



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



DINÂMICA DOS USOS E COBERTURAS DA TERRA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS MOGI GUAÇU E PARDO, NO PERÍODO ENTRE 1988 E 2002.

LUÍS ALBERTO AMBRÓSIO; MARIA DO CARMO RAMOS FASIABEN; JENER FERNANDO LEITE DE MORAES;

CENTRO DE SOLOS E RECURSOS AMBIENTAIS - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS

CAMPINAS - SP - BRASIL

ambrosio@iz.sp.gov.br

APRESENTAÇÃO ORAL

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

## **Dinâmica dos usos e coberturas da terra em Área de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, no período entre 1988 e 2002<sup>1</sup>**

### **Grupo de Pesquisa: 6- AGROPECUÁRIA, MEIO-AMBIENTE, E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

#### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica de uso e ocupação da terra em Áreas de Preservação Permanente – APPs - na Bacia Hidrográfica dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, estado de São Paulo, de modo a subsidiar a formulação de políticas públicas. As APPs foram identificadas e mapeadas usando imagens do Landsat-7. O uso antrópico em áreas de preservação permanente tem sido freqüentemente relatado na literatura, para diferentes regiões do Brasil, com destaque para o uso agrícola. Tal fato também se observa na Bacia Mogi-Pardo, conforme se evidencia neste trabalho. A partir dos dados apresentados pode se observar, entretanto, que no período entre 1988 e 2002 houve aumento da cobertura florestal nas APPs da Bacia, provavelmente fruto do esforço de recomposição de matas ciliares, o que contribui para o efeito-escala negativo do uso antrópico nessas áreas de proteção. Nos locais das APPs onde vem ocorrendo o uso antrópico – desrespeitando-se a legislação vigente – evidencia-se o processo de

<sup>1</sup> Os autores agradecem à FAPESP o financiamento do Projeto “Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo: Bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável” (Projeto ECOAGRI - processo número 2002/06685-0), que deu origem ao presente trabalho.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

substituição, pela cana-de-açúcar, de cultivos como os anuais de sequeiro, as pastagens, a silvicultura e, inclusive, a substituição da vegetação ripária. O efeito-substituição se mostra positivo e de elevada magnitude para a cultura da cana-de-açúcar. Este padrão de ocupação das APPs se dá, sem diferenças significativas, para os Biomas Cerrado e Mata Atlântica, ambos presentes na área da Bacia Mogi-Pardo.

**Palavras-chaves:** Uso e cobertura da terra, Área de Preservação Permanente, efeito-escala, efeito-substituição, Bacia Hidrográfica.

### **Abstract**

The objective of this work was to study the land use and land cover change dynamics – LUCC – in Permanent Protected Area - PPA - as to support the decisions taking processes on public policies in the Mogi Guaçu and Pardo Rivers Watershed, state of São Paulo. The PPAs were identified and mapped through Landsat-7 image classification. The anthropic use of PPA has been frequently reported in the literature, for different regions of Brazil, with emphasis on agricultural use. This fact also has been observed in Mogi-Pardo Watershed, as evidenced in this paper. The results have shown an increase of the forest cover in PPA areas, between 1988 and 2002, probably due to restoration efforts focused in riparian forests. This fact contributes to the negative scale effect of the anthropic use in these areas of protection. In places where the anthropic use has occurred – disregarding the environmental legislation – it was observed the replacement of annual crops, pasture, forest and the riparian vegetation by the sugar cane. The substitution effect is positive and with high magnitude for the sugar cane. No significant differences were found in the dynamics of LUCC between the areas of the two biomes - Atlantic forest and Savannah – present in the Mogi-Pardo Watershed.

**Key Words:** Land use cover change, LUCC, Permanent Preservation Area, shift-share, Watershed.

## **1. INTRODUÇÃO**

O esgotamento da fronteira agrícola no estado de São Paulo, já nas décadas de 40 e 50, induziu a uma dinâmica de ocupação da terra baseada no processo de substituição de culturas menos competitivas por outras mais competitivas, para atender às demandas dos mercados interno e externo. Este processo de substituição continua nos dias atuais, liderado pela expansão da cana-de-açúcar. Está em curso o fenômeno, ainda pouco estudado e de grande interesse para as políticas públicas, da retração da fronteira agrícola no Estado causado pela expansão das áreas urbanas, pela restauração de Áreas de Preservação Permanente – APPs – e pela obrigatoriedade de averbação de áreas de Reserva Legal (RL).

