

## Utilização de Imagens do satélite EROS para estudos de ocupação e uso da terra

Marcelo Fernando Fonseca<sup>1</sup>  
Lindon Fonseca Matias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária – Caixa Postal 6152  
13083-970 – Campinas-SP, Brasil  
e-mail: marcelo.fonseca@ige.unicamp.br

<sup>2</sup>Professor doutor do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências  
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária – Caixa Postal 6152  
13083-970 – Campinas-SP, Brasil  
e-mail: lindon@ige.unicamp.br

**Abstract.** The purpose of this work taking in account the images characteristics of the satellite EROS, provided with high spatial resolution sensor, is introducing a discussion concerning the use of these images on identification of representative areas of land use and occupancy of Americana township, São Paulo State. The choice or available the sensors to use in each study, dependent of the nature, also determines the analysis that could be made and, for time, is determinative in the joined results. The spatial resolution appear as fundamental characteristic that sensors representation of the geographic phenomenon. The images of the satellite EROS, little spread out in Brazil, are presented as alternative in reason of the limitation to the access to some types of sensors, mainly to the high resolution.

**Palavras-chave:** satellite EROS, spatial resolution, land use and occupancy, satélite EROS, resolução espacial, ocupação e uso da terra.

### 1. Introdução

A utilização de imagens de satélites em estudos de caráter geográfico constitui-se na atualidade em importante recurso e fonte de informação, contribuindo para que novas análises sobre o território sejam feitas a partir da perspectiva gerada pelos sensores remotos. O acesso a imagens de alta resolução, aqui entendida como o menor elemento ou superfície distinguível por um sensor (Florenzano, 2002), que de certa forma ainda se apresenta restrita, devido principalmente ao seu alto custo de aquisição, deve ser resolvido na medida em que as tecnologias geográficas se tornam cada vez mais alvo de uma desmistificação na sociedade contemporânea. Iniciativas como a do Google Earth, que disponibiliza via Internet um serviço de localização em tempo real, auxiliam na difusão das imagens como forma de representação do território. Fica evidente que, para a comunidade científica, o grande desafio ainda está apenas começando: entender o que se pode fazer analiticamente (e como se deve proceder) com todos os recursos atualmente disponíveis, se constitui em uma questão de extrema relevância, não só porque exige um avanço nas metodologias utilizadas, mas também porque pressupõe que a capacidade de pensar e tomar decisão, independentemente das tecnologias utilizadas, ainda perpassa pela objetividade e a subjetividade humana. A imagem de satélite, por si só, além de suas limitações técnicas, não revela os conflitos existentes no processo de produção do espaço geográfico. Isso porque a representação dos processos sociais vai muito além dos elementos presentes numa imagem, embora essa possa nos trazer indícios da complexidade das relações que se dão no âmbito do espaço geográfico, aqui entendido “como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações” (Santos, 1999).

Neste trabalho buscou-se verificar as particularidades encontradas na análise de um fragmento de território a partir da utilização de uma imagem do satélite EROS, de origem israelense. Os produtos gerados por este sensor apresentam alta resolução espacial (1,8m) e, associados a uma base de dados primária, permitem a identificação de cenários e análises espaciais. Com base nisso, correlacionando-se estas informações, pode-se realizar desde a simples confirmação da existência ou não de uma classe de ocupação e uso da terra, até empreender estudos complementares sobre a disposição espacial das mesmas. O uso de imagens de alta resolução para estudos geográficos auxilia no entendimento efetivo das prerrogativas e problemáticas intrínsecas a cada fragmento espacial, dentro de uma temporalidade cada vez mais dinâmica e marcada pelas relações constantes de fluxos entre os lugares.

