

## Colaboração das geotecnologias na seleção de áreas para a implantação do parque aquícola no Rio São José dos Dourados

Keli da Silva Machado <sup>1</sup>

André Luiz Altimare <sup>2</sup>

Hélio Ricardo Silva <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho – UNESP.

Campus de Ilha Solteira 15385-000 – Ilha Solteira – SP, Brasil.

ksmachado@aluno.feis.unesp.br

alaltimare@gmail.com

hrsilva@agr.feis.unesp.br

**Abstract:** The aim of this research was identify the land use in the range of 500 meters on the margins of São José dos Dourados River in order to collaborate in the selection of the capable places for the fish breeding in floating net cages exploration. The description of the land use and the degradation level classes was possible by the use of multitemporal and multisource data. The results shows that pasture area continues occupying the main percentage of the anthropic use of the study area and the riparian vegetation still represents a discontinue distribution and inexpressive rates, contributing for the silting and eutrophication of the UHE Ilha Solteira reservoir. The SPRING was efficient to generate the data that will supports the selection of the locals for the installation of the floating net cages for the fish breeding exploration.

**Palavras Chaves:** remote sensing, geographic information system, geotechnology, use of the ground, sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas, geotecnologia, uso do solo.

### 1. Introdução

A ocupação antrópica para a instalação das pastagens na região de Influência dos Reservatórios das Usinas Hidrelétricas do Complexo de Urubupungá devastou a vegetação natural levando a uma distribuição descontínua e dentro de índices inexpressivos das fitofisionomias naturais (SILVA, 1991, SÃO PAULO, 1993). A ocupação desordenada contribuiu para a degradação dos solos, com conseqüente empobrecimento dos mesmos por processos erosivos (SILVA e POLITANO, 1995; PAULA, 1997). Assim a erosão hídrica tem contribuído para o assoreamento dos reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos, reduzindo a vida útil destas usinas hidrelétricas (Silva e Politano, 1995) e levando à degradação da qualidade ambiental (NASCIMENTO e GARCIA, 2004). A cultura da cana-de-açúcar encontra-se em expansão na região do Complexo de Urubupungá (Canasat, 2006), o que poderá acelerar a devastação da vegetação natural remanescente e carrear para os reservatórios substâncias poluidoras como defensivos e fertilizantes agrícolas e conseqüentemente acelerar a eutrofização destes corpos d'água. Logo, a preservação e restauração da vegetação natural ao longo dos rios e ao redor de lagos e reservatórios, se faz urgente para a proteção dos recursos naturais bióticos e abióticos, sobretudo dos recursos hídricos (A FUNDAÇÃO PROTETORA DA MATA CILIAR, 2003). A qualidade da água nos reservatórios de usinas hidrelétricas é vital não apenas na preservação da vida útil destes empreendimentos, mas também para possibilitar a implantação de outras atividades econômicas, como o turismo e a piscicultura, que poderão ser exploradas pelas comunidades lindeiras destes corpos d'água.

As propriedades químicas da água estão intimamente ligadas às características do solo e ao tipo de cobertura vegetal existente nas margens dos corpos d'água (PÁDUA, 2003). Estes dados têm enorme importância para a piscicultura, pois fornecem elementos que irão

primariamente apontar a qualidade da água, além de fornecer subsídios físicos fundamentais quanto à escolha do local, implantação e manejo dos tanques rede para produção de peixes.

Neste contexto, o Sensoriamento Remoto se constitui em uma técnica fundamental para a manutenção de registros atualizados do uso da terra e as imagens de satélites constituem fontes essenciais para obtenção de informações do dinamismo do meio físico frente às atividades antrópicas (NASCIMENTO e GARCIA, 2004). Para o monitoramento da dinâmica do uso da terra é fundamental a utilização de sistemas com alta capacidade para o tratamento e análise de informações multi-temáticas como são as técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento (VALÉRIO FILHO, 1995). A interpretação visual das imagens CBERS é o processo de obtenção de informações sobre um dado alvo da superfície, através da análise de sua resposta espectral. Esse processo consiste basicamente na inspeção e identificação de diferentes padrões tonais e texturais em cada banda espectral, assim como na sua comparação em diferentes bandas. Desta forma, as características espectrais do alvo podem ser registradas de modo diferente em cada banda espectral, o que possibilita a identificação de diferentes alvos da comparação entre bandas (SLATER, 1980). Torna-se evidente que os padrões da resposta multiespectral têm papel extremamente importante e variável no mapeamento do uso e ocupação da terra, face as diferentes respostas espectrais dos alvos em função das condições climáticas e das diversas estratificações das vegetações naturais ou antropizadas.

