

# Avaliação de imagens sintéticas do satélite CBERS-2B (CCD/HRC) para mapeamento do uso da terra: estudo de caso do entorno da Represa de Salto Grande no município de Americana (SP)

Danúbia Caporusso<sup>1</sup>  
Lindon Fonseca Matias<sup>1</sup>  
Joyce Rodrigues da Cruz<sup>1</sup>  
Joseane Carina Borges de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografia - Instituto de Geociências – IG  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
Caixa Postal 6152 – 13083-970 - Campinas - SP, Brasil  
{danubia, lindon, joyce.cruz, joseane}@ige.unicamp.br

**Abstract.** The studies of different forms of land use have relied thematic mappings and geotechnologies to identify the changes of the types of land use over time in certain spaces. The area of study, Dam of Salto Grande, occupies an area 10.5 km<sup>2</sup>, located in the hydrographical basin of Atibaia River, important confluent of Piracicaba River in the State of São Paulo. Serves, today, to the inhabitants of the municipalities of Americana, Paulínia and Nova Odessa, inserted in the Metropolitan Region of Campinas. The process of urbanization allied to local conditions has been one of the main responsible for the dynamics of social-environmental impacts in proximity of dam. With the use of images captured by orbital sensors the task of mapping and analysis of the land use has been facilitated. The techniques of fusion images of different spatial resolutions better definition and the recognition of the objects constituents of geographical space. The goal of this work was to evaluate the use of synthetic images, obtained through the merger of images CBERS-2B, CCD sensors and HRC, using the techniques IHS and ESRI, available in software ArcGIS 9.3, mapping of different forms of land use in the proximity of Dam of Salto Grande, in the municipality of Americana. The results show that these images are of great value to the studies of land use.

**Palavras-chave:** fusion images, synthetic images, satellite CBERS-2B, land use, ArcGis9.3, fusão de imagens, imagens sintéticas, satélite CBERS-2B, uso da terra, ArcGis9.3.

## 1. Introdução

A análise das diferentes formas de uso da terra é realizada na atualidade por diversos pesquisadores que buscam o entendimento da ocupação e do ordenamento territorial. Numa concepção geográfica, a expressão uso da terra designa não somente a tipologia de cobertura do solo existente num determinado local como, fundamentalmente, o conjunto de forças produtivas e relações sociais de produção que condicionam as formas de ocupação e uso de um determinado território (IBGE, 1999 apud Matias et al., 2008). Conforme Fonseca (2008), uma análise mais profunda do uso e ocupação da terra pode revelar os aspectos marcantes e contraditórios na apropriação do espaço pelo homem.

Em estudos relacionados ao uso da terra os mapas temáticos têm servido, de forma geral, como base para as análises das mudanças das formas de uso da terra ao longo do tempo num determinado espaço. Para execução desse tipo de mapeamento, as geotecnologias vêm sendo incorporadas, especialmente os produtos oriundos do Sensoriamento Remoto e a capacidade de processamento analítico presente nos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), como um suporte para melhor interpretar o espaço geográfico por meio do tratamento de dados georreferenciados e de sua representação cartográfica (Câmara et al., 1999; Longley et al., 2002; Silva et al., 2004; Matias et al., 2008).

Com os avanços tecnológicos, através do aprimoramento das técnicas de processamento digital de imagens, são criadas novas possibilidades de extração de informação de imagens captadas por diferentes sensores orbitais. A fusão de imagens de satélite apresenta-se como uma importante técnica a ser aplicada em várias áreas do conhecimento.

Segundo Schneider et al. (2003) a fusão de imagens visa a geração de uma imagem a partir de imagens múltiplas (por exemplo imagens multiespectrais, fotografias aéreas e imagens de radar) para a extração de informação de maior qualidade. A fusão de imagens com diferentes resoluções visa à melhoria da resolução espacial e a manutenção da resolução espectral. Assim, combinam-se imagens multiespectrais com imagens pancromáticas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de imagens sintéticas, obtidas através da fusão das imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC, processadas com o uso das técnicas IHS e ESRI, no mapeamento das diferentes formas de uso da terra no entorno da Represa de Salto Grande, no município de Americana (SP).

