

Metodologia para Análise de Mistura Espectral em Imagens TM-Landsat

ANA PAULA FERREIRA DE CARVALHO^{1 E 2};
RENATO FONTES GUIMARÃES³,
OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JR.³
MARIA MERCEDES DA CUNHA BUSTAMANTE²

¹INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – SBN Ed. Palácio do Desenvolvimento, sala 1205, 70057-900, Brasília, DF, Brasil

osmana@tba.com.br.

²Departamento de Ecologia - Universidade de Brasília (UnB)- Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brasil

³Departamento de Geografia - Universidade de Brasília (UnB)- Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brasil

Abstract In this work a methodology is proposed for the analysis of spectral mixture from TM-Landsat data. The selected area in the image embraced part of the IBGE Ecological Reserve. The procedure adopted for the detection of the endmembers (pure pixels) it was used for the hiperespectrais data treatment, with the specific adaptations. Initially it was made the conversion of the Digital Numbers for reflectance values and after, the identification of the endmembers of the selected area. The Digital Numbers conversion in reflectance values allowed the comparison of the spectra obtained with the spectral libraries, which could help in the identification. For that area, the identified pure members were: green vegetation, vegetation non photosynthetically activates, soil and burned. It was used the spectral classifier SCM (Spectral Correlation Mapper) to show the pure members disposition in the image. The use of the endmembers detection procedure before the classification revealed quite interesting because it helps in the samples determination for the classification. Using the analysis of spectral mixture the classification becomes more trustworthy to the pixel conception that can contain more than one class.

Keywords: Spectral Mixture, Endmembers, Spectral Correlation Mapper.

1 Introdução

A análise de mistura espectral teve início na década de 70 (Horwitz *et al.*, 1971, 1975; Richardson *et al.*, 1975; Singer & McCord, 1979), no entanto, obteve um grande avanço metodológico com o advento do processamento digital de imagens hiperespectrais. Metodologias foram desenvolvidas para detectar os membros finais (*pixels* puros) existentes na cena e para identificá-los segundo um classificador espectral.

O presente trabalho tem como objetivo empregar as recentes metodologias de análise de mistura espectral, amplamente difundidas na análise de sensores hiperespectrais, em imagens multiespectrais TM-Landsat. A área escolhida é típica está inserida em ambiente de cerrado, englobando parte da Reserva Ecológica do IBGE, em Brasília.

2 Material e Métodos

A seleção da área teste foi feita a partir da imagem TM-Landsat 5, correspondente à órbita/ponto 221_071, de 31/08/1996.

A metodologia utilizada para a análise de mistura espectral é proveniente do processamento digital de imagens hiperespectrais e se baseia em três etapas:

- a) conversão dos números digitais da imagem em valores de reflectância;
- b) detecção dos membros finais (Kruse, 1996; Kruse *et al.*, 1996)
 - MNF,
 - PPI,
 - n-d; e
- c) classificação da imagem utilizando o método SCM (Carvalho & Meneses, 2000).

3.1 Conversão dos Números Digitais do TM-Landsat em Valores de Reflectância

A transformação radiométrica permite minimizar as variações presentes durante a aquisição das cenas (Bentz, 1990). Esse procedimento permite normalizar os dados aumentando a validade e compreensão dos resultados pois possibilita comparar os espectros da imagem com os espectros presentes em bibliotecas espectrais.

Para recuperar os valores de radiância e reflectância aparente é necessário utilizar os parâmetros de calibração radiométrica. Esses parâmetros são definidos na fase de calibração, que antecede o lançamento do sensor, e são atualizados periodicamente enquanto o sistema está em órbita.

A transformação dos números digitais para valores de radiância compensa as diferenças entre ganhos e “off-set” de cada banda espectral. Já a conversão desses valores de radiância em valores de reflectância compensa as diferenças quanto à irradiância solar no topo da atmosfera e o ângulo de incidência da radiação sobre o alvo, no momento da aquisição da imagem. Desta forma, a transformação para dados de reflectância aparente é mais eficiente para reduzir a variabilidade da resposta espectral (Nelson, 1985).

