

Análise do Posicionamento da Banda de Absorção: Novo Método para o Tratamento de Imagens Hiperespectrais

OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR¹;
ANA PAULA FERREIRA DE CARVALHO²,
PAULO ROBERTO MENESES³,
RENATO FONTES GUIMARÃES¹

¹Departamento de Geografia - Universidade de Brasília (UnB)- Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brasil
osmana@tba.com.br

²INCRA – SBN Ed. Palácio do desenvolvimento, sala 1205, 70057-900, Brasília, DF, Brasil

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

Abstract The present work presents a new program for spectral classification of hyperspectral images based on the positioning of the absorption band. The program generates an image where the value of the pixel is the wavelength of the absorption band after of the continuum removal. That program when used in the presence of similar spectral features it provides a classification with better results than the usual procedures (SAM, SCM, SFF, correlation coefficient R used by Tricorder). That program was tested in images hyperspectral AVIRIS obtaining excellent results so much in the mineralogical discrimination as of the vegetation.

Keywords: spectral classifier, absorption band, hyperspectral, remote sensing, .

1 O Método de Análise do Posicionamento da Banda de Absorção (APBA)

Os principais classificadores espectrais SAM (Kruse *et al.* 1992, Kruse *et al.* 1993a e b), MCE (Carvalho & Meneses, 2000), SFF e o coeficiente de correlação R utilizado pelo Tricorder (Clark & Swayze, 1995) apresentam dificuldades para separar feições de absorção próximas e semelhantes devido à alta correlação entre as feições. A dificuldade aumenta quando essas apresentam-se misturadas, como a goethita e hematita, que geram feições intermediárias. Para esses minerais e suas misturas a identificação pode ser melhor determinada pela posição da banda central de absorção. Portanto, foi desenvolvido um programa que determina a banda central de absorção a partir do espectro removido do contínuo e gera uma imagem relativa ao seu comprimento de banda. Esse método foi denominado de Análise do posicionamento da banda de absorção (APBA).

É importante frisar que a remoção do contínuo pode alterar um pouco o valor da banda de absorção em relação ao espectro sem a remoção do contínuo. Desta forma, deve-se sempre averiguar o posicionamento da absorção antes e após a remoção do contínuo para discriminar com segurança o material procurado.

2 Emprego do APBA em Imagens Hiperespectrais AVIRIS

O emprego da APBA pode ser realizado com dois propósitos: a) segmentar a imagem apontando zonas de predomínio de um determinado comportamento espectral, e b) discriminar bandas de absorção específicas objetivando um refinamento da classificação. O primeiro caso caracteriza-se como uma etapa exploratória sendo empregada em faixas espectrais mais largas e de forma mais generalizada. No segundo o emprego do método deve ser precedido de uma classificação espectral restringindo a atuação tanto espacialmente (somente para determinados pixels da imagem) quanto espectralmente (para determinadas faixas do espectro).

A APBA foi testada na imagem obtido pelo sensor AVIRIS durante a missão SCAR-B (*Smoke, Clouds and Radiation - Brazil*) realizado em 1995 no Brasil. A imagem utilizada é referente a mina de níquel laterítico da região de Niquelândia (GO). Na etapa de pré – processamento a imagem foi corrigida do efeito atmosférico pelo método Green.

Inicialmente a APBA foi empregada para a faixa do espectro entre $0,46\mu\text{m}$ e $0,74\mu\text{m}$. A imagem em níveis de cinza apresentam um forte contraste entre as áreas vegetadas das com solo exposto (**Figura 1**). A visualização do histograma salienta a distribuição dos dados onde se observa a concentração diferenciada das duas coberturas. Devido a dispersão dos valores de comprimento de onda a imagem apresenta-se com pouco contraste sendo necessário uma reclassificação e disposição de cores diferenciadas para cada banda de absorção. O emprego de um perfil na imagem propicia destacar o comportamento diferenciado dos pixels. Na **Figura 2** as áreas com cobertura vegetal apresentam-se bem discriminadas das áreas com exposição do solo e saprólito referentes a mina da Fazenda.