### 1.1. Caracterização da área de estudo

A Represa de Salto Grande está localizada entre os municípios de Americana, Nova Odessa e Paulínia (Figura 01), no centro-leste do Estado de São Paulo, inserida na bacia hidrográfica do rio Atibaia, importante tributário do rio Piracicaba. Localiza-se em um dos pontos de maior concentração populacional e desenvolvimento econômico do Estado, a Região Metropolitana de Campinas (RMC).

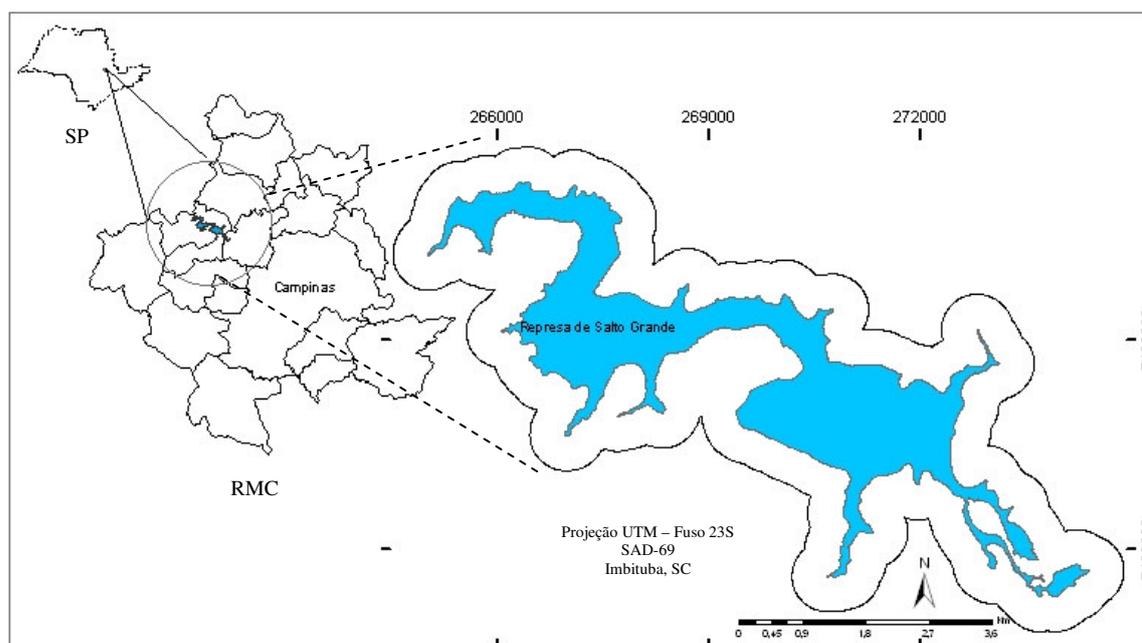


Figura 01. Localização da área de estudo

A área da represa foi alagada para a construção da Usina Hidroelétrica de Salto Grande em 1949 e tem seu potencial hidroelétrico explorado pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), sendo que já se constataavam impactos socioambientais na localidade no período de construção e implantação como, por exemplo, o desvio do leito original do rio, a retirada da vegetação natural, a captura e o deslocamento da fauna da área que seria inundada, assim como o aumento médio do leito do rio Atibaia em 20 metros (Deberdt, 1997). A construção da represa buscava atender a demanda crescente por recursos energéticos e hidrológicos na região decorrente do crescimento urbano e populacional no contexto do processo de urbanização do interior do Estado de São Paulo.

A Represa traz vantagens para os municípios de Americana e vizinhos, que se utilizam do potencial de geração de energia, além da captação de água a jusante no rio Piracicaba

(Benedet, 1997), cujo represamento auxilia na retenção de metais pesados, agrotóxicos, nutrientes sólidos em suspensão e demais compostos, o que promove a melhoria da qualidade da água do rio Piracicaba que surge da junção do rio Atibaia com o rio Jaguari, logo após a barragem da represa (Espíndola et al., 2004).

A urbanização que vem se processando no município e em toda a região metropolitana, na qual a área da represa está inserida, aliada às condições ambientais locais, tem sido uma das principais responsáveis pela dinâmica dos impactos socioambientais que se verificam no entorno da mesma com maior intensidade nos últimos anos.