A legislação ambiental regulamenta a Reserva Florestal Legal nos artigos 16 e 44 do Código Florestal (modificado pela Medida Provisória nº 2.166-67/01, de 24/08/2001). De acordo com a lei, todas as propriedades agrícolas (privadas ou não) devem possuir uma área de reserva florestal nativa, no percentual de 80% para as áreas



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



de floresta da Amazônia, 35% para as áreas de cerrado da Amazônia e 20% para as demais regiões do Brasil, onde se inclui a Bacia Mogi-Pardo. Devem-se excluir do cálculo as APPs, ou seja, as porcentagens são calculadas sobre as áreas úteis das propriedades. O prazo para recomposição das áreas de Reserva Legal é de trinta anos a partir de 24/08/2001, de acordo com a Medida Provisória nº 2.166-67. Após a averbação da área de RL em Cartório de Registro de Imóveis, esta deve ser preservada. Se a RL ou parte dela estiver degradada, ela deve ser recomposta com a vegetação original, campo ou floresta, mediante o plantio, a cada três anos, de, no mínimo, 1/10 da área total necessária à sua complementação, com espécies nativas, de acordo com projeto aprovado pelo órgão ambiental (IBAMA ou Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais).

A dinâmica da ocupação da terra, em termos de usos e coberturas, tem impactos importantes nos sistemas sócio-econômicos e ambientais, apresentando *tradeoffs* significativos para a sustentabilidade, a segurança alimentar, a biodiversidade e a vulnerabilidade dos povos e dos ecossistemas à mudança global. O termo cobertura da terra se refere às florestas típicas de cada bioma cuja mudança é realizada, por exemplo, via desmatamento. O termo uso da terra se refere aos usos antrópicos e sua mudança inclui a restauração da floresta original ou da alternância entre os usos antrópicos. As mudanças dos usos e coberturas da terra são causadas pelas relações entre fatores sócio-econômicos e ambientais.

A Bacia Hidrográfica dos Rios Mogi Guaçu e Pardo ou, simplesmente, Bacia do Mogi-Pardo, localizada no Estado de São Paulo, está contida em dois tipos de Biomas: Cerrado e Mata Atlântica. Embora as áreas com cobertura nas APPs na Bacia tenham apresentado crescimento entre os anos de 1988 e 2002 - devido às várias iniciativas governamentais<sup>2</sup> e não governamentais no sentido de recuperar as coberturas originais - , de modo geral as leis ambientais federais e estaduais, que visam proteger as florestas e as diversas formas de vegetação, não vêm sendo respeitadas em muitos locais, sendo alta a porcentagem de área com uso antrópico nessas áreas de preservação.

Diante deste cenário de retração da fronteira agrícola e de desrespeito à legislação ambiental, torna-se importante, para as decisões em políticas públicas, conhecer a dinâmica de ocupação das APPs. Por isto, este trabalho estabelece como objetivo o estudo da dinâmica da ocupação da terra nas APPs na Bacia Mogi-Pardo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ocupação da terra, no âmbito da economia ecológica e de outras ciências, é classificada em usos e coberturas. O termo cobertura das terras é usado para definir o tipo de recobrimento da superfície terrestre, incluindo as coberturas físicas e biológicas (DI GREGORIO e JANSEN, 2000, citados por QUARTAROLI *et al.*, 2006). O termo uso da terra corresponde às atividades humanas ou à função econômica associada aos

---

<sup>2</sup> Entre tais iniciativas, merece destaque o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral de São Paulo - CATI.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



diferentes tipos de cobertura (LILLESAND *et al.*, 2004, citados por QUARTAROLI *et al.*, 2006). Assim, a cobertura da terra se refere às florestas originais cuja mudança é realizada, por exemplo, via desmatamento. O uso da terra se refere aos usos antrópicos e sua mudança inclui o retorno ao estado de floresta original ou da alternância entre os usos antrópicos. As mudanças sucessivas, ano após ano, nos usos e coberturas da terra caracterizam uma dinâmica com relações de causa e efeito de acordo com seis fatores gerais: demográficos, econômicos, tecnológicos, políticos e institucionais, sócio-culturais e ambientais.

Estudos sobre a dinâmica da ocupação da terra são relatados na literatura como *Land Use Cover Change – LUCC*. O levantamento da cobertura vegetal e do uso da terra é indispensável para o planejamento regional, no contexto da gestão de bacias hidrográficas, permitindo um ordenamento para o desenvolvimento urbano e rural. Porém, as técnicas convencionais de levantamento caracterizam-se pelo alto custo e pela dificuldade de obter dados em um prazo curto.

A utilização de imagens de satélite tornou possível o acompanhamento e a avaliação da dinâmica de ocupação nos territórios das bacias hidrográficas, os quais não possuem uma base de dados censitários. Neste contexto, o processo de análise e interpretação de imagens é uma técnica eficaz para uma avaliação prévia dessa dinâmica. Essa técnica consiste na aquisição de informações sobre um dado alvo da superfície, através da análise de sua resposta em diferentes canais individuais ou combinados sob a forma de composições coloridas, devendo ser considerado o aspecto espectral e temporal destas imagens (DONZELI *et al.*, 1992 e ANDRADE *et al.*, 1998).

