



**Avaliação de Tipos de Classificações em Imagens de  
Média e Alta Resolução Espacial, no Bioma Cerrado**  
Evaluation of Types of Classifications in  
Medium and High Space Resolutions, in the Cerrado Biome

Liliane Candida Corrêa<sup>1</sup>; Hugo Teruya Junior<sup>1</sup>;  
Fabrício Bau Dalmas<sup>2</sup> & Antonio Conceição Paranhos Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais,  
Campus Campo Grande, s/n. 79070-900 Campo Grande, MS-Brasil

<sup>2</sup> Universidade UNG. Programa de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos.  
Praça Tereza Cristina, 239. Guarulhos, SP-Brasil

E-mails: lillycorrea@gmail.com; teruyajunior@gmail.com; fdalmas@prof.ung.br; antonio.paranhos@pq.cnpq.br

Recebido em: 04/09/2017 Aprovado em: 02/10/2017

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2017\\_3\\_05\\_13](http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_05_13)

## Resumo

O Cerrado é um bioma de grande importância com alto grau de biodiversidade, porém vem sofrendo processo de degradação. Uma ferramenta já consagrada de avaliação desse processo é o sensoriamento remoto aliado às geotecnologias, gerando mapas de uso e ocupação do solo, possibilitando o constante monitoramento dos processos modificadores da cobertura de uma região. Neste artigo, utilizaram-se técnicas de sensoriamento remoto para classificar, através de três diferentes métodos, uma imagem do sensor Landsat referente ao Município de Dois Irmãos do Buriti, localizado no Mato Grosso do Sul. Verificou-se que o método não supervisionado apresentou problemas nas classes finais, inviabilizando seu emprego. Já as classificações orientada a objeto e supervisionada apresentaram resultados satisfatórios, com melhor praticidade para este último método no caso particular desse estudo. Outro objetivo foi avaliar a adaptação das chaves de classificação Landsat, nas áreas de Cerrado, em um sensor o sensor Alos, relativamente novo de alta resolução espacial, porém menor resolução espectral. O resultado corrobora para a aplicabilidade das chaves de classificação nas imagens Alos, contanto que sejam consideradas suas limitações, especialmente no que se refere a ausência do infravermelho médio no sensor AVNIR-2, que pode ser visto na delimitação deficiente das áreas agrícolas.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto; Classificações; Bioma Cerrado

## Abstract

The Cerrado is a biome of great importance with a high degree of biodiversity, however, it is in degradation process. Established tools for evaluating this process are the remote sensing together with geotechnologies. Thus is possible to generate maps of land use with constant monitoring of the modifying processes of land cover. In this article, remote sensing techniques are used to classify, through three different methods, an image of the Landsat sensor for the municipality of Dois Irmãos do Buriti, located in Mato Grosso do Sul State. It was verified that the unsupervised method presented problems in the final process, making their employment unfeasible. On the other hand the Object-Oriented Image Classification and Supervised Classification Methods shows moderate results with better practiced in the Supervised Classification. Another objective was to evaluate the adaptation of the key for classifying. Landsat in the areas of Cerrado with the an image of Alos sensor that has high spatial resolution, but lower spectral resolution. The result corroborates for an applicability of the classification keys in the images Alos, as long as they are considered the respective areas, especially do not refer to the absence of short wave infrared in the AVNIR-2 sensor, which can be seen in a deficient delimitation of agricultural areas.

**Keywords:** Remote Sensing; Classifications; Cerrado Biome

## 1 Introdução

O Cerrado cobre uma área de, aproximadamente, 2.000.000 km<sup>2</sup> no Brasil central (cerca de 23% do território nacional) e é um bioma importante não apenas pela área que ocupa, mas também pela riqueza ecológica, representando 30% da diversidade brasileira. Embora venha sofrendo um processo de degradação acentuada, sua biodiversidade ainda é alta e continua sendo um importante bioma para o país, devendo, por isso, ser objeto de ações que determinem sua manutenção e conservação (Pagotto *et al.*, 2006).

Para melhor avaliação da dinâmica dessa paisagem, o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são amplamente utilizados como ferramentas de análise, pois integram as diversas informações, dados e cartas de naturezas e escalas diferentes e ainda permitem relacionar os mapas criados com atributos gerando assim, um banco de dados integrado e atualizável (Paranhos Filho *et al.*, 2003).

O uso de imagens obtidas por sensores remotos orbitais para o monitoramento, mapeamento e análise da cobertura da superfície terrestre são aplicados desde a década de 1970, com grande destaque do programa Landsat, imageando o ambiente terrestre

por mais de 30 anos (USGS, 2007). Atualmente, as imagens Landsat são disponibilizadas de forma gratuitas na internet. Em 2006, surgiu um novo programa, do Japão, resultando nas imagens do satélite Alos, que possuem alta resolução espacial.

Como as imagens Alos e Landsat possuem resoluções espectrais próximas, a exceção do infravermelho médio presente na última, este trabalho tem como finalidade averiguar se as chaves adaptadas de classificação de Paranhos Filho (2000), que originalmente foram discutidas para as imagens Landsat, se enquadram nas classificações das imagens do sensor Alos, na região do Município de Dois Irmãos do Buriti, Mato Grosso do Sul.