## 2. Objetivos

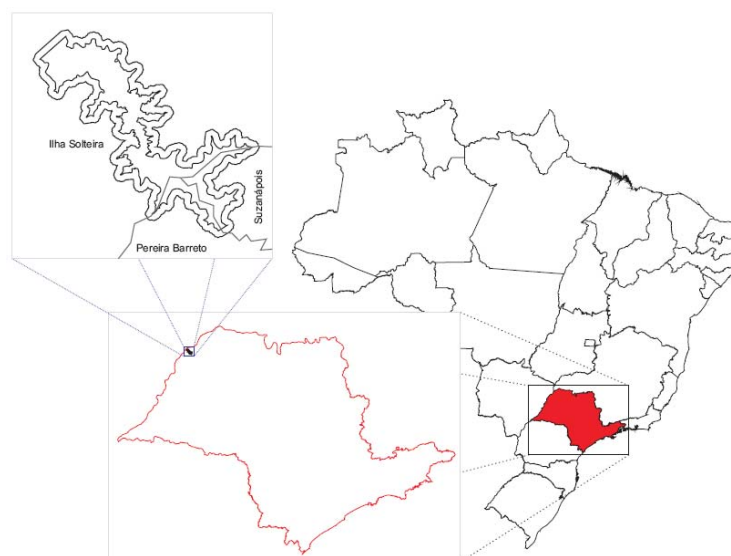
Identificar o uso e ocupação do solo na faixa de 500 metros das margens do Rio São José dos Dourados através da utilização de dados multitemporais e multifontes.

Colaborar na seleção dos locais aptos dentro deste corpo d'água para a exploração da piscicultura em tanques redes;

## 3. Material e Métodos

### 3.1. Área de estudo

A área de estudo se situa até a uma distância de 59 quilômetros da foz do Rio São José dos Dourados, numa faixa de 500 metros das margens. O trecho estudado do Rio São José dos Dourados, está localizado entre os municípios paulistas de Ilha Solteira, Pereira Barreto e Suzanápolis. Este rio é afluente do Rio Paraná e está localizado no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Ilha Solteira. Esta área de estudo está circunscrita pelas coordenadas externas Longitude 51° 21' 5,78" Oeste e Latitude 20° 30' 30,71" Sul; Longitude 51° 09' 15,16" Oeste; Latitude 20° 20' 50,13" Sul (**Figura 1**). O reservatório da usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, concluída em 1978, possui extensão de 1.195 Km<sup>2</sup> sendo a maior usina hidrelétrica do Estado de São Paulo administrada pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) e terceira maior do Brasil. Os tipos de solos da área são Argissolo Vermelho (PV1); Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA10) e Latossolo Vermelho (LV39) (OLIVEIRA et al., 1999). A cobertura vegetal natural é constituída por floresta estacional semidecídua e em alguns locais por campos de altitude, encaves de cerrado, zona de tensão ecológica e contatos (SOS MATA ATLÂNTICA, 2006). Em relação a principal gramínea implantada na área de estudo tem-se a *Brachiaria brizantha*. As outras classes de uso do solo são as culturas anuais como milho e feijão e semi-perene como a cana-de-açúcar. O clima desta região, classificado, de acordo com o Sistema Internacional de Köppen, é o clima tropical úmido, com estações chuvosas no verão e seca no inverno (Aw). As temperaturas médias mensais variam entre 20,5°C (julho) e 26,2 °C (fevereiro) e a precipitações médias mensais variam de 20 mm (agosto) a 254 mm (janeiro).



**Figura 1** – Localização do Rio São José dos Dourados.

O período de excedente hídrico se estende de dezembro a fevereiro e o de deficiência hídrica, de março a setembro (CENTURION, 1982).