## **2. Procedimentos metodológicos**

Na elaboração do trabalho, foram adquiridas cartas topográficas da área de estudo na escala 1:10.000, produzidas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) do Estado de São Paulo, no formato analógico, pertencentes ao Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, ano de 2002. As cartas, num total de sete, foram convertidas para o meio digital, em formato raster, por meio do uso de um aparelho do tipo scanner. Utilizando-se o software ArcGIS™, versão 9.0 (ESRI®, 2004), foi executado o georreferenciamento das cartas em meio digital. Na seqüência, através da criação de planos de informação, procedeu-se a digitalização do limite da área a ser contemplada no estudo, que compreendeu uma área denominada de pós-represa, localizada ao norte do reservatório de Salto Grande, no município de Americana. Com base nas cartas topográficas, realizou-se a identificação das culturas agrícolas presentes no local, divididas em nove classes de ocupação e uso da terra, conforme convenção cartográfica estabelecida pelo próprio IGC, contemplando as seguintes classes: Mata-Cerrado, Eucalipto-Pinus, Café, Cana, Seringueira, Citrus, Fruticultura Perene, Cultura Anual e Pastagem. Após a identificação de cada cultura na carta topográfica, realizou-se uma comparação desta com a imagem pancromática do satélite EROS referente ao ano de 2005, visando avaliar a correlação entre os produtos no que diz respeito à disposição dos elementos no espaço selecionado. Optou-se por abordar o uso de imagens do satélite EROS, cedida para a pesquisa pela Embrapa Monitoramento por Satélite, em virtude de sua similaridade com outros sensores de alta resolução espacial, como o satélite americano Ikonos, cujo acesso atualmente ainda é restrito devido principalmente aos altos custos de aquisição.

O satélite EROS, desenvolvido pela equipe do Dr. Patrick Rosenbaum, faz parte de uma plataforma espacial de baixo custo e alta performance construída para atuar em órbita baixa. Tem a capacidade de imagear uma seqüência de múltiplas áreas geográficas e apresenta revisita quase diária das áreas de interesse. Existem duas categorias de satélites EROS, nominalmente A e B. Os da família A pesam cada um 240 kg e foram construídos para operarem numa órbita de 480 km de altitude, sendo equipados com uma câmera com detectores CCD (Charge Coupled Device), produzindo imagens de 1,8 m de resolução. A faixa imageada é de 12,5 km de largura. A expectativa de vida útil do EROS A é de no mínimo quatro anos em órbita. A geração B pesa menos de 350 kg e opera numa órbita de 600 km de altitude, sendo equipados com uma câmera de detectores CCD/TDI (Charge Coupled Device/Time Delay Integration), que permite o imageamento mesmo em condições desfavoráveis de pouca iluminação solar. A resolução para esta família de satélites chega a 0,82 m, com expectativa de vida útil de no mínimo seis anos em órbita. A faixa imageada abrange cerca de 16 km (Engesat, 2006).

Neste trabalho, utilizou-se uma imagem da família EROS A, com resolução espacial de cerca de 1,8 m. Para efeitos comparativos, apresentamos a Tabela 01 com as características técnicas de alguns satélites utilizados no Brasil.

**Tabela 01** – Características de alguns sensores utilizados no Brasil

Sensor/ Características	Bandas Espectrais ( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial (m)	Resolução Temporal (dias)	Largura da faixa imageada (km)
<b>EROS A</b>	0,50 – 0,90	1,8	Diária	12,5
<b>IKONOS</b>	Pan 0,45 – 0,90 Azul 0,45 – 0,52 Verde 0,52 – 0,60 Verm. 0,63 – 0,69 IVP 0,76 – 0,90	(Pan) 1 (Colorido) 4	3	13
<b>CBERS CCD</b>	(Pan) 0,51 - 0,73 0,45 - 0,52 0,52 - 0,59 0,63 - 0,69 0,77 - 0,89	20	26 (Nadir) 3 (fora do Nadir)	113
<b>LANDSAT 7</b>	0,45 – 0,52 0,52 – 0,60 0,63 – 0,69 0,76 – 0,90 1,55 – 1,75 10,42 – 12,50 2,08 – 2,35 0,50 – 0,90	(Pan) 15 (Colorido) 30 (Termal) 60	16	185

A Figura 01, a seguir, apresenta a área considerada neste estudo, no município de Americana, Estado de São Paulo. Trata-se de uma área localizada nas margens do Reservatório de Salto Grande, pertencente ao município citado.