## 2 Área de Estudo

A área de estudo é o Município de Dois Irmãos do Buriti, situado no Estado do Mato Grosso do Sul. Está localizado no retângulo envolvente localizado entre o par de coordenadas 20°07'55''s/55°35'11''o e 21°03'04''s/55°09'22''o, pertence à bacia hidrográfica do Miranda, compondo a Bacia Pantaneira (Figura 1). É um município essencialmente pecuarista e comercial que teve, principalmente a partir de 1995, despertado o interesse de empresas do setor de reflorestamento.

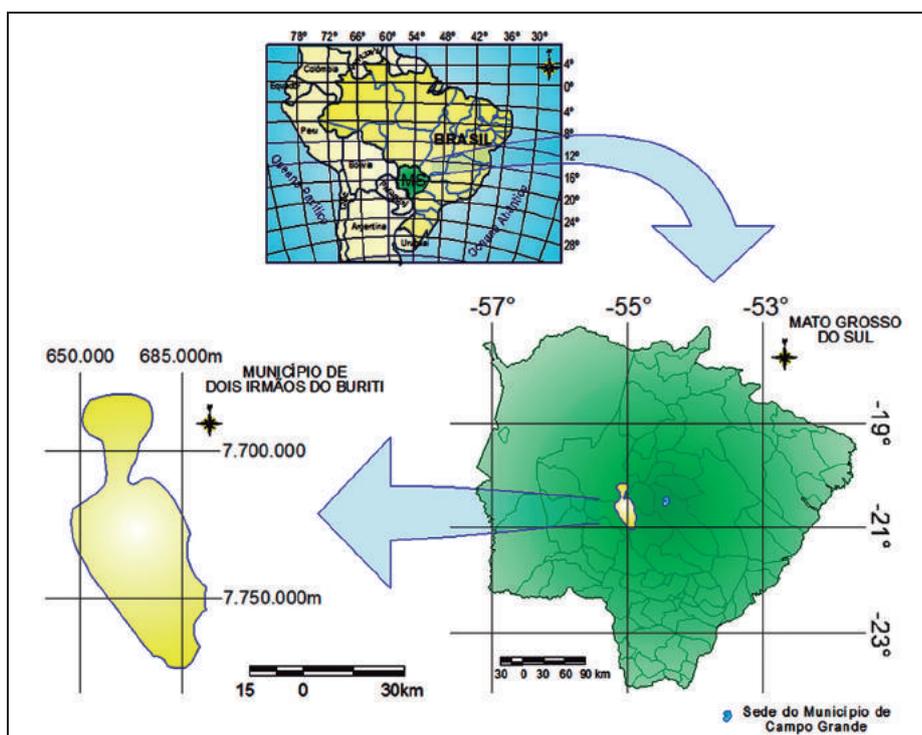


Figura 1  
Localização do município de Dois Irmãos do Buriti, Mato Grosso do Sul.

### 3 Materiais e Métodos

#### 3.1 Preparação das Imagens

Nos processos de classificações, foram utilizadas duas cenas do satélite Alos, sensor Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2 (AVNIR-2), com quatro bandas espectrais, sendo as três bandas do visível mais o infravermelho próximo, com resolução espacial de 10 metros. Ambas as cenas foram compradas no âmbito do projeto Reflorestar Legal, de Revolução/Frame 6294/4010 e 6294/4020, respectivamente, do dia 31/03/2007 (ALOS, 2007a; 2007b).

Também foi selecionada do catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), uma imagem do sensor Thematic Mapper (TM), acoplado no satélite Landsat 5, com seis bandas espectrais, sendo três bandas visíveis mais três do infravermelho (próximo, médio e distante) de resolução 30 metros, Órbita/Ponto 225/074 do dia 20/04/2007. O intervalo entre as imagens é de 11 dias, sem grandes alterações fenológicas. Para auxiliar o georreferenciamento, feito por meio das imagens do Global Land Cover Facility (GLCF, 2000) houve a coleta de pontos de controle, na etapa de campo que percorreu toda a extensão da área de estudo.

#### 3.2 Classificações

##### 3.2.1 Assinatura Espectral e Legenda de Cobertura

O processo de identificar os dados e informações das imagens de satélite, reconhecendo os diferentes tipos de cobertura do solo é denominado classificação de imagens, uns dos processos de maior importância no sensoriamento remoto. Dentre alguns parâmetros observados para o reconhecimento dessas coberturas pode-se citar a forma e tamanhos dos objetos, textura, padrão e tonalidade, que são distinguidos pela intensidade de energia eletromagnética refletida pelo objeto (Curran, 1986; Congalton & Green, 1999). A primeira etapa desta fase foi a correção atmosférica, com o programa PCI Geomática, tanto das cenas do sensor AVNIR-2 (instalado no satélite Alos) quanto do TM (instalado no satélite Landsat 5).

