

Feições espectrais e parâmetros analíticos de solos tropicais brasileiros

ANTONIO ROBERTO FORMAGGIO¹
JOSÉ CARLOS NEVES EPIPHANIO¹

¹INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{formag, epiphani}@tid.inpe.br

Abstract: The objective of this research was to evaluate the potential of extracting soil analytical information from spectral curves obtained by fine resolution spectroradiometry. More than two hundred of Brazilian soil samples from several soil classes were used. Iron oxydes, soil moisture, clay mineralogy and organic material (concentration and composition) are parameters that show expressive spectral features, but there is a need of more studies concerning the extraction of quantitative information about soil analytical parameters.

Keywords: soils, spectroradiometry, absorption bands, soil mapping

1. Introdução

Várias análises são rotineiramente realizadas para os levantamentos de solos, visando fornecer quantificações sobre os parâmetros e atributos que determinam a classificação desses solos segundo um determinado sistema taxonômico-pedológico.

O sensoriamento remoto utiliza a radiação eletromagnética como meio de obter informações sobre objetos da superfície terrestre, sem a necessidade de contato físico com estes objetos. Segundo Formaggio et al. (1996), ainda é pequena a disponibilidade de estudos espectrais sobre solos tropicais brasileiros, apesar do potencial diagnóstico que as curvas espectrais apresentam.

Hunt e Salisbury (1970) descreveram as variações características na reflectância visível e infravermelho próximo de minerais e rochas, concluindo que as bandas de absorção bem como determinadas declividades das curvas espectrais estão entre as feições mais informativas e são causadas por processos vibracionais e eletrônicos devidos a interações entre a radiação e as partículas dos solos.

Assim, a premissa que norteia o presente trabalho é que, iluminando amostras de solos com radiação eletromagnética no intervalo espectral compreendido entre o visível e o infravermelho médio (aproximadamente nos comprimentos de onda entre 400 e 2500 nm) e medindo a reflectância com um espectrorradiômetro de resolução fina, os solos tendem a manifestar intensidades específicas de respostas, dependendo dos tipos e quantidades de componentes químicos, físicos e mineralógicos presentes nestes solos. Além disso, em determinados intervalos de comprimentos de onda ocorrem feições características que podem ser correlacionadas com os componentes dos solos estudados.

3. Material e Métodos

O espectrorradiômetro utilizado foi o IRIS, fabricado pela GER, que cobre a janela espectral entre 300 e 3000 nm, com resolução espectral de 2 nm entre 300 e 1000 nm e de 4 nm na região entre 1000 e 3000 nm.

Foram medidas as reflectâncias espectrais de mais de duas centenas de amostras de várias classes de solos, provenientes de horizontes de perfis estudados em levantamentos de solos realizados nos Estados Brasileiros pela EMBRAPA/Solos; estas amostras estavam em condições de terra fina seca ao ar. A

grandeza física utilizada foi a reflectância bidirecional (Nicodemus et al., 1977). Para cada amostra, contava-se com todas as análises físicas, químicas e mineralógicas normalmente disponíveis nos levantamentos de solos. As discussões baseiam-se em cinco das principais classes de solos estudadas.

4. Resultados

A **Figura 1** ilustra as reflectâncias bidirecionais de amostras de cinco classes de solos (LR: Latossolo Roxo, TR: Terra Roxa Estruturada, PV: Podzólico Vermelho Amarelo, LV: Latossolo Vermelho Amarelo, AQ: Areia Quartzosa). As discussões visam destacar algumas feições espectrais potencialmente diagnósticas de parâmetros e atributos dos solos estudados.

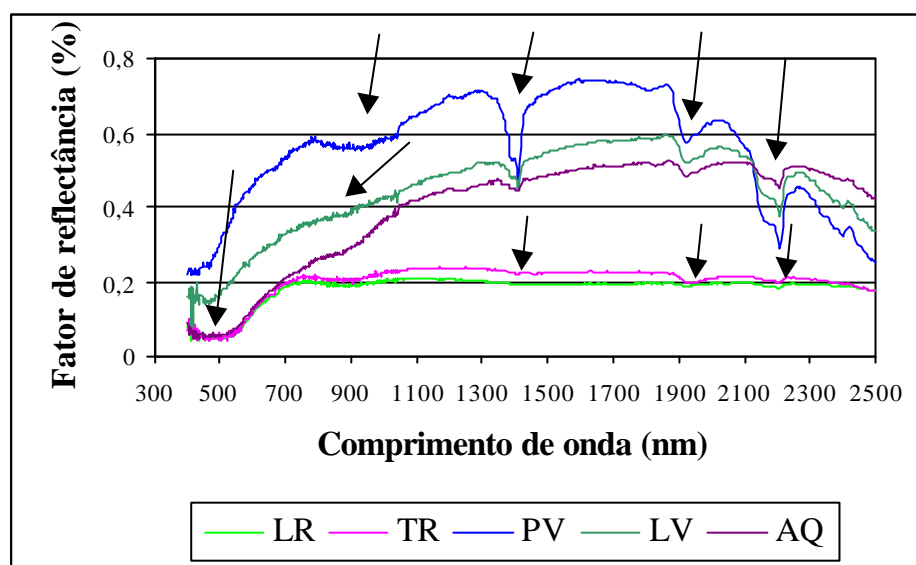


Figura 1 – Curvas espectrais representativas de cinco classes de solos, destacando as principais feições diagnósticas dos atributos dos solos.

