

## IMAGENS ORBITAIS COMO BASE DE DADOS EM PROJETOS DE REFORMA AGRÁRIA

Marina de Fátima Vilela<sup>1</sup>; Vicente Paulo Soares<sup>2</sup>; Elpidio Inácio Fernandes Filho<sup>3</sup>; Carlos Antônio Alvares Soares Ribeiro<sup>4</sup>; Ricardo de Araujo Pereira<sup>5</sup>

**Abstract.** Technical and economical analyses were performed on IKONOS, TM/Landsat-5, ETM+/Landsat-7 and CBERS/CCD data in order to verify their feasibilities to subsidy agrarian reform projects. Results showed that IKONOS data presented excellent technical viability but its high cost prevents its use. ETM+/Landsat-7 data, with low cost, presented a good technical viability, however, problems that occurred in the satellite operation, also prevented its use. The CBERS/CCD data can become a good source of data when considerate its cost, the possible radiometry correction, the lost of contact with the Landsat-7 and the launch of CBERS 2.

**Resumo:** Analisou-se o potencial das imagens TM/Landsat-5, ETM+/Landsat-7, CBERS/CCD e IKONOS como base de dados para reforma agrária. Os resultados mostraram que a imagem IKONOS apresentou o melhor desempenho técnico, entretanto, o custo de aquisição impede sua ampla utilização como base de dados. A imagem ETM+/Landsat-7 apresentou bom desempenho técnico, mas, a perda de contato com a plataforma impede a aquisição de dados atualizados. A imagem CBERS/CCD apresenta-se como potencial base de dados, quando se considera o custo, a possibilidade de solução dos problemas radiométricos, a perda do contato com o Landsat-7 e o lançamento do CBERS-2.

### INTRODUÇÃO

O INCRA utiliza, com certa tradição, imagens TM/Landsat-5 e ETM+/Landsat-7, como base de dados para estudos de recursos naturais e para elaboração de anteprojetos de parcelamento. Com o avanço tecnológico dos últimos anos e a abertura do mercado ao setor privado, novos produtos são disponibilizados a preços que tendem a diminuir face a concorrência de mercado.

Diante da realidade do mercado, da situação econômica do país, da necessidade de base de dados confiável, este trabalho objetivou analisar técnica e economicamente os dados obtidos pelos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7, CBERS e IKONOS para fins de reforma agrária.

<sup>1</sup> Embrapa Cerrados, Rod. BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina-DF, CEP 73301-970. Fone: (61) 388 9889 [marina@cpac.embrapa.br](mailto:marina@cpac.embrapa.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa -UFV. Departamento de Engenharia Florestal, Campus Universitário, Viçosa-MG. 35571-000. Fone: (31) 3899 1225. [vicente@ufv.br](mailto:vicente@ufv.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa -UFV. Departamento de Solos, Campus Universitário, Viçosa-MG. 35571-000. Fone: (31) 3899 1040. [elpidio@solos.ufv.br](mailto:elpidio@solos.ufv.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Viçosa-UFV. Departamento de Engenharia Florestal, Campus Universitário – UFV, Viçosa – MG. 35571-000. Fone: (31) 3899 1186. [cribeiro@ufv.br](mailto:cribeiro@ufv.br)

<sup>5</sup> INCRA/SR 28 SIG, Q4, Bloco A, Lotes 417/515 Setor de Indústrias Gráficas. Brasília, DF. 70.610-400 Fone: 61-343 1310. [ricardop@incra.gov.br](mailto:ricardop@incra.gov.br)

## METODOLOGIA

Análise técnica e econômica foram realizadas nas imagens dos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7, CBERS e IKONOS. Os dados de referência para dar suporte às análises foram obtidos por meio de receptores GPS, operando em modo autônomo. As cenas analisadas correspondem à área do Projeto de Assentamento Quebra Anzol, com datas de aquisição diferenciadas (Tabela 1) em função de variáveis ambientais, técnicas e econômicas

Tabela 1. Informações sobre as imagens e características dos sensores a bordo dos satélites Landsat, CBERS e IKONOS.

Satélites	Sensor	Resolução espacial (m)	Resolução temporal (dias)	Tamanho da cena- km	Data de aquisição
Landsat-5	TM	30 - mult.	16	185x172	10/2000
Landsat-7	ETM+	15 - Pan. 30 - Mult.	16	183x172	02/2001
CBERS *	Câmara CCD	20	26	134x136	07/2001
IKONOS	IKONOS	4 - Mult..	1,5 - Mult.	13x13	02/2002

\* Imagem cedida pelo INPE

Efetuuou-se a fusão do canal pancromático com os canais multiespectrais do sensor ETM+ por meio do programa *Fusão-Pan-Multiespectral*<sup>6</sup>. Posteriormente as imagens foram georreferenciadas e classificadas. As diferentes datas de aquisição das imagens e a resolução espacial do IKONOS resultaram em diferentes classes de variabilidade espacial. (Tabela 2).

Tabela 2. Classes representando a variabilidade existente em cada uma das imagens, em função do comportamento da vegetação e uso do solo ao longo do ano no PA Quebra Anzol.