Para obter uma melhor visualização dos dois segmentos anteriormente pré – selecionados a APBA foi empregado na faixa relativa à presença de vegetação e à área da mina com presença de solo exposto. No intervalo entre $0,65\mu\text{m}$ e $0,70\mu\text{m}$ destacam-se as áreas com cobertura vegetal, que podem ser separadas em áreas com predominância de vegetação verde ($0,6754\mu\text{m}$) e de vegetação fotossinteticamente não ativa ($0,6849\mu\text{m}$) (**Figura 3**). Os espectros relativos às duas classes são apresentados na **Figura 4**.

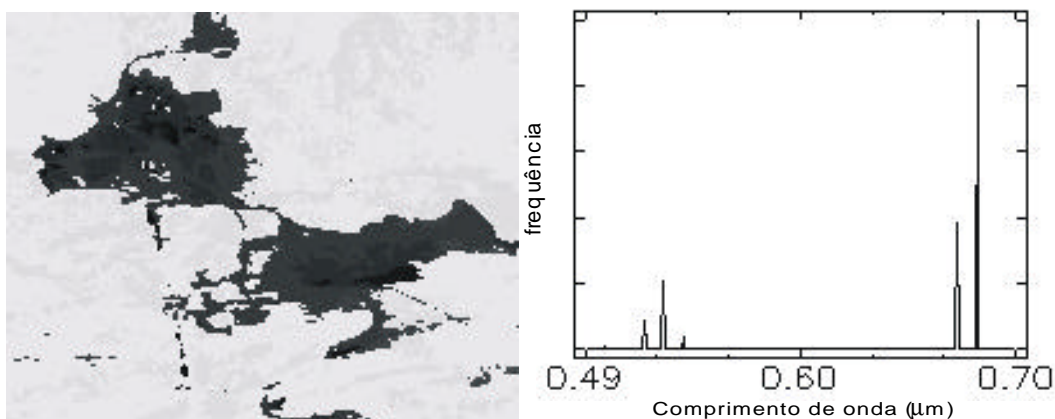


Figura 1 – Imagem do comprimento de onda da feição de absorção principal.

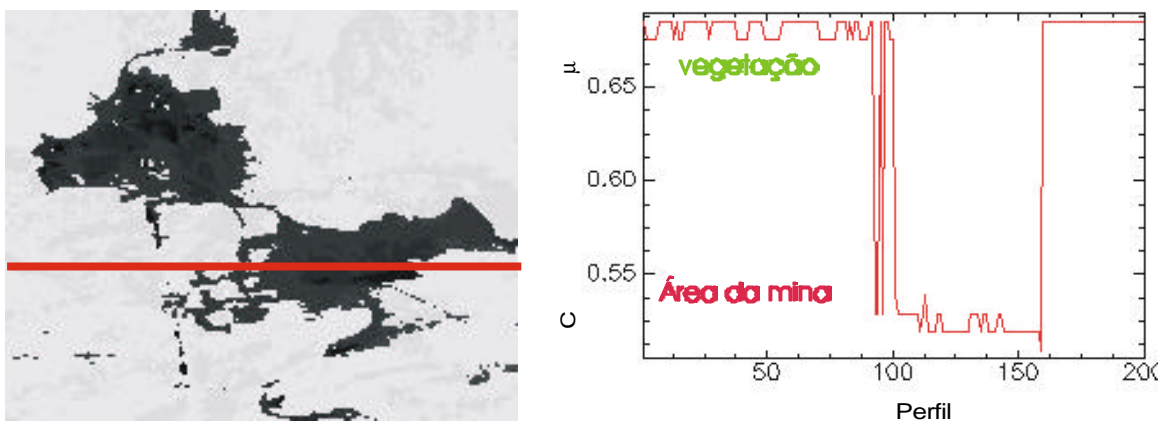


Figura 2 – Perfil horizontal na imagem do comprimento de onda da feição de absorção principal.