A primeira feição espectral que ressalta é a baixa refletividade do Latossolo Roxo (LR), tanto no visível como no infravermelho, a qual pode ser atribuída à presença da magnetita em altas concentrações. De fato, conforme Hunt et al (1971), a magnetita é um mineral tipicamente opaco e praticamente sem eventos ou feições espectrais no visível e no infravermelho próximo.

Nas vizinhanças de 550 nm, e em comprimentos de onda menores, ocorrem fortes absorções, que podem ser atribuídas à presença de formas trivalentes de ferro (Fe^{3+}). Segundo Hunt et al (1971), a presença desta forma de ferro é responsável por uma banda de absorção devida a transferências de carga metal-ligante ($Fe^{3+} \Rightarrow O^{2+}$) centralizada na região do ultravioleta, mas cujo flanco de baixa energia situa-se no domínio do visível.

São marcantes as feições referentes às absorções pela água localizadas em 1450 nm e em 1950 nm, principalmente nos solos de maiores intensidades refletivas (principalmente o PV). Apesar de, no momento das medições espectrais, as amostras de solos estarem nas condições de terra fina seca ao ar, ainda assim, mesmo nas curvas de menores refletividades (LR e TR), estas bandas chegam a mostrar presença, embora com profundidades e larguras bem menores que nas curvas de maiores refletividades. Hunt e Salisbury (1970) observaram que bandas de absorção muito fortes em 1450 e em 1950 nm são devidas à água

confinada típica das montmorilonitas. Assim, evidencia-se que a profundidade e a largura das bandas não são apenas função da intensidade de refletividade (ou seja, para solos com altas refletividades, as bandas pronunciam-se significativamente mais). Seria ideal que os parâmetros quantitativos das bandas de absorção (profundidade e largura) estivessem significativamente correlacionados com os teores dos parâmetros que as causam.

Outra feição associada aos óxidos de ferro é a banda larga centrada em aproximadamente 900 nm (curva PV), que, conforme Hunt et al. (1971), poderia ser atribuída à presença de hematita, limonita e goetita.

A banda de absorção centrada em 2200 nm (curvas PV, LV e AQ) é atribuída à caulinita (Stoner and Baumgardner, 1980); componente que também tem influência na banda centrada em 1950 nm. O conteúdo de matéria orgânica e a composição dos constituintes orgânicos são conhecidos por terem forte influência na reflectância dos solos. À medida que o conteúdo de matéria orgânica aumenta, a reflectância dos solos diminui no intervalo entre 600 e 1100 nm (Montgomery, 1976), o que anula a tendência a uma convexidade pronunciada na região próxima de 750 nm (como mostrado na curva AQ).

5. Conclusões

Óxidos de ferro, minerais de argila, matéria orgânica e umidade, nas curvas utilizadas no presente trabalho, demonstraram significativas feições espectrais diagnósticas nestes dados obtidos em condições de laboratório, conforme discutido acima. Contudo, há ainda a necessidade de mais estudos no sentido de entender melhor como se poderia extrair informações de forma mais direta, sobre os referidos componentes dos solos a partir das curvas espectrais, de modo que possam servir como meios eficientes de fornecer informações analíticas úteis para os levantamentos e classificações de solos tropicais brasileiros.

Referências Bibliográficas

- Formaggio, A.R.; Epiphanyo, J.C.N.; Valeriano, M.M.; Oliveira, J.B. Comportamento espectral (450-2450 nm) de solos tropicais de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20: 467-474. 1996.
- Hunt, G.R.; Salisbury, J.W. Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks: I. Silicate minerals. **Modern Geology**, 1: 283-300. 1970.
- Hunt, G.R.; Salisbury, J.W.; Lenhoff, C.J. Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks: III. Oxides and hydroxides. **Modern Geology**, 2:195-205. 1971.
- Montgomery, O.L. **An investigation of the relationship between spectral reflectance and the chemical, physical, and genetic characteristics of soils**. PhD. Thesis. Purdue University. West Lafayette, Indiana. 1976.
- Nicodemus, F.E.; Richmond, J.J.; Hsia, I.W.; Ginsberg; Limperis, T. **Geometrical considerations and nomenclature for reflectance**. National Bureau of Standards Monograph 160. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. 1977.
- Stoner, E.R.; Baumgardner, M.F. **Physicochemical, site and bidirectional reflectance factor characteristics of uniformly moist soils**. West Lafayette (IN), Purdue University. LARS Technical Report 111679. 1980. 94 p.
- Stoner, E.R.; Baumgardner, M.F. Characteristic variations in reflectance of surface soils. **Soil Science Society of America Journal**, 45:1161-1165. 1981.