Todos os mapas de uso e ocupação do solo elaborados nesta pesquisa foram confeccionados utilizando a legenda de cobertura do Projeto Corine

(CORINE, 1992) que também foram base para a confecção do material do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). Foram identificadas as seguintes classes de cobertura, de acordo com a Tabela 1: Áreas aráveis, Pastagens, Fisionomias florestais (mata e cerradão), Cerrado, Cursos de água e Corpos de água.

Nível I	Nível II	Nível III
2. Áreas Agrícolas	2.1. Terra arada 2.3. Pastos 3.1. Formações Florestais	2.1.1. Áreas aráveis (culturas sazonais) 2.3.1. Pastagens 3.1.1. Classe constituída por mata e cerradão, fisionomias florestais
3. Áreas com Vegetação Natural e Seminaturais	3.2. Formações savânicas e/ou campestres 3.3 Espaços abertos com pouca ou nenhuma vegetação	3.2.2. Cerrado 3.3.4. Áreas queimadas
4. Zonas úmidas	4.1. Zonas úmidas continentais	4.1.1. Áreas úmidas
5. Corpos aquosos	5.1. Águas continentais	5.1.1. Cursos de água 5.1.2. Corpos de água

Tabela 1 Legenda CORINE utilizada para as classificações (CORINE, 1992).

##### 3.2.2 Classificações Multiespectrais

Este sistema, baseado na resposta espectral da imagem e de acordo com critérios previamente definidos pelo usuário, classifica todos os pixels da imagem em um determinado número de classes. Os parâmetros informados definem a classificação em duas vertentes: supervisionado e não supervisionada (Crosta, 1993).

O primeiro método aplicado foi o processo de classificação automática não supervisionada, pela qual o usuário utiliza o algoritmo definido pelo sistema e determina o número de classes que serão geradas automaticamente. (Schrader & Pouncey, 1997). Nas imagens Landsat foram utilizados o algoritmo Iterative Self-Organizing Data Analysis (ISODATA), presente no Erdas 9.1, que usa a distância espectral como um método seqüencial, classificando os pixels iterativamente (Erdas, 2006).

O segundo método aplicado foi o da classificação automática supervisionada. Nesse

método é preciso que o usuário forneça exemplos de cada classe que deseja, por meio das assinaturas espectrais ou chaves de classificação (Crosta, 1993). Essas classificações foram geradas no programa Erdas 9.1 (Erdas, 2006), usando o algoritmo Maximum Likelihood, que classifica o DN de acordo com sua máxima semelhança a cada classe criada durante o procedimento.

Também se utilizou a classificação orientada ao objeto. Esta classificação, diferente das duas anteriores, não considera apenas a resposta espectral do pixel, mas também o arranjo espacial entre os elementos da imagem, ou seja, procura semelhanças estatísticas, agrupando estes conjuntos. Esta forma de agrupamento é a segmentação (Paranhos Filho et al., 2008). Para este método específico foi necessário trabalhar em outro SIG, o Ecogniton 2.0 (Definiens, 2001). O primeiro passo foi a segmentação da imagem. Pelos testes, definiu-se para este estudo o parâmetro de escala no valor de 25. Na relação entre forma e resposta espectral foram atribuídos 10% para o primeiro e 90% para o último.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Landsat

#### 4.1.1 Método Não Supervisionado

Agruparam-se apenas duas classes: áreas naturais (mata, cerrado, corpos d'água e áreas úmidas) e áreas antrópicas (pastagens, áreas agrícolas e queimadas/incêndio florestal), que na classificação da imagem Landsat, no método não supervisionado, resultaram em 30,2% e 69,8%, , respectivamente (Figura 2).

Os resultados apontam o predomínio de pastagens (classe 231), perfazendo 67% da área de estudo. Áreas de Mata e cerradão (classe 311) e cerrado (classe 322) somaram aproximadamente 30% do total; seguido por áreas agrícolas (classe 211), com cerca de 3%; e Corpos aquosos (classes 511/512) com 0,4%. Mesmo com um número grande de classes estipuladas não houve neste método a identificação satisfatória de Áreas úmidas (classe 411) sem interferência.