### 3. 2. Material

O sistema de informações geográficas utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi o SPRING versão 4.3 (<http://www.dpi.inpe.br/spring>). A base cartográfica foi composta pelas Cartas Topográficas na escala 1:50.000 do I.G.G. correspondente as folhas Ilha Solteira, Esmeralda, Pereira Barreto, que estão em arquivos digitais. As imagens orbitais são do sensor/satélite CCD/CBERS, referentes à órbita e ponto 160/123, passagens de 03/08/2005 e 07/07/2006, disponibilizadas no INPE ([http://www.cbers.inpe.br/pt/index\\_pt.htm](http://www.cbers.inpe.br/pt/index_pt.htm)). A câmera SONY modelo DSC-R1, foi utilizada no levantamento aerofotogramétrico ocorrido em 01/07/2006. Os dados auxiliares foram coletados durante os trabalhos de campo no rio São José dos Dourados nos dias 30/06/2006 e 14/07/2006, através da câmera filmadora SONY Handycam DCR DVD 305, com resolução espacial de 1.0 megapixels e zoom óptico de 12x e do GPS de navegação Garmin 76S. Este trabalho de campo foi realizado a bordo de lancha equipada com motor de 45 Cv.

### 3. 3. Método

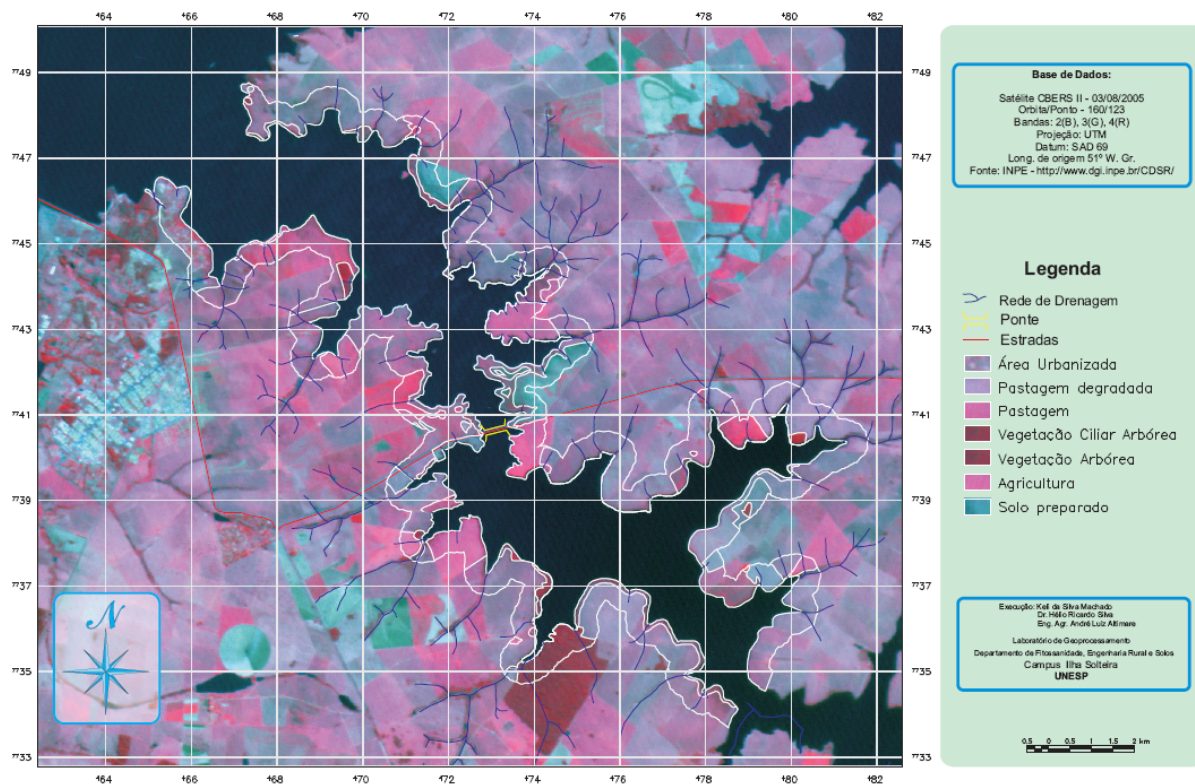
Primeira etapa: levantamento e seleção dos dados. Segunda etapa: construção da base cartográfica da área de estudo, utilizando o SPRING que consistiu na importação da cartografia básica de formato digital; conversão de formatos, correção atmosférica e registro das imagens para o sistema de projeção cartográfica adotado (UTM/SAD69). Terceira etapa: geração da carta imagem preliminar contendo os dados de uso e ocupação do solo para a área de estudo no ano de 2005, obtida através da fotointerpretação da composição colorida 2(B) 3(G) 4(R) da imagem de 2005 diretamente no monitor do computador. Utilizou-se a função de processamento de imagens (ampliação de contraste) que possibilitou melhor definição e facilitou a digitalização das classes predominantes de uso e ocupação da terra. Ainda nesta etapa, delimitou-se as classes por digitalização manual à medida que foram sendo identificadas no processo de interpretação através das funções de Edição Vetorial. Neste processo, as características mais importantes na interpretação do uso e ocupação do solo foram tonalidade, cor, textura, padrão, forma e sombra. A interpretação das imagens apoiou-

