Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 7-11 novembro 2009,
Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.490-495.

Análise do desmatamento no município de Miranda, MS no período de 1999 a 2009 utilizando classificação de imagens do modelo linear de mistura espectral

Flávia de Souza Mendes[1]
Gabriel Noronha Campos Caridade[1]
Gabriel Pereira[2]
Elisabete Carias Moraes[2]
Egídio Arai[2]
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff[2]
Márcio Pupin de Mello[2]

[1] Universidade de Taubaté
Caixa Postal 515 - 12201-970 - Taubaté - SP, Brasil
flaviasm@dsr.inpe.br
gabriel_geo2@hotmail.com

[2] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{gabriel,bete,egidio,bernardo,pupin}@dsr.inpe.br

Resumo. Biomas como o Pantanal estão cada vez mais susceptíveis ao desmatamento. As técnicas de sensoriamento remoto possibilitam análises temporais de uso e ocupação do solo, permitindo identificar e monitorar áreas de desmatamento. O presente trabalho teve como objetivo identificar áreas de desmatamento inseridas no bioma Pantanal, localizadas no município de Miranda-MS, no período de 1999 a 2009. Para tal foram utilizados o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), segmentação e classificação, aplicados em imagens do sensor TM a bordo do satélite Landsat 5. Utilizando-se das imagens fração correspondentes a componente solo, gerada pela aplicação do MLME, realizou-se a segmentação e classificação. Para a segmentação foram utilizados valores de limiar e área mínima do segmento iguais a 8 e 32, respectivamente. A classificação foi relizada pelo algoritmo ISOSEG, com limiar de 99,9 %. Na análise dos resultados foi possível observar área total de desmatamento de aproximadamente 460 km², que corresponde a 8,4 % da área total do município, que é de 5.475 km². De maneira geral a metodologia utilizada apresentou-se satisfatória para identificar áreas de desmatamento no bioma Pantanal, no município e períodos investigados.

Palavras-chave: Pantanal, sensoriamento remoto, processamento de imagens, MLME.

Abstract. The deforestation is increasingly in biomes such as Pantanal. The remote sensing techniques allows land use temporal analysis, which provide the identifying and monitoring of deforestation areas. This study aimed to identify deforestation areas in the Brazilian Pantanal biome, located in the Miranda municipality, at Mato Grosso do Sul state, between 1999 and 2009. It was used techniques like the Model Linear Spectral Mixture (MLME), segmentation and classification, applied to TM images on board at the Landsat 5 satellite. The segmentation and classification were made using fraction images corresponding to the bare soil component, generated by applying the MLME. In the segmentation phase, were used threshold and area values of 8 and 32, respectively. The ISOSEG algorithm classification was used with threshold of 99.9%. The analysis of the results enable to note that the total of deforestation area was approximately 460 Km^2, which corresponds to 8.4% of the total area of the Miranda city, which is 5,475 Km^2. The methodology used was satisfactory to identify deforestation areas in the Brazilian Pantanal, for the investigated municipality and periods.

Key-words: Pantanal, remote sensing, image processing, MLME.

1. Introdução

A planície intermitentemente inundada pela bacia do Alto Paraguai corresponde ao bioma brasileiro Pantanal (**Figura1**). Uma Bacia Sedimentar Cenozóica que surgiu da orogenia Andina (Ussami et al., 1999).

Figura 1. Mapa do Brasil com destaque para a área do bioma Pantanal.

O desmatamento desenfreado, no Brasil, não se limita somente à Floresta Amazônica. Ele atravessa fronteiras e também afeta outros biomas importantes, como o Cerrado e o Pantanal. É imprescindível que a antropização aconteça de forma planejada e sustentável, para que os efeitos negativos desta exploração sejam minimizados, visando sempre a conservação e preservação dos recursos naturais e dando à natureza tempo para se recompor (Mota, 1981).

O sensoriamento remoto, utilizando-se de imagens multiespectrais e multitemporais integradas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), permite identificar grande parte das ações antrópicas, possibilitanto o planejamento ou até mesmo criando meios de alertar sobre futuras ações contra o equilíbrio ecológico.

Nas últimas décadas o sensoriamento remoto avançou consideravelmente, em especial nas aplicações que envolvem o estudo da cobertura vegetal. O monitoramento da vegetação é essencial, pois ela influência diretamente na dinâmica da atmosfera, no balanço energético e também no seqüestro de carbono. Assim, é extremamente importante mapear, com precisão, o desmatamento dos biomas (Abrams, 2000).