No presente trabalho realizou-se a conversão dos números digitais para a reflectância aparente no topo da atmosfera usando um módulo específico de programa ENVI que utiliza informações de ganhos e offset relativos ao sensor antes do lançamento, a data da imagem e o ângulo de elevação solar. Na **Figura 1** é feita uma comparação entre os números digitais e os valores de reflectância de um pixel de vegetação verde.

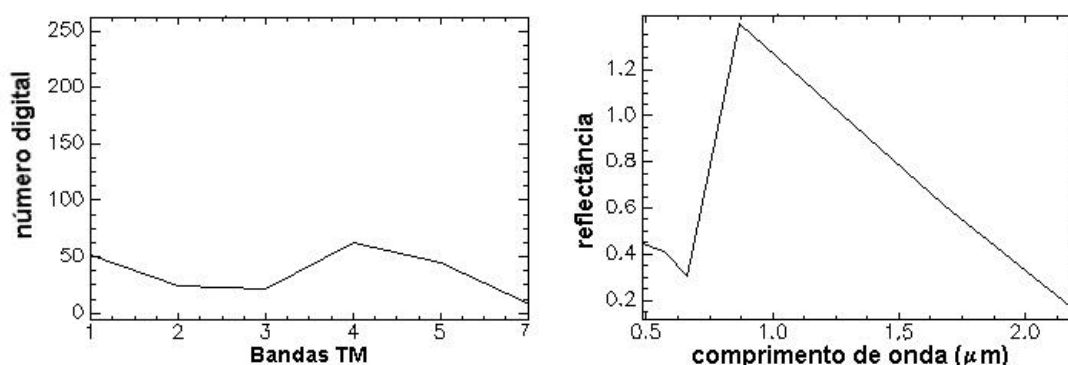


Figura 1 – Comparação das curvas relativas aos números digitais e os valores de reflectância aparente do topo da atmosfera para um *pixel* de vegetação verde para o sensor TM-Landsat 5

3.2 Detecção dos Membros Finais

Esse procedimento consiste em uma etapa exploratória, ou seja, de uma primeira avaliação dos materiais existentes na área. Sua utilização é interessante em regiões pouco estudadas, como as

regiões tropicais, onde podem aparecer espectros inexistentes nas bibliotecas disponíveis. Além disso, esse procedimento permite identificar e avaliar os efeitos relativos aos fatores físicos ambientais presentes na cena.

Boardman & Kruse (1994) estabeleceram uma metodologia para a detecção dos membros finais a partir da geometria do *simplex* em três etapas: redução da dimensão espectral utilizando a técnica de *Minimization Noise Fraction* (MNF), redução da dimensão espacial utilizando o método *Pixel Purity Index* (PPI) e identificação (utilizando um visualizador n-dimensional (**Figura 2**). Essa metodologia é amplamente utilizada em trabalhos com imagens hiperespectrais (Richardson *et al.*, 1994; Richardson, 1996; Kruse, 1996; Kruse *et al.*, 1996; Carvalho *et al.*, 1999; Kruse & Boardman, 1999; Kruse, 1999).

