

Avaliação do potencial de discriminação de alvos localizados em áreas agrícolas utilizando imagens PALSAR/ALOS

Laís Silva de Oliveira¹
Rubens Augusto Camargo Lamparelli^{1,2}
Michelle Cristina Araujo Picoli¹
Jansle Vieira Rocha¹

¹ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/FEAGRI
CEP 13083-875 – Barão Geraldo – Campinas – SP, Brasil
{lais.oliveira, michelle.picoli, jansle.rocha}@feagri.unicamp.br

² Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI
CEP 13083-970 – Barão Geraldo – Campinas – SP, Brasil
rubens@cpa.unicamp.br

Abstract: The use of Synthetic Aperture Radar (SAR) images is useful tool in identification and separation of agriculture distinct targets mostly because these areas are placed in tropical regions which present high clouds cover. The mainly characteristics the SAR systems are penetrate in clouds and have different polarizations. Therefore this article has the purpose to evaluate the use potential of the Palsar/Alos images, with HH and HV polarizations, on discrimination of the agriculture targets (forest, exposed soil, sugarcane straw and three different sugarcane varieties- RB85-5156, RB 92-5345 e RB 85-7515) in São Paulo State. The analysis of targets spectral behaviours showed that forest presents the highest backscattering values than the other targets. The sugarcane backscattering values varies according to growing stages being their separability possible. On the other hand the exposed soil presents the lowest backscattering value whereas sugarcane straw showed intermediary values between exposed soil and sugarcane varieties values. Further, the best polarization to identification the targets was the HV polarization which was able to distinguish the different targets independent of the growing stages.

Palavras-chave: remote sensing, synthetic aperture radar, separability, polarization, sensoriamento remoto, radar de abertura sintética, separabilidade, polarização.

1. Introdução

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de grande contribuição para a agricultura na caracterização de alvos, no mapeamento e na distinção de áreas. O uso de sensores ópticos para esta finalidade já vem há muito tempo sendo difundido. Entretanto, sensores de radar ainda são pouco utilizados, apesar de suas inúmeras vantagens, como por exemplo, sofrerem pouca influência atmosférica, fornecendo imagens livres de nuvens.

Para se estudar o comportamento espectral de alvos, é necessário estudar o coeficiente de retroespalhamento (σ°), isto é, a medida quantitativa da energia de um alvo que retorna ao sensor, em relação à quantidade de energia que foi emitida pelo sensor (Raney, 1998). Em imagens de radar de abertura sintética (SAR), este fator está relacionado a diversos parâmetros do terreno: geometria, rugosidade e conteúdo de umidade; e de parâmetros do sistema: comprimento de onda, ângulo de depressão e polarização (Leberl, 1990).

Dessa forma, este trabalho objetiva avaliar o potencial de discriminação de diferentes alvos encontrados em áreas agrícolas, utilizando dados provenientes do sensor PALSAR/ALOS nas polarizações HH e HV.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na região nordeste do Estado de São Paulo (lat 22°12' S – long 48°60' O), compreendendo seis municípios: Dobrada, Guariba, Matão, Motuca, Santa Ernestina e Taquaritinga (Figura 1). A região apresenta, predominantemente, Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro (Martorano et al., 1999), situados em um relevo plano a suave-plano, com declividade que raramente ultrapassa 8% (Oliveira et al., 1999).



Figura 1. Área de estudo.

2.2 Dados espectrais

Os dados espectrais provêm do sensor PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*) que opera na banda L ($\lambda \sim 23,6$ cm), da Agência Espacial do Japão (JAXA), a bordo da plataforma ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*). Foram utilizadas as polarizações HH e HV, imageadas em órbita ascendente com um ângulo de inclinação de 38°. A resolução espacial da imagem polarizada HH (*Fine Beam Single Polarisation - FBS*) é 6,25 metros, e da multi-polarizada HH+HV (*Fine Beam Dual Polarisation - FBD*) é 12,5 metros. As imagens foram obtidas em amplitude e já processadas em multi-look (FBS: 2 looks e FBD: 4 looks) (IBGE, 2009). A data das imagens do sensor PALSAR e suas polarizações estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Data de aquisição e polarização das imagens do sensor PALSAR nos modos FBS e FBD.