Imagem	Classes de variabilidade
TM/Landsat-5	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, cascalho, solo exposto/arado, restos culturais/pastagem
ETM+/Landsat-7	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, solo exposto/arado, cultura agrícola
CBERS/CCD	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, cultura agrícola
IKONOS	Água, área agrícola, mata ciliar, cerradão, cerrado, cerrado ralo, campo sujo, campo limpo, pastagem-grama batatais, pastagem e restos culturais, pastagem-braquiária, estrada, asfalto, faixa de domínio do asfalto

O algoritmo de máxima verossimilhança, fornecido pelo programa Idrisi 32, foi aplicado às combinações das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat-5 e 7 e bandas 4, 3 e 2 do CBERS/CCD.

<sup>6</sup> Programa em Fortran para a fusão da banda pancromática com as bandas multiespectrais do sensor ETM+, desenvolvido por Mauro Antônio Homem Antunes, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. mantunes@ufrj.br

Devido a falta de um classificador que atendesse as especificações da imagem IKONOS, a classificação foi efetuada por meio de interpretação visual.

A exatidão das imagens foi calculada por meio do índice Kappa, conforme demonstrado por Campbell (1987). A significância da diferença entre os índices de exatidão foi verificada pela aplicação do teste Z a 99% de probabilidade, utilizando o cálculo da variância do índice Kappa apresentado por Ma e Redmond (1995).

Na avaliação técnica das imagens as coordenadas geográficas de feições identificadas nas imagens foram comparadas um arquivo de referência com coordenadas obtidas em campo.

A comparação entre as imagens e a verdade de campo foi efetuada em duas etapas. Na primeira etapa, as coordenadas das feições das imagens e da verdade de campo foram submetidas a uma análise de agrupamento, utilizando o programa MVSP Versão 2.1.c, para verificar a similaridade das imagens com a verdade de campo. Na segunda etapa efetuou-se uma análise de Variância Two Way - Teste Tukey, para verificar se as coordenadas das imagens testadas são estatisticamente diferentes entre si, ao nível de 95% de probabilidade, na direção leste e norte.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exatidão da correção geométrica, da classificação, os níveis de significância do índice Kappa e os custos de aquisição das imagens estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Exatidão da correção geométrica e da classificação, níveis de significância para o índice Kappa e os custos de aquisição das imagens analisadas.

Imagem	RMSe (m)	Índice Kappa	Níveis de significância do índice Kappa				Custo de Aquisição (R\$/100km <sup>2</sup> )
			TM/Landsat-5	ETM+/Landsat-7	CBERS/CCD	IKONOS	
TM/Landsat-5	15,5	74,80 <sup>(1)</sup>	-----				3,14
ETM+/Landsat-7	6,0	87,87 <sup>(1)</sup>	(*)	-----			3,45
CBERS/CCD	7,4	74,14 <sup>(1)</sup>	NS	(*)	-----		2,74
IKONOS	1,2	92,93	(*)	(*)	(*)	-----	6.0000,00

<sup>(1)</sup>: Pós-filtragem (moda 3x3) para eliminação de pixels isolados, conforme Lillesand e Kiefer (1994);

NS: Não-significativo ao nível de 99% de probabilidade pelo teste Z;

(\*): Significativo ao nível de 99% de probabilidade pelo teste Z;

### Avaliação técnica das imagens para fins de reforma agrária

Os dados resultantes da análise de agrupamento (Tabela 4) e teste Tukey (Tabela 5) aplicados sobre as coordenadas, mostram que a imagem IKONOS apresenta melhor desempenho para fins de reforma agrária ou outro que necessite discriminação de feições, levantamento dos recursos naturais e mapeamento diversos. Entretanto, seu custo de aquisição inviabiliza o emprego em ampla escala.

O índice kappa para a classificação da imagem Landsat-7, atribui a mesma viabilidade técnica para fins de reforma agrária, mas, a perda de contato com a plataforma Landsat-7 impossibilita a aquisição de imagens atuais.

A imagem CBERS/CCD apresentou maior similaridade com a verdade de campo em comparação às imagens ETM+/Landsat-7 e TM/Landsat-5. As coordenadas das feições originárias da imagem CBERS / CCD apresentaram-se estatisticamente iguais àquelas originadas da imagem IKONOS, entretanto, o índice Kappa para a classificação foi baixo, encerrando erros que podem inviabilizar sua utilização quanto há a necessidade de discriminação de feições. Deve-se, no entanto, informar que o CBERS apresenta-se como potencial base de dados, principalmente quando solucionado o problema da radiometria.

Para finalizar, considera-se ainda que a perda do contato com o Landsat-7 abriu um lacuna que pode ser preenchida com o lançamento do CBERS-2.

Tabela 4. Distância Euclidiana das coordenadas provenientes das imagens e verdade de campo.

Verdade	Imagens			
	IKONOS	CBERS/CCD	ETM+/Landsat-7	TM/Landsat-5
Verdade - sentido Leste	185,6394	192,8730	221,7995	221,7995
Verdade - sentido Norte	243,5098	302,5570	481,4146	481,4146

Tabela 5. Níveis de significância entre as diferenças das coordenadas provenientes das imagens e verdade de campo, ao nível de 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

Imagens	Imagens			
	IKONOS	CBERS/CCD	ETM+/Landsat-7	TM/Landsat-5
IKONOS	----			
CBERS/CCD	NS	----		
ETM+/Landsat-7	(*)	NS	----	
TM/Landsat-5	(*)	NS	NS	----

(\*) Significativo ao nível de 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

(NS) Não significativo ao nível de 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**. New York: The Guilford, 1987. 551p.

LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. 2ed. Chichester: John Willey & Sons, 1994. 740p.

MA, Z., REDMOND, R. L. Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v.61, n.4, p. 435-439, Apr. 1995.