

## **Sensoriamento remoto aplicado à análise do uso da terra nas áreas de preservação permanente da calha principal do Médio Paranapanema**

Vanessa Ramos dos Santos<sup>1</sup>  
Edson Luís Pirolí<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/C.E. de Ourinhos  
Avenida Vitalina Marcusso, 1500 - Ourinhos - SP, Brasil  
van\_nessaramos@yahoo.com.br; elp@ourinhos.unesp.br.

**Abstract.** In Brazil, the marginal areas of the rivers are considered Permanent Preservation Areas (PPAs), provided by the Brazilian Forest Code - Law 4.771/1965. This study aimed the application of remote sensing for the spatialization, interpretation and analysis of the land use and cover in the middle course of main channel Paranapanema's river, in the Sao Paulo State – Brazil. In this case, because of the river have width between 50 and 200 meters, the PPA must have 100 meters. In the analysis were used one digital satellite image from HRC/CBERS 2B and digital satellite images from TM/Landsat 5. It was supported by outside class work and digital satellite images from Quickbird taken for the Google Earth program. The images analyses and spot checks allowed the identification of six different types of uses and covers prevalent in PPAs: agriculture, natural regeneration, pasture, forest, farms and urban area. It was observed that only 4,74% of the research area are in consonance with that determined by the environmental legislation in Brazil. The rest areas are in conflict between use and proposed by Forest Code. The results of these analyses showed that the satellite images and research methodology was used allowed the precision interpretation of land use and cover in study area.

**Palavras-chave:** remote sensing, land use, middle Paranapanema, Permanent Preservation Areas, sensoriamento remoto, uso da terra, médio Paranapanema, Áreas de Preservação Permanente.

### **Introdução**

“A busca contínua de conhecimento sobre o nosso universo e a conseqüente conquista do espaço pelo homem, possibilita o desenvolvimento de novas tecnologias espaciais” (FLORENZANO, 2007, p.5). Nesse sentido, o desenvolvimento do sensoriamento remoto tem como base a obtenção de dados sobre os alvos, sem contato direto com os mesmos.

Os dados de sensoriamento remoto orbital obtidos sobre os ambientes naturais ou antropizados tem sido de extrema importância para planejamento e manejo adequados dos ambientes naturais e áreas previstas pela legislação como ambientes a serem conservados, entre estes, Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais.

No decorrer dos anos, as APPs do estado de São Paulo, previstas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) tem passado por diversas explorações predatórias além de integrar um circuito de regiões mal utilizadas, no que diz respeito aos recursos naturais, principalmente devido aos métodos inadequados de manejo e à falta de planejamento do uso da terra.

Esta falta de planejamento também pode ser verificada no vale do Médio Paranapanema que é considerado uma importante região agropecuária do estado de São Paulo, devido à qualidade do solo da região, sobretudo latossolos vermelhos. Os principais cultivos agrícolas encontrados na área são cana-de-açúcar, soja, milho e mandioca. Entretanto, o intenso uso e a ocupação das áreas agropastoris desta região tem acarretado em graves problemas ambientais relacionados ao baixo índice de cobertura vegetal atual devido ao desmatamento ocorrido no período de avanço do café, soja e milho e, mais recentemente, pela inserção massiva da cana-de-açúcar.

Além disso, a super-utilização dos solos, a falta de planejamento e manejo adequados, o não emprego de práticas conservacionistas e o uso inadequado de agroquímicos tem trazido como conseqüências a perda de grandes volumes de solo fértil, assoreamento dos corpos d'água e contaminação do lençol freático (CBH-MP, 2000).

Este descreve a aplicação das imagens de satélite de alta e média resolução espacial para as análises de uso da terra nos 100 metros de APP da calha principal do Médio Paranapanema, conforme regulamenta a legislação brasileira. O mesmo é parte das pesquisas desenvolvidas no projeto “Análise do uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) da calha principal do Médio Paranapanema e avaliação dos seus impactos sobre os recursos naturais, apoiada em ferramentas de geoprocessamento”, apoiado e financiado pelo PIBIC/CNPq.