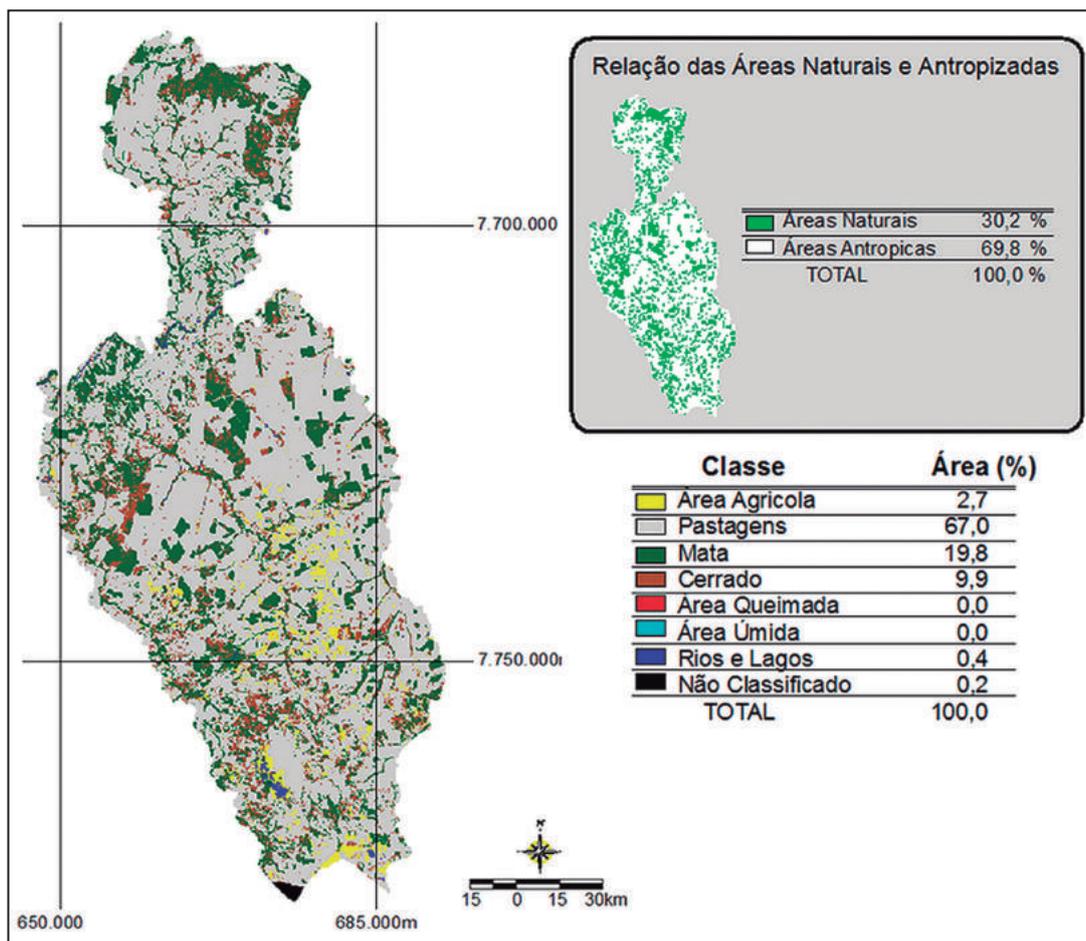


Figura 2 Mapa de uso e ocupação do solo (Landsat, método não supervisionado).

#### 4.1.2 Método Supervisionado

Pela Figura 3 podemos observar que, na classificação da imagem Landsat no método supervisionado, obteve-se 30,4% para áreas naturais e 69,6% para áreas antrópicas.

A classificação supervisionada também apresentou o predomínio de pastagens (classe 231) com aproximadamente 67% da área total de estudo. A soma de áreas de mata e cerradão (classe 311) e cerrado (classe 322) ficou por volta de 30%; e para as Áreas agrícolas (classe 211) e para os Corpos aquosos (classes 511/512) resultaram em 2% e 0,1%, respectivamente. Foi identificado para este método, tanto Áreas úmidas (classe 411), correspondendo a 0,5% da área total, como Incêndios/Queimadas (classe 334), resultando em 0,1% do total.

#### 4.1.3 Método Orientado a Objeto

Para a classificação da imagem Landsat no método orientado a objeto, as áreas naturais apresentaram 24,5% da área total e as áreas antrópicas 75,5%, conforme Figura 4.

Os dados indicam o domínio de pastagens (classe 231), com cerca de 74% da área; seguidos da soma das áreas de mata e cerradão (classe 311); e Cerrado (classe 322), aproximadamente 23% do total. As Áreas agrícolas (classe 211) apresentaram área de 0,8%, e Corpos aquosos (classe 511/512) de 0,8%. Também foram identificados áreas úmidas (classe 411), correspondendo a 0,1% da área total; e incêndios/queimadas (classe 334), resultando em 0,3% do total.