se na técnica sistemática para o mapeamento de classes conhecidas que estavam localizadas próximas a área urbana de Ilha Solteira e nas áreas que não se tinha conhecimento de campo, a interpretação se baseou no método das chaves.

Na quarta etapa, empregou-se a carta imagem para subsidiar os trabalhos de campo que atualizaram e detalharam as classes de uso e ocupação do solo na faixa de 500 metros das margens e registrando a presença de paliteiros e processos erosivos como o desbarrancamento das margens. Os limites de cada classe temática foram georeferenciados através do GPS Garmin. Na quinta etapa, as coordenadas geográficas foram importadas para a base de dados, e em seguida realizou-se a fotointerpretação final da composição colorida 2(B) 3(G) 4(R) da imagem de 2006 diretamente no monitor do computador. Nesta etapa foram utilizados os dados denominados multifontes e multitemporais, ou seja, dados auxiliares e as fotografias aéreas. Posteriormente através da função Tabulação Cruzada, avaliou-se as alterações ocorridas nas margens do Rio São José dos Dourados nos anos de 2005 e 2006. Os produtos finais gerados foram as Cartas Imagem Uso e Ocupação do Solo – Margem do Rio São José dos Dourados nos anos 2005 e 2006.

#### 4. Resultados e Discussão

A fotointerpretação preliminar, através da técnica sistemática, realizada na composição colorida 2(B) 3(G) 4(R) da imagem CBERS de 03/08/2005 permitiu a definição da classe denominada Área Urbanizada. Através do método das chaves, foram definidas mais seis classes: Agricultura, Pastagem, Pastagem Degradada, Solo Preparado, Vegetação Arbórea e Vegetação Ciliar Arbórea (**Tabela 1 e Figura 2**).



**Figura 2** - Carta Imagem Uso e Ocupação do Solo – Margem do Rio São José dos Dourados Ano 2005.

A diferença entre as classes pastagem e pastagem degradada, estava relacionada a quantidade de solo exposto em relação a cobertura vegetal, verificada através do

comportamento espectral destes alvos. A pastagem degradada apresentou coloração magenta, com contribuição predominante da cor azul, tonalidade clara na banda 3, tonalidade mais escura na banda 4 em relação a classe pastagem, indicando maior exposição do solo. A classe Pastagem Degradada ocupava a maior porcentagem da área total (63,12%).

**Tabela 1.-** Resultado da fotointerpretação convencional na faixa de 500 metros das margens do Rio São José dos Dourados.

<b>Classes de uso e ocupação do solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Agricultura	327,09	7,19
Área Urbanizada	164,74	3,62
Pastagem	434,33	9,54
Pastagem Degradada	2.870,79	63,12
Solo preparado	331,16	7,28
Vegetação Arbórea	0,36	0,008
Vegetação Ciliar Arbórea	420,03	9,23
<b>TOTAL</b>	<b>4.548,50</b>	<b>100</b>

Na **Figura 03** tem-se a Carta Imagem Uso e Ocupação do Solo – Margem do Rio São José dos Dourados Ano 2006 e na **Tabela 2** são apresentados os dados obtidos através da Tabulação Cruzada das áreas relativas ao uso e ocupação do solo na faixa de 500 metros das margens do Rio São José dos Dourados nos anos 2005 e 2006. No eixo das abscissas temos as classes de uso e ocupação do solo identificadas no ano 2005 e no eixo das ordenadas, além das classes de uso e ocupação do solo das margens são apresentadas as classes identificadas dentro do Rio São José dos Dourados.