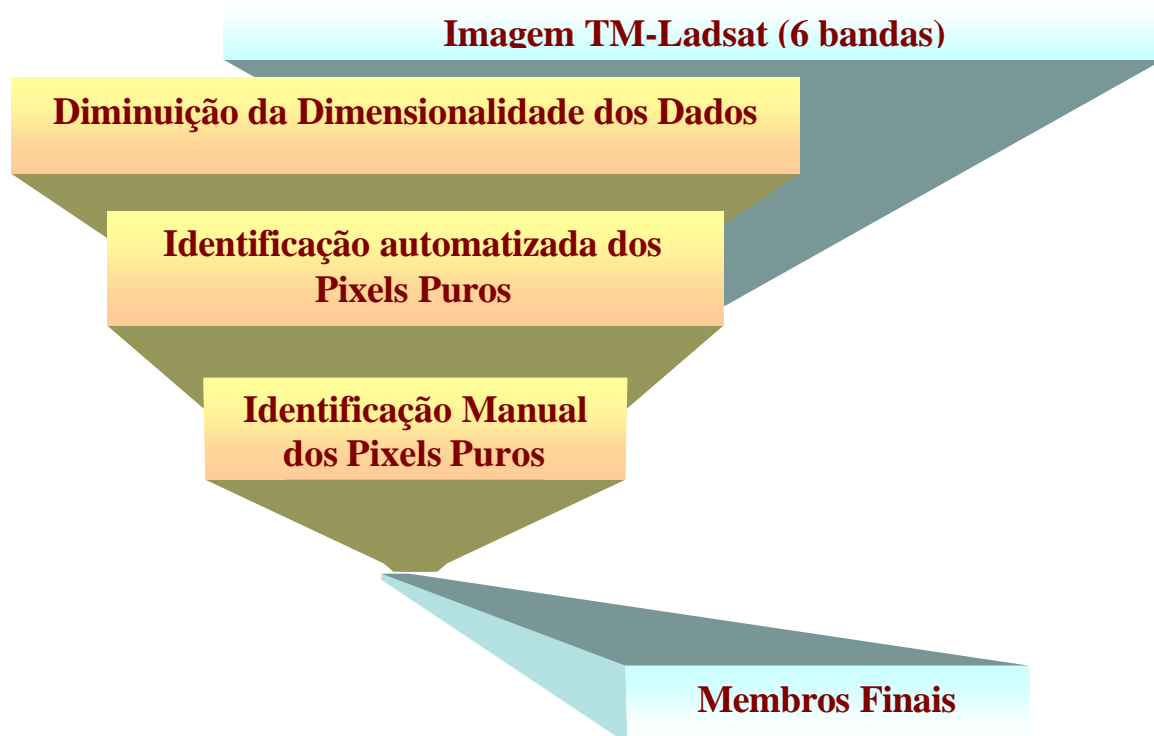


Figura 2 – Procedimento para a detecção dos membros finais da imagem

O emprego do MNF atua de forma similar à Análise de Principais Componentes (APC) sobre as imagens TM – Landsat, diminuindo a dimensão espectral da imagem. Para a área em estudo observou-se uma concentração do sinal nas quatro primeiras componentes (**Figura 3**). As duas componentes com maior concentração do ruído foram desprezadas na segunda etapa de processamento, PPI.

O método PPI registra e contabiliza os pixels que são vértices nas diferentes projeções do *simplex*. Desta forma, os pixels mais puros tendem a se repetir nas diferentes projeções. O número de iterações estipulado foi 1000. Na imagem de PPI as áreas claras correspondem aos pixels puros selecionados. Na **Figura 4** são apresentadas as imagens PPI com valor de corte de 2 e 171. Analisando essas imagens juntamente com o Mapa de Uso da Terra estipulou-se um valor de corte de 171 iterações, ou seja, acima desse número de iterações ocorre superestimativa quanto ao número de *pixels* considerados como puros.

Utilizando o visualizador n-dimensional e a função de desenho ROI foram identificados os pixels posicionados nos vértices do *simplex* (**Figura 5**). A partir das curvas desses *pixels* e da

comparação dessas com as da biblioteca espectral foram identificados os diferentes alvos que compõem a cena em estudo (**Figura 6**).



Figura 3 – Imagens referentes às seis primeiras componentes MNF.

