

**Artigo Científico**

**Resumo**

O presente estudo teve como objetivo discriminar, mapear, quantificar as áreas de ocupação do solo e também verificar possíveis áreas de conflito de uso do solo em Área de Preservação Permanente - APP ocorrentes nas Fazendas Lageado e Edgardia - Município de Botucatu (SP). Foram utilizadas fotografias aéreas coloridas do ano de 2005, tendo como ferramenta de avaliação o Sistema de Informação Geográfica - IDRISI Andes 15.0. A área de preservação permanente (140,91 ha) está sendo ocupada por pastagens, áreas agrícolas e outros usos (24,94 %) e o restante por matas ciliares e várzeas com ocupação fragmentada. As Fazendas Lageado e Edgardia, no ano de 2005, eram ocupadas de forma predominante por matas ciliares, mostrando sua recuperação com relação ao ano de 1962; seguidas de culturas agrícolas, outras ocupações, pastagens e várzeas, respectivamente. As fotografias aéreas associadas ao SIG-Idrisi mostraram serem ferramentas eficientes no mapeamento da área e monitoramento de impactos ambientais.

**Palavras-chave:** área de preservação permanente, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

**Cobertura do solo e determinação de conflitos na rede de drenagem das fazendas Lageado e Edgardia, Botucatu - SP, obtidas de fotografias aéreas**

*Flávia Meinicke Nascimento<sup>1</sup>  
Katiúscia Fernandes Moreira<sup>2</sup>  
Bruna Soares Xavier de Barros<sup>3</sup>  
Zacarias Xavier de Barros<sup>4</sup>  
Sérgio Campos<sup>4</sup>  
José Guilherme Lança Rodrigues<sup>5</sup>*

**Cobertura del suelo y determinación de los conflictos en la red de drenaje de las fincas Lageado y Edgardia, Botucatu - SP, obtenidas de fotografías aéreas**

**Resumen**

Este estudio tuvo como objetivo discriminar, mapear, cuantificar las áreas de ocupación del suelo y también identificar posibles áreas de conflicto de uso del suelo en el Área de Preservación Permanente - APP que ocurren en las fincas Lageado y Edgardia - Botucatu (SP). Se utilizaron Fotografías aéreas a color den el año 2005, teniendo como herramienta de evaluación el Sistema de Información Geográfica IDRISI - 15,0 Andes. El área de preservación permanente (140.91 ha) está ocupada por pastos, agricultura y otros usos (24,94% h) y el resto con bosques ciliares y varzeas con una ocupación fragmentada. Las fincas Lageado y Edgardia, en 2005, estaban ocupadas principalmente por bosques ciliares, mostrando su recuperación en relación al año 1962, seguido de la agricultura, otras ocupaciones, los pastos y varzeas, respectivamente. Fotografías aéreas asociadas

Recebido em: 09/04/2011

Aceito para publicação: 14/08/2011

1 - Professora da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Lages - SC, e-mail: flaviameinicke@hotmail.com

2 - Aluna de Graduação em Engenharia Florestal, FCA/UNESP - Botucatu, SP

3 - Aluna de Pós-Graduação - Energia na Agricultura, FCA/UNESP - Botucatu, SP.

4 - Professores Titulares do Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP - Botucatu, SP..

5 - Professor da Associação Educacional do Vale do Jurumim (EDUVALE), Avaré -SP, e-mail: lancarodrigues@hotmail.com

con el SIG-Idrisi han demostrado ser herramientas eficaces en la elaboración de mapas de la zona y para el seguimiento de los impactos ambientales.

**Palabras clave:** área de preservación permanente, Geoprocusamiento, percepción remota

## **Introdução**

O comprometimento das fontes e mananciais de água, em quantidade e qualidade, está associado às ações antrópicas que quase sempre não respeitam a capacidade de suporte da natureza. MARTINS (2008) enfatiza que a presença de APPs implica no impedimento legal de ações antrópicas que comprometam a exploração sustentável dos recursos naturais.

De acordo com o Código Florestal Brasileiro, áreas próximas aos rios, lagoas, nascentes, encostas e topos de morro, cuja função é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade ecológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP).

O Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/65), que instituiu as APP's, já conta com 45 anos de sua promulgação e a população ainda o desconhece ou o interpreta sem o devido conhecimento. As APP's foram criadas para proteger o ambiente natural, não se permitindo nelas qualquer alteração de uso da terra. Por lei, devem estar cobertas com a vegetação original. De acordo com COSTA et al. (1996) a cobertura vegetal nestas áreas irá atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios direto para a fauna.

