

## **AVALIAÇÃO DAS IMAGENS TM/LANDSAT-5, TM/LANDSAT-7 E CBERS/CCD COMO BASE DE DADOS PARA PROJETOS DE REFORMA AGRÁRIA.**

MARINA DE FÁTIMA VILELA<sup>1</sup>  
VICENTE PAULO SOARES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>EMBRAPA Cerrados – BR 020, Km 18 Rodovia Brasília /fortaleza Caixa Postal 08223 CEP 73301-970 Planaltina – DF Telefone: (61) 388 9889 marina@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa – Avenida PH Rolfs, s/n CEP 36571-000 Viçosa - MG Telefone: (31) 3899 1225 vicente@ufv.br

**Abstract.** The technical and economical analysis carried out in TM/Landsat-5, TM/Landsat-7 and CBERS/CCD satellites data, showed that TM/Landsat-7 data presented the better accuracy on the image classification. The TM/Landsat-5 and CBERS/CCD images has the potential to be used as data base to agrarian reform, but in this context, must be enhanced the use of the TM/Landsat-5 satellite is declining and the CBERS satellites data presents a cost smaller than the others satellites analyzed.

**Keywords:** remote sensing, image processing, agrarian reform.

### **1. Introdução**

O INCRA utiliza, com certa tradição, imagens do sensor TM do satélite Landsat-5, e mais recentemente as imagens do sensor ETM<sup>+</sup> (Enhanced Thematic Mapper Plus) do satélite Landsat-7 como base para estudos de recursos naturais e elaboração de anteprojetos de parcelamento.

O uso dos referidos sensores pelo INCRA é pautado principalmente na facilidade de aquisição das imagens, resolução temporal e restrições orçamentárias.

O avanço tecnológico, reduzindo em até 10 vezes o custo de produção dos satélites de observação da terra e a abertura do mercado à empresas do setor privado, tem disponibilizado ao mercado novos produtos e preços mais acessíveis.

Dentre os satélites lançados nos últimos anos, citam-se o Landsat-7 e o CBERS, sendo que o sensor ETM<sup>+</sup> do primeiro possibilita a fusão do canal pancromático com os canais multiespectrais atenuando as limitações da resolução espacial, e o segundo, lançado em conjunto com os governos chinês e brasileiro, apresenta uma resolução espacial de 20 metros e custo bastante reduzido, podendo constituir uma fonte promissora de dados.

Para a realidade econômica e social do país e, em particular, a realidade do INCRA, estudar a viabilidade técnica e econômica do emprego de dados provenientes dos novos satélites pode significar aliar qualidade técnica e recursos orçamentários limitados. Diante da realidade de mercado e da necessidade de uma base de dados confiável tanto em qualidade quanto em quantidade, este trabalho objetiva analisar técnica e economicamente os dados obtidos pelos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7 e CBERS para fins de reforma agrária.

### **2. Metodologia**

#### **2.1 Descrição da área**

A área de estudo compreende o Projeto de Assentamento Quebra Anzol, localizado no município de Serra do Salitre, M.G., apresentando clima temperado chuvoso, com inverno seco e verão chuvoso (Cwa), temperatura média mínima de 14,5°C e média máxima de 24,8°C, com altitude variando de 850 a 970 m e vegetação Cerrado em suas diversas fitofisionomias já bastante antropizadas.

## 2.2. Base de dados

Foram utilizadas imagens dos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7 e CBERS, correspondentes à área Projeto de Assentamento Quebra Anzol, com datas de aquisição diferenciadas em função de variáveis ambientais, técnicas e econômicas, conforme informações constantes no **Quadro 1**.

**Quadro 1:** Informações sobre as imagens analisadas e características dos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7 e CBERS.