A Bacia do Mogi-Pardo possui dois tipos de Biomas ou coberturas originais: Cerrado e Mata Atlântica. No Brasil, o Código Florestal (Lei 4771 de 15/09/65, alterada pela Lei 7803 de 18/07/89) estabelece normas que têm como objetivo proteger as florestas e as diversas formas de vegetação. Para tal, são delimitadas áreas de preservação permanente com a função ambiental de proteger o solo contra erosões e deslizamentos, evitando assim assoreamentos de corpos d'água e preservando os recursos hídricos e a paisagem, a biodiversidade e o bem-estar público. Assim, as APPs são áreas em que não se deve mudar a cobertura original e não devem ter usos antrópicos, para continuarem a prestar seus serviços ambientais. Admite-se, excepcionalmente, a supressão da vegetação apenas nos casos de utilidade pública ou de interesse social, legalmente previstos na Lei 11.428 de 22 de Dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

O desrespeito às legislações sobre APPs é relatado em diversos trabalhos. Montebelo *et al.* (2005), estudando a bacia do Ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP, calcularam que 20% da área da Bacia são APPs, sendo que, destas, 83% tinham uso antrópico. O Programa Mananciais, do Instituto Socio-ambiental, conforme Whately (2007), realizou o diagnóstico ambiental na bacia da Billings (represa que abastece a cidade de São Paulo) constatando que 16% da ocupação urbana e 25% da ocupação agrícola estavam em APPs. Em levantamento das áreas de preservação permanente, Pedron *et al.* (2006) apontam que 14,8% da área do município de São João do Polêsine – RS – enquadram-se como APPs, sendo que 8,6% destas apresentam conflitos de uso. Conforme Silveira *et al.* (2005) o município de Bocaina de Minas – MG – apresenta 129,33 km<sup>2</sup> de área de preservação permanente que correspondem a 25,95% da área



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



total do município. Os autores verificaram que 53,77% das áreas de preservação permanente estão com uso inadequado, enquanto 46,23 % destas áreas estão sob proteção. Eckhardt *et al.* (2007) mostraram que 281,32 km<sup>2</sup> (40,73%) das APPs do Vale do Taquari, RS, apresentaram usos em conflito com a legislação ambiental, o que corresponde a 5,78% da área do vale. O conflito de maior impacto relatado nas áreas de APP foi o uso agrícola, abrangendo 168,75 km<sup>2</sup>, valor que corresponde 24,43% da APP e 3,47% da área do Vale do Taquari. Nascimento *et al.* (2005) estudaram a bacia hidrográfica do rio Alegre, estado do Espírito Santo, utilizando os recursos disponíveis no geoprocessamento para mapear 12 classes de uso da terra e delimitar as áreas de preservação permanente. Os autores constataram que a área de uso indevido em APP correspondeu a 7.499,7 ha (43,80% do total), sendo as classes “cafezal” (979,6 ha) e “pastagem” (6.179,8 ha) as principais ocorrências nessas áreas. Apenas 1.780,7 ha (18,61%) das áreas de preservação permanente estavam protegidas por vegetação nativa. Todos os trabalhos relatados afirmam, de forma unânime, que as APPs ocupadas por usos antrópicos apresentam degradação ambiental.

Por outro lado, existem várias iniciativas governamentais e não governamentais no sentido de recuperar as coberturas originais em APPs, no Estado de São Paulo e no Brasil, destacando-se os programas de Microbacias Hidrográficas (CATI); o Promata - Programa de Proteção de Mata Atlântica, do estado de Minas Gerais; e a Cesp, que opera seis usinas hidrelétricas e realiza reflorestamento ciliar desde a década de 70. O Ministério do Meio Ambiente, por meio do Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade, vem promovendo ações práticas e a discussão de propostas para estimular a restauração de APPs, tais como: incentivos fiscais e tributários, aplicação de instrumentos econômicos de gestão ambiental, iniciativas técnicas de estímulo à preservação na área urbana, além de trabalhos na área de educação ambiental.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LEVANTAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E DO USO DA TERRA

Os dados de uso e cobertura das terras foram obtidos a partir de classificação supervisionada e interpretação digital de imagens do satélite Landsat - ETM+, utilizando o método de classificação automática Máxima Verossimilhança (Maxver). Realizada a classificação, os resultados foram uniformizados na escala 1:180.000, considerando a área de 15 ha como menor elemento cartografável. A expressão dos resultados foi elaborada visando atingir a precisão, segundo a escala 1:250.000 (PROJETO ECOAGRI, 2005).