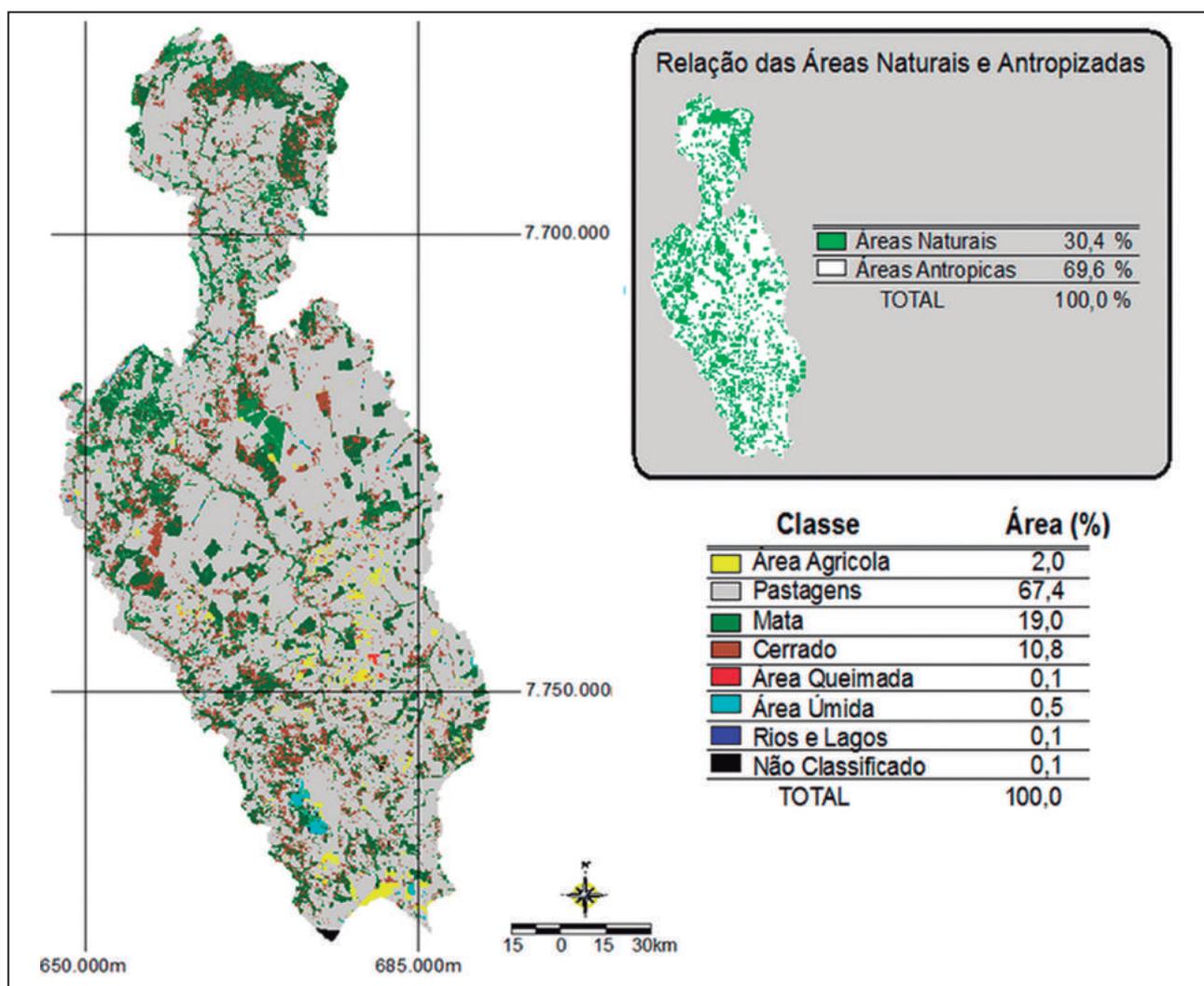


Figura 3 Mapa de uso e ocupação do solo (Landsat, método supervisionado).