### Metodologia de Trabalho

A área estudada é composta pelas APPs de treze municípios localizados na margem direita do rio Paranapanema, conforme pode ser visto na figura 1.



Figura 1. Espacialização dos municípios da calha principal do MP, objeto deste estudo, sobre a imagem do satélite Landsat 5, sensor TM.

A metodologia consistiu de atividades relacionadas à elaboração do mosaico e processamento digital das imagens do satélite Landsat 5, sensor TM com resolução espacial de 30 metros, das órbitas 221 e 222, pontos 75 e 76, bandas 3, 4 e 5, associadas às cores azul (B), verde (G) e vermelho (R). As imagens foram obtidas entre o período de abril de 2008 a maio de 2009 e cedidas pelo INPE.

Para as análises das APPs na região de Ourinhos, utilizou-se uma imagem de abril de 2008, da câmera HRC (pancromática) com resolução espacial de 2,5 metros, do satélite CBERS 2B, também cedida pelo INPE. As imagens do satélite *Quickbird*, obtidas através do *GoogleEarth*, com alta resolução espacial possibilitaram aprofundar e comprovar as análises de uso e ocupação na área estudada, principalmente naquelas regiões onde não foi possível efetuar os levantamentos *in loco*.

Em seguida, efetuou-se a delimitação da margem do rio Paranapanema na área de estudo a partir de vetorização em tela. O vetor gerado foi utilizado na delimitação do buffer de 100 metros da APP.

Numa segunda fase, foram realizados os trabalhos de campo para verificação do uso da terra em locais onde houveram dúvidas na interpretação, visando sua confirmação. Durante o levantamento as coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) de cada ponto foram anotadas com o uso de GPS de navegação, com a finalidade de criar um banco de dados e espacializar as informações sobre as imagens de satélite.

A localização dos pontos de coleta foi definida em função de seu uso e ocupação, buscando-se analisar pelo menos três locais distintos para cada tipo de uso. Buscou-se locais onde existem amostras dos recursos naturais, antropizados ou não, sendo que estes foram avaliados de acordo com a metodologia do LER (Felfili *et al*, 2006), complementadas pela metodologia proposta por Bertrand (1966) e Passos (2003).

Segundo Felfili (2006) os procedimentos do LER foram adaptados de Sobrevila e Bath (1992) e seguem as seguintes etapas: definição de objetivos e planejamento; aquisição de informações e atividades de geoprocessamento; e, trabalho de campo com a aplicação de formulários técnicos de acordo com a caracterização geral de comunidades naturais.

O solo de cada ponto foi analisado com relação à sua estrutura física, e avaliado quanto à presença de processos erosivos, desgaste, pisoteio pelo gado, empobrecimento de sua fertilidade, com sulcos ou com algum sistema de proteção (como curvas de nível, por exemplo) e se é argiloso, arenoso, hidromórfico e/ou litólico.

A vegetação foi avaliada com relação às seguintes características: se é arbórea, arbustiva, pastagem ou cultura agrícola. Analisou-se ainda, se a mesma é primária ou secundária e, nos locais onde houve vegetação, a sua composição florística, através da identificação e anotação das espécies encontradas e sua posição sociológica. A metodologia utilizada foi a preconizada por Bertrand (1966) e Passos (2003).

A análise da água foi feita a partir da observação da sua turbidez, profundidade e assoreamento. Ainda, verificou-se a presença de resíduos sólidos na água. A fauna silvestre encontrada na área de estudo foi avaliada a partir do contato visual e do registro fotográfico ou de sinais como pegadas, fezes, ou outros.

Também identificou-se a presença de ocupação humana nas áreas de APP, relatando as atividades ali desenvolvidas, bem como os aspectos econômicos e sociais relacionados às atividades e feições de urbanização nas APPs e proximidades. Os pontos de interesse levantados no campo foram inseridos no SIG para criação do banco de dados e espacialização dos pontos sobre as imagens de satélite.