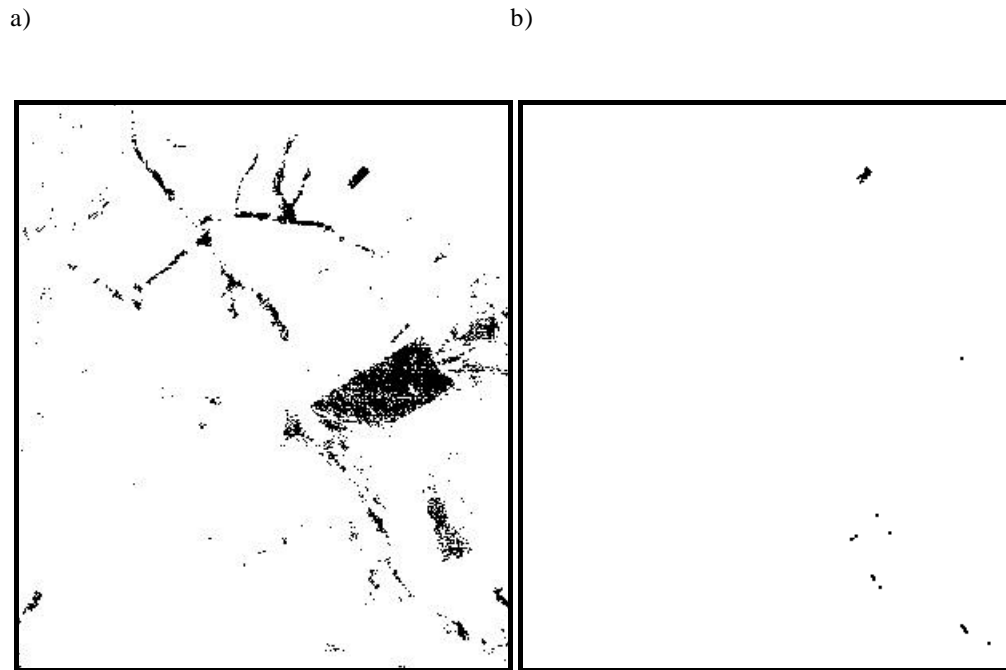


Figura 4 – Imagens de PPI: a) valor de corte 2, b) valor de corte 171.

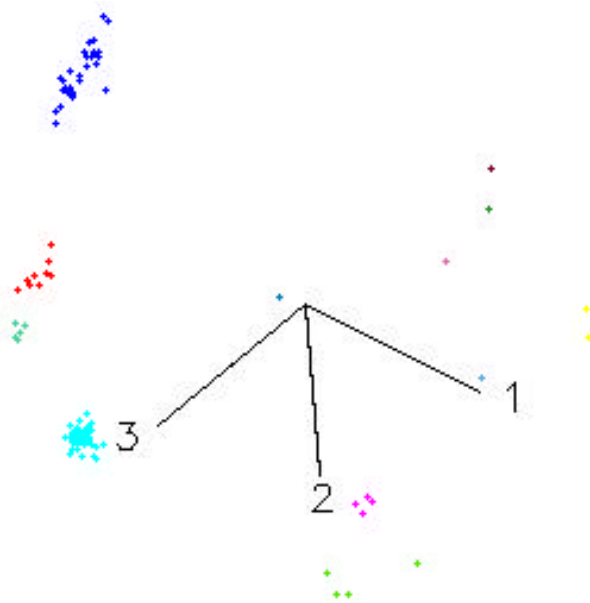


Figura 5 – Visualização dos pixels seleccionados como puros num espaço n-dimensional.

3.3 Classificação Espectral utilizando o SCM

O *Spectral Correlation Mapper* (Carvalho & Meneses, 2000) é um classificador espectral que apresenta vantagens sobre os métodos *Spectral Angle Mapper* (SAM) e o *Spectral Feature Fitting* (SFF) devido à capacidade de detectar falsos positivos. Essa característica é fundamental para a análise de espectros provenientes de imagens TM-Landsat, mais susceptíveis à ocorrência desse tipo de erro.

4 Resultados

A **Figura 7** mostra as imagens classificadas com o uso do SCM para quatro membros finais (vegetação verde, queimada, vegetação fotossinteticamente não ativa e solo). As áreas claras revelam o melhor ajuste dos valores espectrais dos *pixels* aos membros finais. A única exceção é a imagem de queimada, cujo resultado apresentado é o negativo, ou seja, as áreas escuras referem-se à presença do membro final (queimada).