Para a descrição das classes de uso e cobertura, no Projeto ECOAGRI (2005), a classe de culturas perenes foi subdivida em citricultura (incluindo outras classes de fruticultura), cafeicultura e seringueiras. Ainda, para fins deste estudo de APP, as coberturas cerrado, floresta estacional, floresta secundária e vegetação ripária foram agrupadas representando a categoria de remanescentes de mata ciliar de cada bioma (denominada de vegetação ripária). A legenda final para os 12 tipos de usos e coberturas utilizados no mapeamento das APP na Bacia está descrita na Tabela 1.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Tabela 1. Classes de uso e cobertura das terras, para o estudo das APPs.

1. Classes de antropismo
1.1. Áreas urbanas
1.2. Corpos d'água (lagos, represas, açudes etc.)
1.3. Áreas de mineração
2. Classes agrícolas
2.1. Cultura anual
2.1. Cultura anual irrigada
2.2. Cana-de-açúcar
2.3. Fruticultura
2.4. Cafeicultura
2.5. Seringueira
2.6. Pastagem
2.7. Silvicultura
3. Classes de vegetação natural
3.1. Vegetação ripária

### 3.2. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

O mapeamento das APPs foi elaborado com o auxílio do programa ArcGIS 8.3 considerando os critérios da Resolução CONAMA nº 303/02 e o Artigo 2º da Lei nº 4.771, de 1965 (Código Florestal), que apresentam parâmetros, definições e limites para a determinação das APPs. Assim, neste trabalho consideraram-se como APPs as áreas situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal com largura mínima de APP:

- 1 - de trinta metros para os cursos d'água de menos de dez metros de largura;
- 2 - de cinquenta metros para os cursos d'água que tenham de dez a cinquenta metros de largura;
- 3 - de cem metros para os cursos d'água que tenham de cinquenta a duzentos metros de largura;
- 4 - de duzentos metros para os cursos d'água que tenham de duzentos a seiscentos metros de largura;
- 5 - de quinhentos metros para os cursos d'água que tenham largura superior a seiscentos metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais.

As demais áreas, previstas na Legislação, não estão aqui relacionadas devido à impossibilidade técnica de cálculo na escala de mapeamento usada neste estudo.

### 3.3. EFEITO-ESCALA E EFEITO-SUBSTITUIÇÃO

Conforme Olivette *et al.* (2003) o efeito-escala (**EE**) é caracterizado pela modificação da área agricultável cultivada com uma atividade agropecuária, entre o ano



inicial e o ano final de um determinado período, ou pela alteração do tamanho ou escala do conjunto formado pela atividade agrícola em questão e pelas demais atividades que concorrem diretamente pelo fator terra. Já o efeito-substituição (**ES**) é a expansão ou retração, em termos de utilização da área agricultável, substituindo ou sendo substituída por outras no mesmo conjunto. Neste trabalho, a área total mapeada das APPs são consideradas em dois tipos: uso antrópico (onze classes, listadas na Tabela 1) e cobertura (vegetação ripária). Assim, os conceitos de **EE** e **ES** são generalizados para todos os usos antrópicos da terra e não apenas de uso agrícola. Entende-se, portanto, que o efeito-escala consiste no aumento ou diminuição das áreas dos usos antrópicos em APP, incluindo corpos d'água artificiais, em detrimento ou favorecimento da permanência da cobertura com característica do Bioma original. Já o efeito-substituição não afeta diretamente as áreas com vegetação remanescente do respectivo bioma, sendo as flutuações destas áreas detectadas pelo efeito-escala dos usos antrópicos.

A metodologia para a decomposição da variação total das áreas com usos antrópicos dentro de cada bioma é uma adaptação do método apresentado por Igreja e Briska (2004). Define-se a variável  $AT_{tj}$  como sendo a área total (medida em hectares) de APP da Bacia ocupada por um uso antrópico (**i**) no bioma (**j**) no período **t**. Onde, **i** = 1 a 11 usos; **t** = 0 para 1988 e **t** = 1 para 2002; e **j** = 1 para Cerrado e **j** = 2 para Mata Atlântica. Chamando de  $AT_0$  e  $AT_t$  (**0** é o ano inicial, 1988, e **t** é o ano final, 2002) as áreas totais ocupadas com os **i** usos antrópicos nos **j** biomas da Bacia Hidrográfica, a relação entre esses valores (que representa o coeficiente de modificação –  $\alpha_j$  – do tamanho do conjunto dos usos antrópicos, no bioma **j**), é dada pela razão:  $\alpha_j = AT_{tj} / AT_{0j}$ . A restauração das matas ciliares nas APPs e a conseqüente diminuição das áreas dos usos antrópicos, em cada bioma, são representadas pelo valor do coeficiente de modificação menor que 1 ( $\alpha_j < 1$ ).

Para um determinado uso antrópico da terra (**i**), pode-se decompor a sua variação total (medida em hectares) nos efeitos Escala (**EE**) e Substituição (**ES**).