Data	PALSAR	
	Fine Beam Single Polarisation (FBS)	Fine Beam Dual Polarisation (FBD)
22/02/2008	HH	
24/05/2008		HH+HV
24/08/2008		HH+HV
09/10/2008		HH+HV

2.3 Pré-processamento das imagens

Inicialmente fez-se a correção radiométrica das imagens, transformando as imagens em amplitude para imagens em coeficiente de retroespalhamento (σ^0), através da formulação disponível em Rosenqvist et al. (2007) (Equação1).

$$\sigma^0 = 10 * \log(DN^2) + CF \quad (1)$$

onde:

DN é o valor referente ao nível digital da imagem amplitude;
CF é o fator de correção, cujos valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Fatores de correção (CF) das imagens PALSAR para o ano de 2009.

Data	Fatores de correção (CF)	
	Antes de 6 de janeiro (dB)	Depois de 7 de janeiro (dB)
FBS HH	-83,4	-83
FBD HH	-83,2	-83
FBD HV	-80,2	-83

Fonte: Rosenqvist et al. (2007).

2.4 Separabilidade

Para avaliar o potencial de distinção nas imagens PALSAR/ALOS, consideraram-se os seguintes alvos: mata, solo exposto, palha e as variedades de cana-de-açúcar: RB85-5156, RB 92-5345 e RB 85-7515. Estes alvos foram escolhidos pela sua predominância na área de estudo. Foram coletadas 20 amostras (valores de pixels) de cada alvo analisado, para cada data e polarização das imagens. Os pontos foram coletados de forma a garantir a aleatoriedade e não correlação espacial entre os pixels.

Para a melhor identificação das áreas e posterior coleta dos pontos de mata, utilizou-se uma imagem do sensor AVNIR-2 com data de aquisição de 08 de fevereiro de 2008, da área de estudo. A localização dos pontos coletados nas áreas de mata foram os mesmos para todas as imagens estudadas.

Para a identificação das áreas e coleta dos pontos das variedades de cana-de-açúcar: RB85-5156, RB 92-5345 e RB 85-7515, utilizaram-se como base vetores com informações dos talhões de cana-de-açúcar da área de estudo (que continham informações referentes ao:

nome do talhão, área do talhão, ambiente de produção, número de corte, variedade, tipo de corte, data de corte e data de plantio).

Foram consideradas áreas de solo exposto aquelas áreas em que a cana-de-açúcar foi cortada manualmente e colhida no máximo 20 dias antes da data de passagem do sensor. Para as áreas de palha foram consideradas as áreas em que a cana-de-açúcar foi cortada mecanicamente e colhidas no máximo 20 dias antes da data de passagem do sensor. Com a identificação dessas áreas, fez-se a coleta dos pontos de solo exposto e palha para todas as imagens.

A partir dos pontos selecionados, para cada alvo nas imagens de diferentes datas, foram extraídos os dados referentes ao coeficiente de retroespalhamento dos pixels. Por fim, calculou-se a média e o desvio padrão dos valores de σ^0 de cada alvo, em cada data de aquisição das imagens, possibilitando o estudo do comportamento espectral de cada alvo e, desta forma, sua comparação. A comparação do σ^0 médio dos alvos foi feita através do Teste Z, com 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

A análise gráfica dos valores médios de σ^0 e desvio padrão dos alvos, para imagem de 22 de fevereiro de 2008 na polarização HH, está ilustrada na Figura 2. Para esta data observa-se que a resposta espectral da mata é maior, $\sigma^0 = -6,08$ dB, em relação aos outros alvos estudados, podendo ser facilmente distinguida entre eles. O solo exposto teve a menor resposta espectral, com $\sigma^0 = -18,70$ dB, já a palha teve uma resposta intermediária em relação ao solo exposto e as variedades de cana, com $\sigma^0 = -15,36$ dB.