Plataforma	Sensor	Resolução espacial - m -	Resolução temporal - dias -	Tamanho da cena - km -	Órbita	Data de aquisição
Landsat-5	TM	30 - mult. 120 - term.	16	185x172	220/073	10/2000
Landsat-7	ETM <sup>+</sup>	15 - Pan. 30 - Mult. 60 - term.	16	183x172	220/073	02/2001
CBERS *	Câmara CCD	20	26	134x136	155/122	07/2001

\* Imagem cedida pelo INPE

## 2.3. Correção e Classificação das imagens digitais

As imagens foram corrigidas utilizando-se coordenadas de pontos de controle terrestre obtidas através de receptores GPS GARMIN II e GARMIN Etrex Legend, operando em modo autônomo, com precisão aproximada de 10 metros

A coleta de amostras de treinamento foi efetuada mediante levantamento de campo efetuado em data próxima à data de aquisição de cada uma das imagens, uma vez que o comportamento da vegetação e o uso do solo variam ao longo do ano. Comportamento este que resultou em algumas diferenças entre as classes representativas da variabilidade local, como mostra o **Quadro 2**.

As amostras treinaram o algoritmo de classificação de máxima verossimilhança aplicado às combinações das bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat-5 e Landsat-7 e bandas 4, 3 e 2 do CBERS.

**Quadro 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

Imagem	Classes de variabilidade
TM/Landsat-5	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, cascalho, solo exposto/arado, restos culturais/pastagem seca e café*
TM/Landsat-7	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, solo exposto/arado, cultura agrícola e café*
CBERS/CCD	Água, campo limpo, cerrado ralo, mata ciliar/cerradão, pastagem, cultura agrícola e café*

\* classe não existente dentro do PA Quebra Anzol

## 2.4. Cálculo dos índices de exatidão das imagens

A exemplo das amostras de treinamento, foi gerado um arquivo de referência para cada uma das imagens classificadas, em função de suas diferentes datas de aquisição.

O arquivo de referência, compondo a verdade de campo, foi baseado no levantamento de campo efetuado em data próxima a data de aquisição de cada uma das imagens.

Classificadas as imagens e obtidos os arquivos de referência, procederam-se os cruzamentos de tais dados gerando as matrizes de erros, possibilitando o cálculo do índice Kappa, o qual representa inteiramente a matriz de confusão, medindo a concordância desconsiderando-se a concordância em virtude da casualidade (Campbell, 1987 e Brites, 1996).

A significância da diferença entre os índices de exatidão foi verificada pela aplicação do teste Z a 99% de probabilidade.

## **2.5. Avaliação técnica das imagens para fins de reforma agrária**

Corrigidas as imagens, foram digitalizadas sobre estas as divisas, as estradas e os rios do PA Quebra Anzol, dados considerados como básicos à elaboração de anteprojeto de parcelamento.

Dos arquivos resultantes do processo de digitalização foram selecionados pontos de fácil identificação em todas as imagens classificadas. As coordenadas dos pontos selecionados em cada uma das imagens foram comparadas a um arquivo de referência, cujas coordenadas foram obtidas em campo pelo INCRA através de estação total de trabalho.

As coordenadas das imagens foram comparadas às coordenadas do arquivo de referência, na direção norte e leste, utilizando o teste de Wilcoxon.

## **2.6. Análise dos custos de aquisição das imagens digitais**

Uma análise foi efetuada comparando-se os custos de aquisição, por km<sup>2</sup>, das imagens obtidas pelos diferentes sensores.

A análise de custos, embora simples, desempenha, juntamente com a avaliação técnica da imagem, função determinante na escolha do sensor que fornecerá a base de dados mais adequada aos objetivos do trabalho e aos recursos financeiros disponíveis, ou seja, estabelece uma relação custo-benefício na escolha da base de dados.

## **3. Resultados e discussão**

### **3.1. Correção e classificação das imagens digitais**

As imagens TM/Landsat-5, TM/Landsat-7 e CBERS/CCD, apresentando RMSe de 15,3 m, 6,0 m e 7,4 m, respectivamente, submetidas ao algoritmo de classificação de máxima verossimilhança e pós-filtradas, estão apresentadas nas **Figuras 1, 2 e 3**, respectivamente.

As diferentes datas de aquisição das imagens afetou a discriminação de algumas feições, o melhor exemplo deu-se com a feição cascalho muito bem discriminado na imagem TM/Landsat-5.

A boa discriminação da feição cascalho através da imagem TM/Landsat-5 deve-se a interação entre a data de aquisição da imagem, correspondendo ao final da estação seca, com a fitofisionomia campo limpo nas áreas de cascalho.