POLITANO et al. (1989), lembram que as atividades de uso e manejo do solo, proteção das nascentes, controle das águas pluviais, estabilização das rampas ou encostas, infraestrutura 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 como: relevo, hidrografia,

geologia, solo, vegetação, erosão, classes de declive, entre outros.

O manejo sustentado dos agroecossistemas passa pelo planejamento de uso dos mesmos, com uso de conceitos introduzidos para a abordagem da complexidade ambiental, com avaliação dos problemas levando em conta seus vários aspectos interdependentes: geologia, solos, vegetação, clima, uso atual, hidrologia e aspectos antrópicos (SANTOS, 1996).

Para NASCIMENTO et al. (2005), o monitoramento das áreas de preservação permanente tem sido um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de pessoas especializadas e de informações detalhadas da unidade espacial em análise. Entretanto, com o desenvolvimento de sofisticados algoritmos e a sua incorporação ao conjunto de funções dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem sido possível o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para caracterização das variáveis morfométricas do terreno, essenciais para análise das intervenções antrópicas em bacias hidrográficas (OLIVEIRA, 2002).

Para RODRIGUES (2000), a análise do uso e cobertura do solo, através de informações obtidas pelo sensoriamento remoto, é 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. Segundo o autor, o sensoriamento remoto é uma ferramenta de grande valia para auxiliar o homem na caracterização do meio físico, biótico e de áreas submetidas ao processo de antropismo.

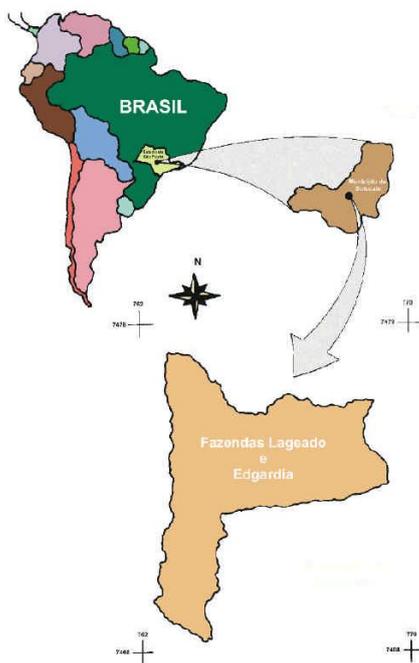
O presente estudo teve como objetivo discriminar, mapear, quantificar as áreas de ocupação do solo e também verificar possíveis

áreas de conflito de uso do solo em APP ocorrentes nas Fazendas Lageado e Edgardia – Município de Botucatu (SP), em 2005, obtidas de fotografias aéreas coloridas e avaliadas por meio do aplicativo Carta Linx e do SIG-Idrisi.

## Material e métodos

A área de estudo abrange as Fazendas Lageado e Edgardia, de propriedade da UNESP situadas no Município de Botucatu, região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, conforme ilustra a Figura 1. Esta área localiza-se entre as coordenadas geográficas 22º 47' 10" a 22º 52' 38" de latitude S e 48º 22' 07" a 48º 26' 38" de longitude W Gr.

O município de Botucatu está localizado na região central do Estado de São Paulo, ocupando área territorial de 1522 km<sup>2</sup>, distando em linha reta, da capital do Estado, 200 km e, da Capital Federal, 898 km. Botucatu é o 4º município do Estado em área territorial.



**Figura 1.** Localização da área estudada no Estado de São Paulo.

Para a determinação do limite da área de estudo, foram utilizadas cartas planialtimétricas na escala 1:50000, com equidistância vertical entre curvas de nível de 20 m, editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1969, folha Botucatu (SF-22-R-IV-3).

No mapeamento de uso e cobertura do solo, foram utilizadas fotografias aéreas coloridas do Município de Botucatu referentes ao ano de 2005, com escala nominal aproximada de 1:30000 e recobrimento longitudinal de aproximadamente 60% e 30% de lateral.

A observação estereoscópica dos pares de fotografias aéreas foi realizada com o auxílio do estereoscópio de espelho marca Wild, modelo ST-4 e a transferência dos elementos de interesse decalcados das fotos para o mapa base foi efetuada com o auxílio do Aerosketchmaster Carl Zeiss, Yena. Para entrada das informações referentes ao limite, a rede de drenagem e as nascentes, foi utilizado o scanner da impressora HP Photosmart C4480.