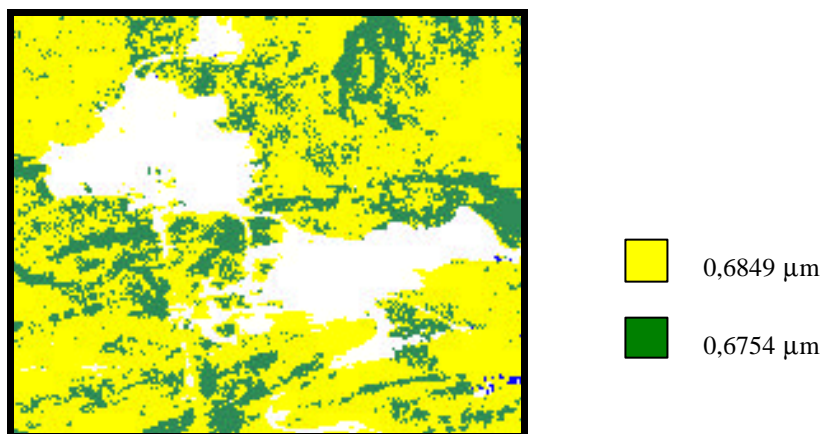


Figura 3 – Imagem referente ao comprimento de onda da feição de absorção principal entre 0,65μm e 0,70μm destacando as áreas com cobertura vegetal.

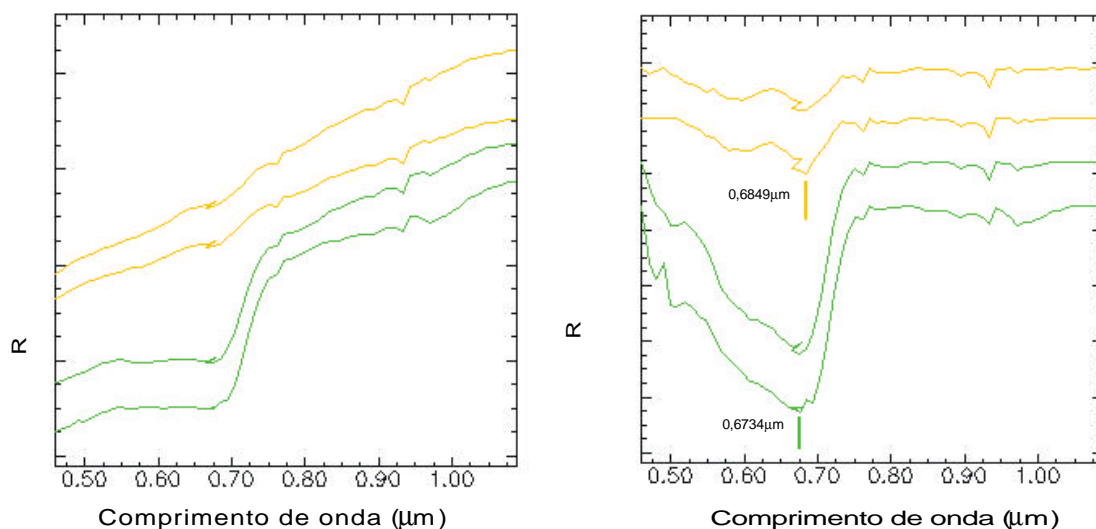


Figura 4 – Curvas espectrais referentes aos espectros com a posição da feição espectral em 0,6849 μm (vegetação verde) e 0,6754 μm (vegetação fotossinteticamente não ativa).

Para o intervalo entre $0,46\mu\text{m}$ e $0,62\mu\text{m}$ as feições de absorção do Fe^{+3} são bem definidas. A **Figura 5** apresenta a imagem classificada do posicionamento da feição de absorção. Observa-se um zoneamento do comportamento dos minerais de ferro, mais goethítico na base do perfil de intemperismo e mais hematítico no topo, conforme o que se constata no campo. A classe com o posicionamento da feição em $0,4995\mu\text{m}$ na mina representa áreas com presença de sílica impregnada com goethita e de canga laterítica constituída por limonita.

