

**Efeito da escala de dados hiper-espectrais na extração de informações sobre os solos da Microbacia de  
Walnut Gulch-AZ.**

Luciano J. de O. Accioly

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, CNPS- UEP Recife

Rua Antonio Falcão, 402 - Recife, Pe, Brazil 51020-240

oaccioly@embrapacnpsuep.br

Alfredo R. Huete

The University of Arizona

Soil, Water and Environmental Science Dept.

429 Shantz Bldg. #38 Tucson-AZ 85721

ahuete@ag.arizona.edu

**Abstract:** Hyperspectral data has been used in remote sensing in order to extract more information about a target. Comparisons between hyperspectral data that come from lab to field or to data extracted from an imagery involve scale issues and, frequently need the enhancement of subtle absorption bands through techniques such as the first derivative. This paper intended to study the scale issues on the soil information extraction as well as to improve this information through first derivative. Hyperspectral data were obtained from field, lab, and extracted from an AVIRIS scene of the Walnut Gulch Experimental Watershed (AZ). The results showed that soil information was lost when moving from large scale data set (lab and field) to small scale data set (AVIRIS). The first derivative was able to detect soil differences related to the presence of hematite and showed high sensitivity to the spectral contribution of small amount of green vegetation.

**Keywords:** AVIRIS, hyperspectral, scale, first derivative, soils, spectroradiometry

## **Introdução**

Três tipos básicos de espectroscopia podem ser distinguidos no âmbito do sensoriamento remoto a saber: espectroscopia de laboratório, espectroscopia de campo e espectroscopia de imagem. Implícito no conceito de espectroscopia está o conceito de dados hiper-espectrais, ou seja, as curvas espectrais obtidas para um continuum de bandas. Estes dados são obtidos, normalmente, para a região de 0.25 a 3.0  $\mu\text{m}$  com intervalos espectrais bastante estreitos (em muitos casos menores que 10 nm). Embora o detalhamento das curvas espectrais tenda a uma melhoria na capacidade de identificação e quantificação dos dados provenientes de sensoriamento remoto, em muitos casos a detecção de bandas de absorção extremamente estreitas e de pouca profundidade em dados hiper-espectrais necessita do uso de técnicas que resaltem a presença destas bandas. A derivada primeira é uma das técnicas que viabilizam a detecção de bandas de absorção extremamente estreitas (Cahill, 1979) permitindo a melhor diferenciação entre materiais cujas curvas espectrais são muito parecidas.

Um outro problema está ligado a utilização dos dados destes tres tipos de espectroscopia para mútuas comparações entre amostras de uma mesma área (Curran, 1994). Devido as diferenças na escala em que estes dados são obtidos é de se esperar que haja perda na informação quando se compara os dados espectrais de laboratório com os de campo e, estes dois, com os dados espectrais provenientes da espectroscopia de imagem.

Os objetivos deste trabalho foram: (i) comparar o conteúdo das informações espectrais de solos obtidas sob condições de laboratório, campo, e extraídas da imagem do Airborne Visible-Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS); (ii) Testar o uso da derivada primeira na extração de informações sobre os solos da Microbacia Experimental de Walnut Gulch.

## **Material e Métodos**

As curvas espectrais foram obtidas para seis séries de solos presentes na microbacia experimental de Walnut Gulch no sudeste do Estado do Arizona (31.7° N e 110° W).

Os dados de espectroscopia destes solos foram obtidos sob as seguintes condições: campo, amostras retiradas peneiradas e obtidas as curvas espectrais sob iluminação solar (daqui por diante referenciadas como amostras do tipo A), laboratório (medidas no Reflectance Laboratory ou RELAB, na Universidade de Brown) e extraídas do AVIRIS. Para as medições de campo e em amostras do tipo A foram utilizados um espectralradiômetro (Spectron modelo SE590) com cobertura espectral que vai de 0.45 a 0.90  $\mu\text{m}$  e 0.01  $\mu\text{m}$  de intervalo amostral e 15° de campo de visada (aproximadamente 0.4 e 0.05 m de raio para as áreas sensoriadas no campo e em amostras do tipo A, respectivamente). De uma a duas medições de campo foram realizadas em uma área representativa de cada série de solo, conforme indicada pelo pesquisador que fez o levantamento das séries de solos presentes na microbacia experimental de Walnut Gulch. Uma amostra extraída de cada local onde

foi feita a determinação de campo foi encaminhada ao RELAB. As curvas espectrais do RELAB foram obtidas para a faixa espectral de 0.4 a 2.5  $\mu\text{m}$  com intervalo espectral de 0.005  $\mu\text{m}$ . A imagem do AVIRIS foi obtida durante a estação seca (Maio de 1991). Após a remoção dos canais que apresentavam ruído e dos canais de sobreposição as originais 224 bandas foram reduzidas para 167 bandas na faixa espectral de 0.46 a 2.40  $\mu\text{m}$  com largura de banda da ordem de 10 nm. A imagem do AVIRIS (resolução espacial nominal de 20 m) foi registrada com um erro aproximado de 0.92 pixels e corrigida para os efeitos atmosféricos usando-se o Atmosphere Removal Program (ATREM)(Gao et al., 1996). A média dos valores de reflectância de um grupo de 3 x 3 pixels extraídos de cada uma das áreas amostradas no campo foi utilizada para a obtenção das curvas espectrais do AVIRIS.