Atualmente, observam-se no entorno da represa a presença de extensas áreas de cultivo de cana-de-açúcar, de pastagem e cultura de laranja, principalmente na margem direita, que em alguns casos, não obedecem à delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Na margem esquerda prevalece a ocupação urbana com chácaras, casas de veraneio, condomínios de alto padrão e bairros de classe média baixa, instalados a partir do aumento populacional ocorrido no município de Americana nos últimos anos (Nascimento, 2003).

## 2. Metodologia de trabalho

A primeira etapa do trabalho consistiu na seleção das imagens a serem utilizadas (Figura 02). Foram escolhidas imagens dos sensores CCD (órbita/ponto 155/125) e HRC (órbita/ponto 155\_C/125\_5) do satélite CBERS-2B, passagem do dia 28/08/2008, disponibilizados de forma gratuita pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008). As principais características das imagens selecionadas são apresentadas na Tabela 1.

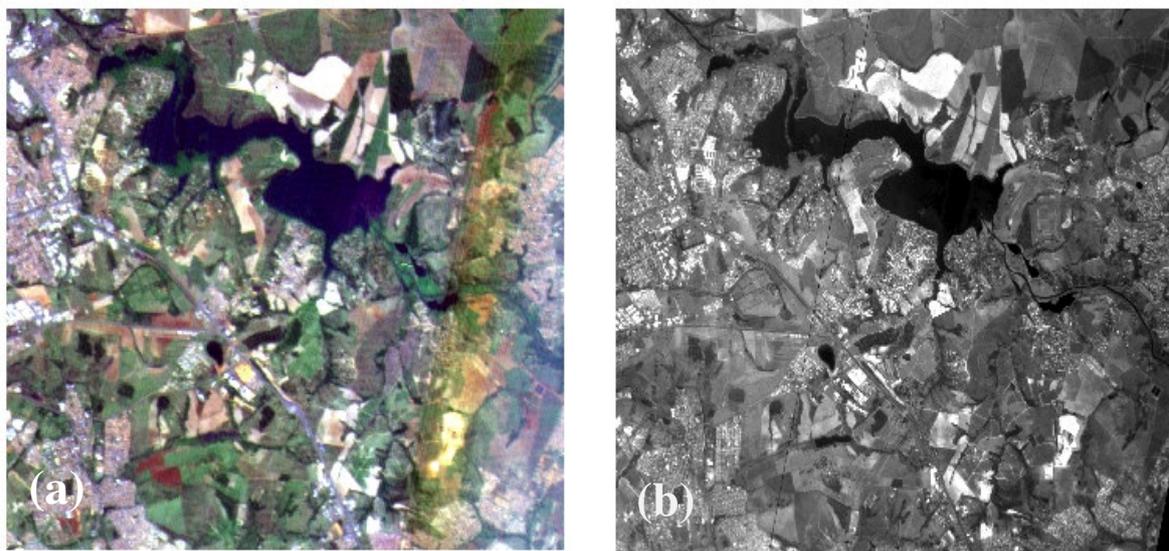


Figura 02. (a) Imagem CBERS-2B/CCD, composição 4(R)3(G)2(B),  
(b) Imagem CBERS-2B/HRC, pancromática.

As etapas de processamento digital das imagens foram realizadas com o suporte do software ArcGIS 9.3 (ESRI, 2006). A Figura 03 representa a seqüência de procedimentos metodológicos adotados para a geração das imagens sintéticas por meio das técnicas IHS e ESRI.

Tabela 1. Características das imagens selecionadas

Satélite/Sensor	Resolução Espacial	Bandas/Resolução Espectral	Faixa Imageada
CBERS-2B/CCD	20 m	1 - 0,51 - 0,73 $\mu\text{m}$ (pancromática) 2 - 0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$ (azul) 3 - 0,52 - 0,59 $\mu\text{m}$ (verde) 4 - 0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$ (vermelho) 5 - 0,77 - 0,89 $\mu\text{m}$ (infrav. próx.)	113 km
CBERS-2B/HRC	2,7 m	1 - 0,50 - 0,80 $\mu\text{m}$ (pancromática)	27 km