## Resultados e Discussão

Efetou-se a composição falsa-cor das imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, das órbitas 221 e 222, pontos 75 e 76, bandas 3, 4 e 5, associando-as às cores BGR, com o objetivo de realizar o melhoramento visual das mesmas.

A partir do georreferenciamento das imagens, e da delimitação das APPs através do buffer, realizou-se a análise visual do uso da terra nestes locais. Calculou-se também a área total de APPs, encontrando-se 5.372,49 há. Os usos identificados foram agrupados em seis classes: cultivo agrícola, área de regeneração natural, pastagem, floresta, ranchos e chácaras e área urbana. Os resultados totais da área analisada por cada classe de uso da terra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Usos e ocupações da terra nas APPs do MP

Usos	Áreas (ha)	Área total por uso (%)
Cultivo agrícola	2.448,9	45,58
Área de regeneração natural	1.961,86	36,51
Pastagem	413,67	7,70
Floresta (de galeria - ciliar)	253,63	4,72
Ranchos e Chácaras	254,37	4,73
Área Urbana	39,86	0,74
<b>Total</b>	<b>5.372,49</b>	<b>100</b>

As áreas de preservação permanente devem, de acordo com a legislação brasileira, ser ocupadas exclusivamente pelas formações vegetais nativas, no caso da área de estudo por floresta característica da Mata Atlântica de interior. No entanto, observou-se nesta pesquisa, o predomínio de cultivos agrícolas, abrangendo 2.448,49 ha, cobrindo 45,5% de toda área pesquisada. A área de floresta de galeria encontrada foi de 253,63 ha, ou seja, 4,72% de toda

área pesquisada. As áreas de regeneração natural abrangem 1.961,86 ha (36,51% da área total). Estas áreas são, principalmente, áreas abandonadas pelos seus proprietários para recuperação natural ou recomposições da Duke Energy, empresa detentora dos direitos da geração de energia elétrica no rio Paranapanema. O gráfico 1 destaca a porcentagem de cada uso da terra nas APPs do MP.

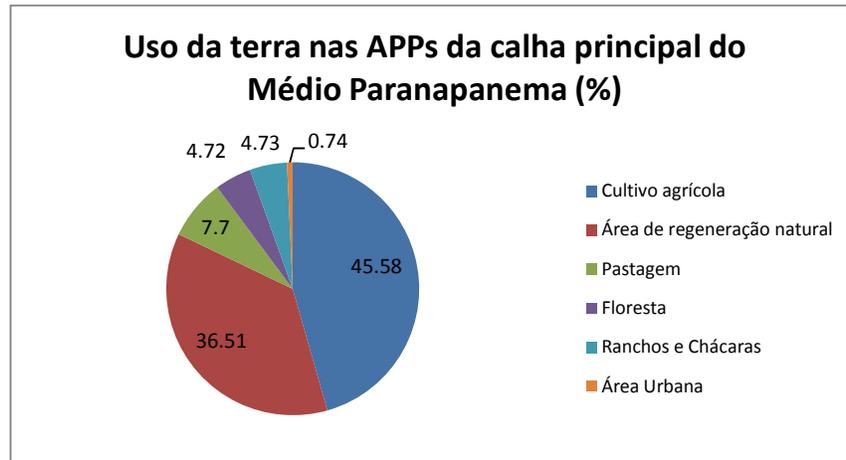
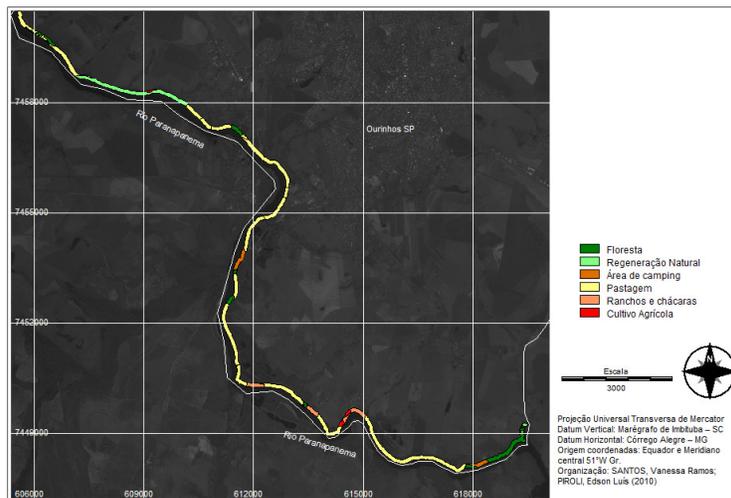