Para melhor detectar as bandas de absorção extremamente estreitas e pouco profundas nas curvas espectroscópicas de diferentes procedências, estas curvas foram transformadas usando-se a derivada primeira das mesmas, dada pela equação:

$$\text{Derivada primeira} = (\rho_{\lambda_n} - \rho_{\lambda_{n-1}}) / (\lambda_n - \lambda_{n-1})$$

Onde  $\rho$ ,  $\lambda$  e  $n$  representam os valores de reflectância, comprimento de onda e o número da banda, respectivamente.

Para a aplicação da derivada primeira as curvas espectrais foram suavizadas através da aplicação de uma janela de 5 x 1, isto é, cada ponto da curva foi substituído pela média aritmética tomada considerando-se dois pares de pontos equidistantes e mais o ponto central cujo valor estava sendo substituído.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 compara os resultados da calibração da imagem do AVIRIS usando o programa ATREM com os dados de espectroscopia de campo numa área de solo nú. Estes resultados mostram uma boa concordância entre os dados de campo e as informações extraídas do AVIRIS após a correção atmosférica dada pelo ATREM. Os maiores desvios foram devidos as correções maiores do que as esperadas nas bandas de absorção de água localizadas nas proximidades de 0.72, 0.82 e 0.9  $\mu\text{m}$  e na banda de absorção de  $\text{O}_2$  nas proximidades de 0.75  $\mu\text{m}$ .

As curvas espectrais e os resultados da aplicação da derivada primeira a estas curvas estão exemplificados na Figura 2 para a faixa espectral de 0.45 a 0.90  $\mu\text{m}$  e para as séries de solo McAllister (Fine-loamy, mixed, thermic Ustollic Haplargids) e Graham (Clayey, montmorillonitic, thermic Ustollic Haplargids). McAllister é o solo mais antigo da superfície da microbacia de Walnut Gulch com coloração bastante avermelhada (2.5YR 5/6 no sistema Munsell (Munsell, 1988)) o que denota a presença de teores relativamente bem mais elevados de hematita quando comparado ao solo Graham que é, comparativamente, um solo mais novo e de coloração escura (7.5YR 3/2, na escala de Munsell (Munsell, 1988)). Para o solo McAllister a curva da derivada primeira mostra um ponto de máxima a aproximadamente 0.57  $\mu\text{m}$ . Este ponto de máxima decresce em valor na direção dos dados obtidos em maior escala (RELAB) para os dados obtidos em menor escala (AVIRIS). Quando comparado

à derivada primeira das curvas espectrais de alguns óxidos de ferro comumente encontrados nos solos (Figura 3) verifica-se que o referido ponto de máxima pode está associado à presença de hematita em maiores teores nas áreas ocupadas por McAllister do que nas áreas ocupadas pela série de solo Graham. Um outro ponto de máxima está localizado entre 0.70 e 0.75  $\mu\text{m}$  e, para o caso das curvas espectrais de campo, pode estar associado a alta sensibilidade da derivada primeira em detectar traços de vegetação verde. É o que ocorre, por exemplo, na curva espectral obtida sob condição de campo para o solo McAllister onde uma cobertura vegetal verde de menos de 5% pode ser detectada pela derivada primeira. No caso das curvas espectrais extraídas do AVIRIS a associação deste ponto de máxima à ocorrência de vegetação verde é complicada pela presença da banda de absorção de água nas proximidades de 0.72  $\mu\text{m}$  que não foi devidamente corrigida pelo programa de correção dos efeitos atmosféricos ATREM.

## Conclusões

O corrente estudo mostra que o conteúdo das informações sobre as características dos solos da Microbacia Experimental de Walnut Gulch decresce à medida que a escala se reduz, mostrando ainda que dados provenientes de escalas menores (como os do AVIRIS) necessitam, além de uma eficiente correção dos efeitos atmosféricos, da decomposição das curvas espectrais para eliminação das frações dos outros componentes que não o solo. Estes componentes interferiram nas curvas espectrais reduzindo o conteúdo de informações sobre os solos da microbacia. A derivada primeira mostrou-se uma técnica bastante sensível para a detecção de bandas de absorção extremamente estreitas possibilitando a diferenciação de alguns solos da microbacia com base no teor esperado de hematita.