Através da análise das **Figuras 2 e 3 e Tabela 2**, constata-se que a utilização de fotografias aérea, com melhor resolução espacial e dos dados auxiliar contribuiu na identificação de maior número de classes de uso e ocupação do solo e de diferentes níveis de degradação destas classes temáticas em relação à fotointerpretação preliminar. Foi possível identificar mais detalhadamente os processos erosivos (erosões em sulco e laminar), nas áreas de pastagens e assim reavaliar as áreas classificadas como Pastagem e Pastagem Degradada. Constatou-se que estas duas classes apresentavam estes processos erosivos, entretanto na classe denominada Pastagem Degradada a degradação dos solos estava mais intensa.

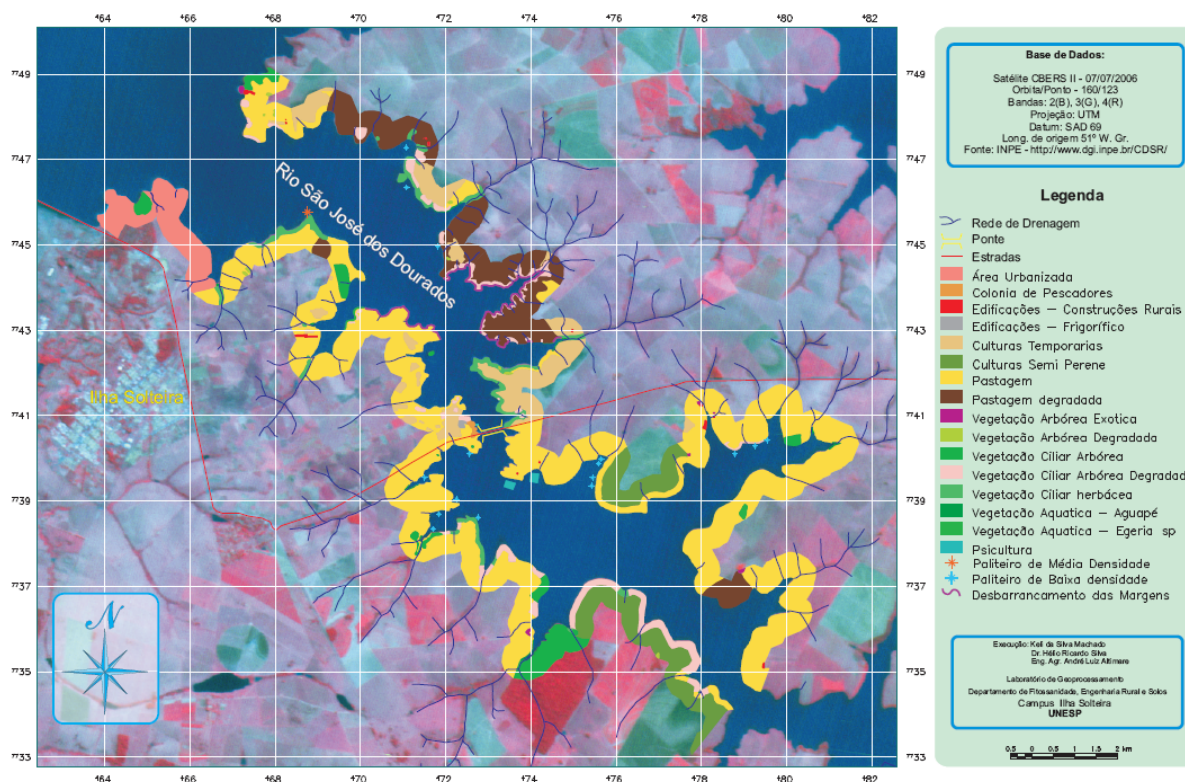
As pastagens totalizaram 2.532,20 ha e as pastagens classificadas como degradadas 574,90 ha. Assim a utilização das características tonalidade, cor, textura, padrão na fotointerpretação preliminar em relação a fotointerpretação da imagem de 2006, coincidiu na identificação de 212,21 ha de pastagens e 346,16 ha de pastagens degradadas. Além disso, constatou-se nesta análise multitemporal, que ocorreu uma expansão da cana de açúcar e das culturas temporárias na região, pois dos 542,96 ha de pastagens degradadas identificadas em 2005, 351,98 ha foram substituídos pelo cultivo da cana-de-açúcar e 190,98 ha pelas culturas temporárias. As áreas não classificadas (background) ocorrem face aos diferentes valores das cotas de inundação nas duas datas das passagens do satélite CBERS em 2005 e 2006.