Fonte: www.cbears.inpe.br

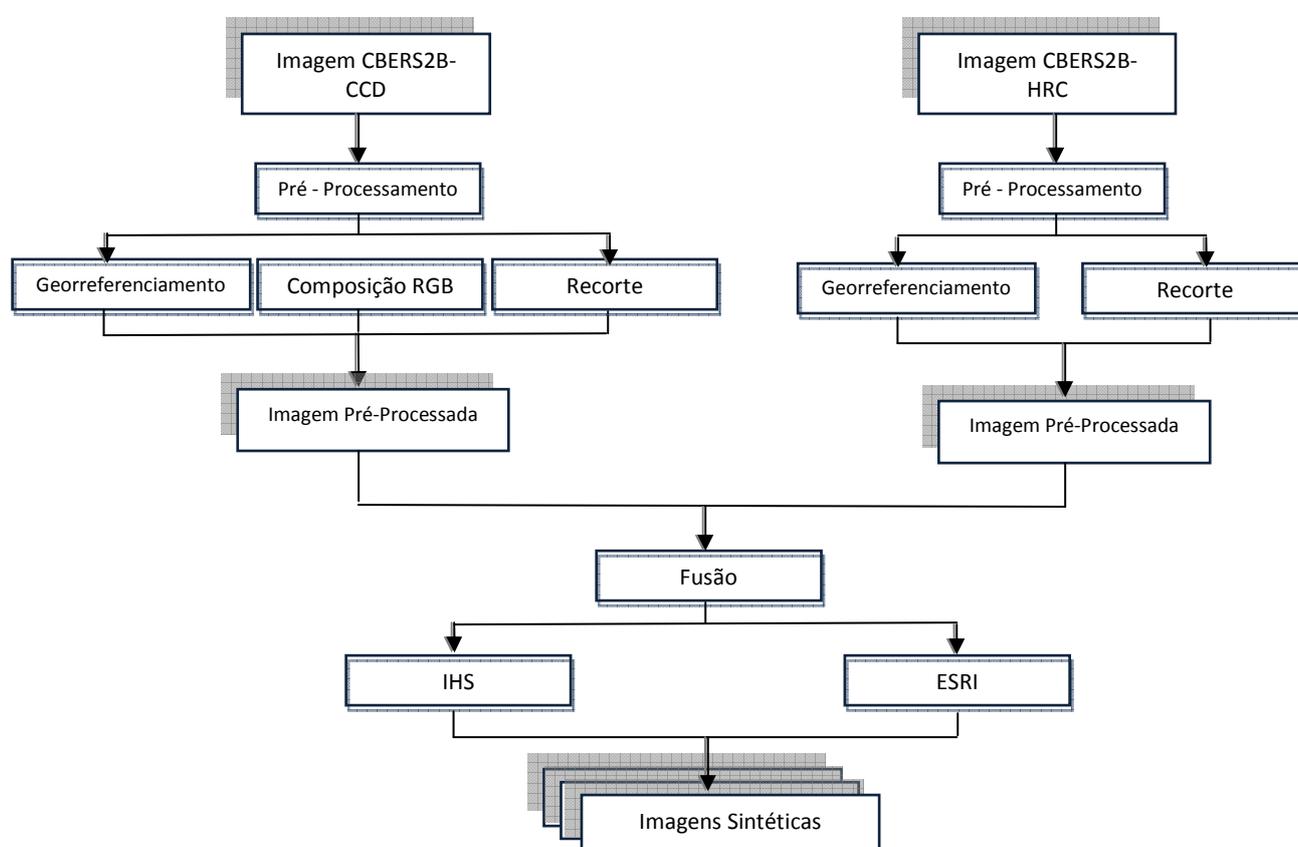


Figura 03. Esquema representativo dos procedimentos metodológicos

Para a obtenção das imagens sintéticas foram utilizadas as técnicas IHS e ESRI de fusão de imagens. A técnica IHS consiste em uma transformação da imagem do sistema de cores RGB para IHS. As cores passam a ser representadas através dos componentes: intensidade (Intensity - I), matiz (Hue - H) e saturação (Saturation - S) (Schowengerdt, 1997; Mather, 1999). A transformação ESRI utiliza uma média ponderada e a banda adicional do infravermelho-próximo para criar as bandas de saída. O resultado da média ponderada é usado para criar um valor ajustado, que é então utilizado para calcular os valores de saída (ESRI, 2006).

