

Discriminação de variedades de cana-de-açúcar por dados espectrais orbitais Etm+/Landsat 7

Caio Fortes

Engenheiro Agrônomo, Coordenador de Qualidade Agrícola, Usina Iracema

José Alexandre M. Demattê

Professor do Dep. Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Aline Marques Genú

Doutoranda do Dep. Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

O estudo da energia eletromagnética refletida das plantas tem aumentado a sua importância, na medida que se apresenta como método alternativo e auxiliar no planejamento agrícola. A caracterização e identificação de variedades de cana-de-açúcar pelo sensoriamento remoto orbital são atualmente estudados visando diminuir o tempo de avaliação e identificação de campo. Além disso serve para direcionar as instituições de melhoramento de variedades de cana-de-açúcar para cobrança de *royalties* sobre a utilização e propagação do material genético por elas desenvolvido, além de políticas de mercado e logística das unidades produtoras. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e discriminar variedades de cana-de-açúcar através de dados espectrais do sensor orbital ETM+ do LANDSAT 7. A hipótese baseia-se no fato que as variedades de cana-de-açúcar possuem dosséis com diferentes características físicas e morfológicas podendo-se então identificar diferenças e discriminar as variedades de cana-de-açúcar através de dados espectrais.

Para tanto, obteve-se uma imagem ETM+/LANDSAT 7 da região de Paraguaçu Paulista, localizada a oeste do estado de SP e avaliou-se talhões de quatro variedades distintas de cana-de-açúcar, no estágio de primeiro corte no ano de passagem. São elas: RB835486 - 36 ha (14 talhões), RB855536 - 16 ha (6 talhões), RB855113 - 43 ha (19 talhões) e SP81-3250 - 18 ha (7 talhões), todos de cana-plantada (1º corte).

Além dos valores espectrais das seis bandas

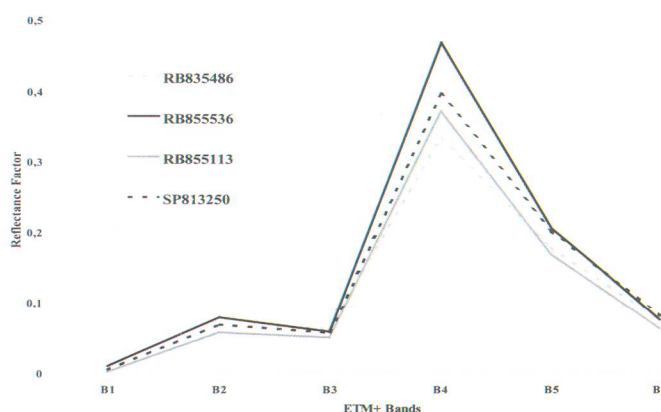


Figura 1 - Dados espectrais médios de seis bandas do sensor ETM+/LANDSAT 7 para quatro variedades de cana-de-açúcar

do sensor ETM+, foram criadas seis imagens índice vegetação, a saber: NDVI, GVI, SAVI, RVI, RATIO e GNDVI (Thenkabail et al., 2002). Coletados os dados espectrais das seis bandas do sensor ETM+/LANDSAT 7 e os seis índices de vegetação derivados destas, procedeu-se os métodos de avaliação discriminante.

Primeiramente, foram obtidos os dados espectrais dos solos da região e das variedades estudadas para a geração de um gráfico de dispersão entre as bandas B3 (vermelho) e B4 (infravermelho) com o objetivo de comparar os dois alvos através da linha do solo (Baret et al. 1993). A interpretação deste gráfico também indica a presença de vegetação permitindo visualizar a distribuição dos valores espectrais entre as variedades.

Posteriormente, realizou-se a análise discriminante, na qual se utilizou como variável independente os dados espectrais das seis bandas do sa-