A fitofisionomia campo limpo, composta predominantemente por gramíneas com algumas poucas espécies arbustivas (**Figura 4**), aliada a estação seca, expõe sobremaneira o solo, de forma que áreas com presença de cascalho apresentem uma resposta espectral diferenciada daquelas onde o cascalho não existe.

Embora a vegetação campo limpo seja discriminada na imagem TM/Landsat-7, a data de aquisição desta corresponde a estação chuvosa, período no qual a vegetação torna-se mais densa recobrando o solo.

Embora a imagem CBERS/CCD tenha sido adquirida durante a estação seca, deve-se informar que no ano de 2001 o período de estiagem foi menos rigoroso que no ano de 2000, o que pode ter afetado a discriminação das áreas de cascalho.

Ainda em relação a imagem CBERS/CCD é importante informar que os problemas radiométricos ainda existentes dificultam a seleção das amostras de treinamento, e interferem

diretamente no nível de brilho das amostras e imagem como um todo, dificultando, por conseguinte, o desempenho do classificador e a exatidão da imagem.

A interferência dos problemas de radiometria no processo de classificação pode ser verificada na composição das bandas 4, 3 e 2, submetida ao algoritmo de classificação de máxima verossimilhança pós-filtrada (**Figura 3**), onde observa-se problemas de discriminação em relação as classes Água e Campo limpo, além dos píxels isolados bastante evidenciados na imagem classificada não submetida ao processo de filtragem (**Figura 5**).

### 3.2. Índices de exatidão das imagens classificadas

O índice Kappa para as imagens classificadas, calculados a partir das matrizes de erros estão apresentados no **Quadro 2**.

**Quadro 2:** Índice Kappa das imagens classificadas, pós-filtradas e não filtradas

Imagem	Índice Kappa	
	Não filtrada	Pós-filtrada
TM/Landsat-5	76,05	74,80
TM/Landsat-7	84,70	87,87
CBERS/CCD	72,74	74,14

### 3.3. Significância entre os índices de exatidão das imagens classificadas

Os níveis de significância entre os índices de exatidão, verificada pela aplicação do teste Z a 99% de probabilidade, estão apresentados no **Quadro 3**.

**Quadro 3:** Níveis de significância entre os índices Kappa das classificações geradas, ao nível de 99% de probabilidade pelo teste Z.

		TM/Landsat-5		TM/Landsat-7		CBERS/CCD	
		Filtrada	Não filtrada	Filtrada	Não filtrada	Filtrada	Não filtrada
TM/ Landsat-5	Filtrada	-----					
	Não filtrada	NS	-----				
TM/ Landsat-7	Filtrada	(*)	(*)	-----			
	Não filtrada	(**)	(**)	NS	-----		
CBERS/ CCD	Filtrada	NS	NS	(*)	(*)	-----	
	Não filtrada	NS	NS	(*)	(*)	NS	-----

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

(\*): significativo ao nível de 99% de probabilidade pelo teste Z,

(\*\*): significativo ao nível de 95% de probabilidade pelo teste Z.

O **Quadro 3** pode indicar que a classificação da imagem TM/Landsat-7 apresenta melhor desempenho na discriminação de feições quando comparada às classificações das imagens do TM/Landsat-5 e CBERS/CCD, e permite ainda observar que, o processo de pós-filtragem utilizando um filtro de moda 3x3, embora tenha imprimido melhor qualidade visual à imagem classificada, não promoveu alteração significativa na exatidão da mesma.

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

As coordenadas dos pontos de referência e dos pontos selecionados em cada uma das imagens, estão apresentadas no **Quadro 4**.

Embora a imagem TM/Landsat-7 tenha apresentado um melhor índice de exatidão na classificação e ainda apresente a melhor resolução espacial, os quais permitem identificar sobre a imagem detalhes relevantes como a sinuosidade da rede de drenagem, o resultado do teste de Wilcoxon mostrou que as coordenadas dos pontos selecionados em cada uma das imagens são estatisticamente iguais às coordenadas dos pontos de referência ( $P > 0,05$ ), tanto na direção leste quanto na direção norte.

Foram testados também a média e o desvio padrão para os conjuntos de observações (coordenadas), e o resultado permitiu concluir não haver diferenças significativas entre os conjuntos de pontos.