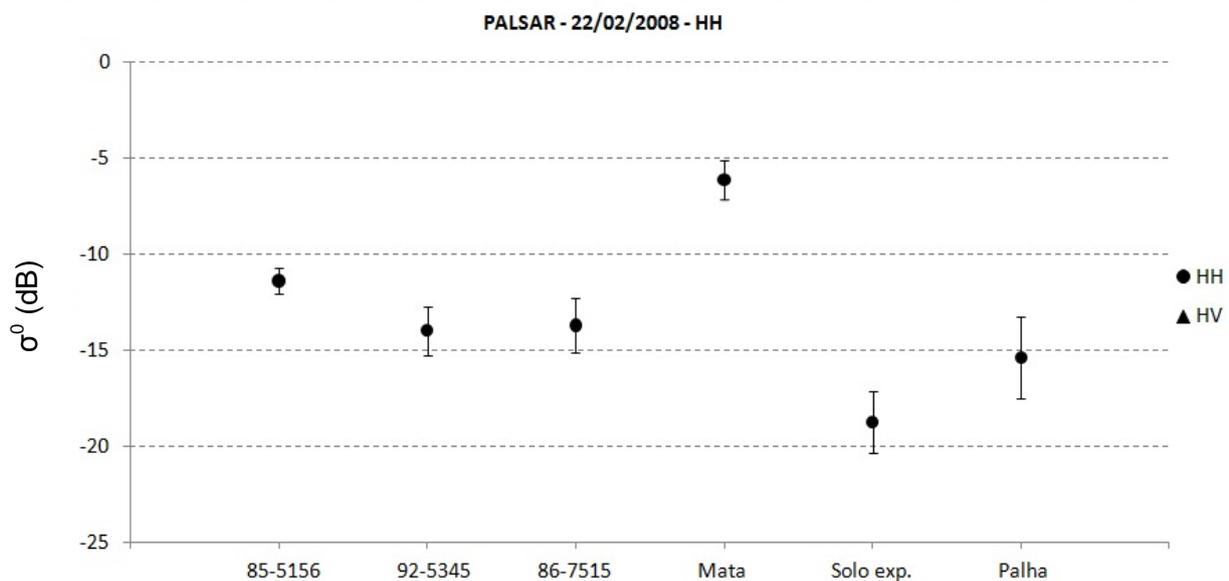


Figura 2. Média dos coeficientes de retroespalhamento e desvio padrão das variedades de cana-de-açúcar: RB 85-5156, RB 925345 e RB 86-7515, da mata, do solo exposto e da palha, na imagem de 22 de fevereiro de 2008 com polarização HH.

Dentre as variedades de cana-de-açúcar, a variedade RB 85-5156 que nesta data apresentava um período de crescimento de 10 meses, possuiu um coeficiente de retroespalhamento igual a $\sigma^0 = -11,34$ dB, maior em relação às outras variedades estudadas, distinguindo-se das demais variedades e dos outros alvos estudados. As variedades RB 92-5345 e RB 86-7515, com período de crescimento de 8 e 6 meses e, coeficiente de retroespalhamento: $\sigma^0 = -13,67$ dB e $\sigma^0 = -13,94$ dB, respectivamente, não diferem entre si pelo Teste Z com 5% de significância, mas diferem dos outros alvos analisados.

A Figura 3 apresenta a análise gráfica dos valores médios de σ^0 e desvio padrão dos alvos, para as imagens de 24 de maio de 2008, nas polarizações HH e HV. Para esta data observa-se que para a imagem com polarização HH todos os alvos podem ser separados, com exceção das variedades de cana RB 92-5345 e RB 86-7515, que são estatisticamente iguais entre si, pelo Teste Z com 5% de significância. Nesta data, as variedades tinham um período de crescimento de 11 e 9 meses, respectivamente. Já para a imagem com polarização HV todos os alvos diferem entre si.