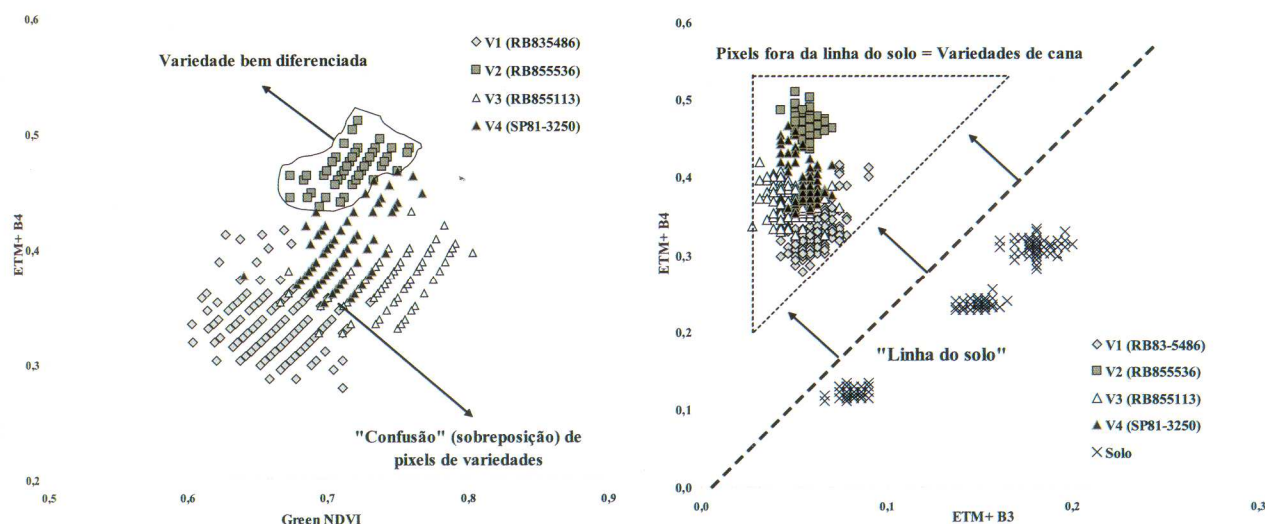


Figura 2 - a) Gráfico de dispersão B4 X B3 das observações das variedades da área de estudo; b) Gráfico de dispersão B4 x GNDVI das variedades da área de estudo ($GNDVI = (NIR - B2) / (NIR + B2)$)

télite e os valores dos índices de vegetação. Para validar os modelos quanto sua capacidade de discriminar as variedades, as observações que não foram utilizadas para a geração do modelo foram usadas para testar as equações.

A discriminação das variedades de cana pode ser observada pelas curvas espectrais obtidas pelo sensor orbital que apresentam diferenças quanto à forma e intensidades de reflectância (Figura 1). Verifica-se que a banda B4 mostrou-se a melhor na discriminação das variedades de cana

aqui utilizadas.

Gitelson et al. (2002) definem a linha dos solos e vegetação como um espaço bi-dimensional para cada par de intensidades de reflectância e ressaltam que ambas não tendem a ser paralelas pois a inclinação da linha da vegetação é um pouco menor que a da linha do solo (Figura 2a e 2b). Dessa forma, a posição do valor espectral de determinado pixel num gráfico de dispersão entre as bandas B3 e B4 nos auxilia na avaliação das características dos alvos (Figura 2a). Quando aparece vege-

Tabela 1 – Equações discriminantes para quatro variedades de cana-de-açúcar por dados espectrais ETM+/LANDSAT 7.

Variedade	N ¹	Equação discriminante ²
RB835486	60	$-4160772 + 213314*B4 + 101164*GNDVI + 3919*B5 + 339347*B2 - 586863*SAVI + 687364*B3 - 35480*RATIO + 9327192\ NDVI + 148,22207*GVI + 11600073*RVI - 54131*B1 + 44524*B7$
RB855536	60	$-4164226 + 216282*B4 + 102322*GNDVI + 4340*B5 + 343372*B2 - 590432*SAVI + 682616*B3 - 35502*RATIO + 9331137\ NDVI + 147,59088*GVI + 11603719*RVI - 53915*B1 + 44520*B7$
RB855113	60	$-4163715 + 211475*B4 + 101756*GNDVI + 4008*B5 + 340914*B2 - 584999*SAVI + 689771*B3 - 35496*RATIO + 9329461\ NDVI + 147,70220*GVI + 11603286*RVI - 54276*B1 + 44459*B7$
SP813250	60	$-4162289 + 212538*B4 + 101741*GNDVI + 4360*B5 + 340833*B2 - 586079*SAVI + 688063*B3 - 35494*RATIO + 9328222*NDVI + 147,48746*GVI + 11601178*RVI - 54152*B1 + 44601*B7$

¹ Número de observações (pixels) de cada variedade estudada; ² Equação discriminante obtida pela análise das seis bandas do sensor ETM+/LANDSAT 7 - B1 (450-520 nm), B2 (520-600 nm), B3 (630-690 nm), B4 (760-900 nm), B5 (1550-1750 nm) e B7 (2080-2350 nm) e dos seis índices de vegetação derivados (razões de banda).