Os resultados apresentados permitem concluir que as imagens testadas apresentam potencial para fins de reforma agrária, ou outro cujo objetivo principal seja delimitação de áreas, devendo-se salientar que o processo de correção geométrica das imagens constituiu uma etapa decisiva na precisão das imagens e conseqüentemente, na precisão das coordenadas dos pontos selecionados.

**Quadro 4:** Coordenadas UTM dos conjuntos de pontos selecionados em cada uma das imagens para testar a viabilidade técnica dos sensores.

Pontos	Coordenadas UTM – Sad 69 Zona 23K							
	Referência		TM/Landsat-7		TM/Landsat-5		CBERS/CCD	
	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste	Leste	Oeste
1	327123	7868070	327104	7868070	327127	7868046	327108	7868064
2	326809	7868022	326799	7868031	326796	7868026	326780	7868011
3	326674	7868399	326643	7868393	326636	7868406	326661	7868393
4	326108	7868234	326088	7868246	326116	7868176	326055	7868235
5	325273	7869299	325250	7869355	325285	7869357	325279	7869340
6	325608	7866838	325597	7866827	325616	7866835	325595	7866814
7	325651	7865907	325635	7865933	325626	7865925	325646	7865902
8	326458	7864882	326509	7864887	326496	7864904	326483	7864831
9	326480	7864753	326518	7864772	326456	7864784	326431	7864769
10	325034	7863802	325025	7863810	325035	7863804	325008	7863821
11	324399	7864429	324394	7864434	324425	7864394	324366	7864474
12	322589	7864644	322606	7864656	322694	7864634	322608	7864632
13	324461	7866237	324456	7866220	324485	7866205	324461	7866190
14	327026	7867126	327004	7867119	326996	7867145	326999	7867127
15	325353	7869049	325242	7869077	325345	7869036	325305	7869064
16	324954	7869111	324889	7869067	325005	7869087	324962	7869064
17	324603	7867959	324573	7867985	324575	7867976	324568	7867959
18	326820	7866615	326830	7866610	326816	7866635	326873	7866632
19	326024	7866224	326004	7866256	326016	7866255	325998	7866263
20	326039	7865762	326058	7865762	326006	7865815	325998	7865832
21	326107	7865495	326173	7865497	326096	7865585	326093	7865548

### 3.5. Custos de aquisição das imagens digitais

A análise dos custos de aquisição das imagens dos diferentes sensores, está apresentada no **Quadro 5**.

**Quadro 5:** Custos de aquisição das imagens obtidas pelos sensores a bordo dos satélites Landsat-5, Landsat-7 e CBERS.

	TM/ Landsat-5	TM/ Landsat-7	CBERS
Custo de aquisição - R\$ / 100km <sup>2</sup>	3,14	3,45	2,74

#### 4. Conclusões

As imagens testadas apresentam grande potencial como base de dados para fins de reforma agrária, ou outro que necessite mapeamento e levantamento dos recursos naturais, devendo-se, no entanto, atentar para a necessidade de um alto índice de exatidão da classificação (Anderson et al., 1976, cita um índice mínimo de 85%), baixo RMSe da correção geométrica e cuidados na coleta de coordenadas de pontos de controle terrestre, procurando evitar o acúmulo de erros, que conseqüentemente venham a afetar o nível de precisão requerido pelo trabalho.