A determinação do valor do **EE**, para o uso da terra **i**, bioma **j**, é dada pela expressão:

$$EE_{ij} = \alpha_i AT_{0ij} - AT_{0ij}$$

O valor do **ES** do uso antrópico da terra **i** é dado pela expressão:

$$ES_{ij} = AT_{tj} - \alpha_j AT_{0ij}$$

Define-se a variação na área total de **i** no bioma **j** como  $VT_{ij} = EE_{ij} + ES_{ij}$ , então, tem-se:

$$VT_{ij} = \alpha_j AT_{0ij} - AT_{0ij} + AT_{tj} - \alpha_j AT_{0ij}$$

O primeiro efeito decomposto (**EE**) capta a influência da expansão das atividades antrópicas (medida através do aumento na área do conjunto das atividades antrópicas); o segundo efeito (**ES**) capta a dinâmica de substituição entre os diferentes usos antrópicos da terra. Neste modelo, a somatória de todos os **ES** obtidos para cada um dos usos da terra **i**, no bioma **j**, é nula, ou seja, as áreas ocupadas por determinados usos da terra são iguais às áreas cedidas por outros usos, no mesmo período de tempo.

#### 4. RESULTADOS

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

As áreas mapeadas como APP na Bacia do Mogi-Pardo totalizam 48.495,33 hectares (1,88 % do total da área da Bacia) sendo 55,41% da APP no Bioma Mata Atlântica e 44,59% da APP no Bioma Cerrado, conforme apresentado nas Tabelas 2 e 3, que também mostram a dinâmica do uso e cobertura das terras na Bacia entre os anos de 1988 e 2002.

As APPs com usos agrícolas, em conflito com a legislação, diminuíram em 3,09%, entre os anos de 1988 e 2002, passando de 20.833,38 hectares para 20.189,79 hectares, o que representa 41,63 % das APPs na Bacia, em 2002.

No Bioma Mata Atlântica, as áreas com usos agrícolas dentro das APPs diminuíram em 2,75 %, passando de 12.705,84 hectares para 12.356,55 hectares, o que equivale a 45,98 % da área deste bioma. No Bioma Cerrado, as áreas com usos agrícolas dentro das APPs diminuíram em 3,62 %, passando de 8.127,54 hectares em 1988 para 7.833,24 hectares em 2002, o que representa 36,22 % da área deste bioma. A maior ocupação ilegal, em termos relativos, das APPs na Mata Atlântica pode estar relacionada à existência de solos mais férteis neste Bioma.

Tabela 2- Dinâmica dos usos e cobertura da terra em APPs no Bioma Mata Atlântica, na Bacia Hidrográfica dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, 1988-2002.

Mata Atlântica	Usos e cobertura da terra em 2002, em hectares.												Total geral 1988	
	Uso da terra em 1988	Mine- ração	Urba- no	Café	Cana- de- açúcar	Corpos d'água	Cultura anual	C.anual irrigada	Fruti- cultura	Pasto	Serin- gueira	Silvi- cultura		Veg. ripária
Mineração	9,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,45
Urbano	0	23,49	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0,63	24,21
Cafeicultura	0	0	37,62	21,33	0	0,72	0	5,85	16,11	0	0	9,18	90,81	90,81
Cana-de-açúcar	0	1,53	0	4167,5	2,34	49,59	1,44	54,36	8,82	0	16,20	224,73	4526,5	4526,5
Corpos d'água	0	0,18	0	18	715,05	0	0	0,72	24,30	0	0,45	397,80	1156,5	1156,5
Cultura anual	0	1,71	0	1015,2	2,43	141,84	1,17	175,5	100,26	6,93	0,09	83,16	1528,3	1528,3
C. anual irrigada	0	0	0	0	0	0	6,66	1,98	0	0	0	0	8,64	8,64
Fruticultura	0	0,63	7,74	576,09	0	5,13	0	539,28	13,68	0,45	0	7,65	1150,6	1150,6
Pastagem	0	6,39	23,58	1350,0	3,42	148,32	14,13	35,46	3160,2	0	1,71	562,59	5305,9	5305,9
Silvicultura	0	0	0	17,64	0	49,77	0	0	0,18	0	24,21	3,06	94,86	94,86
Veg. ripária	0	3,06	1,62	428,31	96,39	5,67	0	2,25	76,95	1,26	0	12359,	12974,	12974,
<b>Total geral</b>	<b>9,45</b>	<b>36,99</b>	<b>70,56</b>	<b>7594,2</b>	<b>819,72</b>	<b>401,04</b>	<b>23,40</b>	<b>815,4</b>	<b>3400,56</b>	<b>8,64</b>	<b>42,66</b>	<b>13648,2</b>	<b>26870,</b>	<b>26870,</b>

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento, Centro de Solos - IAC (Projeto ECOAGRI, 2005).

Tabela 3- Dinâmica dos usos e coberturas da terra em APPs no Bioma Cerrado, na Bacia Hidrográfica dos Rios Mogi Guaçu e Pardo, 1988-2002.