Tabela 2. Número de observações (pixels) e porcentagem de acerto na discriminação de quatro variedades de cana-de-açúcar através das equações discriminantes

Variedade	RB835486	RB855113	RB855536	SP813250	Total ²
RB835486	180 ¹ 95,24 ³	6 3,17	0 0,00	3 1,59	189 100,00
RB855536	0 0,00	0 0,00	23 100,00	0 0,00	23 100,00
RB855113	1 1,14	79 89,77	0 0,00	8 9,09	88 100,00
SP813250	0 0,00	1 2,70	3 8,11	33 89,19	37 100,00
Total	181 ⁴	86	26	44	337 ⁶
% ⁵	53,71	25,52	7,72	13,06	100,00
Erro Geral (%)	4,76	10,23	0,00	10,81	6,45

¹ Número de observações (pixels) classificadas para cada variedade; ² Total de observações para cada variedade;

³ % de acerto na discriminação da variedade; ⁴ Total de observações classificadas para cada variedade; ⁵ % de observações em relação ao total de observações de todas as variedades; ⁶ Número total de observações (pixels) analisados.

tação (crescimento da planta) ocorre alteração da posição espectral do pixel no gráfico (Figura 2a). Isso ocorre porque a reflectância na banda B4 tende a aumentar mais que a banda B3 e quem define a resposta espectral dos dosséis são as folhas e seus pigmentos (Gitelson et al., 2002). Próximo a este vértice ocorrem as informações espectrais relativas a vegetação e conseqüentemente as diferentes variedades de cana-de-açúcar avaliadas neste trabalho. Devido a diferenças morfológicas entre as variedades de cana e conseqüentemente sua influência nas respostas espectrais das bandas de sensores orbitais, é possível determinar núvens de pixels padrões das variedades.

Cada variedade de cana-de-açúcar apresenta uma informação espectral padrão. Estas informações foram inseridas num único modelo estatístico (Tabela 1). No caso, cada variedade possui uma equação que a representa. Esta é derivada da múltipla relação entre todas as bandas espectrais com as características das variedades. A equação que apresenta o maior resultado terá a maior probabilidade de caracterizar as variedades desconhecidas. Usando os dados das intensidades de reflectância espectrais, estas equações foram testadas e obteve-se na discriminação 100 % de acerto somente para a RB855536 (Tabela 2).

De maneira geral, o erro obtido na discriminação das variedades foi de 6,45 % (Tabela 2) indicando que as equações descrevem e separam satisfatoriamente as variedades estudadas. As confusões entre as observações oscilaram de

1,14 a 9,09 % e ocorreram somente entre observações de três variedades, nunca com as quatro em conjunto.

Os resultados confirmam o potencial de discriminar variedades de cana-de-açúcar por dados orbitais através da observação das curvas espectrais sendo a banda B4 a mais adequada. O gráfico de dispersão entre B4 e o Green NDVI auxilia na separação destas variedades e o acerto de 90% na discriminação através da análise discriminante mostram que os métodos são interessante não só na discriminação de variedades da mesma espécie, mas pode ser empregado quando se pretende obter padrões de uso do solo com a intenção de realizar censos quantitativos de áreas de culturas e mapeamentos diversos.

Referências Bibliográficas

- BARET, F.; JACQUEMOUND, S.; HANOCQ, J. F. The soil line concept in remote sensing Remote Sensing of Environment, v.7, n.1, p.1-18, 1993.
- GITELSON, A.A.; STARK, R.; GRITS, U. RUNDQUIST, D. KAUFMAN, Y. DERRY, D. Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. International Journal of Remote Sensing v.23, n.13 p 2537-2562, 2002.
- THENKABAIL, P.S.; SMITH, R.B.; PAUW, E. Evaluation of narrowband and broadband vegetation indices for determining optimal hyperspectral wavebands for agricultural crop characterization. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v.68, n.6, p. 607-621, 2002.