Como pode ser visto em Shimabukuro et al. (1998) e em Prado et al. (2009), uma metodologia que tem sido utilizada com sucesso para o mapeamento de áreas desmatadas nos biomas brasileiros é a técnica conhecida como Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), proposta por Shimabukuro & Smith (1991). Ela possibilita detectar com mais nitidez as alterações na cobertura vegetal, gerando imagens-fração (IF), onde estão representadas as proporções estimadas para cada componente presente dentro de cada elemento (*pixel*) que compõe a imagem (Schweik & Green, 1999). Antes de aplicar o MLME, é desejável efetuar a correção radiométrica das imagens, visando minimizar os efeitos atmosféricos. Essa correção pode ser realizada através de modelos de transferência radiativa ou através de métodos empíricos (Mather, 2004).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi identificar áreas desmatadas de parte do bioma Pantanal, localizadas no município de Miranda-MS, nos períodos de 1999 a 2009.

3. Material e Métodos

A área de estudo (**Figura 2**) está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul (MS), no município de Miranda; nas coordenadas aproximadas: latitudes 19°34’11” S e 20°41’33” S e longitudes 57°07’2” W e 56°05’2”.

Foram utilizadas duas imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM), a bordo do Satélite Landsat 5. As imagens são datadas de 23/05/1999 e 03/06/2009 e possuem resolução espacial de 30 metros. Foram utilizadas as bandas espectrais numeradas de 1 a 5 e também a banda 7. As imagens foram georreferenciadas e importadas para um banco de dados no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) (Câmara et al., 1996).

Em seguida, foi realizada a correção radiométrica utilizando o modelo 6S (*Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum*) proposto por Vermote et al. (1997). De posse das imagens geométrica e radiometricamente corrigidas, foi aplicado o MLME a fim de melhor contrastar as respostas dos alvos utilizados neste trabalho. O MLME propõe que a resposta espectral de cada elemento da cena (*pixel*) possa ser representada por uma combinação linear de proporções dos componentes contidos na área escolhida (por exemplo: solo, sombra e vegetação). Como resultado da aplicação do modelo obteve-se três imagens fração referentes as componentes solo, sombra e vegetação para ambas as imagens dos diferentes anos estudados. Foi aplicado, na imagem fração solo, a segmentação, visando subdividir as imagens em regiões que se agrupam pelas características homogêneas. Para realizar a segmentação é necessário definir dois limiares: limiar de similaridade e limiar de área, cujos valores foram definidos empiricamente como 8 e 32, respectivamente (Nascimento, 1997). Com as imagens segmentadas, foi realizada a etapa de classificação, utilizando o classificador automático ISOGEG, com limiar de aceitação de 99,9%.

As classes da imagem classificadas para o ano de 1999 foram agrupadas em duas classes: desmatamento e vegetação; isso porque o classificador não encontrou campo limpo nesta

data. Já na imagem de 2009 as classes utilizadas foram desmatamento, campo limpo e vegetação.

