

Uso de dados hiperespectrais do sensor Hyperion (EO-1) para caracterização espectral de estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa

Alexander Christian Vibrans¹
Vanessa Schramm^{1,2}

¹ Universidade Regional de Blumenau - FURB
Rua São Paulo 3250 – 89030-010 – Blumenau - SC, Brasil
acv@furb.br; vaschramm@hotmail.com

² Bolsista PIBIC/CNPq

Abstract. This study aims to describe spectral response of secondary succession stages of tropical rain forest in the southern Brazilian coastal region (Santa Catarina state). Because of hydrologic modeling succession stage discrimination and quantification are important, but not yet possible with Landsat data. Therefore hyperspectral EO-1 (Hyperion) data are used. Preliminary results evidence the potential of hyperspectral images for detailed natural vegetation mapping in the study site.

Palavras-chave: hyperspectral remote sensing, land cover discrimination, secondary tropical forests, EO-1, Hyperion.

1. Introdução

Florestas naturais e seus estágios de sucessão secundária ocupam mais que 67% da bacia do Itajaí, com tendência de aumento constatada por Vibrans (2003). As informações atualmente disponíveis foram obtidas a partir de imagens Landsat, que têm limitações no discernimento de formações florestais tropicais secundárias, como também mostraram Kimes et al. (1998), Helmer et al. (2000) e Steininger (2000). O seu detalhamento é necessário para a modelagem hidrológica, devido às diferenças nos processos de interceptação, evapotranspiração e infiltração, exercidos pelos diversos tipos de cobertura florestal natural.

Dados hiperespectrais são relativamente pouco utilizados para a caracterização das florestas naturais no Brasil, ao contrário do que ocorre nos Estados Unidos onde existem amplos estudos e bibliotecas espectrais para as principais espécies arbóreas que formam as tipologias da vegetação do país. Shimabokuro et al. (2005) diferenciaram em imagens Hyperion a “capoeira” da floresta primária na Floresta Nacional do Tapajós-PA. Alguns estudos avaliaram o uso de dados hiperespectrais para a discriminação de alvos agrícolas (TISOT et al., 2005; GALVÃO et al., 2005). Ambos obtiveram bons resultados para a diferenciação de alvos mesmo com diferenças espectrais tênues utilizando dados Hyperion.

Os estágios da sucessão secundária da Floresta Ombrófila Densa (fase pioneira, capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária) apresentam diferenças nas variáveis biofísicas (altura, área basal, diâmetro das copas, grau de fechamento do dossel, volume de madeira e de biomassa), bem como na composição de espécies, densidade e complexidade da cobertura vegetal, tamanho e orientação das folhas, sombreamento entre as árvores do dossel. Estas variáveis são responsáveis por definir sua resposta espectral (Ponzoni, 2001), além de causar diferenças no seu comportamento hidrológico. A presente pesquisa visa avançar no conhecimento das respostas espectrais dos principais tipologias da vegetação natural e de algumas culturas agrícolas usando imagens hiperespectrais.

Materiais e métodos

Está sendo utilizada neste estudo uma imagem da cena 220/79 de 20/01/2003, cobrindo uma faixa de 7 por 42 km nos municípios de Ituporanga, Chapadão do Lajeado, Imbuia e Vidal

Ramos. A escolha da área de estudo se justifica pela existência de informações detalhadas levantadas em outros trabalhos, baseadas em imagens Landsat, e pela existência de ambientes diferentes e representativos para os demais municípios da bacia do Itajaí, em relação a tipo de uso, relevo, topografia e cobertura florestal. Os dados Hyperion foram adquiridos junto ao USGS e processados no *software* ENVI/RSI, versão 4.2.

Inicialmente a imagem Hyperion foi georeferenciada com base nas imagens Landsat que compõem o banco de dados existentes na instituição. Do total de 242 bandas do sensor, são fornecidas 198 bandas calibradas, com largura de 10 nm. Destas foram utilizadas, no presente estudo, 156 bandas, no intervalo de 426 nm a 2578 nm, sendo excluídas as que cobrem as faixas do espectro influenciadas fortemente pelo vapor d'água. Os valores de DN fornecidas pelo USGS foram convertidos mediante a ferramenta *band math* do ENVI em radiância e posteriormente em valores de reflectância de acordo com as instruções do próprio USGS, usando os dados de irradiância fornecidos por este órgão e aplicando a equação:

$$\rho_{\lambda} = \frac{L_{\lambda} \pi d^2}{E_{\lambda} \cos \theta_z}$$

onde L_{λ} = radiância na banda λ E_{λ} = irradiância solar na banda espectral λ
 ρ_{λ} = reflectância exoatmosférica $\cos \theta_z$ = ângulo zenital solar
d = distância terra - sol

Diante da ausência de dados atmosféricos correspondentes à data e ao local da captação da imagem, não foi aplicada correção atmosférica dos dados. Para iniciar a caracterização das respostas espectrais dos temas objetos do estudo, foram carregadas regiões de interesse contendo áreas de treinamento identificadas em campo e áreas classificadas com acurácia nas imagens Landsat de 2004, totalizando 600 *pixels* de cada tema.

Resultados preliminares

Inicialmente foram enfocadas a extração e análise visual dos espectros de reflectância média dos alvos, bem como a sua separabilidade através do cálculo da distância Jeffries-Matusita (JM) e da Divergência Transformada (DT). Para tanto, os esforços foram concentrados sobre os alvos Florestas, Capoeiras, Capoeirinhas e Lavouras (milho, fumo, mandioca e cebola). A **Figura 1** mostra os espectros de reflectância dos quatro temas, sendo nítida a similaridade geral das quatro curvas, porém visível também o distanciamento entre elas em termos relativos.