Em 2005 foi possível identificar 420,03 ha de Vegetação Ciliar Arbórea; mas com os dados de 2006 constatou-se que esta vegetação ocupava apenas 152,16 ha enquanto 218,18 ha foram reclassificados como Vegetação Ciliar Arbórea Degradada.

**Tabela 2.** Tabulação Cruzada do uso e ocupação do solo na faixa de 500 metros da margem do Rio São José dos Dourados - 2005/2006.

Classes Temáticas	Back ground	Pastagem	Solo preparado	Agricultura	Vegetação Ciliar Arb.	Área Urbanizada	Pastagem degradada	Vegetação Arbórea	Total
<b>Background</b>	-	21,23	15,56	11,01	16,25	4,26	136,37	0,36	205,07
<b>Pastagem</b>	118,32	<b>212,21</b>	144,10	283,04	79,75	0,57	1694,22	0,00	<b>2532,20</b>
<b>Cult. Temporárias</b>	3,52	0,99	164,87	10,71	2,24	0,00	<b>190,98</b>	0,00	373,31
<b>Cult. Semi Perene</b>	4,85	0,00	0,00	0,12	10,80	0,00	<b>351,98</b>	0,00	367,75
<b>Veg. Ciliar Arb.</b>	5,84	2,50	0,63	4,12	136,19	0,04	2,84	0,00	152,16
<b>Área Urbanizada</b>	5,04	0,00	0,00	0,00	0,00	158,31	0,46	0,00	163,81
<b>Desb. das Margens</b>	0,71	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,17	0,00	0,97
<b>Paliteiro Dens.Baixa</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Edif. – Frigor.</b>	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	2,95
<b>Veg. Aquát. - Aguapé</b>	2,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	2,97
<b>Edif. – Constr. Rur.</b>	0,18	0,81	0,00	0,21	0,00	0,87	7,63	0,00	9,69
<b>Veg. Arbórea Degr.</b>	0,61	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	5,88	0,00	7,09
<b>Colônia de Pescad.</b>	0,00	0,00	0,26	0,00	3,11	0,00	1,81	0,00	5,19
<b>Piscicultura</b>	8,35	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	8,38
<b>Veg. Aquát. - Egeria</b>	10,67	0,08	0,00	0,00	0,48	0,16	1,14	0,00	12,53
<b>Veg. Ciliar Herb.</b>	20,95	18,14	1,36	11,63	19,67	0,28	58,70	0,00	130,73
<b>Pastagem Degr.</b>	21,17	167,82	0,17	0,00	39,57	0,00	<b>346,16</b>	0,00	<b>574,90</b>
<b>Veg. Ciliar Arb. Degr</b>	27,04	10,51	0,74	5,79	105,87	0,24	68,00	0,00	<b>218,18</b>
<b>Veg. Arbórea Exot.</b>	0,29	0,00	0,12	0,45	2,25	0,00	2,74	0,00	5,84
<b>Veg. Arbórea</b>	0,00	0,00	0,90	0,00	3,80	0,00	0,00	0,00	4,70
<b>Paliteiro Dens. Média</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	229,91	434,33	331,16	327,09	<b>420,03</b>	164,74	2870,79	0,36	4.548,50

Cult. Temporárias = Culturas Temporárias, Cult. Semi Perene = Culturas Semi Perene, Veg. Ciliar.Arb. = Vegetação Ciliar Arbórea, Desb. das Margens = Desbarrancamento das Margens, Paliteiro Dens. Baixa = Paliteiro Densidade Baixa, Edif. – Frigor. = Edificação – Frigorífico, Veg. Aquát. – Aguapé = Vegetação Aquática – Aguapé, Edif. – Constr. Rur. = Edificação – Construção Rural, Veg. Arbórea Degr = Vegetação Arbórea Degradada, Colônia de Pescad. = Colônia de Pescador