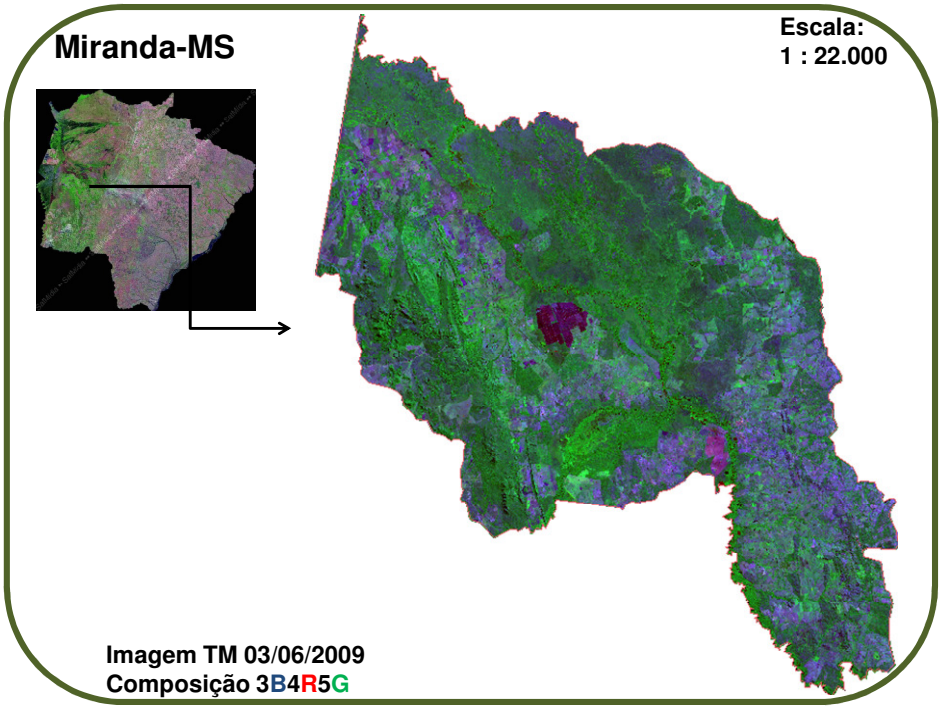


Figura 2. Imagem datada de 03 de junho de 2009, em composição falsa-cor, da área de estudo, localizada no município de Miranda, MS.

4. Resultados

As imagens fração geradas das aplicações do MLME são apresentadas nas **Figuras 3 e 4**, para os anos de 1999 e 2009, respectivamente. O MLME gerou três imagens fração com os componentes: sombra, solo e vegetação, que permitiu uma visualização e interpretação mais precisa das classes criadas pelo SPRING.

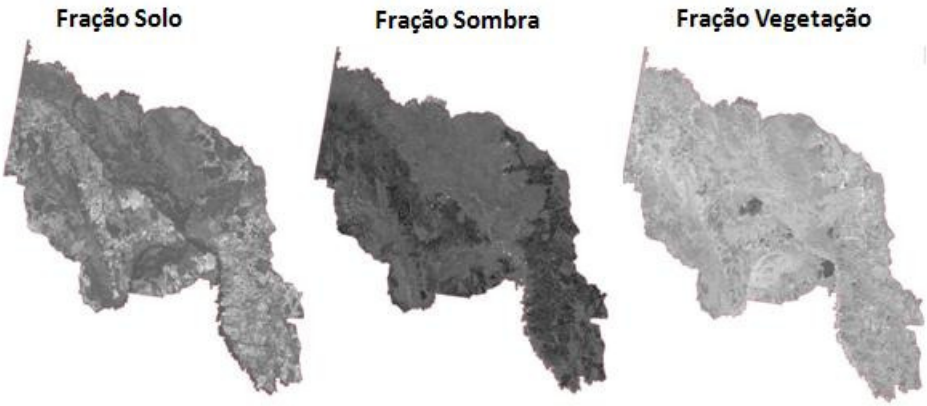


Figura 3. Imagens fração geradas pelo MLME para o ano de 1999.