### 3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos, conforme exemplificam as figuras a seguir, demonstram que a fusão de imagens CCD e HRC é um expediente valioso para o trabalho de mapeamento do uso da terra, uma vez que gera uma imagem com resoluções espacial e espectral com características suficientes para identificação das principais formas de uso da terra, especialmente nas áreas rurais, mas também nas áreas urbanas, embora nessas permaneça a dificuldade em identificar os usos intra-urbanos, com exceção de elementos de preponderante dimensão como é o caso das grandes indústrias, por exemplo.

Nota-se um ganho efetivo na escala de detalhamento dos objetos geográficos quando da passagem fusionada das imagens do sensor CCD com o HRC sem, entretanto, perder-se as propriedades espectrais dos alvos, o que amplia de forma significativa a possibilidade de tratamento digital dos dados, agregando-se, também, uma maior possibilidade de interpretação visual das imagens. Isso é de fundamental importância para a aplicação de metodologias de mapeamento temático que buscam ampliar seu detalhamento, caso em que não é suficiente somente identificar a classe de uso da terra como também chegar, se possível, ao nível de atividade praticada em cada área.

A Figura 04 representa uma amostra comparativa entre as imagens CCD (composição RGB), HRC (pancromática) e as sintéticas obtidas através das técnicas ESRI e IHS.