A **Figura 6** apresenta os espectros médios das cinco classes referentes à absorção do Fe^{+3} em relação aos espectros dos minerais goethita e a hematita da biblioteca espectral do USGS. Esse procedimento mostra-se eficaz para separar esses dois minerais indicando o seu relativo grau de mistura.

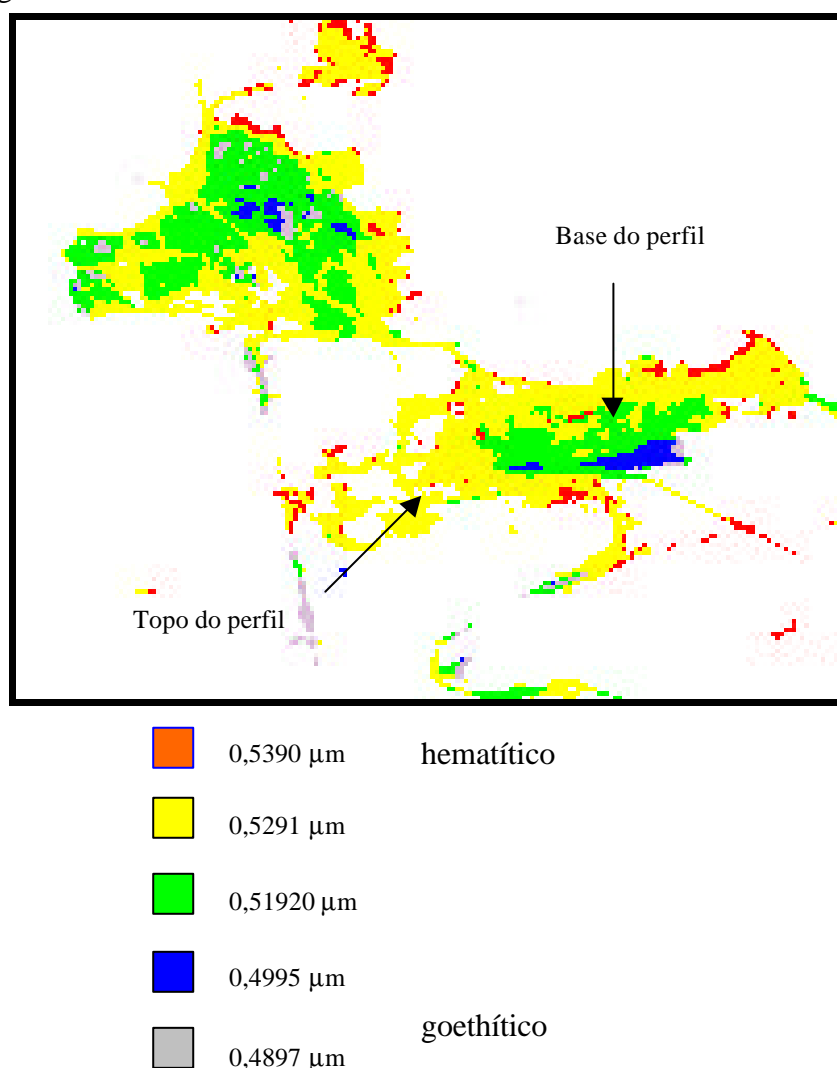


Figura 5 – Imagem referente ao comprimento de onda da feição de absorção principal entre $0,46\mu\text{m}$ e $0,62\mu\text{m}$.