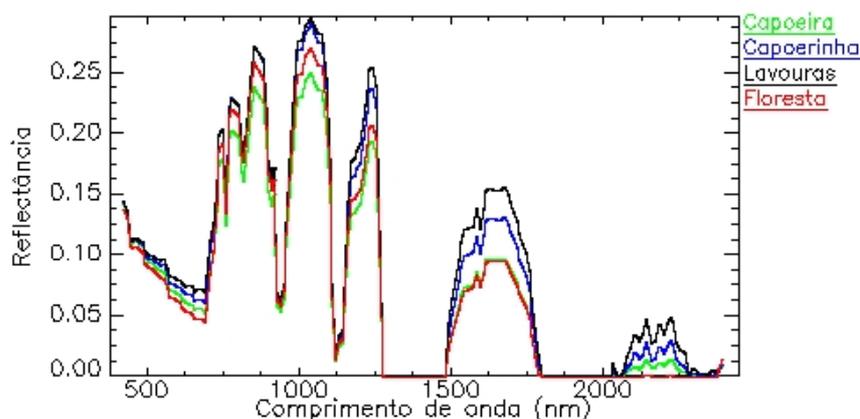


Figura 1: Espectros de reflectância de quatro temas analisados.

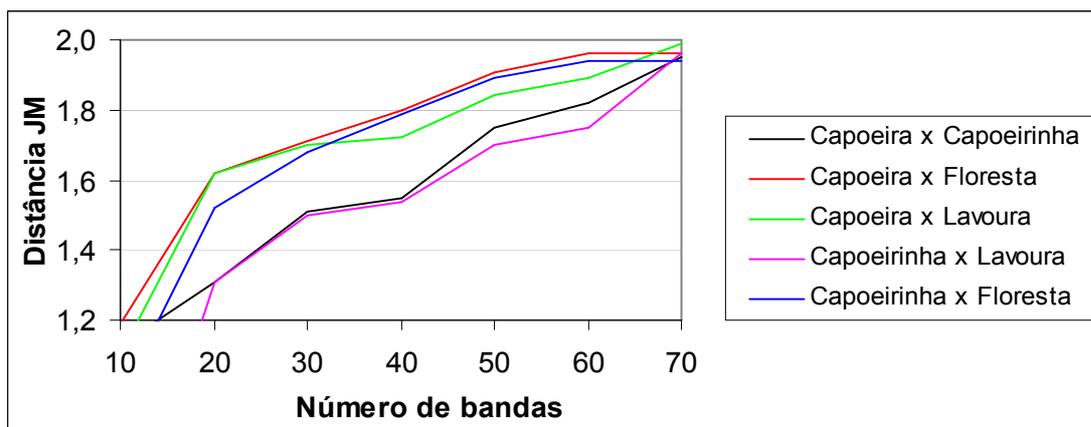


Figura 1: Distância Jeffries-Matusita entre pares de quatro temas em função do número de bandas incluídas na análise de separabilidade.

Os cálculos da distancia Jeffries-Matusita possibilitam avaliar a separabilidade espectral por processos estatísticos paramétricos, entre eles os algoritmos mais usados de classificação supervisionada, sob hipótese de distribuição normal dos dados, mostrando o parâmetro aumento com o numero de variáveis (bandas) consideradas. A distância JM > 1,9 é tida como equivalente a 95% de acurácia de classificação (Richards, 1993), atingida no presente caso com a análise de, no mínimo, 60 a 70 bandas. O estudo mostra o potencial das imagens hiperespectrais e precisa realizar correção atmosférica dos dados, detalhar as análises de comportamento espectral dos alvos, separando também as diversas culturas agrícolas, incluir na análise índices de vegetação e reavaliar os resultados em campo.

Referências

- Galvão, L. S.; Formaggio, A. R.; Tisot, D. A. Discriminação de variedades de cana-de-açúcar com dados hiperespectrais do sensor EO-1/Hyperion. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 381-388. CD-ROM.
- Helmer, E.H., Brown, S., Cohen, W.B. Mapping montane tropical forest successional stage and land with multi-date Landsat imagery. **International Journal of Remote Sensing** v. 21, n. 11, p. 2163-2183, 2000.
- Kimes, D. S., Nelson, R. F., Skole, D. L., et al. Accuracies in Mapping Secondary Tropical Forest Age from Sequential Satellite Imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 65, n. 1, p. 112-120, 1998.
- Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: Menezes, P. R., Madeira Netto, J. S. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF: UnB, Embrapa Cerrados, 2001. p.157-199. CD-ROM.
- Richards, J.A. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1993. 340p.
- Shimabukuro, Y. E.; Miura, T.; Huete, A. et al. Análise dos dados hiperespectrais do EO-1 obtidos sobre a Floresta Nacional de Tapajós no Estado do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11. (SBSR), 5-10 abr. 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 1099-1106. CD-ROM.
- Steininger, M. K. Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: data from Brazil and Bolivia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 6/7, p. 1139-1157, 2000.
- Tisot, D. A.; Formaggio, A. R.; Galvão, L. S.; Rennó, C. D. Dados Hyperion e ETM+ na classificação de alvos agrícolas com diferentes níveis de distinção espectral. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 439-446. CD-ROM
- Vibrans, A. C. **A cobertura florestal da bacia do Rio Itajaí – elementos para uma análise histórica**. 2003. 240f. Tese (Doutorado em Geografia) - UFSC, Florianópolis, 2003.