Para obtenção do mapa da rede de drenagem estudada, foram feitas, inicialmente, uma montagem de todo o conjunto de fotografias aéreas correspondentes à área de estudo, sendo traçadas linhas de voo e a delimitação da área útil, conforme COELHO (1972); e com o auxílio da estereoscopia foram decalcadas, em filme de poliéster Terkron D-50 microns, os elementos de interesse.

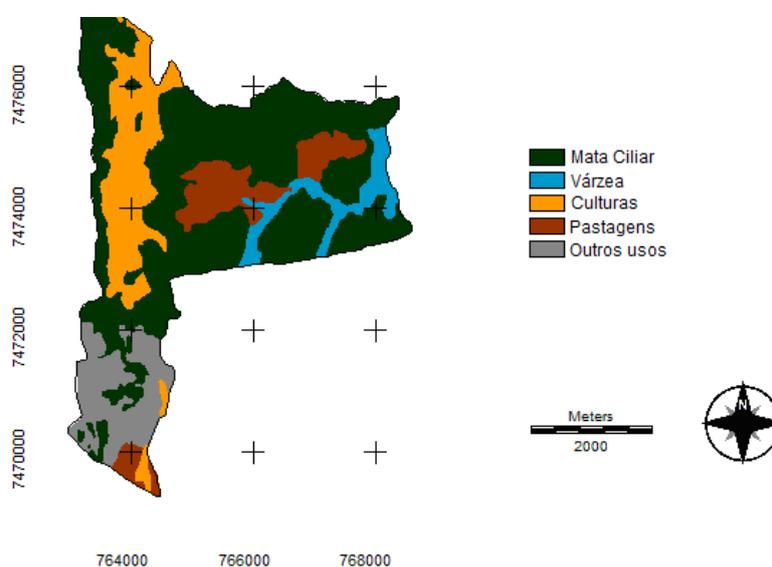
No desenvolvimento do trabalho foi utilizado um notebook HP com processador AMD Turion TM X2 Ultra Dual Core; 3.0 GB de memória RAM; winchester de 250 GB; com sistema operacional Windows Vista © 2005 Microsoft Corporation.

Posteriormente foi realizado o georreferenciamento no SIG-Idrisi, sendo os pontos de controle obtidos das cartas planialtimétricas. Em seguida o arquivo georreferenciado foi exportado para o aplicativo CartaLinx para a vetorização das áreas, sendo este enviado para o SIG-Idrisi, Andes, onde o arquivo vetorial foi convertido em raster e gerado o mapa de APP's, onde foi realizada uma sobreposição ou "overlay" do mapa de uso

e cobertura do solo com o mapa das APP's para determinação das áreas de conflito, no SIG-Idrisi, a partir de um buffer de 50 m de raio no entorno das nascentes e açudes e 30 m ao longo dos cursos d'água (Resolução CONAMA 303/2002, artigo nº 3 (Constituição de Áreas de Preservação Permanentes). Posteriormente foi quantificada a área de conflito com o uso em questão (Tabela 2 e Figura 3).

## Resultados e discussão

Analisando a Figura 2 e a Tabela 2, que apresentam os resultados da fotointerpretação e restituição das fotografias aéreas coloridas, referentes ao ano de 2005, foi possível determinar cinco feições na superfície do solo: matas ciliares, várzeas, pastagens, culturas e outros usos.



**Figura 2.** Mapa de uso e cobertura do solo das Fazendas Lageado e Edgardia, Botucatu - SP, 2005.

**Tabela 1.** Distribuição da área absoluta em ha e em % das ocupações dos solos mapeados nas Fazendas Lageado e Edgardia, em 2005.

Ocupação do solo	Área	
	ha	%
Mata Ciliar	1219,39	57,00
Várzea	125,57	5,87
Culturas agrícolas	342,92	16,03
Pastagem	215,21	10,06
Outros usos	236,17	11,04
<b>Total</b>	<b>2139,26</b>	<b>100</b>

A ocupação do solo definida como pastagem localizada predominantemente na porção central das Fazendas Lageado e Edgardia representa 215,21 ha, correspondendo a 10,06% da área total. Esta área apresentou uma redução quando comparados ao ano de 1962, que representava 345,25 ha da área total das fazendas (DEGANUTTI, 2000).