**Figura 01** – Perspectiva geral da área de estudo através de imagem EROS

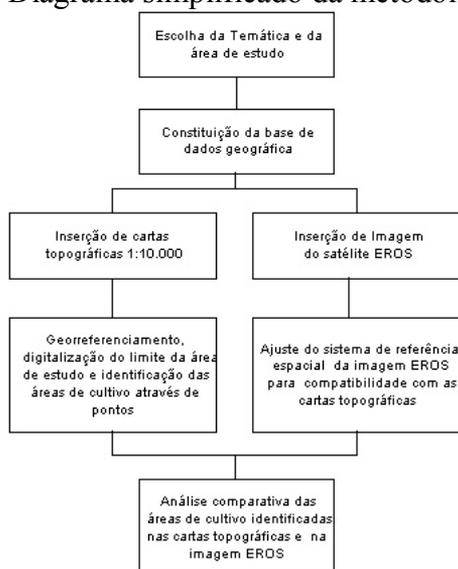


Legenda  
— Limites da área de estudo

Escala – 1:100.000

A metodologia adotada compreendeu a inserção das cartas topográficas e da imagem EROS em formato raster em um mesmo projeto, e exigiu a transformação da projeção cartográfica da imagem para possibilitar a compatibilidade dos dados. Para o georreferenciamento das cartas topográficas e para os ajustes da imagem, foram utilizados pontos de controle, coletados em cada uma das cartas. Na seqüência, procedeu-se a digitalização dos pontos relativos a cada classe de ocupação e uso da terra. Estes procedimentos permitiram a formação de uma base de dados primária, cujas análises são apresentadas no próximo tópico. A seguir apresentamos um diagrama simplificado da metodologia utilizada neste trabalho:

**Figura 02** – Diagrama simplificado da metodologia utilizada



### 3. Resultados e Discussão

A imagem EROS nos permite, dentro da área citada, a identificação de uma quantidade maior de elementos geográficos, como a delimitação de áreas com cultivos agrícolas distintos. As primeiras observações da área do pós-represa (área aproximada de 32,8 km<sup>2</sup>), tanto através das cartas topográficas quanto através da imagem EROS, conduziram a uma análise de similaridade ente os aspectos espaciais representados: trata-se de uma área cuja ocupação e uso da terra está vinculada às atividades agrícolas.

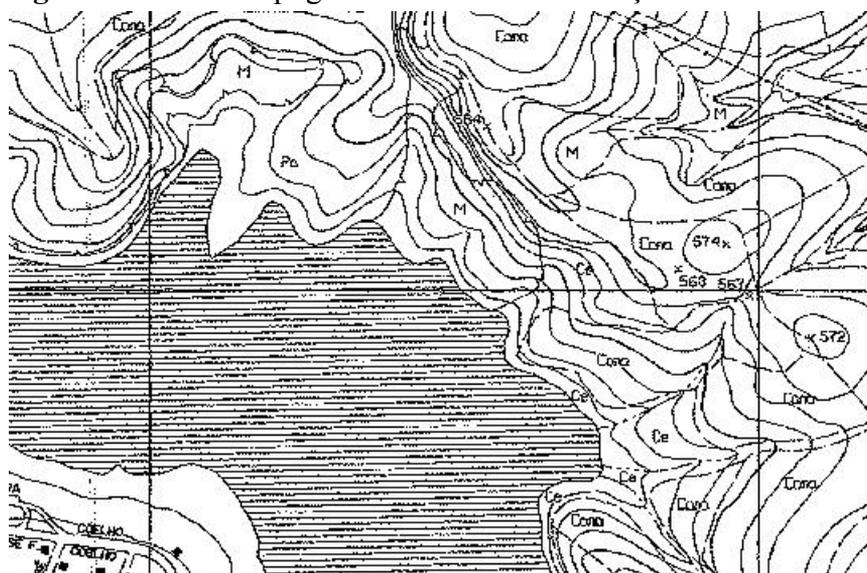
Com a digitalização dos pontos referentes a cada cultura encontrada no local, identificadas nas cartas topográficas, outro aspecto ficou evidenciado: o predomínio da cana-de-açúcar como elemento espacialmente dominante. A tabela a seguir mostra a quantidade de pontos identificados para cada cultura encontrada na área do pós-represa.