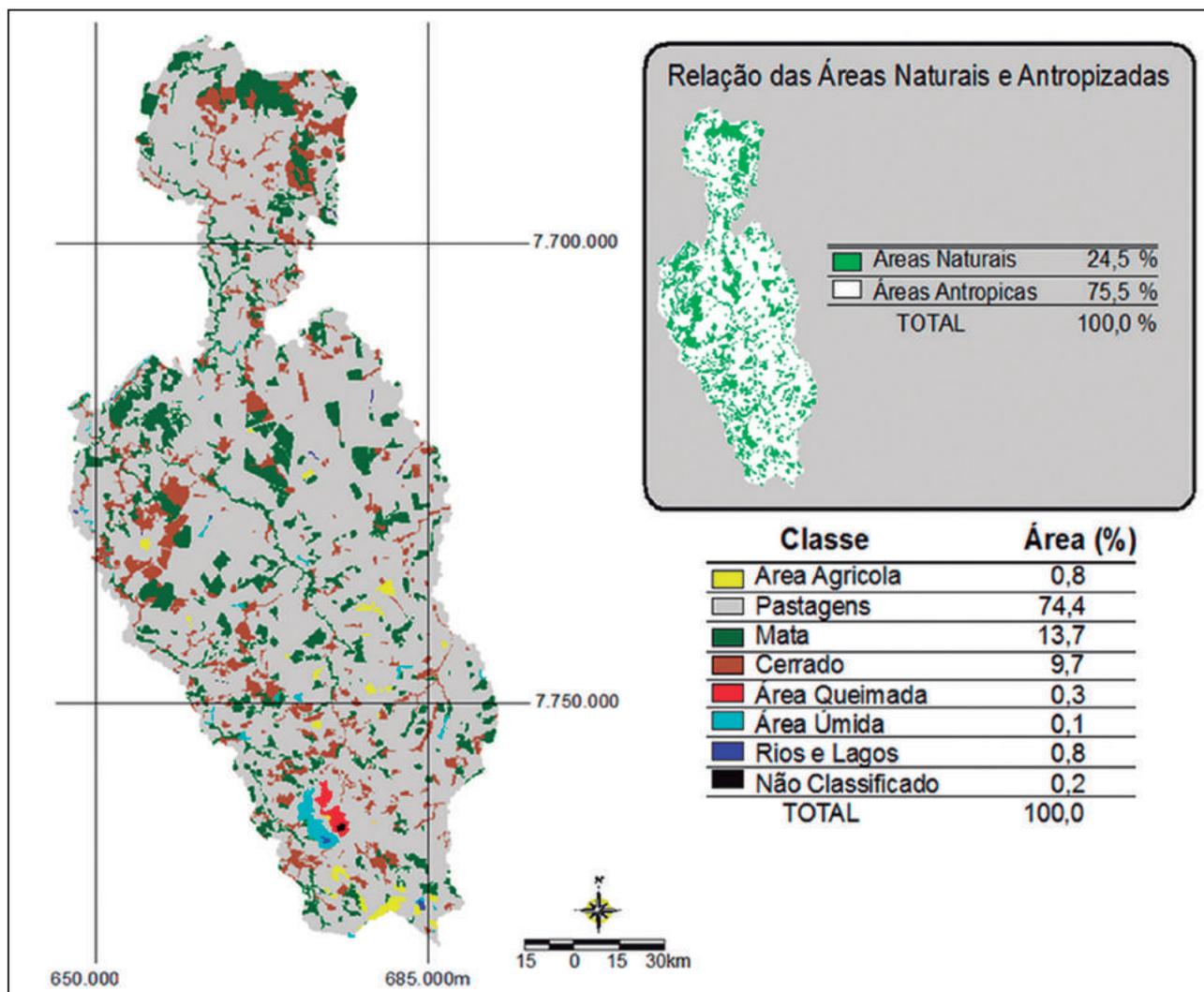


Figura 4 Mapa de uso e ocupação do solo (Landsat, método orientada a objeto).

#### 4.1.4 Análise dos Métodos Aplicados na Imagem do Sensor Landsat

A classificação orientada ao objeto apresentou maior praticidade e conformidade, em relação a não supervisionada. A acurácia, a matriz de confusão e o

índice Kappa sob a imagem Landsat estão resumidos na Tabela 2. A acurácia total de 83% e o índice Kappa de 0,78886 indicam uma forte concordância entre os dados de referência e os dados classificados. A partir destas estatísticas de acurácia é possível confirmar que a classificação gerada é adequada.

Dados da Classificação	Dados de Referência								Acurácia do Usuário
	A	B	C	D	E	F	G	Total	
Áreas Agrícolas (A)	51	0	0	0	0	0	0	51	100%
Pastagens (B)	1	142	2	7	0	2	0	154	92,21%
Matas e Cerradão (C)	0	3	73	2	0	2	0	80	91,25%
Cerrado (D)	0	1	0	60	0	3	0	64	93,75%
Queimadas (E)	0	49	0	0	1	0	0	50	2,00%
Áreas Úmidas (F)	0	0	0	0	0	50	0	50	100%
Corpos Aquosos (G)	3	3	2	2	0	3	38	51	74,51
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>198</b>	<b>77</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>38</b>	<b>500</b>	
Acurácia do produtor (%)	92,7	71,7	94,8	84,5	100%	83,3	100		

Tabela 2 Matriz de Confusão do método orientado a objeto, imagem do sensor TM (Landsat).

Já as classificações supervisionadas apresentaram resultados mais expressivos neste trabalho, sem as confusões da classificação não supervisionada e com um tempo menor de execução em comparação a orientada a objeto. A acurácia total em 6,33% e o índice Kappa de 0,8357, indicam uma forte concordância entre os dados de referência e os dados classificados (Tabela 3). A partir destas estatísticas de acurácia é possível confirmar que a classificação gerada é adequada.

## 4.2 Análise dos Métodos Aplicados na Imagem do Alos

### 4.2.1 Método Supervisionado

O mapa de uso e ocupação do solo elaborado a partir da fotointerpretação das imagens Alos pode ser visualizado na Figura 5, com a soma das áreas naturais representando 32,8% da área, enquanto as áreas antrópicas somam 67,2%.

Os gráficos apontam o predomínio de pastagens (classe 231) com 66% da área total de

Dados da Classificação	Dados de Referência								Total	Acurácia do Usuário
	A	B	C	D	E	F	G	H		
Áreas Agrícolas (A)	47	7	0	0	0	0	0	0	54	87,04%
Pastagens (B)	0	167	0	7	0	5	0	0	179	93,30%
Matas e Cerradão (C)	0	4	84	0	0	2	0	0	90	93,33%
Cerrado (D)	0	8	0	66	0	1	0	0	75	88,00%
Queimadas (E)	27	3	0	1	12	7	0	0	50	24,00%
Áreas Úmidas (F)	1	0	0	0	0	51	0	0	52	98,08%
Cursos de Água (G)	0	0	0	1	0	0	49	0	50	98,00%
Corpos de Água (H)	0	3	0	4	0	1	0	42	50	84,00%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>192</b>	<b>84</b>	<b>79</b>	<b>12</b>	<b>67</b>	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>600</b>	
Acurácia do produtor (%)	63	90	100	84	100	76	100	100		

Tabela 3 Matriz de Confusão do método supervisionado, imagem do sensor TM (Landsat).