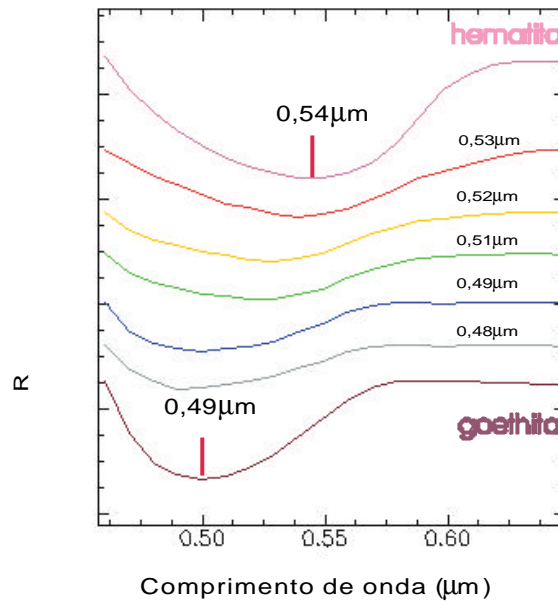


Figura 6 Curvas espectrais referentes aos espectros com a posição da feição espectral 0,46 μ m e 0,62 μ m evidenciando as feições da goethita e hematita.

Uma outra aplicação interessante da APBA na área de estudo é na caracterização dos espectros da garnierita principal constituinte do horizonte do minério de níquel silicato. O termo garnierita possui uma conotação genérica para definir uma mistura de hidrossilicatos de magnésio e níquel (Trecasses *et al.*, 1980; Brindley & Pham, 1973). Na área da mina da Fazenda, a garnierita é predominantemente constituída por pimelita e saponita com presença de serpentina (antigorita). A coloração das garnieritas varia de verde, na base, para amarronzada, no topo, devido à entrada de goethita.

A garnierita caracteriza-se pela banda de absorção do Mg-OH que apresenta um pequeno deslocamento de sua banda de absorção conforme o mineral preponderante, variando entre 2,22 μ m até 2,36 μ m. O emprego do método permite detectar o mineral dominante: pimelita/saponita, saponita e antigorita (Figura 7). As diferenças entre cada um desses minerais correspondem a um intervalo de poucas bandas para o sensor AVIRIS.

A **Figura 8** apresenta a imagem resultante do método APBA onde estão espacializados os valores dos comprimentos de onda relativos as bandas de absorção. Observa-se que a antigorita e a saponita estão limitados a áreas restritas. A diferenciação da antigorita também pode ser obtido utilizando-se a banda de absorção em 2,11 μ m.

3 Conclusão

É proposto um novo método de análise espectral denominado APBA que gera uma imagem relativo ao comprimento de onda da banda de absorção. Esse método pode ser utilizado tanto em uma etapa exploratória como em uma etapa de refinamento da análise. Esse método apresenta vantagens na discriminação de espectros com alta similaridade e proximidade obtendo resultados mais rápido e eficazes que os usuais classificadores espectrais existentes (SAM, SCM, SFF, coeficiente de correlação R). Portanto o APBA pode ser utilizado como um refinamento após o emprego dos classificadores espectrais. Na

mina da Fazenda o emprego do APBA possibilitou identificar diferentes padrões de vegetação e de mineralogia do solo. Na vegetação foi possível segmentar áreas com predomínio de vegetação verde da vegetação fotossinteticamente não ativa enquanto que na mineralogia de solo foi possível distinguir gradações de solos hematíticos para goethíticos como tipos de garnierita.