**Tabela 02** – Pontos identificados para cada cultura agrícola

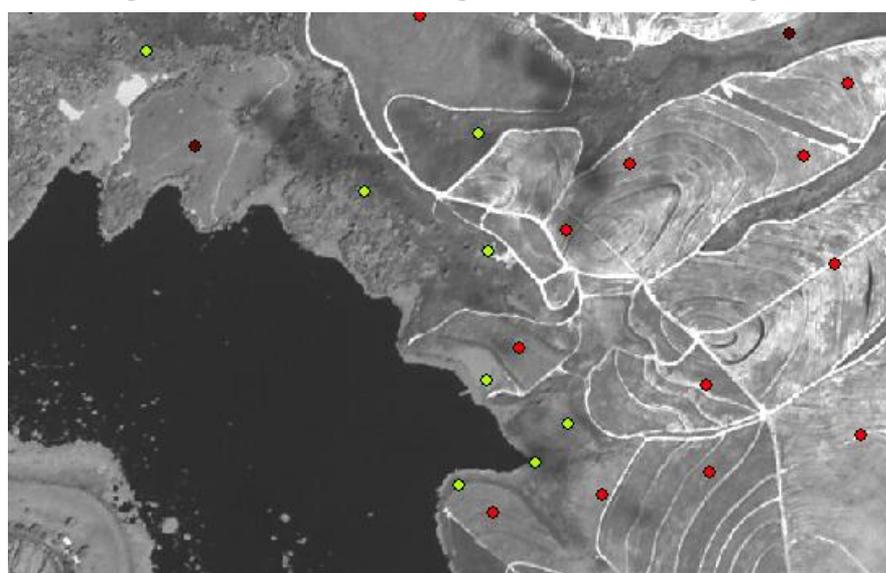
Cultura	Pontos Identificados	%
Mata-Cerrado	96	21,92
Eucalipto-Pinus	0	0,00
Café	0	0,00
Cana-de-açúcar	246	56,16
Seringueira	0	0,00
Citrus	3	0,68
Fruticultura perene	1	0,23
Cultura anual	28	6,39
Pastagem	64	14,62

Através da sobreposição com a imagem EROS, foi possível verificar a similaridade das culturas identificadas previamente nas cartas topográficas. Porém, a imagem permitiu não somente observar a presença marcante da cana-de-açúcar, mas também os diferentes estágios de seu desenvolvimento fenológico, indicados pela gradação de tons de cinza da imagem, além do avanço deste cultivo para as áreas no entorno do reservatório. A imagem EROS se mostrou compatível com as informações contidas nas cartas topográficas. As Figuras 03 e 04 mostram um fragmento da área de estudo com os pontos indicativos das culturas identificadas inicialmente nas cartas topográficas e depois confirmadas pelas imagens.

**Figura 03** – Carta topográfica contendo a indicação do uso da terra



**Figura 04** – Imagem EROS do mesmo fragmento, com cada uso já identificado



Legenda

- Cana-de-açúcar
- Mata
- Pastagem

O fato das imagens EROS se apresentarem em níveis de cinza não prejudica a compreensão da ocupação e uso da terra; esta disposição acrescenta outros atributos na

análise, como no caso da manipulação de contrastes que permite observar os diferentes estágios de desenvolvimento agrícola das culturas, e a percepção da textura, que é também indicador qualitativo do cultivo. Segundo Florenzano (2002), a quantidade de energia refletida pelos objetos vai determinar a sua representação nessas imagens em diferentes tons de cinza, entre o branco (quando refletem toda a energia) e o preto (quando absorvem toda a energia).

Os fatores que levaram a conformação local no que se refere à ocupação e uso da terra não estão explícitos na imagem e nas cartas topográficas. Fatores históricos levaram a área a se tornar uma grande extensão agrícola, com predomínio absoluto da cana-de-açúcar, e onde a presença de mata remanescente é nitidamente percebida ao longo do entorno do reservatório e em algumas áreas dispersas. A imagem EROS também possibilitou discriminar uma pequena área ocupada por habitações a leste do reservatório, conforme mostra a imagem abaixo.