**Figura 3** - Carta Imagem Uso e Ocupação do Solo – Margem do Rio São José dos Dourados Ano 2006.

## 5. Conclusões

- As pastagens continuam ocupando a maior porcentagem de uso antrópico nas margens do Rio São José dos Dourados.
- Apesar da UHE de Ilha Solteira ter sido concluída há quase 30 anos, a vegetação ciliar arbórea continua apresentando distribuição descontínua e dentro de índices inexpressivos, agravando assim o processo de assoreamento e eutrofização deste reservatório.
- A análise multitemporal, permitiu constatar que está ocorrendo uma rápida mudança no uso do solo nesta região, face ao incremento da cultura semi-perene (cana-de-açúcar).
- Carta Imagem Uso e Ocupação do Solo – Margem do Rio São José dos Dourados Ano 2005, obtida através da imagem CBERS agilizou os trabalhos de campo realizados em 2006.
- O SPRING foi eficiente na geração de dados na faixa de 500 metros das margens do Rio São José dos Dourados, o que auxiliará na seleção dos locais para a instalação dos tanques redes na exploração da piscicultura.
- Sugere-se que seja realizado o mapeamento do uso e ocupação do solo dentro de toda bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados para que os planejadores do Parque Aquícola no Reservatório da UHE de Ilha Solteira, possam ter mais subsídios na seleção dos locais para a instalação dos tanques redes dentro deste rio.

## 6. Agradecimentos

À Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP/PR) pelo suporte financeiro do Projeto Parque Aquícola do Reservatório de Ilha Solteira, Proc. N. 080/2005 e a Pró Reitoria de Extensão Universitária/UNESP pela bolsa de apoio acadêmico II, Proc.nº 1837/2005.

## 7. Referências

A Fundação Protetora da Mata Ciliar, **Mata Ciliar** Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br/ciliar/sp/protecao>. Acesso: 23 set. 2003.

CANASAT, **Mapeamento de cana via imagens de satélite de observação da Terra** Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>. Acesso: 10 jul. 2006.

Centurion, J.F. **Balanco Hídrico da Região de Ilha Solteira**. Científica, Jaboticabal, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

Nascimento P. S. R., Garcia, G.J. **Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na sub-bacia do baixo Piracicaba (SP) com o auxílio de imagens TM/LANDSAT-5**. Piracicaba, 2004.

Oliveira, J. B.; Camargo M. N.; Rossi, M.; Calderado, Filho, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Escala 1:500.000**. Campinas:IA; 1999. 63p.

Pádua, H. B. **O solo na aqüicultura. Composição e gradiente das partículas do solo. Métodos práticos de identificação** Disponível em: <http://www.serrano.neves.nom.br/he>. Acesso: 15 mai. 2005.

Paula, R. C. **Avaliação dos principais fatores do meio físico do município de Suzanópolis, SP, relacionados com a produção agropecuária mediante o emprego de imagens aéreas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Agronomia. Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Campus Ilha Solteira 1997. 47p.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Informações Técnicas Documentação e Pesquisa Ambiental. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 1993a. 199p.

Silva, H. R.; Politano, W. Análise do uso e ocupação do solo e processos de erosão na área de influência do Conjunto de Urubupungá: estudo dos municípios de Pereira Barreto, Ilha Solteira e Suzanópolis (SP). In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5, Bauru- SP, 1995. **Anais...**Bauru: ABGE-IRT-DIGEO, 1995. Artigo p 145-47. ABGE-IRT-DIGEO.

Silva, H. R. **Avaliação dos principais fatores do meio físico do município de Pereira Barreto, SP, relacionado com a produção agropecuária, mediante o emprego de imagens aéreas**. Unesp/Ilha Solteira, 1991. 74p. (relatório do projeto de pesquisa apresentado para Comissão Permanente de Regime de Trabalho com o fim de ser desenvolvido durante o período de estágio probatório).

Slater, P.N. *Remote Sensing, optics and optical systems*. , New York, Addison-Wesley, 1980.

SOS Mata Atlântica, **Atlas da Mata Atlântica** Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br/?secao=atlas> Acesso: 10 jul. 2006

Oliveira, J. B.; Camargo M. N.; Rossi, M.; Calderado, Filho, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Escala 1:500.000**. Campinas:IA; 1999. 63p.

Valério Filho, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento. In: TAUKE-TORNISIELD, S. M. et al. **Análise ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro: CEA-UNESP, 1995, p.135-139.