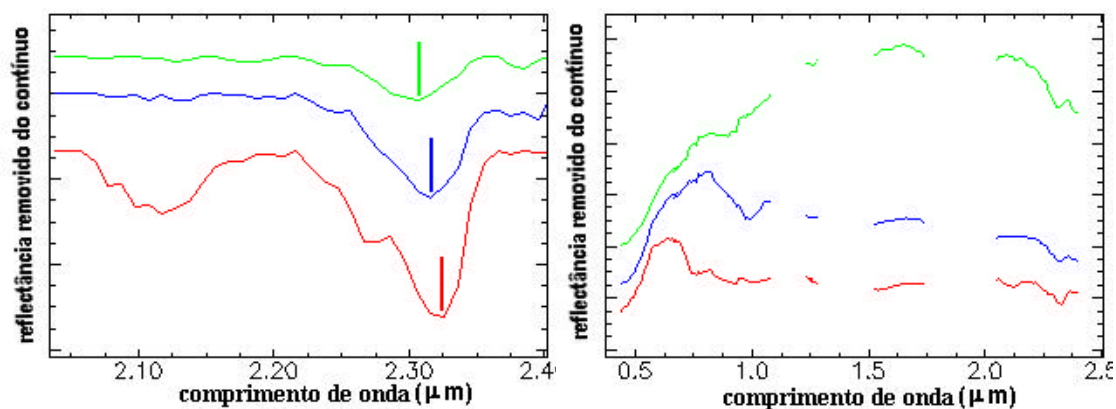


Figura 7 – Espectros relativos aos minerais com feição vibracional Mg-OH: pimelita-saponita (verde), saponita (azul) e antigorita (vermelho)

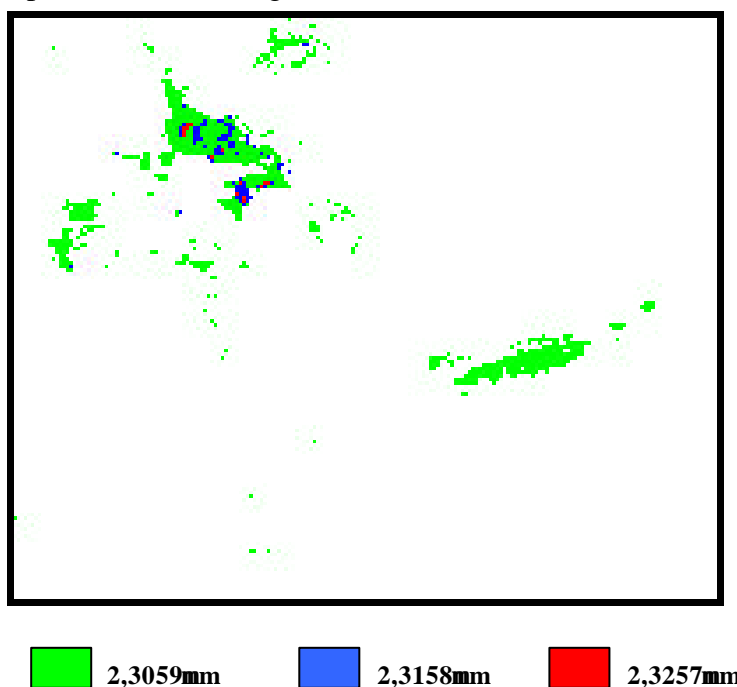


Figura 8 – Imagem relativa ao comprimento de onda da feição espectral mais pronunciada com normalização (remoção do contínuo).

Referências

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*. (URL: <http://makalu.jpl.nasa.gov/docs/workshops/toc.htm>).

- Clark, R. N. & Swayze, G. A., 1995. Mapping Minerals, Amorphous Materials, Environmental Materials, Vegetation, Water, Ice and Snow, and Other Materials: The USGS Ticorder Algorithm. In: *Summaries of the Fifth JPL Airborne Earth Science Workshop*, JPL Publication 95-1 v.1, p.39-40
- Kruse, F. A.; Lefkoff, A. B.; Boardman, J. W.; Heiedbrecht, K. B.; Shapiro, A. T.; Barloon, P. J. & Goetz, A. F. H., 1992. The Spectral Image Processing System (SIPS) - Software for Integrated Analysis of AVIRIS Data. *Summaries of the 4th Annual JPL Airborne Geoscience Workshop*, JPL Pub-92-14, pp 23-25.
- Kruse, F. A.; Lefkoff, B. & Dietz, J. B., 1993, Expert System-Based Mineral Mapping in Northern Death Valley, California/Nevada, Using the Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS), *Remote Sens. Environ.*, Vol. 44, No.2, pp. 309-336.
- Kruse, FA; Lefkoff, A. B; Boardman, J. W.; Heiedbrecht, K. B.; Shapiro, A. T.; Barloon, P. J. & Goetz, A. F. H., 1993, The Spectral Image Processing System (SIPS) – Interactive Visualization and Analysis of Imaging Spectrometer Data. *Remote Sens. Environ.* 44:145-163.