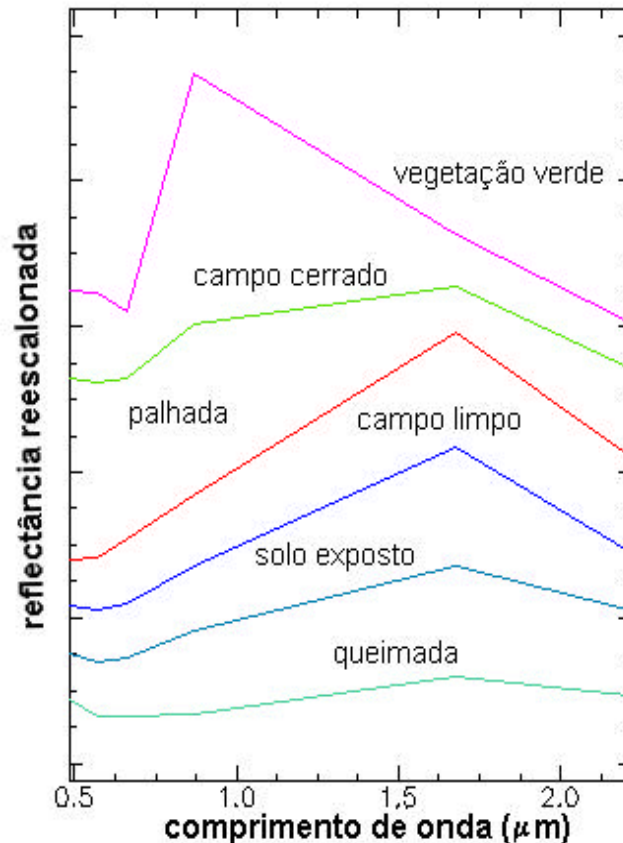


Figura 6 – Curvas dos diferentes alvos identificados na área de estudo.

5 Conclusões

Os principais resultados e conclusões deste trabalho são:

- A transformação dos Números Digitais para valores de reflectância possibilita a comparação dos espectros obtidos a partir da imagem (TM Landsat) com espectros de bibliotecas preexistentes;
- procedimento de detecção de membros finais pelo método de Boardman & Kruse (1994) apresenta vantagens, auxiliando na determinação das amostras para a classificação;
- Utilizando a análise de mistura espectral a classificação torna-se mais fidedigna à concepção do pixel, que pode conter mais de uma classe.