Ainda, pode-se constatar também a importância que a área destinada às culturas representa 342,92 ha (16,03%), tal fato é devido a área estudada ser uma Fazenda Experimental (Tabela 1). Esta área apresentou pequena redução quando comparada ao ano de 1962, quando representava 380,83 da área total (DEGANUTTI, 2000); sendo que nesta época a maior parte das culturas agrícolas eram referentes à cultura do café, hoje estas áreas foram substituídas pelos cultivos de milho e soja, predominantemente.

A porção sul da área, ocupada por outros usos, de menor expressão, agrupadas por serem de difícil separação, representam 236,17 ha (11,04%), conforme pode se verificar na Tabela 1. Segundo dados de DEGANUTTI (2000), no ano de 1962, esta região das Fazendas Lageado e Edgardia eram ocupadas predominantemente por campo limpo, café e eucalipto.

As matas ciliares representam importante destaque na ocupação do solo da área estudada (Figura 2), representando 1219,39 ha, perfazendo 57% da área das Fazendas Experimentais (Tabela 1), sendo esta a ocupação principal da referida área. Importante destacar que em 1962, a área ocupada pelas matas ciliares representava 607,58 ha (DEGANUTTI, 2000), o que representa um incremento de aproximadamente 50% deste uso, mostrando recuperação da vegetação natural, em função da conscientização sobre a importância das matas ciliares, aumento da fiscalização e surgimento de novas tecnologias.

Pode-se constatar que a feição denominada várzea (Figura 2) merece destaque do ponto de vista ambiental e no caso da Fazenda Edgardia é particularmente importante devido ao cultivo de arroz por inundação

controlada, método de cultivo de alta tecnologia, obtendo-se altas produtividades. Tal feição ocupa uma área de 125,57 ha, representando 5,87% da área total estudada (Tabela 1). No ano de 1962, a vegetação de várzea nas Fazendas Lageado e Edgardia representava um total de 119,49 ha (DEGANUTTI, 2000), ocorrendo pouca alteração nesta ocupação.

As fotografias aéreas coloridas propiciaram o mapeamento das matas ciliares, várzeas, pastagens, áreas agrícolas e outros usos existentes junto às redes de drenagem estudadas. A quantificação destas ocupações em hectares e percentual bem como as áreas de conflito de uso em APP como pode ser verificado na Tabela 2.

As matas ciliares assim como as várzeas apresentam grande importância no equilíbrio e manutenção da qualidade ambiental, ocupações estas regulamentadas como áreas de preservação permanente, pela Lei CONAMA nº 303 de 20/03/2002, representando 75,36 ha (53,48%) e 30,41 ha (21,58%), respectivamente da área considerada APP, conforme a Tabela 2. Valores importantes em relação à área total de APP (140,91 ha), pois as matas ciliares desempenham importante papel na proteção das nascentes contra os sedimentos carregados das lavouras e as várzeas funcionam como filtro para as águas que abastecem os ribeirões e as represas que fornecem água para os diferentes tipos de consumo.

Estes totais analisados tanto de mata ciliar quanto de várzea apresentam-se de forma fragmentada conforme Figura 3, propiciando com isso a identificação de áreas existentes ao longo do rio desprovidas desta cobertura vegetal tão importante para o equilíbrio da biodiversidade e regulação da vazão das águas principalmente nas épocas de estiagem e escassez de chuva.

A área de APP estudada apresenta 75,06 % de ocupação coerente com os valores exigidos por lei, apesar deste tipo de ocupação estar bastante fragmentada ao longo da rede de drenagem estudada.

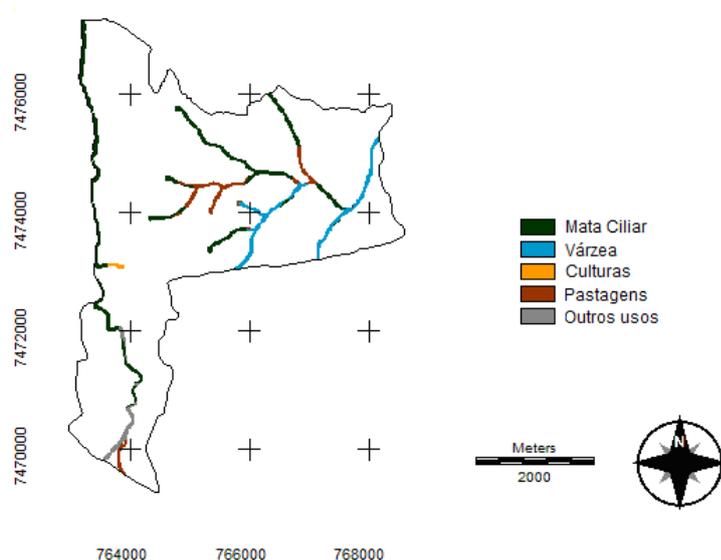


Figura 3. Mapa de conflito de uso do solo na APP das Fazendas Lageado e Edgardia, Botucatu-SP, 2005.