Gráfico 1. Uso da terra nas APPs da calha principal do MP

Foram gerados mapas de uso e ocupação da terra nas APPs por município, totalizando 13 mapas. O mapa 1 ilustra a análise visual realizada no município de Ourinhos por meio da imagem CBERS 2B. A alta resolução da imagem permitiu a uma análise eficiente das informações. As áreas analisadas com o satélite Landsat, de média resolução espacial foram complementadas pelas imagens do satélite Quickbird, disponibilizadas gratuitamente pelo *GoogleEarth*.



Mapa 1. Uso e ocupação da terra nas APPs do município de Ourinhos, especializado sobre a imagem CBERS 2B

O gráfico 2 abaixo, mostra as áreas totais de APP de cada município, e a área preservada de suas APPs, cobertas com mata ciliar. Observa-se que a maior parte dos municípios tem um percentual de APPs preservadas muito baixo, com exceção de Canitar e Chavantes que possuem 38,35% e 30,31%, respectivamente, onde se observa uma pequena melhora na comparação com os demais.

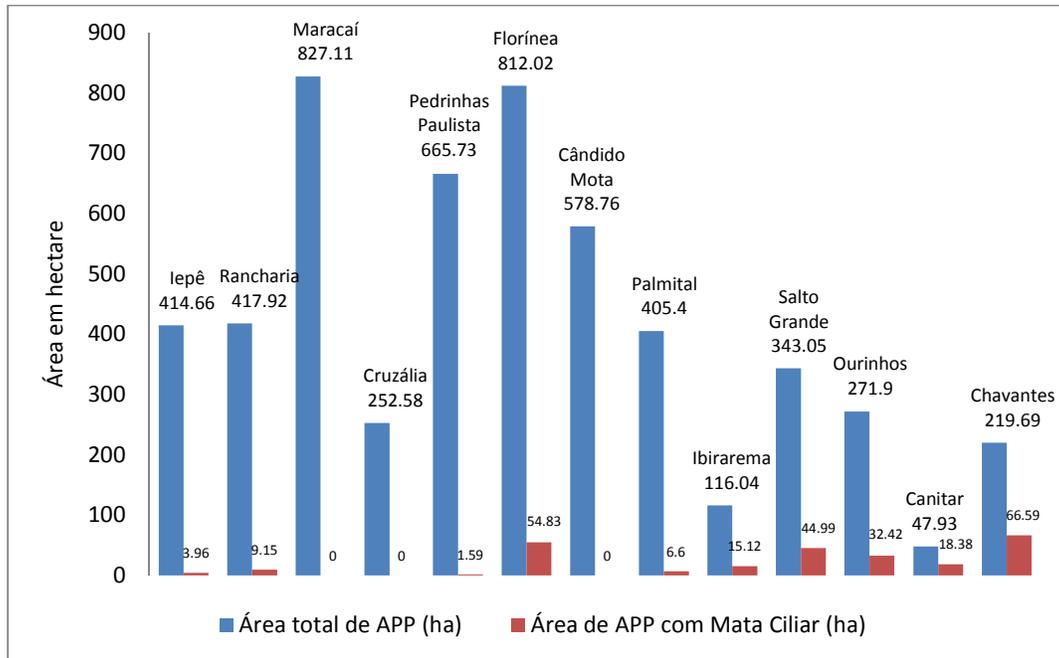


Gráfico 2. Abrangência das APPs e APPs cobertas por mata ciliar de cada município

Deve-se destacar que os municípios de Maracaí, Cândido Mota e Cruzália não possuem florestas de galeria preservadas. Já os municípios de Chavantes, Salto Grande e Canitar possuem as maiores APPs em consonância com a legislação ambiental, sendo que este último possui a menor área de APP no MP. O restante dos municípios preserva menos de 15% das áreas que deveriam ser preservadas.