Cerrado	Usos e cobertura da terra em 2002, em hectares.												Total geral 1988	
	Uso da terra em 1988	Mineração	Urbano	Café	Cana- de- açúcar	Corpos d'água	Cultura anual	C.anual irrigada	Fruti- cultura	Pasto	Serin- gueira	Silvi- cultura		Veg. ripária
Mineração	23,49	0,45	0	0	0,27	0	0	0	0	0	0	21,87	46,08	46,08
Urbano	0	9,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,18	9,18
Cafeicultura	0	0	3,42	18,81	0	0	0	2,79	9,36	0	0	0	34,38	34,38
Cana-de-açúcar	0	0,9	8,64	1666,62	3,15	21,96	0	47,07	12,15	0	7,38	81,63	1849,5	1849,5
Corpos d'água	0	0	0	13,5	536,03	0,27	0	2,07	0,09	0	1,53	241,11	894,6	894,6
Cultura anual	0	0,27	1,53	1312,92	1,98	187,47	6,75	143,55	50,31	12,24	5,04	120,87	1842,93	1842,93
C. anual irrigada	0	0	0	3,06	0	0	14,49	0,72	0,27	0	0	0,45	18,99	18,99
Fruticultura	0	0	8,64	199,17	0,54	19,08	0	360,72	0,45	0	3,96	22,59	615,15	615,15
Pastagem	1,17	6,84	7,47	1954,44	3,87	17,64	4,59	139,41	812,97	0	69,48	325,62	3343,5	3343,5



**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Silvicultura	0	0	0	78,48	0	16,38	5,13	19,26	3,15	0	260,01	40,68	423,09
Veg. ripária	0	0,27	0	216,45	56,34	7,2	4,14	16,47	33,48	0	21,06	12191,58	12546,99
<b>Total geral</b>	<b>24,66</b>	<b>17,91</b>	<b>29,7</b>	<b>5463,45</b>	<b>702,18</b>	<b>270</b>	<b>35,1</b>	<b>732,06</b>	<b>922,23</b>	<b>12,24</b>	<b>368,46</b>	<b>13046,4</b>	<b>21624,39</b>

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento, Centro de Solos – IAC (Projeto ECOAGRI, 2005).

Os usos antrópicos não agrícolas (urbano, mineração e corpos d'água artificiais) afetam as vegetações ripárias, mas não estão em conflito com a legislação ambiental, devido o critério de utilidade social. No período entre 1988 e 2002 houve diminuição nestes usos em 24,72% da área ocupada, passando de 2.140,02 hectares para 1.610,91 hectares. A diminuição de área foi maior no Bioma Mata Atlântica (27,22%) do que no Cerrado (21,59%), conforme mostram as Tabelas 2 e 3.

As estimativas para o efeito-escala e o efeito-substituição são apresentadas na Tabela 4. O efeito-escala dos usos agrícolas das APPs na Bacia foi negativo no período, na ordem de 1.063,46 hectares ( $\alpha_j = 0,95$ ), ou seja, aumentou a área com cobertura vegetal dos Biomas via restauração da mata ciliar e diminuiu a área com uso agrícola. O efeito-escala negativo dos usos agrícolas foi maior, em termos absolutos, no Bioma Mata Atlântica (615,62 hectares e  $\alpha_j = 0,951$ ) do que no Cerrado (447,14 e  $\alpha_j = 0,945$ ).

Os efeitos-substituição foram positivos (aumentaram área) para os seguintes usos nas APPs da Bacia: Urbano, Cana-de-açúcar, Cultura anual irrigada e Seringueira; e negativos para os usos: Mineração, Cafeicultura, Corpos d'água, Cultura anual, Fruticultura, Pastagem e Silvicultura. Estes efeitos-substituição se mantêm dentro dos Biomas, exceto para a Fruticultura que teve valor positivo na Mata Atlântica e negativo no Cerrado e para a Mineração que teve valor negativo na Mata Atlântica e positivo no Cerrado.

Os fatores que influenciaram os efeitos-substituição positivos no uso Urbano foram: *i*) o crescimento urbano, que está associado ao crescimento populacional devido à maior taxa de natalidade e menor taxa de mortalidade; e *ii*) a migração rural para as cidades da Bacia. A Pastagem foi a atividade que mais cedeu área para o uso Urbano, seguida das áreas com Vegetação ripária, o que mostra que, em função do uso social da ocupação urbana o limite da APP não é respeitado. Deve-se considerar que as áreas de especulação imobiliária no entorno das áreas urbanas são subutilizadas por atividades pecuárias com baixo nível tecnológico.

A área de Cana-de-açúcar tem seu crescimento associado à expansão do consumo de álcool combustível e aos incentivos do Proálcool no período. A cultura de Cana-de-açúcar cresceu tomando áreas de Pastagem, Cultura anual, Fruticultura (especialmente da citricultura que teve problemas fito-sanitários) e Vegetação ripária.

