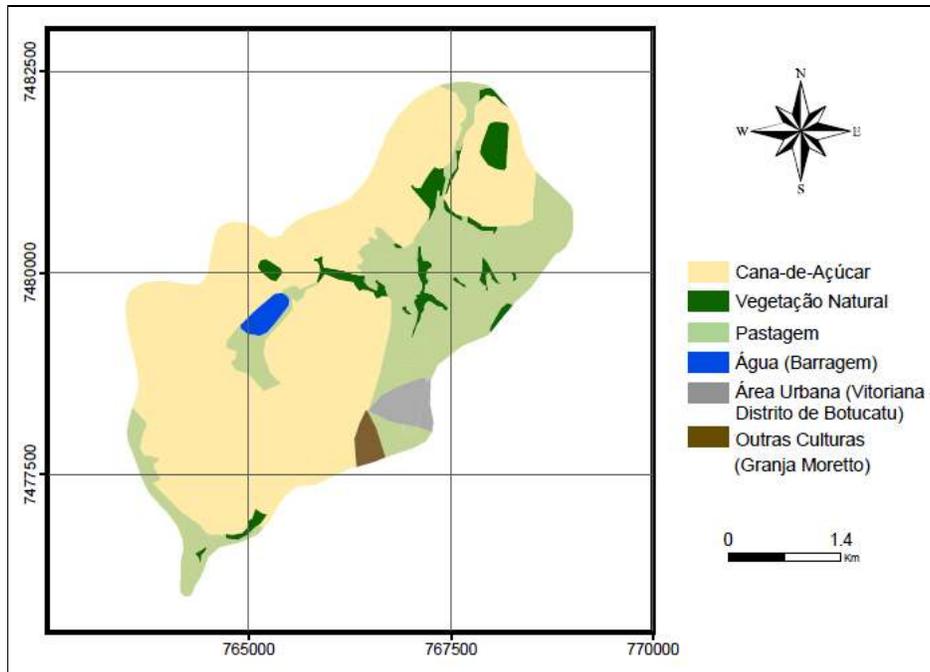
Foram consideradas sob uso conflitante todas as áreas que não eram de vegetação nativa presentes nas APPs das nascentes, cursos d'água e encostas (Brasil, 2002). Para quantificar os tipos de uso conflitante utilizando-se álgebra de mapas (mapa de uso da terra x APP's) foi realizada uma sobreposição ou "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. Os procedimentos foram executados no ArcGIS utilizando-se a opção *Analysis Tools* do menu *ArcToolbox* com o comando *Intersect*.

Após a sobreposição desses mapas, as áreas de ocorrência dos conflitos de acordo com as classes de uso foram identificadas e devidamente mensuradas, executando as funções de cálculo de área, através das ferramentas *Calculate Geometry* e *Field Calculator* a partir da tabela de atributos do *shape*.

## Resultados e Discussão

Na classificação em tela da bacia do Córrego Comur foram discriminadas seis classes de uso que estão representadas por: vegetação natural, cana-de-açúcar, pastagem, água (barragem), outras culturas (Granja Moretto) e área urbana (Vitoriana – distrito de Botucatu).

A análise do uso do solo (Figura 1 e Tabela 1) na microbacia do Córrego Comur – Botucatu (SP) mostra que a cana-de-açúcar foi a cultura que ocupou a maior parte da área, representando 65,69%, ou seja, 126,12 ha, sendo o restante da área quase totalmente ocupada por pastagem (25,88%), com 445,1 ha, mostrando com isso a predominância de solos de baixa fertilidade com ocupação agrícola e pecuária regional (Campos, 1993).



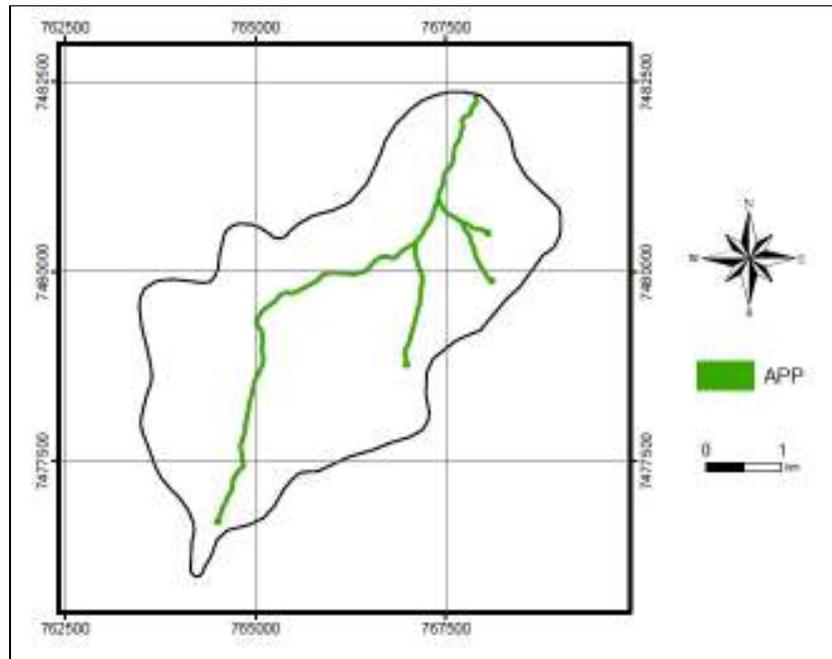
**Figura 1.** Mapa de uso do solo da microbacia do Córrego Comur – Botucatu, SP, obtida pela imagem de satélite de 2009.

