

MODELO DE MISTURA ESPECTRAL PARA IDENTIFICAR E MAPEAR ÁREAS DE SOJA E MILHO EM QUATRO MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Mauricio Alves Moreira, Luigi Carli Marroni Aulicino, Yosio E. Shimabukuro, Valdete Duarte, Bernardo F. Theodor Rudorff, José Luis Rodrigues Yi; Iris de M.e Souza
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE C.P. 515, CEP: 12201- 970 São José dos Campos -SP - Brasil <mauricio@ltid. inpe.br>

ABSTRACT: The objective of this paper is to evaluate a spectral mixture model to map soybean and maize crops in four municipality areas in Minas Gerais State, Brazil. The method consisted in decomposing the original Landsat-TM data, bands 3, 4 and 5 in vegetation, soil and shadow. A segmentation process was applied to the resulting image to group the different spectral features in homogeneous areas and then a supervised classification was applied to the grouped image. The efficiency of the model was evaluated by comparing the classification results with those from the original Landsat-TM data, for which the computer training applied was the same as the one used with the spectral mixture model. The results show that the spectral mixture model was more efficient than the original Landsat-TM data for identifying and mapping soybean areas.

Keywords: Remote sensing, soybean and corn crops, least-squar mixing model

1. INTRODUÇÃO

O emprego de informações multiespectrais da radiância provenientes de alvos agrícolas, coletada por sensores a bordo de satélites orbitais, tem sido, nos últimos tempos, muito utilizadas para quantificar e acompanhar as condições de culturas agrícolas devido, principalmente, as características de repetitividade do satélite e da visão sinóptica dos sensores. Entretanto, conforme comentam Shimabukuro & Smith (1995), o sucesso na caracterização e mapeamento de um determinado alvo, através de dados orbitais, depende das características do sensor e das características espectral e espacial do alvo que se deseja analisar.

Por outro lado, a radiância inerente de um determinado alvo agrícola, contida dentro do elemento de resolução do sensor "pixel" é, na realidade, uma soma integrada dos componentes da cena dentro do campo de visada do sensor (IFOV), ou seja, do solo de fundo, da vegetação e da sombra que é projetada sobre o solo. Neste caso, o sucesso na identificação e mapeamento deste alvo agrícola dependerá da contribuição proporcional de cada uma dessas componentes. Aliado a isso, pode se pensar, também, numa outra situação em que dois alvos distintos (por exemplo, café e citrus) apresentem, num dado momento, comportamentos espectrais muito semelhantes quando observados nos dados de satélite. Nesta situação, fica difícil separar estes dois alvos por métodos computacionais, uma vez que a maioria dos algoritmos de classificação leva em conta apenas a diferença existente no comportamento espectral.

Na década de 70, Heimes (1977) mostrou que a componente sombra exerce um importante efeito sobre resposta espectral, especialmente, em áreas florestadas. Posteriormente Ranson & Daughtry (1987) confirmaram as conclusões de Heimes de que a resposta espectral dos alvos de uma cena não uniforme é muito influenciada pela componente sombra.

A partir deste conhecimento, vários trabalhos, a maioria em áreas florestadas, têm sido direcionados na extração de informações a cerca da quantidade de sombra dentro do "pixel" através de modelos lineares de mistura espectral (Shimabukuro, 1987; Adams et al., 1995; Shimabukuro & Smith, 1991). Além disso, os modelos linear de mistura tem sido empregados para extração de outras informações dentro do "pixel" que podem ser usadas para análise de imagens.

Dentro deste ponto de vista, o objetivo desta pesquisa foi testar esta abordagem do modelo de mistura espectral para mapear áreas de soja e milho, em quatro municípios do Estado de Minas Gerais.