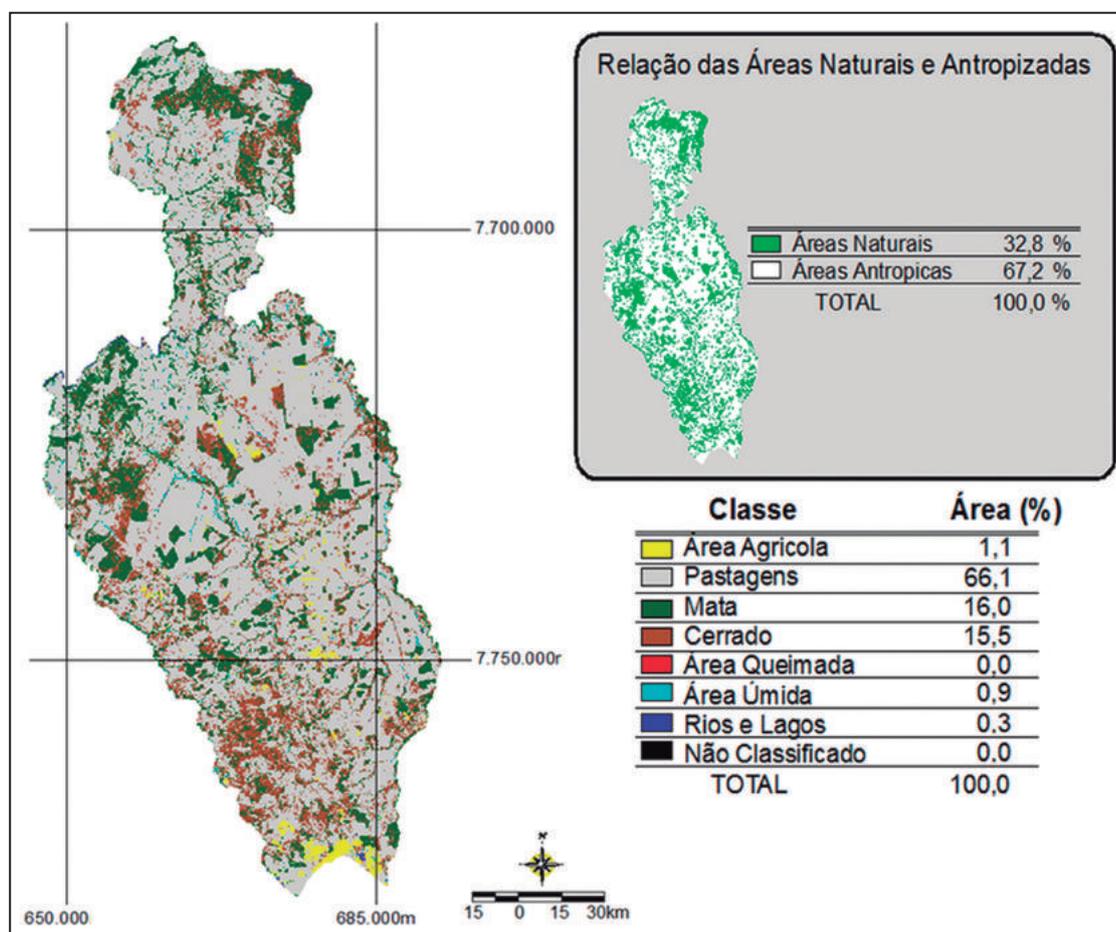


Figura 5  
 Mapa de uso e ocupação do solo (Alos, método supervisionado).

estudo. Áreas de matas e cerrado (classe 311) com cerrado (classe 322) perfazem a soma de 32%. Finalizando, temos 1,1% para áreas agrícolas (classe 211); 0,9% para áreas úmidas (classe 411) e 0,3% para corpos aquosos (classe 511/512).

Comparando o resultado da classificação supervisionada Alos com a Landsat, também no método automático supervisionado, pode-se perceber uma pequena diferença de área, em porcentagem, nas pastagens (1,3%) e nas áreas agrícolas (0,9%). Já a diferença entre a classe de cobertura de cerrado foi maior, cerca de 5% maior na Alos em comparação a Landsat. Entretanto, nas áreas de matas e cerrado o balanço foi invertido, sendo 4% menor na Alos.

A acurácia total e o índice Kappa indicam uma forte concordância entre os dados de referência e os dados classificados, ou seja, valores de 80% para a acurácia total e 0,75 para o índice Kappa. A partir destas estatísticas de acurácia é possível confirmar que a classificação gerada pode ser utilizada, com as devidas ressalvas que a diferença da resolução espectral impõe em comparação a classificação Landsat. A acurácia, a matriz de confusão e o índice Kappa são resumidos na Tabela 4.

## 5 Conclusões

Embora existam diferenças entre as resoluções radiométricas dos satélites utilizados, especialmente com relação à presença do infravermelho médio nas Landsat, podem-se adaptar satisfatoriamente as chaves de classificação para as imagens Alos, com algumas limitações, que são mais evidentes em regiões com maior área agrícola, que poderão ser erroneamente interpretadas como pastagens

em determinados locais. Assim, quando o foco de investigação é o mapeamento das áreas agrícolas, separadamente, o sensor AVNIR-2 do satélite Alos será pouco indicado.