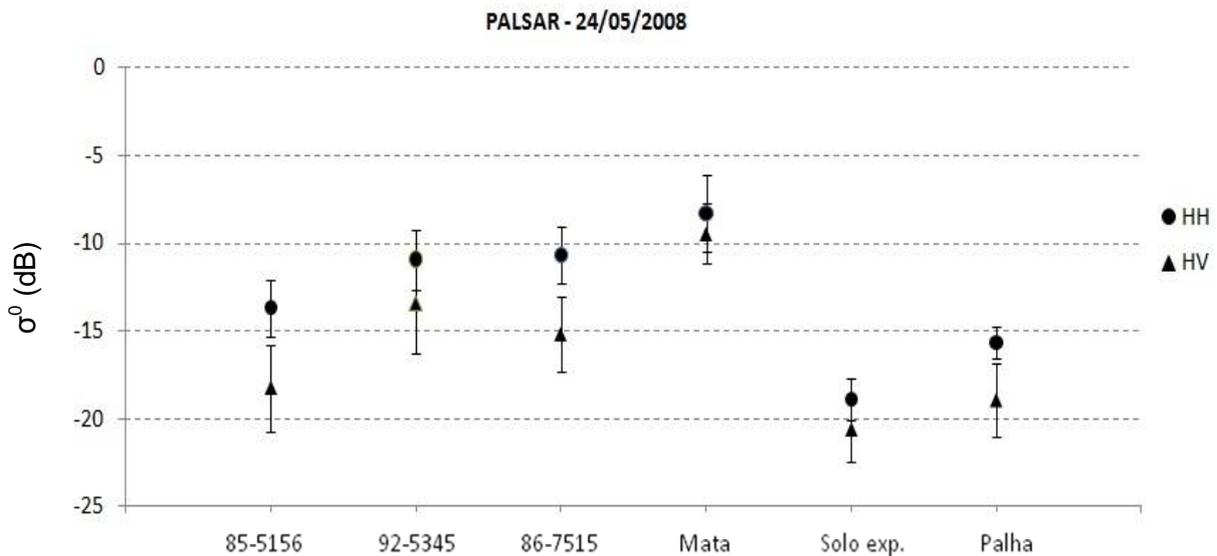


Figura 3. Médias dos coeficientes de retroespalhamento e desvio padrão das variedades de cana-de-açúcar RB 85-5156, RB 925345 e RB 86-7515, da mata, do solo exposto e da palha, nas imagens de 24 de maio de 2008 nas polarizações HH e HV.

A Figura 4 apresenta a análise gráfica dos valores médios de σ^0 e desvio padrão dos alvos, para as imagens de 24 de maio de 2008, nas polarizações HH e HV. Para esta data observa-se que todos os alvos podem ser separados, nas imagens com polarização HH e HV. Nesta data, as amostras da variedade RB 85-5156 não foram consideradas, pois haviam sido colhidas a menos de 20 dias, com isso, as áreas plantadas com esta variedade foram consideradas áreas de solo exposto, pois foram colhidas manualmente. A variedade RB 92-5345, que nesta data estava em seu estágio inicial de crescimento, aproximadamente 1 mês, apresentou um coeficiente de retroespalhamento menor em relação a variedade RB 86-7515, que nesta data apresentava um período de crescimento de 12 meses.