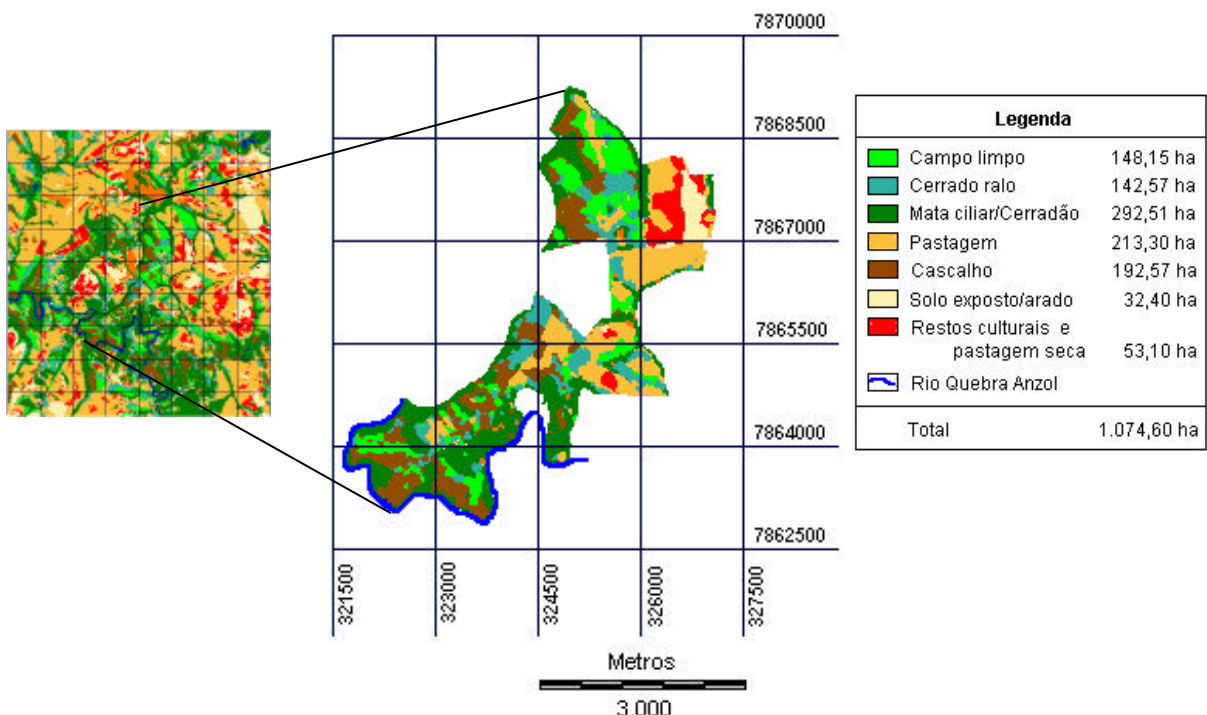
O bom levantamento e reconhecimento da área foi decisivo no respaldo das imagens TM/Landsat-5 e CBERS/CCD como base de dados para fins de reforma agrária ou similar. Deve-se, no entanto, salientar que para locais onde não há um bom conhecimento e levantamento da área, o processo de digitalização de feições como divisas, estradas e rede de drenagem, pode encerrar erros de localização que poderão inviabilizar o projeto. Para tais casos as imagens com melhor resolução espacial e espectral poderiam garantir a qualidade dos dados, porém, o trabalho em questão testou e analisou imagens de apenas três sensores, um número reduzido ante os novos sensores que têm surgido no mercado.

Das análises efetuadas e da situação do mercado pode-se inferir que:

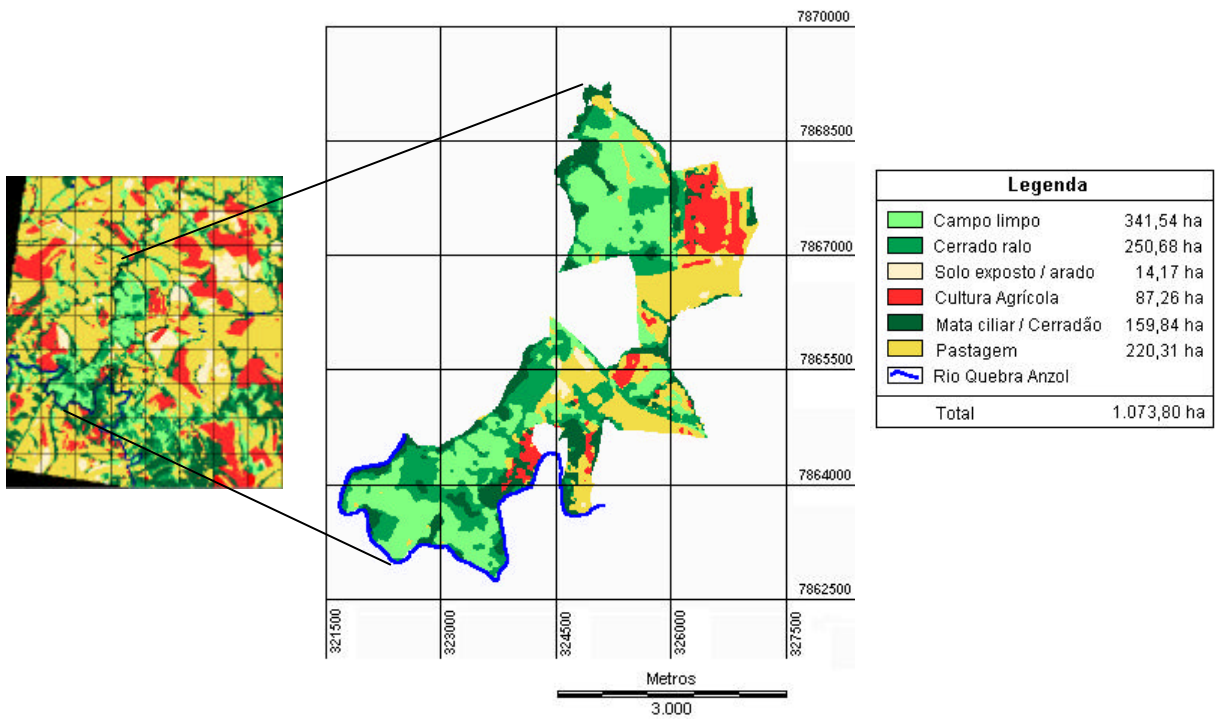
**a-** embora o TM/Landsat-5 apresente potencial como base de dados para fins de reforma agrária, o mesmo começa a entrar em declínio em função da sua vida útil, do lançamento do TM/Landsat-7, além da concorrência de mercado,

**b-** a viabilidade do TM/Landsat-7, em respeito à digitalização de feições como divisas, estradas e rede de drenagem, deve-se a resolução da banda pancromática e a possibilidade de fusão desta com as bandas multiespectrais, bem como à qualidade dos dados,

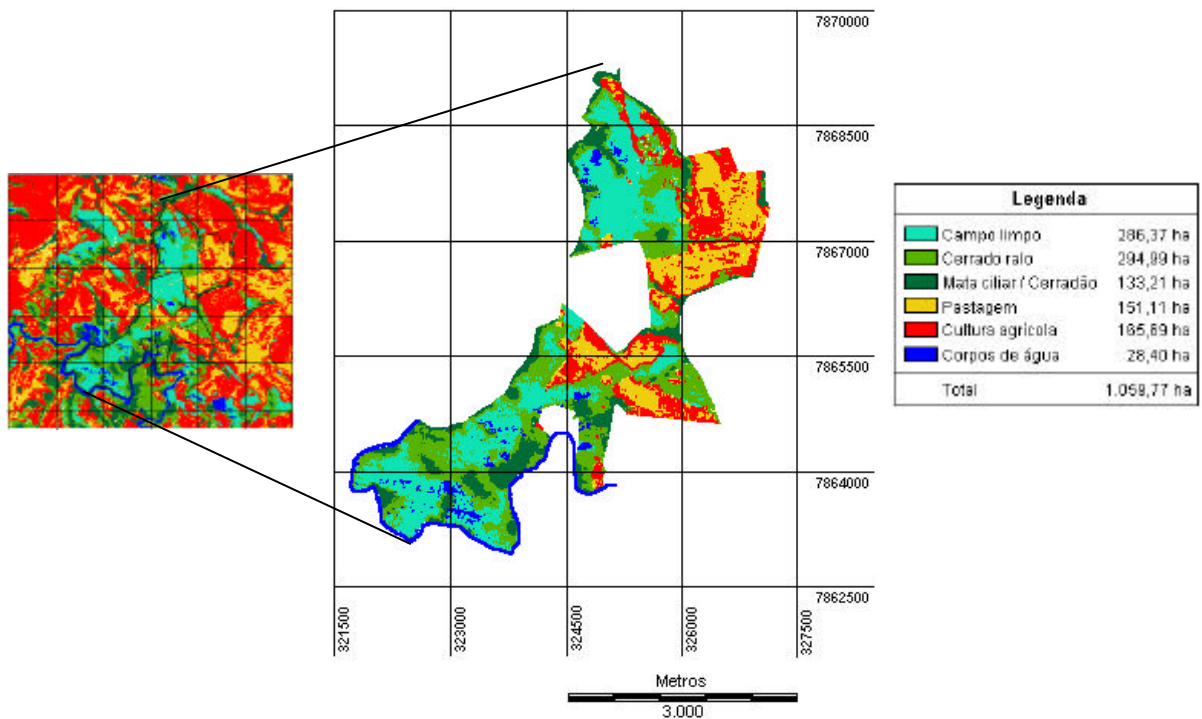
**c-** o CBERS pode vir a apresentar-se como um grande potencial de base de dados, sanado o problema da radiometria. Embora sua resolução espacial seja baixa em comparação aos novos produtos lançados, o preço deste constitui um fator que não pode ser desconsiderado em nenhuma análise efetuada, e desta feita, o CBERS pode vir a tornar-se um concorrente no mercado.