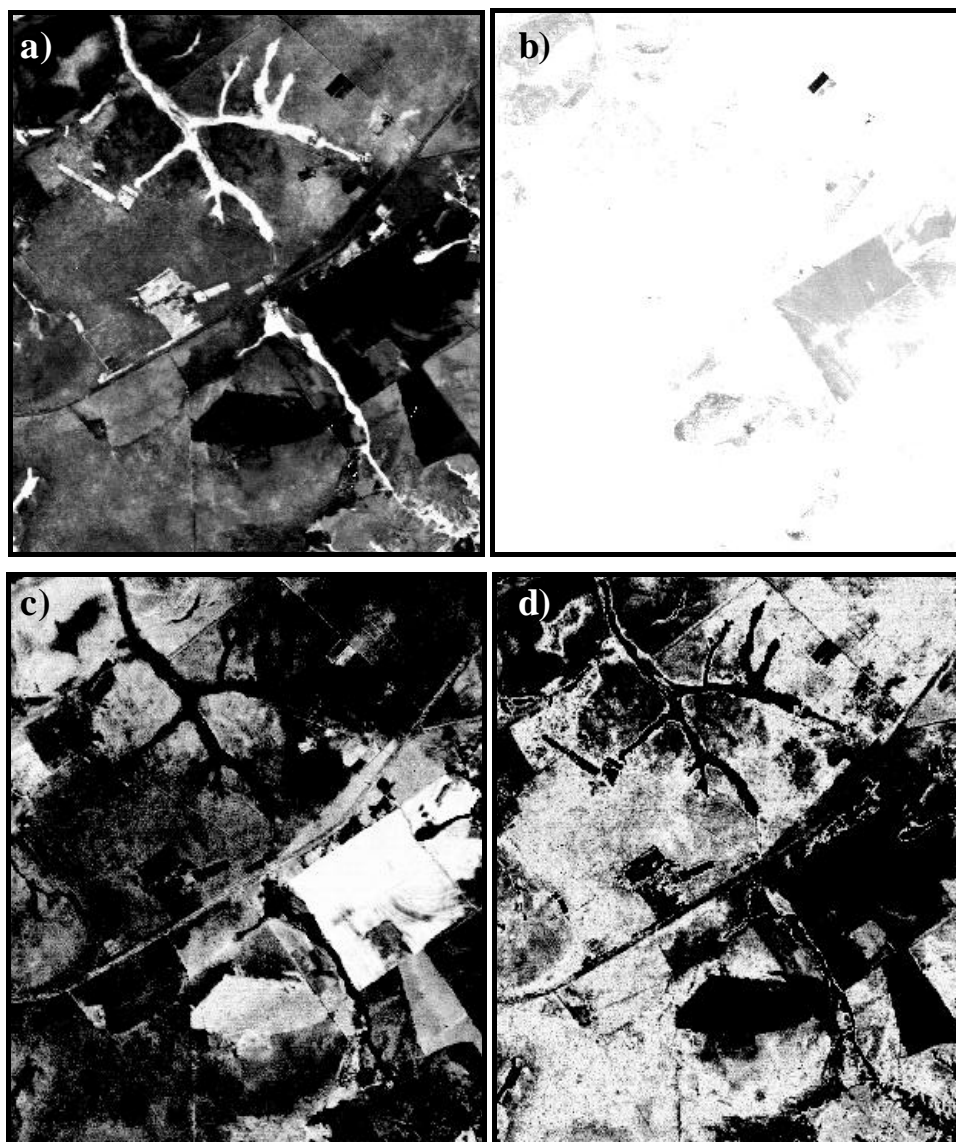


Figura 7 – Imagens classificadas pelo método SCM: a) vegetação verde, b) queimada, c) vegetação fotossinteticamente não ativa e d) solo.

Referências

- Bentz, C. M., 1990, Avaliação da Transformação radiométrica dos dados TM/Landsat – 5 em Reflectâncias. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, INPE, 142pp.
- Boardman, J. W. & Kruse, F. A., 1994, Automated spectral analysis: A geologic example using AVIRIS data, north Grapevine Mountains, Nevada: in *Proceedings, ERIM Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, Environmental Research Institute of Michigan*, Ann Arbor, MI, I: 407-418.
- Carvalho Jr., O. A. & Menezes, P. R., 2000, Spectral Correlation Mapper (SCM): na Improving Spectral Angle Mapper. Presented in the *Nineth JPL Airborne Earth Science Workshop*. February (no prelo).

- Horwitz, H. M., Lewis J. T. & Pentland, A. P., 1975, Estimating proportions of objects from multispectral scanner data. Final Report, NSAS Contract NAS9-14123, NASA-CR-141862, 108p.
- Kruse, F. A., 1996, Geologic mapping using combined optical remote sensing and SIR-C/X-SAR data. *Eleventh Thematic Conference and Workshops on Applied Geologic Remote Sensing*, Las Vegas, Nevada. Vol. II, pp. 142-150.
- Kruse, F. A.; Huntington, J. H. & Green, R. O., 1996, "Results from the 1995 AVIRIS Geology Group Shoot". *Proceedings 2nd International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition*, I: pp. 211-220.
- Nelson, R. F., 1985, Reducing Landsat MSS scene variability. *Photogrammetric Engineering of Remote Sensing*, 51 (5): 583-593.
- Richardson, A. J. Wiegand, C. L., Gausman, H. W., Cuellar, J. A. & Genermann, A. H., 1975. Plant, soil and Shadow reflectance components of row crops. *Photogramm. Engr. Remote Sens.* 41:1401-1407.
- Singer, R. & McCord, T. B. 1979. Mars: large scale mixing of bright and dark surface materials and implication for analysis of spectral reflectance. *Proc. 10th Lunar Planet Sci. Conf.* pp. 1835-1848.