O crescimento de áreas com Seringueira está relacionado à demanda de borracha pela indústria de pneus, pelos trabalhos de melhoramento genéticos e pelas necessidades de diversificação das empresas agrícolas. Nas APPs da Bacia, as Culturas anuais foram as que mais cederam áreas para a Seringueira. O sistema de produção de seringueira no Estado de São Paulo tem preferência por solos das classes I e II, com baixa declividade, devido à necessidade de intensa movimentação da mão-de-obra no seringal.

O crescimento da área com Culturas anuais irrigadas com pivô central se deve aos ganhos tecnológicos nos equipamentos (pivôs) e no manejo d'água e à introdução de cultivares de ciclo curto de soja, milho e feijão, os quais permitem realizar três safras no ano, na região da Bacia do Mogi-Pardo.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Os fatores que influenciaram os efeitos substituição negativos (diminuição de usos antrópicos agrícolas e não agrícolas) são discutidos a seguir. O uso da terra de APP com mineração diminuiu devido ao maior rigor nas fiscalizações de extração de areia. A Cafeicultura declinou cedendo áreas para outros usos em função de fatores dos mercados externos que abaixaram os preços (Acordo Internacional do Café, 1989) e de fatores internos como a redução nos investimentos em insumos e tecnologias.

Os Corpos d'água (artificiais, tipo represas) parecem ter diminuído, o que pode ser explicado pela não identificação das superfícies de água pelo geoprocessamento. O que ocorreu, na realidade, foi o recobrimento das superfícies d'água pelas matas de galeria, que se formam a partir da intensificação da preservação de matas ciliares. De fato, a vegetação ripária foi a que mais tomou área dos corpos d'água.

Tabela 4- Estimativas dos Efeito-Escala e Efeito-Substituição para os Usos e Cobertura nos Biomas da Bacia do Mogi-Pardo, em hectares.

Usos e Cobertura	Ano de 1988	Ano de 2002	Variação		Efeito-Escala Hectares	Efeito-substituição Hectares
			Hectares	%		
<b>APPs NO BIOMA MATA ATLÂNTICA</b>						
Mineração	9,45	9,45	0,00	0,00	-0,46	0,46
Urbano	24,21	36,99	12,78	52,79	-1,17	13,95
Cafeicultura	90,81	70,56	-20,25	-22,30	-4,40	-15,85
Cana-de-açúcar	4526,55	7594,29	3067,74	67,77	-219,32	3287,06
Corpos d'água	1156,50	819,72	-336,78	-29,12	-56,03	-280,75
Cultura anual	1528,38	401,04	-1127,34	-73,76	-74,05	-1053,29
C. anual - irrigada	8,64	23,40	14,76	170,83	-0,42	15,18
Fruticultura	1150,65	815,40	-335,25	-29,14	-55,75	-279,50
Pastagem	5305,95	3400,56	-1905,39	-35,91	-257,08	-1648,31
Seringueira	0,00	8,64	8,64	-	0,00	8,64
Silvicultura	94,86	42,66	-52,20	-55,03	-4,60	-47,60
Vegetação ripária	12974,9	13648,23	673,29	5,19	-	-
Total M. Atlântica	26870,9	26870,94	0,00	0,00	-673,29	0,00
<b>APPs NO BIOMA CERRADO</b>						
Mineração	46,08	24,66	-21,42	-46,48	-2,54	-18,88
Urbano	9,18	17,91	8,73	95,10	-0,51	9,24
Cafeicultura	34,38	29,70	-4,68	-13,61	-1,89	-2,79
Cana-de-açúcar	1849,50	5463,45	3613,95	195,40	-101,75	3715,70
Corpos d'água	894,60	702,18	-192,42	-21,51	-49,22	-143,20
Cultura anual	1842,93	270,00	-1572,93	-85,35	-101,39	-1471,54
C. anual irrigada	18,99	35,10	16,11	84,83	-1,04	17,15
Fruticultura	615,15	732,06	116,91	19,01	-33,84	150,75
Pastagem	3343,50	922,23	-2421,27	-72,42	-183,95	-2237,32
Seringueira	0,00	12,24	12,24	-	0,00	12,24
Silvicultura	423,09	368,46	-54,63	-12,91	-23,28	-31,35