A realização dos trabalhos de campo permitiu a verificação *in loco* das informações, com o objetivo de auxiliar no processo de interpretação das imagens. Os locais avaliados nos trabalhos de campo foram escolhidos por apresentarem informações relevantes e/ou feições não compreendidas nas imagens de satélite.

No tocante a vegetação, as principais espécies vegetais características de mata ciliar encontradas nos vários pontos analisados foram Farinha-seca (*Albizia hassleri*), Canafístula (*Peltophorum dubium*), Ingá-do-brejo (*Inga affinis*), Marinheiro (*Guarea guidonea*), Sangrad'água (*Croton urucurana*), Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), Capixingui (*Croton floribundus*), Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Goiabeira (*Psidium guajava*), Alecrim (*Heterothalamus brunioides*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Pau-formiga (*Triplaris americana*), Aroeira-vermelha (*Schinus terebintifolius*), Crindiúva (*Trema micrantha*), Figueira (*Ficus sp*), Grumixama (*Eugenia brasiliensis*), Jaracatiá (*Jacaratia spinosa*), Angico (*Anadenanthera sp*), Aroeira-vermelha (*Schinus terebintifolius*), Ipê roxo (*Tabebuinha avellanadae*), Cafezinho (*Caseariae silvestris*), Jurubeba (*Solanum bonariense*), Embaúba (*Cecropia hololeuca*), Bambu (*Bambusa spp*), Copaíba (*Copaifera langsdorfii*), Urucum (*Bixa orellana*), Jacarandá (*Jacaranda micrantha*), Chapéu-de-praia (*Terminalia catappa*), Cambará (*Gochnatia polymorpha*), Aroeira-do-sertão (*Astronium urundeuva*), Jenipapo (*Genipa americana*), Paineira (*Chorisia speciosa*), Bugre (*Lithraea brasiliensis*), Angico-do-cerrado (*Anadenanthera peregrina*), Angico-vermelho (*Parapiptadenia rígida*), Aroeira-salsa (*Schinus molle*), Oiti (*Licania tomentosa*), Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e Leiteirinho (*Peschiera fuchsiaefolia*). As espécies exóticas encontradas em áreas de APP foram Leucena (*Leucaena leucocephala*), Cinamomo (*Melia azedarach*), Jambolão (*Syzygium cumini*), Eucalipto (*Eucaliptus sp*), Mangueira (*Mangifera indica*), Limoeiro (*Citrus limonea*), Acácia (*Senna multijuga*), Amoreira (*Morus nigra*) e Abacateiro (*Persea americana*).

Com relação às características gerais do solo, identificou-se a predominância de argissolos e latossolos. De modo geral, não foram identificados processos erosivos intensos, como voçorocas, mas há presença de sulcos e ravinas ao longo das margens. Também não foram verificados sistemas de proteção, como curvas de nível nas áreas ocupadas com atividades econômicas, pois estas contribuem para a diminuição da taxa de erosão dos solos.

Quanto aos aspectos da água, na área pesquisada, o rio encontra-se, predominantemente, represado em todo trecho, não há sinais de intenso assoreamento, entretanto, processos erosivos nas margens sugerem que aos poucos, volumes de solo são carreados para os reservatórios, causando a diminuição da vida útil dos mesmos, conseqüentemente sucateando grandes obras de engenharia como as hidrelétricas.