2 . MATERIAL E MÉTODO

2.1 . Modelo Linear de Mistura Espectral

Este modelo, de acordo com Shimabukuro & Smith (1991), estima as proporções das radiâncias dos diferentes componentes que contribuíram na formação da radiância total dentro do elemento de resolução do sensor "pixel". No caso de uma área agrícola, por exemplo, o modelo decompõe a radiância contida num determinado elemento de resolução do sensor "pixel" em três componentes referentes a vegetação, ao solo e a sombra. O modelo pode ser escrito como:

$$r_i = a * veg_i + b * solo_i + c * sombra_i + e_i \quad (1)$$

onde r_i é a radiância registrada num dado "pixel" na banda i ; a , b e c são as proporções da radiância referente a vegetação, ao solo e a sombra (ou água) respectivamente, e_i é o erro na banda i e o subscrito i indica a banda do Landsat - TM.

Para decompor a radiância do "pixel" nas três componentes: vegetação, solo e sombra empregou-se o método dos mínimos quadrados o qual estima as proporções de cada uma pela minimização da soma dos quadrados dos erros (Shimabukuro & Smith, 1991). A proporção de cada componente não deve ser negativa e a soma dessas proporções deve ser igual a 1 (unidade).

2.2 . Área de Estudo

Para testar o modelo de mistura espectral escolheu-se uma área contendo os municípios de Santa Juliana, Nova Ponte, Pedrinópolis e Irai de Minas. Estes municípios encontram-se situados ao sudoeste do Estado de Minas Gerais, entre as latitudes 47° 50'00" e 47° 17'00" S e latitudes 19° 34'00" e 18° 57'00" WGr. A escolha desta área decorre de ser de grande importância agrícola para esta região do Estado, pois a agricultura é bastante favorecida pelos tipos de solo: Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Amarelo e relevo suave ondulado. Na área de estudo, as culturas de verão mais intensamente cultivadas, para este ano agrícola, são a soja e o milho. Outros alvos de ocupação do solo que ocorre na região são reflorestamento, pastagem e ao longo da rede de drenagem ocorrer a presença de mata de galeria. Para este estudo utilizou-se dados do Landsat-TM correspondentes a órbita/ponto 220/73 da passagem do dia 29 de janeiro de 1996.

Os dados digitais foram georeferenciados com ajuda de pontos de controle perfeitamente identificados nas cartas planoaltimétrica (esc. 1:100.000) e nos dados do satélite. Para tal,

utilizou-se o sistema de processamento de informações georeferenciadas - SPRING, desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Após a delimitação e o georeferenciamento dos dados do Landsat-TM aplicou-se o modelo linear de mistura espectral para gerar as três componentes referentes a vegetação, solo e sombra. O passo seguinte foi aplicar o algoritmo de segmentação de imagens para agrupar os "pixels" com valores de proporções semelhantes, criando assim regiões homogêneas. Sobre estas regiões é que foi feito o treinamento para a classificação propriamente dita. O algoritmo de segmentação baseia-se em duas propriedades referentes aos valores de tons de cinza: a) Descontinuidade. Neste caso a imagem é particionada levando-se em conta as mudanças abruptas de tons de cinza entre "pixels" adjacentes e b) Similaridade. Agrega os "pixels" em função da sua semelhança com "pixels" vizinhos. Uma vez segmentada a imagem fez-se uma classificação supervisionada utilizando o algoritmo denominado "Bhattacharya distance", disponível no SPRING para classificação no caso de imagem segmentada. Para verificar a eficiência do modelo de mistura fez-se, também, a mesma classificação nos dados originais, isto é, fez-se a segmentação e utilizou-se as mesmas áreas de treinamento para aplicar a classificação supervisionada "Bhattacharya distance". A eficiência foi avaliada através da diferença relativa dos resultados das duas classificações e da interpretação visual realizada sobre imagem fotográfica.

3 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão contidos os resultados das áreas de soja e milho obtidos através da análise visual e da classificação supervisionada sobre os dados originais e no modelo de mistura espectral.

Tabela 1. Áreas de soja e milho obtidas através da análise visual e da classificação supervisionada sobre os dados originais e no modelo de mistura espectral.