Entretanto, quando o objetivo for o levantamento de APP, haverá maior contribuição das imagens do sensor Alos, uma vez que a ausência do infravermelho médio não interfere decisivamente na fotointerpretação de matas e cerrado, além de sua maior resolução espacial proporcionar um traçado mais acurado dos rios, possibilitando análises em maior escala. Pode-se conceber também a fusão com a banda pancromática Alos, aumentando a resolução espacial das bandas multiespectrais para 2,5 metros, delimitando ainda mais a forma dos fragmentos de APP que poderiam ser analisados por meio de uma classificação orientada a objeto.

Com relação aos vários métodos de classificação empregado na imagem Landsat, os resultados obtidos não permitem desqualificar nenhum dos mapas de uso e ocupação do solo obtidos. Ainda que tenham ocorrido diferenças entre as áreas das classes de uso e ocupação, quando comparamos o resultado de um classificador com outro, não houve nenhuma mudança considerável que desconfigurasse, por exemplo, a característica principal da região de estudo. Em todos os mapas houve maior parcela para áreas antrópicas, com destaque para as pastagens, corroborando o histórico do município em questão.

## 6 Agradecimentos

À Fundect-MS (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia

Dados da Classificação	Dados de Referência							Acurácia do Usuário
	A	B	C	D	E	F	Total	
Áreas Agrícolas (A)	29	21	0	0	0	0	50	58%
Pastagens (B)	0	87	6	1	1	0	95	91,58%
Matas e Cerradão (C)	0	0	66	0	0	0	66	100,00%
Cerrado (D)	0	0	11	45	1	1	58	77,59%
Áreas Úmidas (E)	0	7	3	6	30	5	51	58,82%
Corpos Aquosos (F)	0	3	3	4	1	39	50	78,00%
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>118</b>	<b>89</b>	<b>56</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>370</b>	
Acurácia do produtor (%)	100	74,4	74,2	80,4	90,9	86,8		

Tabela 4 Matriz de Confusão e Índice Kappa do método supervisionado, imagem Alos.

do Estado de Mato Grosso do Sul) pelo apoio financeiro. Ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa de A.C. Paranhos Filho (Processo 304122/2015-7).

## 7 Referências

- Alos. 2007a. Imagem de Satélite Revolução/Frame 06294/4010, sensor AVNIR-2, bandas 1, 2, 3 e 4, data 31 de março de 2007. Rio de Janeiro/RJ: IBGE.
- Alos. 2007b. Imagem de Satélite Revolução/Frame 06294/4020, sensor AVNIR-2, bandas 1, 2, 3 e 4, data 31 de março de 2007. Rio de Janeiro/RJ: IBGE.
- Congalton, A.R.G. & Green, K. 1999. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data - Principles and Practices. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL 978-1-4200-5512-2. 183 p.
- CORINE. 1992. CORINE Land Cover (Coordination of Information on the environment). Comm of European Communities, Bruxelas. 106 p.
- Crosta, A.P. 1993. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*, Campinas, SP, UNICAMP
- Curran, P.J. *Principles of remote sensing*. New York, John Wiley, 1986
- Definiens. 2001. Software Ecognition versão 2.0, Object Oriented Image Analysis. München/Austrália: Definiens Imaging GmbH.
- ERDAS. 2006. Imagine. Software versão 9.1. Norcross, GA, USA: Leica Geosystems Geospatial Imaging.
- GLCF/USGS - Global Land Cover Facility/U.S. Geological Survey. 2000. Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - WRS2, tiles, Path/ Row 225/074, 3 arcseg, Filled Finished-B.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Manuais Técnicos em Geociências n.7 - Manual Técnico de Uso da Terra. (2). Rio de Janeiro/RJ: IBGE. p 91.
- Pagotto, T.; Camilotti, D.; Longo, J. & Souza, P. 2006. Introdução, Bioma Cerrado e Área Estudada. In: T. PAGOTTO, D. CAMILOTTI, J. LONGO, & P. SOUZA (Coordenadores). Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: Subsídios à Conservação e ao Manejo do Cerrado - Área Prioritária 316-Jauru (p. 308). Campo Grande/MS: UFMS.
- Paranhos Filho, A.C. 2000. *Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O Estudo de Caso da Região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho (MS - Brasil)*. Tese de Doutorado em Geologia Ambiental. Curitiba/PR: UFPR. 213p.
- Paranhos Filho, A.C.; Fiori, A.P.; Disperati, L.; Lucchesi, C.; Ciali, A. & Lastoria, G. 2003. Avaliação Multitemporal das Perdas de Solos na Bacia do Rio Taquarizinho-MS. *Boletim Paranaense de Geociências*, 52: 49-59.
- Paranhos Filho, A.C.; Lastoria, G. & Torres, T.G. 2008. *Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução Às Geotecnologias Campo Grande, MS*. UFMS. 198p.
- Schrader, S. & Pouncey, R. 1997. *Erdas Field Guide* (4) , 656. Atlanta: Erdas Inc.
- USGS - U.S. 2000. Geological Survey. GLS2000. Imagem de Satélite Órbita/Ponto 225/074, sensor ETM+, bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8 (pancromática), data 08 de abril de 2000.
- USGS - U.S. 2007. Geological Survey. The Landsat Program. (Disponível em <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>. Último acesso em 02/10/2008.