**Tabela 1.** Uso da terra na microbacia do Córrego Comur – Botucatu, SP

Uso do Solo	2009	
	Imagem de Satélite	
	Classificação em Tela	
	ha	%
Vegetação Natural	81,59	4,74
Cana-de-Açúcar	1126,12	65,49
Pastagem	445,1	25,88
Água (Barragem)	16,96	0,99
Área Urbana (Vitoriana - distrito de Botucatu)	33,63	1,96
Outras Culturas (Granja Moretto)	16,2	0,94
TOTAL	1719,6	100

Após a delimitação da rede de drenagem, foram estabelecidas as APP's, que correspondem

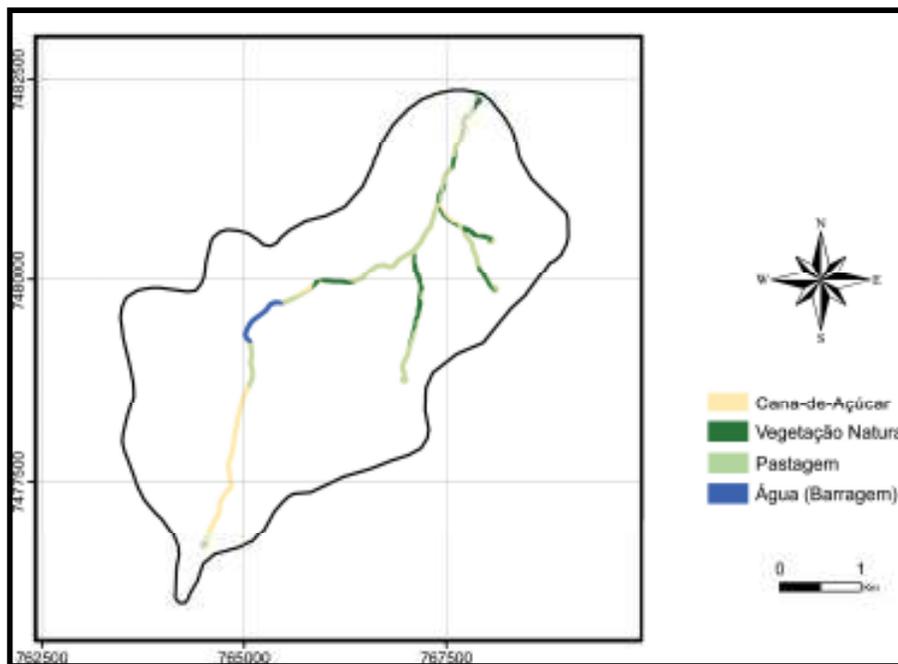
a 66,66 ha (3,88%) de toda a área da microbacia (Figura 2).



**Figura 2.** Áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água e ao redor das nascentes da microbacia do Córrego Comur – Botucatu, SP.

A Figura 3 e a Tabela 2 mostram as áreas de conflito dessa bacia, onde a maior parte das áreas de preservação permanentes (66,66 ha) estão sendo usadas para outros fins, como: 47,25% com

pastagens e 23,42% com cana-de-açúcar. O restante da área, apenas cerca de 22,53%, vêm sendo preservados com matas ciliares.



**Figura 3.** Mapa de conflitos de uso do solo em APPs na microbacia do Córrego Comur – Botucatu, SP



**Tabela 2.** Conflito de uso do solo APPs na microbacia do Córrego Comur – Botucatu, SP.

Uso do Solo	Conflitos	
	ha	%
Água (Barragem)	4,53	6,79
Cana-de-açúcar	15,62	23,42
Vegetação Natural (Mata Ciliar)	15,02	22,53
Pastagem	31,50	47,25
Total	66,66	100

### Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO – FAPESP, pelo apoio financeiro na concessão da bolsa de iniciação científica que proporcionou o desenvolvimento desta pesquisa, sem o qual seria difícil o desenvolvimento deste estudo.

### Conclusões

A imagem de satélite e a utilização dos sistemas de informação geográfica mostraram-se como importantes ferramentas em função da facilidade e rapidez para o mapeamento das unidades de paisagem, e, dessa forma, permitiram subsidiar na elaboração de mapas digitais, fornecendo resultados confiáveis num pequeno intervalo de tempo. Os dados obtidos auxiliarão nos futuros planejamentos de recuperação e ordenamento da área, visto que possibilitaram a verificação de que a área da bacia não vem sendo ambientalmente preservada, pois se apresenta coberta com apenas 4,74% de matas, sendo que o mínimo exigido pela legislação do Código Florestal Brasileiro vigente é de 20%. O alto índice de ocupação do solo pela cultura da cana-de-açúcar na bacia (65,49%) reflete a predominância da ocupação agrícola na região. A área de preservação permanente possui 66,66 hectares, dos quais 70,67% (47,12 ha) estão sendo ocupados inadequadamente por cana-de-açúcar e pastagem.

### Referências

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n.º 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cartas do Brasil.** Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de Botucatu, 1969.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33,n.1,p.159-174, 1977.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto. Princípios e aplicações.** São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1992. 2ª ed., 3ª reimpressão.

ROCHA, J.S.M. **Manual de interpretação de aerofotogramas.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1986, 58p.

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