CULTURA	ÁREA (1) (ha)	ÁREA (2) (ha)	ÁREA (3) (ha)	D. RELATIVA (%)	
				(1/2)	(1/3)
SOJA	41.043	39.460	37.936	-3,8	-7,6
MILHO	28.374	35.605	35.808	25,5	26,2

- (1) Área obtida através da interpretação visual de imagem fotográfica na escala 1:250.000 mais trabalho de campo.
- (2) Área obtida através da classificação supervisionada "Bhattacharya distance" na imagem sintética derivada do modelo de mistura espectral
- (3) Área obtida através da classificação supervisionada "Bhattacharya distance" nos dados originais das bandas 3,4 e 5 do Landsat-TM.

Analisando os resultados obtidos para a soja e milho, contidos na Tabela 1, percebe-se que quando se empregou o modelo de mistura espectral, para gerar as componentes de vegetação, solo e sombra, as áreas de soja e milho, estimadas através da classificação supervisionada "Bhattacharya distance", foram mais próximas daquelas obtidas através da análise visual do que

quando se aplicou a classificação supervisionada nos dados originais. Observa-se que a diferença relativa da área de soja, obtida entre os resultados da interpretação visual e o modelo de mistura foi de - 3,8 %, ao passo que para os dados originais esta diferença foi de -7,6 %.

Com relação a cultura do milho percebe-se que área foi superestimada em ambos os casos. As diferenças relativas obtidas no modelo de mistura espectral e nos dados originais foram de 25,5 e 26,2 % respectivamente. Esta área superestimada pode estar relacionada com duas fontes de erros: a) omissão de pequenas áreas cultivadas com milho durante a interpretação visual, tendo em vista que esta cultura, muitas vezes, é para subsistência e devido a escala de trabalho (1:250.000) tornou-se difícil identificar e individualizar áreas muito pequenas, o que poderá ter causado erro na interpretação. e b) erro devido a semelhança de resposta espectral da cultura do milho com outros alvos de ocupação do solo, principalmente, em áreas mais úmidas, onde a vegetação é mais exuberante o que pode ter apresentado semelhança na resposta espectral nesta data de passagem do satélite. Note-se que mesmo quando se aplicou o modelo de mistura espectral o erro na estimativa de área de milho foi relativamente expressivo. Isto, indica que esta abordagem pode não ser eficiente para algumas cultura em determinado estágio de desenvolvimento.

4. CONCLUSÕES

- De acordo com os resultados obtidos neste trabalho chegou-se às seguintes conclusões:
- O emprego do modelo de mistura espectral proporcionou um resultado de classificação supervisionada mais eficiente quando comparado aos resultados da mesma classificação nos dados originais do Landsat-TM.
 - A eficiência do modelo de mistura espectral foi mais acentuada nos resultados da estimativa de áreas de soja do que foi para a cultura do milho. No caso da soja, a diferença relativa passou de 7;6 % (dados originais) para 3,8 % (modelo de mistura espectral). Enquanto que, para a cultura do milho, o ganho na precisão de estimativa de área foi de apenas 0,7 %, quando se aplicou o modelo de mistura espectral, ou seja, passou de 26,2 % (dados originais) para 25,5% (modelo de mistura espectral).

REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

- Adams, J.B.; Kapos, V., Sabol, D.E.; Kapos, V.; Almeida Filho, R.; Roberts, D.A; Smith, M.O.; Gillespie, A.R. Classification of multispectral images based on fractions of endmembers: Application to land-cover change in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, v.52, n.2, p.137-154, Mai. 1995.
- Heimes, F.J. **Effects of scene proportions on spectral reflectance in lodgepole pine**. Master`s thesis, Dept. Earth Resources, Colorado State University, Fort Collins, 1977.

Shimabukuro, Y.E. **Shade images derived from linear mixing models of multispectral measurements of forested areas.** Ph. D. Dissertation, Department of Forest and Wood Sciences, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. 1987

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

Shimabukuro, Y.E.; Smith, J.A. Fraction images derived from Landsat TM and MSS data for monitoring reforested areas. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 21, p 67-74. 1995.

Ranson, K.J.; Daugtry, C.S.T. Scene shadow effects on multispectral response. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, GE-25 (4), p. 502-509. 1987.