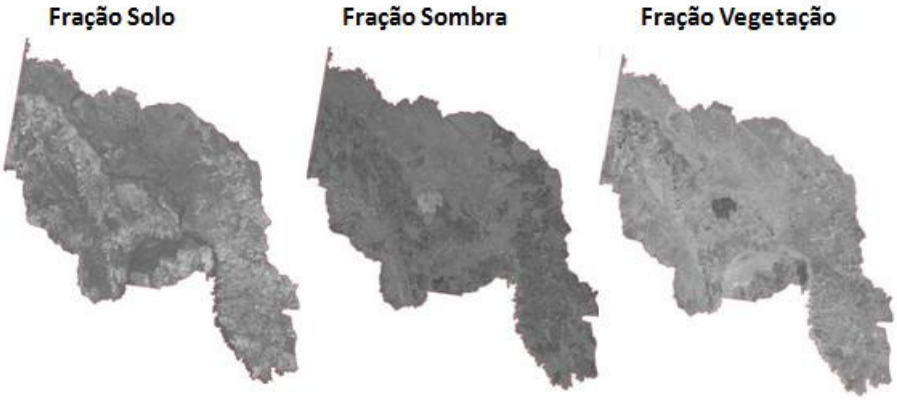


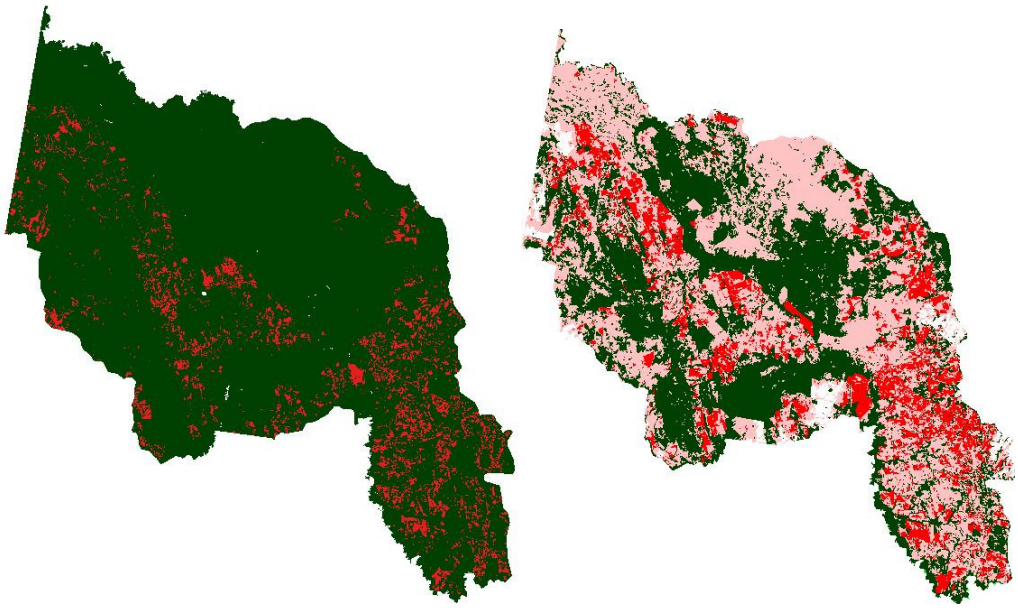
Figura 4. Imagens fração geradas pelo MLME para o ano de 2009.

Com os mapas temáticos dos dois anos foi possível calcular o incremento de desmatamento, do ano de 1999 para 2009 (**Tabela 1**). Esse valor foi de aproximadamente 460 km², correspondendo a 8,4 % da área total do município, que é de 5.475 km².

Tabela 1. Área desmatada de 1999 a 2009.

Período	Área desmatada (Km^2)
1999 a 2009	459,95

A imagem correspondente à fração solo foi a que melhor possibilitou a identificação das áreas desmatadas. Assim, ela foi utilizada no processo de segmentação e classificação supra descritos, onde ao final foram relacionadas as classes definidas (**Figura 5**). A cor verde representa a classe vegetação, a cor vermelha representa a classe desmatamento e, por fim, a cor rosa representa a classe campo limpo.



(a) **(b)**

Figura 5. Mapas temáticos dos anos de (a) 1999 e (b) 2009, contendo as três classes de interesse: vegetação (na cor verde), desmatamento (cor vermelho) e campo limpo (cor rosa).

5. Conclusão

As imagens de satélite de sensoriamento remoto se mostraram eficientes no mapeamento de áreas de desmatamento inseridas no bioma Pantanal, no município de Miranda-MS, no período de 1999 a 2009. A utilização do MLME apresentou resultados satisfatórios, sendo que essa metodologia pode ser aplicada a outros municípios e outros biomas. Assim, essa técnica pode ser útil para o planejamento do uso e ocupação do solo, para maior preservação de nossos biomas. É necessário também que se faça um estudo de campo nos locais onde foi calculado o desmatamento para que o resultado seja validado.

6. Referências

Abrams, M. The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra plataform. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 5, p. 847- 859, 2000.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J.; Ii, F. M. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Mather, P. M. **Computer processing of remotely-rensed images:** an introduction. 3 ed. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons, 2004. 324 p.

Mota, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 242 p.

Nascimento, P. S. R. **Avaliação de técnicas de segmentação e classificação por regiões em imagens Landsat TM visando o mapeamento de unidades de paisagem na Amazônia**. 1997. 31p. (INPE-6391-TDI/607). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

Prado, B. R.; Almeida Filho, R.; Shimabukuro, Y. E.; Silva, G. B. S.; Mello, M. P.; Pereira, G.; Camargo, F. F. Processamento de imagens digitais Landsat 5/TM para mapeamento de classes de cobertura da terra no município de Corumbiara - RO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal, RN. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6101-6108. Disponível em: <http://sbsr.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.16.19.36.53/doc/6101-6108.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2009.

Schweik, C. M.; Green, G. M. The use of spectral mixture analysis to study human incentives, actions, and environmental outcomes. **Social Science Computer Review**, v. 17, n. 1, p. 40-63, 1999.

Shimabukuro, Y. E.; Novo, E. M.; Ponzoni, F. J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. especial, p. 1729-1737, 1998.

Shimabukuro, Y. E.; Smith, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n. 1, p. 16-20, 1991.

Ussami, N.; Shiraiwa, S.; Dominguez, J. M. L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: the Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, v. 18, n. 1, p. 25-39, 1999.

Vermote, E. F.; Tanré, D.; Deuze, J. L.; Herman, M. A.; Morcette, J. J. A. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: an overview. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 35, n. 3, p. 675-686, 1997.