As áreas de preservação permanentes delimitadas ao longo da rede de drenagem totalizaram 140,91 ha, e a área de conflito de uso em APP, apresentou 35,14 ha, representando 24,94% do total da APP, sendo este conflito representado quase que na sua totalidade por pastagens 22,64 ha (16,07%), outros usos 10,69 ha (7,59%) e uma pequena área representada por áreas agrícolas (culturas), 1,81 ha (1,28%) conforme observações nas fotografias aéreas utilizadas para determinação da rede de drenagem (Tabela 2).

As partes Sul e central da área estudada, mais degradadas, apresentam grandes áreas de preservação permanente sendo utilizadas por pastagens, áreas de produção de grandes culturas agrícolas e outros usos, como prédios, estacionamentos, lagos, etc., o que denuncia uma situação de alerta quanto requisitos da legislação ambiental em geral e ao meio ambiente. Enquanto que a parte oeste das Fazendas Lageado e Edgardia, mais bem preservada, apresenta áreas ocupadas por matas ciliares.

Tabela 2. Áreas totais em hectares e as porcentagens relativas das ocupações do solo e áreas de conflito em APP, na rede de drenagem estudada.

Classe de uso da terra	Área da APP		Área de conflito na APP	
	ha	%	ha	%
Mata Ciliar	75,36	53,48	-	-
Várzea	30,41	21,58	-	-
Culturas agrícolas	-	-	1,81	1,28
Pastagem	-	-	22,64	16,07
Outros usos	-	-	10,69	7,59
<b>Total</b>	<b>105,77</b>	<b>75,06</b>	<b>35,14</b>	<b>24,94</b>

## Conclusões

Num total de 140,91 ha que deveria ser a área de preservação permanente, 24,94% está sendo ocupado por pastagens, áreas agrícolas e outros usos; as áreas ocupadas por matas ciliares e várzeas representam 75,06% da APP, estando esta ocupação fragmentada.

As Fazendas Lageado e Edgardia, no ano de 2005, eram ocupadas de forma predominante por matas ciliares, mostrando sua

recuperação com relação ao ano de 1962, seguidas de culturas agrícolas, outras ocupações, pastagens e várzeas, respectivamente.

As fotografias aéreas associadas ao SIG-Idrisi mostraram-se ferramentas eficientes no mapeamento da área e futuro estudos ambientais da área

## Referencias

BRASIL. **Lei nº 7.511/1986** - Altera a Lei nº 4.771/1965. Brasília: 1986.

COELHO, A. G. de. Obtenção de dados quantitativos de fotografias aéreas verticais. **Revista Aerofotogeometria**, v.8, n.1, p.1-23, 1972.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). **Revista Árvore**. v.20, n.1, p.129-135, 1996.

DEGANUTTI, R. **Inventário da cobertura vegetal das fazendas Lageado e Edgardia - Botucatu SP - no período de 36 anos, com utilização de imagens de sensoriamento remoto**. (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000. 176 f.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Secretaria de Planejamento da Presidência da República** - Carta do Brasil - Quadrícula de Botucatu. Escala 1:50000, 1969.

MARTINS, P. T. A. **Análise das intervenções antrópicas no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, 2008. 89f.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. Á. S.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio alegre. **In: Anais do XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Goiânia. São José dos Campos: INPE; 2005. 1 CD - ROM.

OLIVEIRA, M. J. **Proposta Metodológica para Delimitação Automática de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morro e em Linha de Cumeada**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. 53f.

*Nascimento et al. (2011)*

POLITANO, W.; DEMÉTRIO, V. A.; LOPES, L. R. Características básicas do material cartográfico empregado em atividades agrônômicas nas bacias hidrográficas. **Revista de Geografia**, v.8, n.1, p.21-29, 1989.

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. **In: Anais do XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Belo Horizonte. São José dos Campos: INPE; 2000. p.1929-1931.

SANTOS, U. P. dos. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba**. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, 1996. 1 CD-ROM.