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Usos e Cobertura	Ano de 1988	Ano de 2002	Variação		Efeito-Escala	Efeito-substituição
			Hectares	%	Hectares	Hectares
Vegetação ripária	12546,9	13046,40	499,41	3,98	-	-
Total Cerrado	21624,3	21624,39	0,00	0,00	-499,41	0,00
<b>APPs NA BACIA MOGI-PARDO</b>						
Mineração	55,53	34,11	-21,42	-38,57	-2,83	-18,59
Urbano	33,39	54,90	21,51	64,42	-1,70	23,21
Cafecultura	125,19	100,26	-24,93	-19,91	-6,39	-18,54
Cana-de-açúcar	6376,05	13057,74	6681,69	104,79	-325,47	7007,16
Corpos d'água	2051,10	1521,90	-529,20	-25,80	-104,70	-424,50
Cultura anual	3371,31	671,04	-2700,27	-80,10	-172,09	-2528,18
C. anual irrigada	27,63	58,50	30,87	111,73	-1,41	32,28
Fruticultura	1765,80	1547,46	-218,34	-12,36	-90,14	-128,20
Pastagem	8649,45	4322,79	-4326,66	-50,02	-441,52	-3885,14
Seringueira	0,00	20,88	20,88	-	0,00	20,88
Silvicultura	517,95	411,12	-106,83	-20,63	-26,44	-80,39
Vegetação	25521,9	26694,63	1172,70	4,59	-	-
<b>Total das APPs</b>	<b>48495,3</b>	<b>48495,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-1172,70</b>	<b>0,00</b>

Fonte: Base de dados do Projeto ECOAGRI (2005). Cálculos efetuados pelos autores.

As Culturas anuais no Estado de São Paulo migraram, no período, de regiões tradicionalmente produtoras, como Orlândia (município contido na Bacia), para outras áreas fora da Bacia do Mogi-Pardo, como, por exemplo, a região de Assis. A Fruticultura é representada em grande parte pela citricultura, que sofreu problemas de preços no mercado externo e problemas internos de ordem fito-sanitária. A Pastagem teve grande diminuição em extensão de área na Bacia, principalmente em regiões onde havia pastagens naturais de baixa produtividade e com problemas de degradação do solo. A Silvicultura, baseada quase que exclusivamente no eucalipto, no período analisado perdeu pequenas áreas que eram destinadas ao consumo interno de madeira das propriedades, cedendo área para a cana-de-açúcar.

## 5. CONCLUSÕES

As áreas de preservação permanente tiveram aumento nas coberturas, devido aos esforços na recomposição de matas ciliares por parte dos governos e de empresas privadas, contribuindo para o efeito-escala negativo do uso agrícola nas APPs da Bacia.

As dinâmicas de ocupação realçam o aumento da cana-de-açúcar e a diminuição de culturas anuais e pastagens, nas APPs da Bacia.

As culturas anuais irrigadas e a seringueira apresentaram efeito-substituição positivo.

As diferenças detectadas entre as dinâmicas de ocupação e nos valores dos efeitos substituição para os usos agrícolas foram mínimas entre os Biomas Mata Atlântica e Cerrado.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, N. S. O.; ARAÚJO, L.S. NUMATA, I.; VALÉRIO FILHO, M. Estudo da Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Região de Ji-Paraná/RO. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Santos: INPE, 1998. p. 89-98.

DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, F. Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Diagnóstico Básico para Planejamento e Monitoramento de Microbacias Hidrográficas. In: Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP). **Documentos IAC-29**. Campinas: IAC, 1992. p. 91-119.

ECKHARDT, R.R ; REMPEL C.; SALDANHA, D.L.; GUERRA T. ; PORTO, M. L. Análise e diagnóstico ambiental do Vale do Taquari - RS - Brasil, utilizando sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5191-5198.

FIORIO P. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; SPAROVEK, G. Cronologia e Impacto Ambiental do Uso da Terra na Microbacia Hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, 2000.

IGREJA, A.C.M. E BLISKA, F.M.M. Análise econômica dos efeitos da substituição de pastagens cultivadas nos Estados de São Paulo e da Região Sul do Brasil. Passo Fundo, RS. **Teor. e Evid. Econ.** v.12, n.23, 2004. p. 9-23.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, R.L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3829-3836.

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, 2005. p. 207-220.

OLIVETTE, M.P.A.; CASER D.V.; CAMARGO F.P.; SIQUEIRA, A.C.N.; CAMARGO, A.M.M.P. Uso do solo agrícola paulista e sua distribuição regional, 1990-2001. **Informações Econômicas**, SP, v.33, n.10, 2003.

PEDRON, F.A.P.; POELKING, E. L.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C.; KLANT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, v.36, n.1, 2006.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



**PROJETO ECOAGRI. Diagnóstico Ambiental da Agricultura em São Paulo: Bases para um Desenvolvimento Rural Sustentável.** Campinas, UNICAMP, Relatório II FAPESP, 2005. 93p.

SILVEIRA, E.M.O.; CARVALHO, L.M.T.; SILVA, A.M. Uso conflitivo do solo nas áreas de preservação permanente do município de Bocaina de Minas /MG. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 1673-1680.

WHATELY, M. Instituto Sócio-ambiental - ISA - Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/nsa/>>. Acesso em: 02 abr. 2007.