Os principais representantes da fauna silvestre encontrados foram lagarto-teiú (*Tupinambis teguixin*), Pomba-carijó (*Patagioenas picazuro*), Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), Coleirinha (*Sporophila caeruleascens*), Suiriri (*Tyrannus melancholicus*), Frango d'água (*Gallinula chloropus*), Andorinha (*Riparia riparia*), Quero-quero (*Vanellus chilensis*), Tesourinha (*Tachornis squamata*), Corruíra (*Troglodytes musculus*), Gavião-caranguejeiro (*Buteogallus anthracinus*), Marrequinha (*Salvinia sp*), Rolinha (*Columbina passerina*), Martim-pescador (*Chloroceryle inda*), Rabo-de-palha (*Phaethon lepturus*) e Chupim (*Molothrus bonariensis*). Deve-se observar que a maioria das espécies listadas é de aves, o que indica que os animais terrestres, que tem maior necessidade das florestas para proteção, alimentação e habitat, estão sendo extintos devido às condições inadequadas das matas ciliares da região.

De modo geral, verificou-se que o grave problema ambiental, que contribui para o assoreamento do rio e queda dos barrancos é a falta de cobertura vegetal. Na área pesquisada encontraram-se pequenos fragmentos de matas localizados em alguns trechos da margem do rio. Destaca-se que a ausência das matas ciliares está comprometendo a formação de corredores ecológicos nas APPs pesquisadas, isto é, a continuidade para dissipação do fluxo gênico das espécies vegetais e animais, fator fundamental para manutenção dessas matas. Desta forma, a vida da fauna silvestre fica comprometida sem o habitat natural, ocorrendo até mesmo a extinção das espécies mais vulneráveis à falta de seu ecossistema original.

Pode-se, ainda avaliar que a intensa presença de culturas agrícolas extensivas próximas às margens provoca a compactação dos solos pelas máquinas utilizadas e a contaminação do lençol freático e do rio, devido ao uso de defensivos agrícolas, graxas e combustíveis, causando a redução das espécies da fauna aquática e a mortandade de peixes.

## Conclusões

As imagens de sensoriamento remoto utilizadas na presente pesquisa forneceram boa base de dados para as análises de uso da terra.

A imagem do satélite CBERS 2B, usada nas análises da região de Ourinhos (SP), possibilitou a interpretação precisa do uso da terra das APPs do rio Paranapanema no local.

Por meio das análises sobre as imagens e verificações *in loco*, constatou-se que as intervenções realizadas sobre as APPs do MP caracterizam-se, sobretudo pelas culturas agrícolas, de modo que pode-se associar o avanço das atividades agropastoris à redução das florestas e habitats de espécies animais e vegetais. Destaca-se ainda que na área pesquisada há um progressivo avanço da degradação dos recursos naturais, que sofrem as conseqüências da ocupação desordenada a que a região foi submetida.

Desta forma, é fundamental elaborar programas de recomposição da mata ciliar bem como cobrar da Duke Energy o cumprimento das medidas mitigatórias previstas pelo EIA RIMA dos reservatórios. Como já existem pontos de fragmentos de recomposições, pode-se formar corredores. Que também serão um aspecto positivo para a fauna.

Finalizando, deve-se destacar que o conhecimento do uso da terra e as discussões referentes à função e conservação ambiental das APPs são essenciais no atual contexto brasileiro, pois discute-se a reforma do Código Florestal Brasileiro com propostas para flexibilização das regras de proteção do meio ambiente. A base de informações gerada por esta pesquisa pode servir de auxílio para planejadores e legisladores, os quais devem considerar a importância fundamental de manutenção, conservação e fiscalização das matas ciliares antes de tomar suas decisões.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao PIBIC/CNPq pelo apoio a esta pesquisa.

### **Referências Bibliográficas**

BERTRAND, G. **Pour une étude géographique de la végétation**. R.G.P.S-O, t. XXXVII, Toulouse, 1966.

BRASIL. Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Código Florestal**. Brasília, 1965.

CBH/MP - Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, 2000.

UGRHI 17 - **Relatório Zero**. CBH-MP, Marília, 2000.

FELFILI, J.M. et al. **Levantamento ecológico rápido**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2006.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

PASSOS, M.M. dos. **Biogeografia e paisagem**. 2. ed. Maringá: [s.n.], 2003.