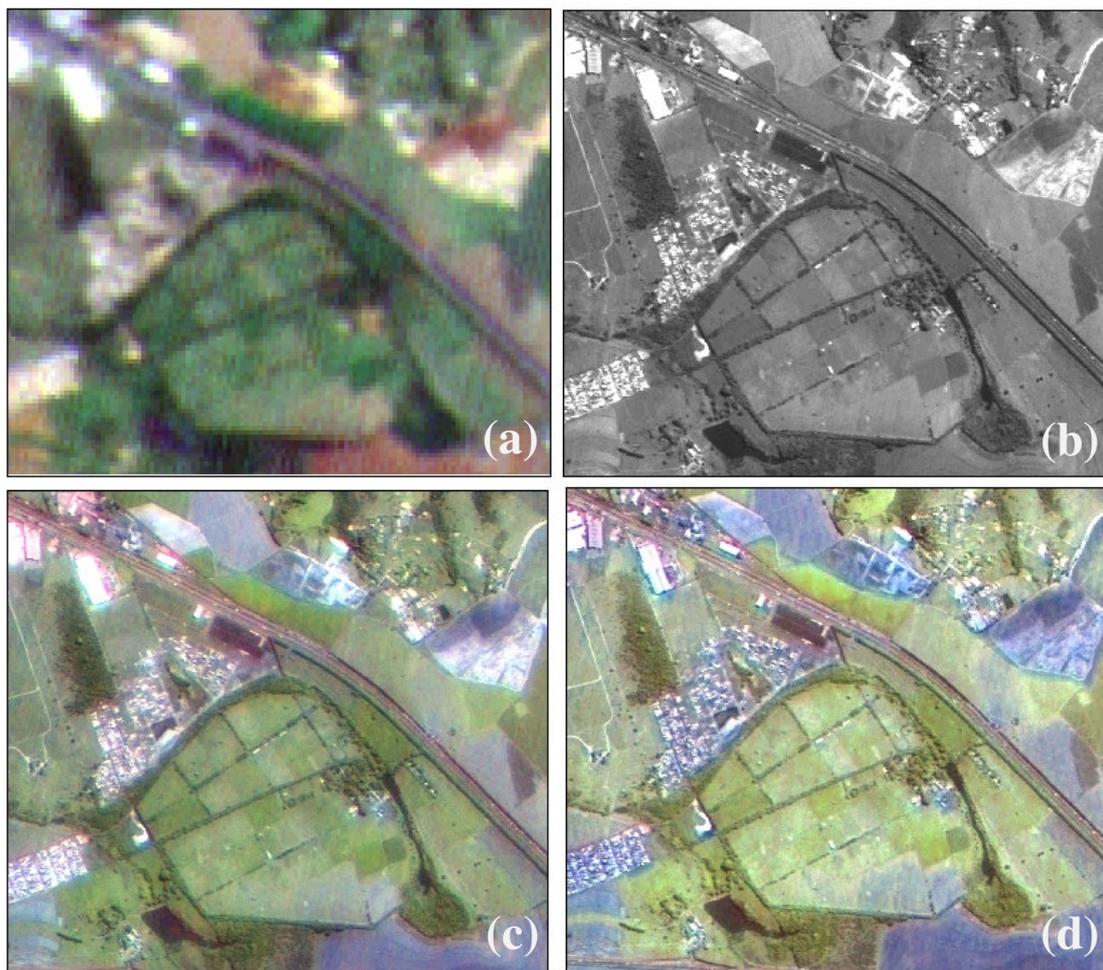


Figura 04. (a) Imagem CBERS-2B/CCD - composição RGB. (b) Imagem CBERS-2B/HRC – pancromática. (c) Imagem sintética técnica ESRI. (d) Imagem sintética técnica IHS.

Na seqüência apresentam-se alguns exemplos de áreas visitadas em campo e que referendaram o trabalho do mapeamento temático do uso da terra realizado a partir das imagens sintéticas.

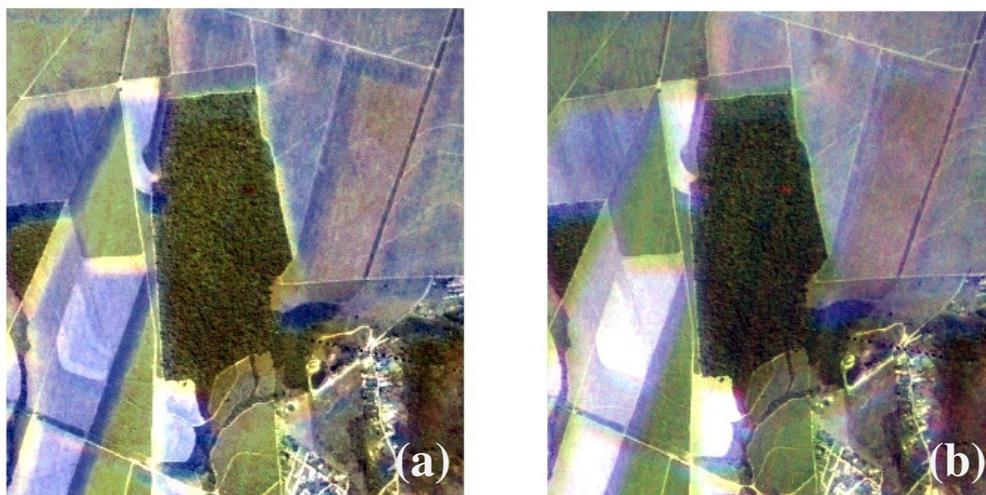


Figura 05. Mata. (a) Imagem sintética técnica IHS. (b) Imagem sintética técnica ESRI

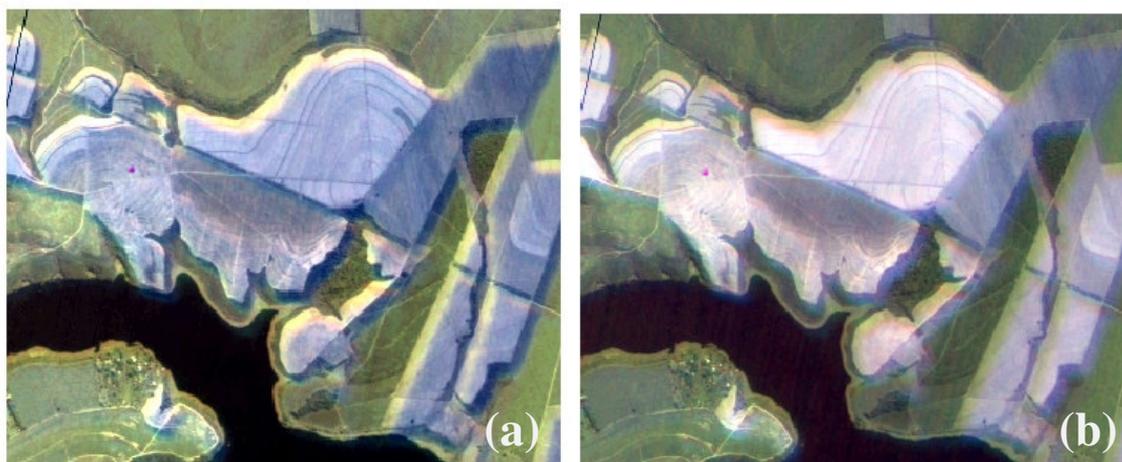


Figura 06. Solo preparado para cultura de cana-de-açúcar. (a) Imagem sintética técnica IHS. (b) Imagem sintética técnica ESRI