## Literatura citada

- Cahill, J.E. 1979. Derivative spectroscopy: understanding its application. *Am. Lab.* 1979:79-85.
- Curran, P.J. 1994. Imaging spectrometry - its present and future role in environmental research. p.1-23. *In* J. Hill and J. Megier (ed.) *Imaging spectrometry - a tool for environmental observations*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands .
- Gao, B.C., K.B. Heidebrecht, and A.F.H. Goetz. 1996. *Atmospheric Removal Program (ATREM)Users Guide*, Centre for the Study of Earth from Space, Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado, Boulder.
- Munsell, A.H. 1988. *Munsell - A color notation*. 15<sup>th</sup> ed. Macbeth, Div. of Kollmorgen, Baltimore

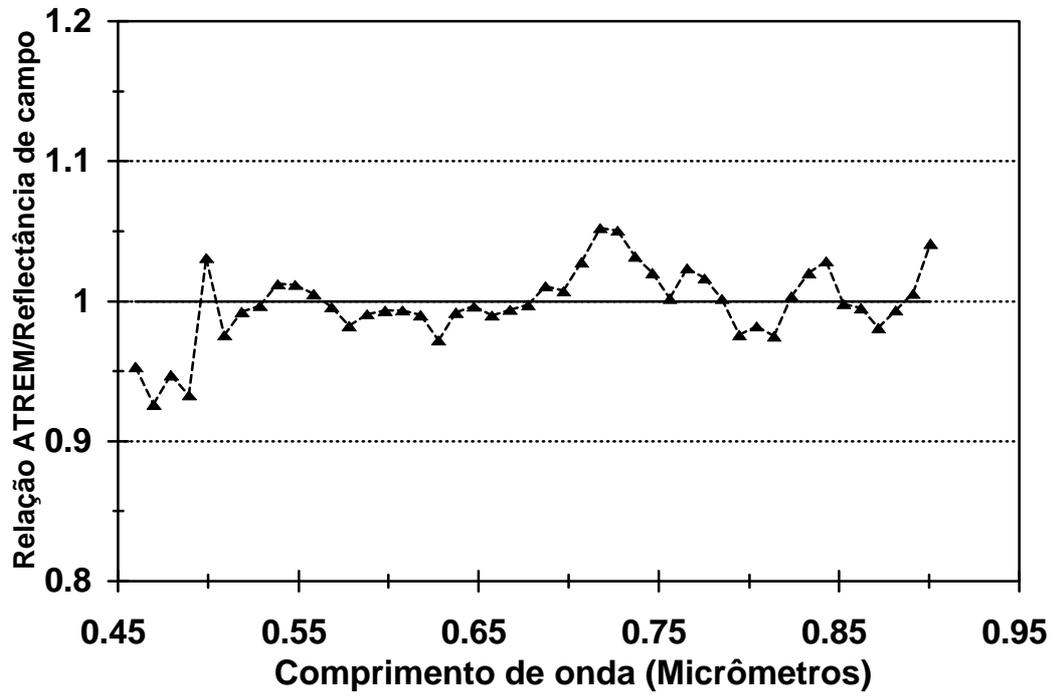


Figura 1 Resultado da calibração dos dados do AVIRIS usando o programa ATREM

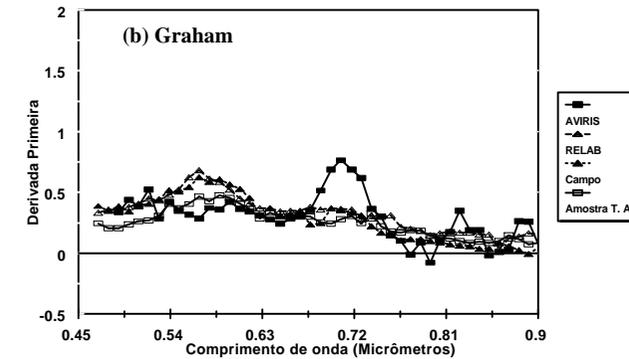
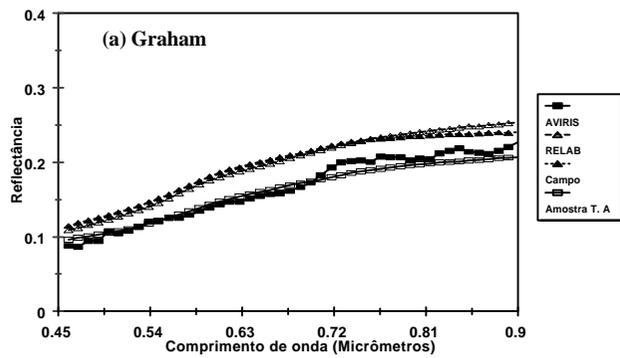
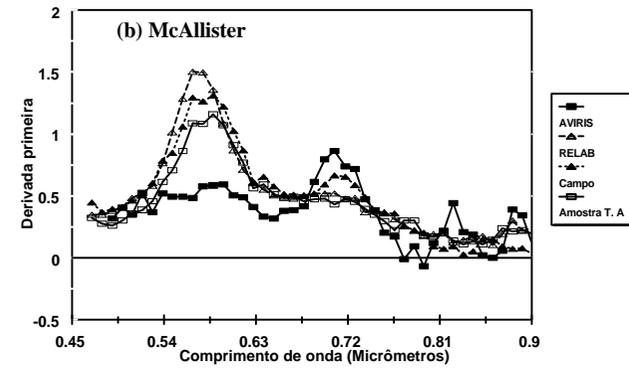
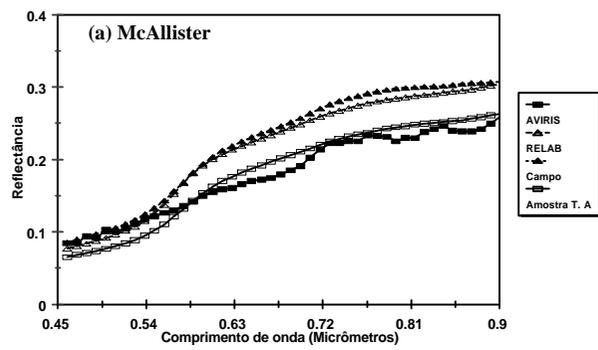


Figura 2 Curvas espectrais (a) e Derivadas primeira (b) destas curvas para os solos McAllister e Graham

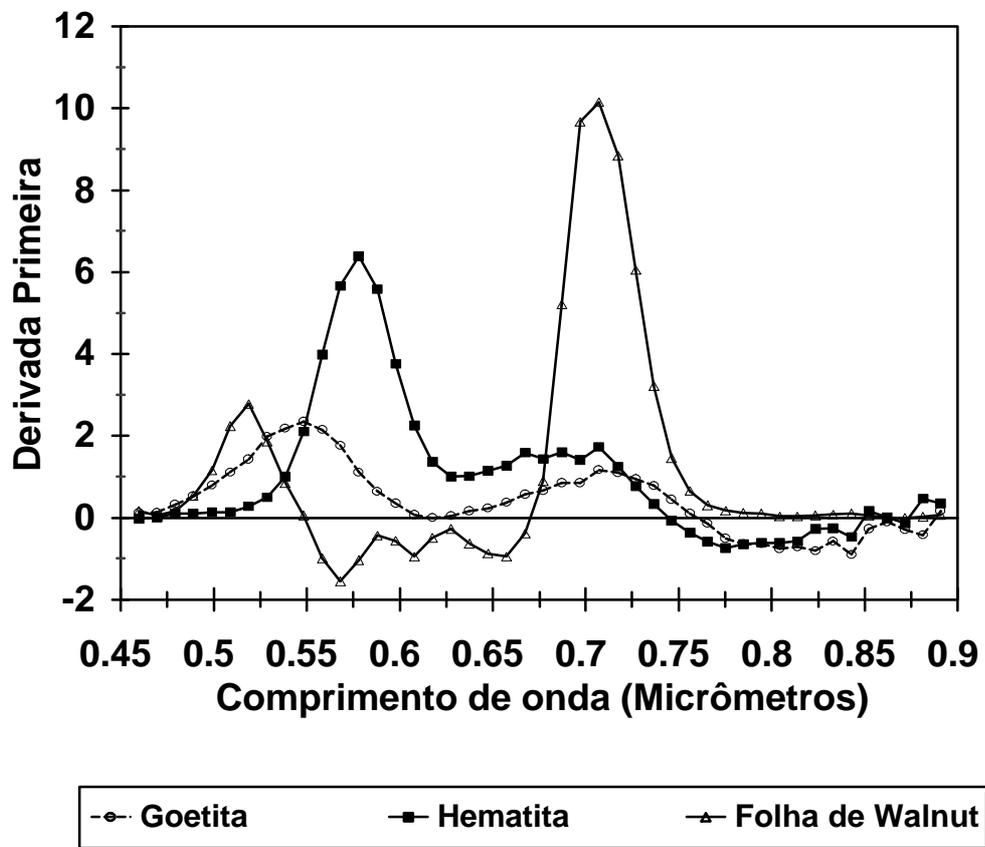


Figura 3 Derivada primeira para amostras de Goetita (amostra WS222-USGS), Hematita (amostra GDS76-USGS) e folha de walnut (amostra ABSREF950-USGS)