**Figura 05** – Imagem EROS abrangendo uma área urbanizada



No recorte anterior, fica claro a distinção entre os alvos agrícolas (à esquerda) e a área urbanizada (à direita), captadas pelo sensor de alta resolução espacial. Como bem coloca Santos (1999), “o espaço pode ser visto como o terreno das operações individuais e coletivas, ou como realidade percebida”. As imagens de satélite têm a capacidade de retratar um momento, do qual temos uma percepção inicial, e que podem servir de auxílio e aporte para análises mais aprofundadas sobre o território. Apoiados em imagens de menor resolução espacial, Assad e Sano (1993) já conseguiam significativos resultados na área agrícola, com o processamento de imagens através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Embora não possamos nos esquecer das limitações inseridas em qualquer tentativa de representação computacional do espaço geográfico, como salienta Câmara e Davis (1999), o avanço nos sensores remotos disponibiliza atualmente objetos técnicos capazes de potencializarem as análises espaciais e, por conseqüência, a possibilidade de gerar conhecimento para a gestão territorial também é ampliada.

#### **4. Considerações finais**

As imagens do satélite EROS apresentaram características técnicas vantajosas no estudo em questão, constituindo-se em produto qualificado para estudos de ocupação e uso da terra. Além da alta resolução espacial, a imagem permite trabalhar com atributos como a textura, que permite a identificação da rugosidade dos objetos em uma imagem, e com a aferição do formato dos objetos, também facilmente identificados, tanto os regulares como os irregulares.

Os elementos identificados inicialmente nas cartas topográficas e posteriormente na imagem EROS permitiram também a conformação de um padrão nas formas de ocupação e uso da terra. Porém, mesmo sabendo que a resolução espacial da imagem influencia diretamente na quantidade de informações disponíveis para análise, verificou-se que a compreensão da realidade por vezes acaba sendo aferida simplesmente por este quesito, o que, a nosso ver, acaba sendo um equívoco em muitas oportunidades.

O avanço tecnológico que gera imagens de resolução espacial cada vez mais refinadas beneficia, sem dúvida nenhuma, o estudo do espaço geográfico em larga escala, ampliando ainda mais as possibilidades dos pesquisadores, mas ao mesmo tempo não se deve incorrer no erro de imaginar que a questão técnica isoladamente resolverá os problemas que hoje se apresentam no âmbito espacial. Salienta-se que as análises não podem ficar limitadas na resolução espacial ou outras condições técnicas que naturalmente vêm se desenvolvendo, para que se possa então compreender os fenômenos que estão materializados em um determinado espaço geográfico como síntese de uma totalidade, que não são conseqüências de simples observações estáticas de uma imagem, e sim dos fluxos e interações entre os lugares, muitas vezes distantes um do outro. Daí a necessidade de se pensar em formas de entendimento desta realidade espacial através de novos pressupostos na questão metodológica, um dos grandes desafios na área das geotecnologias.

## 5. Referências

- Assad, E.D., Sano, E.E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274 p.
- Bocarde, F. **Análise dos conflitos: uso e ocupação da terra e fragilidade de aquíferos em Paulínia, SP, Brasil** – Campinas, SP: [s.n.], 2003. Universidade Estadual de Campinas, IG.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A. **Principles of geographical information systems** – Oxford: Oxford University, 1998.
- Câmara, G., Davis Jr., C.A. Apresentação. In Câmara, G., Davis Jr, C.A., Monteiro, A.M.V. (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. Pag. 1-5. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br>
- Casanova, M. A., Câmara, G., Davis Jr., C.A., Vinhas, L., Queiroz, G.R. de. **Bancos de dados geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005.
- Engesat. EROS - Ficha Técnica Resumida. Disponível em <http://www.engesat.com.br>. Acessado em 02 de nov. de 2006.
- Esri, Using ArcMap. ESRI: Redlands, 2004.
- Ferrari, R. **Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica**. Colaboração especial Davis Jr, C.A. Curitiba: Sagres, 1997. 174 p.
- Florenzano, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.
- Santos, M. **A natureza do espaço: espaço e tempo: razão e emoção**. 3º edição, São Paulo: Hucitec, 1999. 308p.
- Santos, R.F. dos, **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- Silva, J.S.V. da. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental: estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT**. Campinas, SP: [s.n.], 2003. Universidade Estadual de Campinas.
- Tauk-Tornisielo, S.M., Gobbi, N., Fowler, H.G. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. 2º edição, São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.