Figura 07. Presença de vegetação aquática (“aguapés”) na represa. (a) Imagem sintética técnica IHS. (b) Imagem sintética ESRI



Figura 08. Área Urbana. (a) Imagem sintética técnica IHS. (b) Imagem sintética técnica ESRI



Figura 09. Corpo d'água (represa). (a) Imagem sintética IHS. (b) Imagem sintética técnica ESRI

#### 4. Considerações finais

No presente trabalho fez-se uso de técnicas de fusão de imagens (IHS e ESRI) do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC, aplicadas na identificação das diferentes formas de uso da terra no entorno da Represa de Salto Grande, município de Americana (SP). Considera-se que ambas as técnicas e imagens utilizadas se mostraram adequadas para o objetivo proposto. As técnicas adotadas apresentaram pouca diferença quanto ao produto imagem sintética final, basicamente diferindo no balanço de cores na composição RGB resultante, devido ao emprego de diferentes algoritmos adotados por cada técnica.

Uma das vantagens a serem apontadas com relação à utilização de imagens sintéticas para registro das diferentes formas de uso da terra é o ganho visual para identificação das formas, o que possibilita o trabalho com escalas cartográficas mais detalhadas. As imagens sintéticas são de grande utilidade e eficiência e podem servir de base para mapeamento do uso da terra, mas deve-se ressaltar que para atingir resultados ainda melhores o trabalho de campo ainda faz-se indispensável.

#### Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado, à FAPESP pela concessão de bolsa de iniciação científica, e ao IINPE pela disponibilização das imagens de satélite usadas na pesquisa.

## Referências bibliográficas

- Benedet, G. **Interações da Usina Hidrelétrica de Americana com a População Humana de Vila Bela**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
- Câmara, G. et al. **Geoprocessamento: teoria e aplicações**, DPI/INPE, São José dos Campos. 1999
- Deberdt, G.L.B. **Produção primária e caracterização da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana – SP) em duas épocas do ano**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- Espíndola, E. L. G; Leite, M. A; Dornfeld, C. B. **Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): caracterização, impactos e proposta de manejo**. São Carlos: RIMA, 2004.
- ESRI. **ArcGIS Manuals**. Redlands: ESRI, 2006.
- Fonseca, M. F. **Geotecnologias aplicadas ao diagnóstico do uso da terra no entorno do Reservatório de Salto Grande, município de Americana (SP), como subsídio ao planejamento territorial**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2008.
- INPE. **Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres - CBERS**. Disponível em: <<http://www.cbears.inpe.br>>. Acessado em 02 de nov. de 2008.
- INPE. **Catálogo de imagens CBERS-2B**. Disponível em: <<http://www.cbears.inpe.br>>. Acessado em 15 de jul. de 2008.
- Longley, P. A; Goodchild, M. F; Maguire, D. J; Rhind, D. W; **Geographic Information Systems and Science**. John Wiley & Sons, New York. 2002.
- Mather, P. M. **Computer Processing of Remote-Sensed Images: Na Introduction**. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.
- Matias, L. F. et al. **Mapeamento do uso da terra na cidade de Paulínia (SP): desenvolvimento de aspectos metodológicos para detalhamento intra-urbano**. In XV Encontro Nacional de Geógrafos (XV ENG), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.ipemultimedia.com.br/agb/xveng.exe>>.
- Schneider, M.J.; Bellon, O.R.P; Araki, H. **Experimentos em fusão de imagens de alta resolução**. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v.9, nº 1, p 75-88, 2003.
- Schowengerdt, R.A. **Remote sensing models and methods for image processing**. New York: Academic press, 1997.
- Silva, J. X. da; Zaidan, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 2004.