**Figura 1:** Bandas 3, 4 e 5 do TM/Landsat-5, classificada e pós-filtrada



**Figura 2:** Bandas 3, 4 e 5 do TM/Landsat-7, classificada e pós-filtrada.



**Figura 3:** Bandas 4, 3 e 2 do CBERS/CCD, classificada e pós-filtrada.





Figura 4: Vegetação herbáceo-arbustiva expondo o solo e o cascalho.

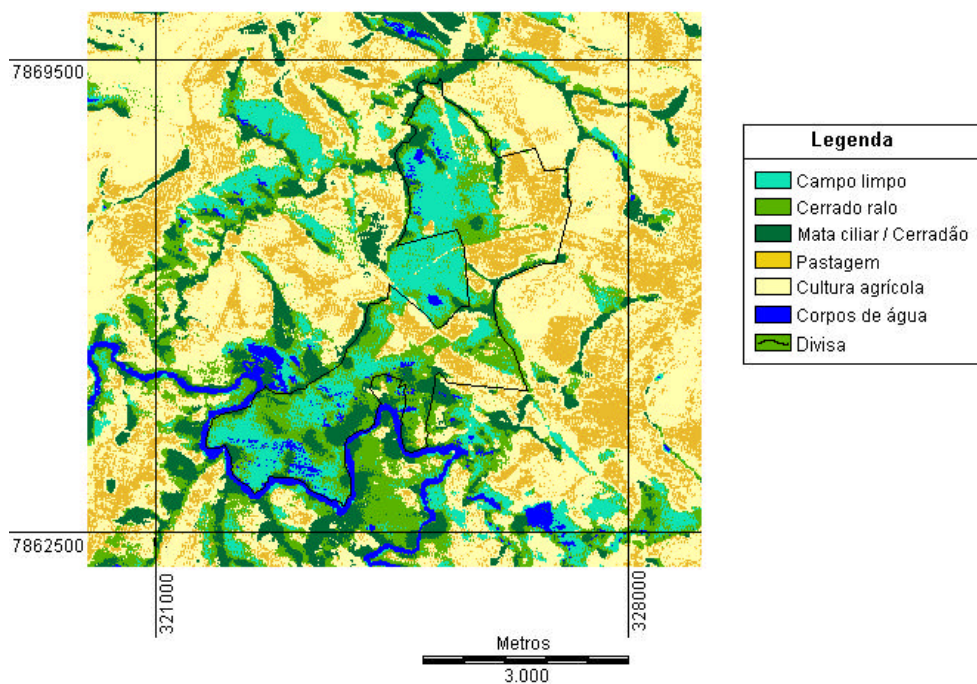


Figura 5: Bandas 4, 3 e 2 do CBERS/CCD, classificada e não filtrada.

## 5. Referências

- ANDERSON, J. R., HARDY, E. E., ROACH, J. T. WITMER, R.E. **A land use and land cover classification system for use with remote sensor data.** Washington: USGS, 1976. 28p. (USGS Professional Paper, 964).
- BRITES, R. S. **Verificação de exatidão em classificação de imagens orbitais: efeitos de diferentes estratégias de amostragem e avaliação de índices de exatidão.** Viçosa: UFV, 1996. 101p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing.** New York: The Guilford, 1987. 551p.
- JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective.** 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 316p.
- LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation.** 2ed. Chichester: John Willey & Sons, 1994. 740p.