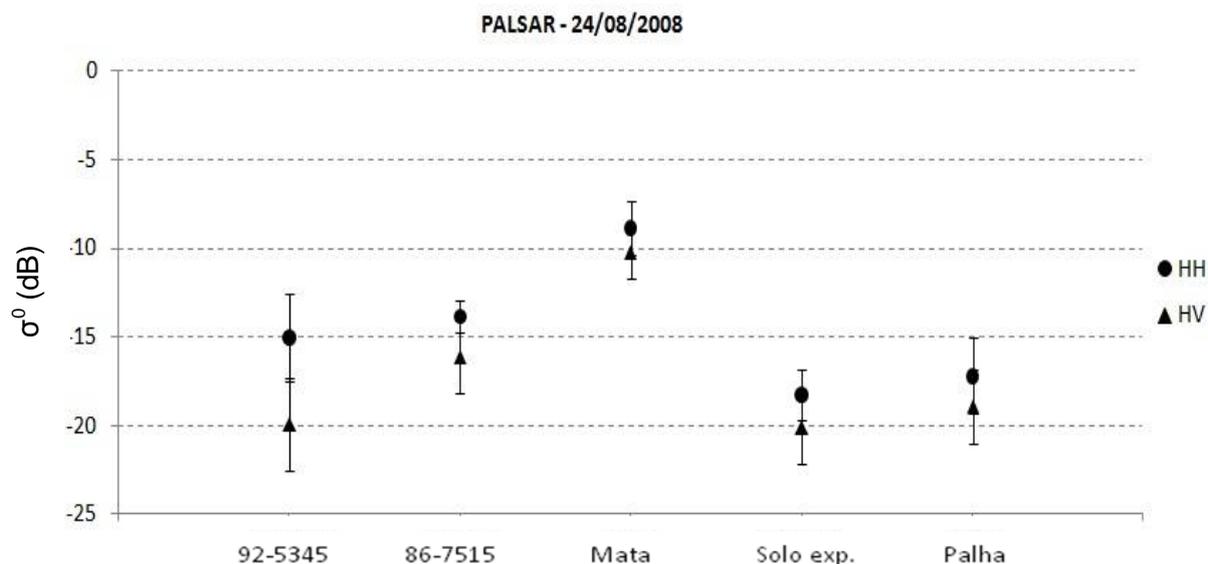


Figura 4. Médias dos coeficientes de retroespalhamento e desvio padrão das variedades de cana-de-açúcar RB 925345 e RB 86-7515, da mata, do solo exposto e da palha, nas imagens de 24 de agosto de 2008 nas polarizações HH e HV.

A Figura 5 apresenta a análise gráfica dos valores médios de σ^0 e respectivos desvios padrão, para as imagens de 09 de outubro de 2008, nas polarizações HH e HV. Para esta data observa-se que todos os alvos podem ser separados, ao nível de 5% de significância, nas imagens com polarização HH e HV. Nesta data a variedade RB 92-5345, com período de crescimento de, aproximadamente, 2 meses, apresentou o menor valor de σ^0 dentre as variedades de cana. A variedade RB 85-5156 apresentou um valor de σ^0 intermediário em relação as outras variedades, com período de crescimento de aproximadamente 6 meses. A variedade RB 86-7515, que nesta data o período de crescimento era de 13 meses, apresentou o maior coeficiente de retroespalhamento dentre as variedades de cana-de-açúcar, chegando a ser semelhante ao valor de σ^0 da mata.

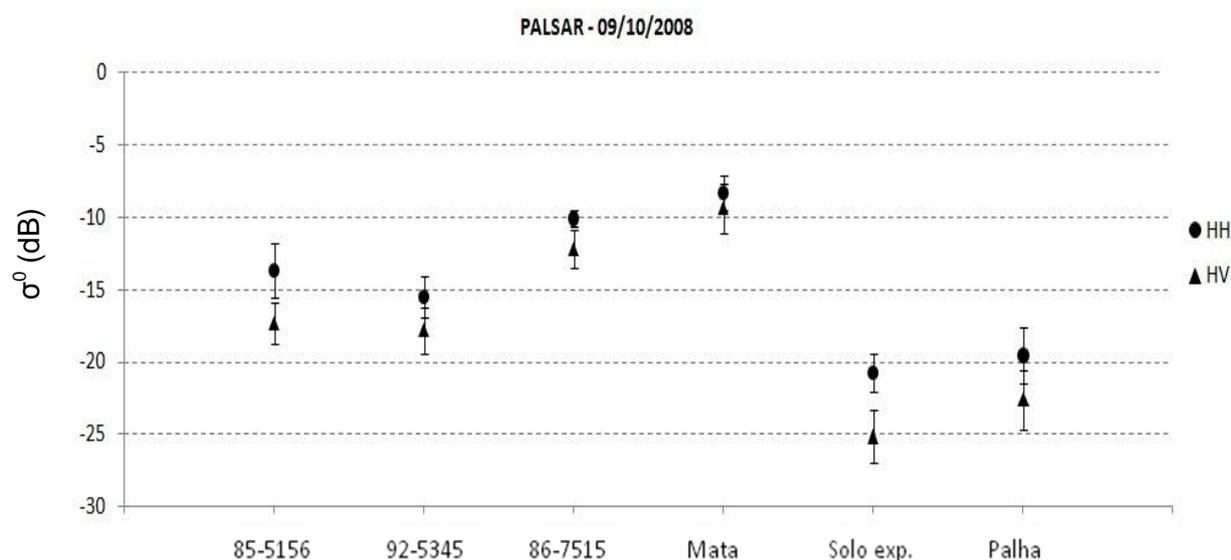


Figura 5. Médias dos coeficientes de retroespalhamento e desvio padrão das variedades de cana-de-açúcar RB 85-5156, RB 925345 e RB 86-7515, da mata, do solo exposto e da palha, nas imagens de 09 de outubro de 2008 nas polarizações HH e HV.

Para todas as datas analisadas, foi possível constatar que assim como indicado por Lin et al. (2009), a resposta espectral da cana-de-açúcar em imagens com polarização cruzada HV foi maior em relação as imagens com polarização paralela HH, devido sua maior interação com o alvo. Isso possibilitou a separabilidade de todas as variedades de cana-de-açúcar para as imagens com polarização HV, enquanto que para as imagens HH as variedades com período de crescimento menor que 2 meses não puderam ser diferenciadas entre si.

4. Conclusões

A diferenciação dos alvos analisados foi melhor nas imagens com polarização cruzada HV do que a polarização paralela HH.

Dentre os alvos analisados a mata possui um coeficiente de retroespalhamento maior, o coeficiente de retroespalhamento das variedades de cana-de-açúcar varia de acordo com seu período de crescimento, possibilitando a identificação de áreas prontas para serem colhidas de áreas com estágio inicial e intermediário de crescimento.

A palha possui um comportamento espectral intermediário em relação às variedades de cana e ao solo exposto. O solo exposto possuiu o menor valor de σ^0 dentre os alvos analisados.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de iniciação científica PIBIC/CNPq. A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento do projeto de pesquisa (2008/06043-5) ao qual este projeto de iniciação científica está inserido.

Referências Bibliográficas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Imagens do Satélite ALOS**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores/>>. Acessado em: 26 de outubro de 2010.

Leberl, F. W. **Radargrammetric Image Processing**; Norwood: Artech House. 595 p. Boston, 1990.

Lin, H.; Chen, J.; Pei, Z.; Zhang, S.; Hu, X.; Monitoring Sugarcane Growth Using ENVISAT ASAR Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**; vol 47, n. 8, p. 2572-2580, 2009.

Martorano, L. G.; Angelocci, L. R.; Vettorazzi, C. A.; Valente, R. O. A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. **Scientia Agricola**. v. 56, n. 3, p. 739-747, 1999.

Oliveira, J. B.; Camargo, M. N.; Rossi, M.; Calderano Filho, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo – Legenda Expandida**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 1999. 64 p.

Raney, R.K. Radar fundamentals: technical perspective. In: HENDERSON, F.M. & LEWIS, A.J. (Eds), **Principles and Applications of Imaging Radar**. Manual of Remote Sensing. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 3ª ed., v. 2, Cap. 2, p. 9-130, 1998.

Rosenqvist, A.; Shimada, M.; Ito, N.; Watanabe, M. ALOS PALSAR: A Pathfinder Mission for Global-Scale Monitoring of the Environment. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**; vol 45, n. 11, p. 3307-3316, 2009.