

CARACTERIZAÇÃO ESPECTRAL (400-2500 nm) DE SOLOS TROPICAIS BRASILEIROS. Lauro Charlet Pereira⁽¹⁾, Antonio Roberto Formaggio⁽²⁾, José Carlos Neves Epiphanyo⁽²⁾, Maurício dos Santos Simões⁽²⁾, Júlia Célia Mercedes Strauch⁽¹⁾.

⁽¹⁾ CNPS-EMBRAPA, Rua Jardim Botânico, 1024 - Rio de Janeiro (RJ), 22.460-000.

⁽²⁾ INPE-MCT, Av. dos Astronautas, 1758, C. Postal 515 - São José Campos (SP), 12227-010.

1. INTRODUÇÃO: No Brasil, há uma carência generalizada de informações espectrais sobre solos, sobretudo na faixa entre 400 e 2500 nm, quando se compara com o número de espectros de solos de regiões temperadas.

Nesse contexto, ressalta-se que salvo recentes estudos realizados por Epiphanyo et al. (1992), era praticamente nula a existência de curvas espectrais além de 1000 nm. Ou seja, há um descompasso entre a grande variabilidade dos solos brasileiros e o conhecimento sobre os seus respectivos comportamentos espectrais. Ademais, deve-se atentar para o fato de que existem, há algum tempo, sensores orbitais operando em faixas espectrais além de 1000 nm (por exemplo o TM/Landsat), e há previsões de lançamentos de novos sensores nestas faixas (Asrar e Dozier, 1994), inclusive o satélite CBERS (China Brazil Earth Resources Satellite). Adicionalmente, destaca-se, ainda, que o Brasil está entrando numa fase de desenvolvimento de seus próprios satélites de sensoriamento remoto. Atualmente, o CBERS está em fase adiantada de construção e em breve necessitará de experimentos de simulação e calibração. Da mesma forma, o Satélite de Sensoriamento Remoto da Missão Espacial Completa Brasileira (SSR/MECB) estará em órbita num tempo não muito distante.

Assim, os objetivos do presente trabalho constaram de: a) determinar as curvas espectrais dos principais solos de algumas regiões brasileiras; b) identificar os principais parâmetros reguladores (intervenientes) do comportamento espectral dos solos estudados; c) caracterizar os solos nas diferentes faixas do espectro (visível, infravermelho próximo e infravermelho médio, compreendendo o intervalo entre 400 e 2500 nm), de acordo com suas respostas espectrais; e d) disponibilizar dados espectrais numa forma prontamente assimilável para a comunidade usuária.

2. METODOLOGIA: quanto à rotina metodológica, foram estudadas 20 classes de solos, num total de 268 amostras, correspondentes aos horizontes de superfície e de subsuperfície, provenientes de levantamentos de solos já realizados no território nacional pela EMBRAPA-CNPS; portanto, com disponibilidade de resultados de análises morfológicas, físicas, químicas e, eventualmente, mineralógicas.

Estas amostras, após passadas em peneiras de malha de 2 mm e nas condições de terra fina seca ao ar, foram submetidas às medições espectrais em laboratório, utilizando-se o sistema sensor “Dual Field of View Mark IV Infra-Red Intelligent Spectroradiometer” (IRIS), (GER, s.d.). Este espectroradiômetro cobre uma janela espectral entre 300 e 3000 nm, numa varredura contínua, em que adquire dois espectros, sendo um a cada campo de visada (“fov” – field of view // um “fov” na amostra e o outro na placa de referência). A resolução espectral é de 2 nm entre 300 nm e 1000 nm e de 4 nm na região entre 1000 nm e 3000 nm. Descrições mais detalhadas sobre a metodologia e o equipamento podem ser encontradas em Epiphanyo et al. (1992).

O fator de reflectância bidirecional (FRBD), num dado comprimento de onda λ , é dado pela seguinte expressão:

$$FRBD_{\lambda} = \frac{L_{a,\lambda}(\theta_i, \phi_i; \theta_r, \phi_r)}$$

$$L_{p,\lambda}(\theta_i, \varphi_i; \theta_r, \varphi_r)$$

onde:

L_a, L_p = radiância ($w m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$) do alvo e da placa de referência, respectivamente;

θ_i, φ_i = ângulos zenital e azimutal de incidência; e

θ_r, φ_r = ângulos zenital e azimutal de reflexão.

3. RESULTADOS: entre os resultados obtidos, serão apresentadas as curvas espectrais referentes aos horizontes A e B de amostras dos solos Latossolo Vermelho Escuro (LE), Latossolo Amarelo (LA), Latossolo Vermelho Amarelo (LV) e Podzólico Vermelho Amarelo (PV), encontrados nos estados de RO, RR, AP e RJ, respectivamente.

De um modo geral, as curvas dos horizontes superficiais apresentaram albedos menores que os encontrados para os horizontes subsuperficiais, em função de seus maiores conteúdos de matéria orgânica (Tabela 1). A influência da matéria orgânica, diminuindo o albedo, manifestou-se praticamente em toda a faixa espectral estudada (400 a 2500 nm), porém com maior evidência na faixa entre 450 e 1950 nm.

Tabela 1 - Características físicas, químicas e morfológicas dos solos estudados

CLASSE DE SOLO _o	HORIZONTE	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	C	g Kg ⁻¹			ARGILA	COR (Munsell)
					AREIA GROSSA	AREIA FINA	SILTE		
LV	A1	9	2	0,94	50	24	11	15	10 YR 4/3
	B22	16	2,8	0,10	40	24	10	26	3,5 YR 5/8
PV	A1	34	9	0,97	34	27	19	20	10 YR 3/3
	B2tpl	74	1,22	0,39	22	14	12	52	2,5 YR 4/6
LE	A1	171	3,57	1,45	18	18	13	51	10 R 3/3
	B21	187	3,30	0,17	12	11	10	67	10 R 3/6
LA	A	5	0,41	0,33	53	28	6	13	10 YR 4/2
	Bw2	10	0,80	0,02	35	25	11	29	10YR 6/4

Analisando as curvas espectrais das camadas superficiais dos diferentes tipos de solos, observou-se uma estratificação, onde verifica-se uma seqüência decrescente de reflectância: LV > PV > LA > LE (Figura 1).

A matéria orgânica mostrou uma tendência de encobrir as bandas de absorção presentes na região entre 400 e 1400 nm, em função da diminuição da refletividade por ela promovido. Isto está bem evidente quando se compara a curva do horizonte A1 do PV (Figura 1) com a curva B2tpl do mesmo PV (Figura 2) - o horizonte A1 é mais arenoso e contém maior teor de matéria orgânica que o B2tpl; assim, a manifestação da influência da matéria orgânica aumentando a absorção da radiação eletromagnética incidente faz-se sentir com maior intensidade, a tal ponto que uma

banda de absorção devida aos óxidos de ferro (centrada em 950 nm e que deveria estar presente nesta curva) torna-se praticamente imperceptível, concordando com os resultados obtidos por Formaggio et al. 1996.

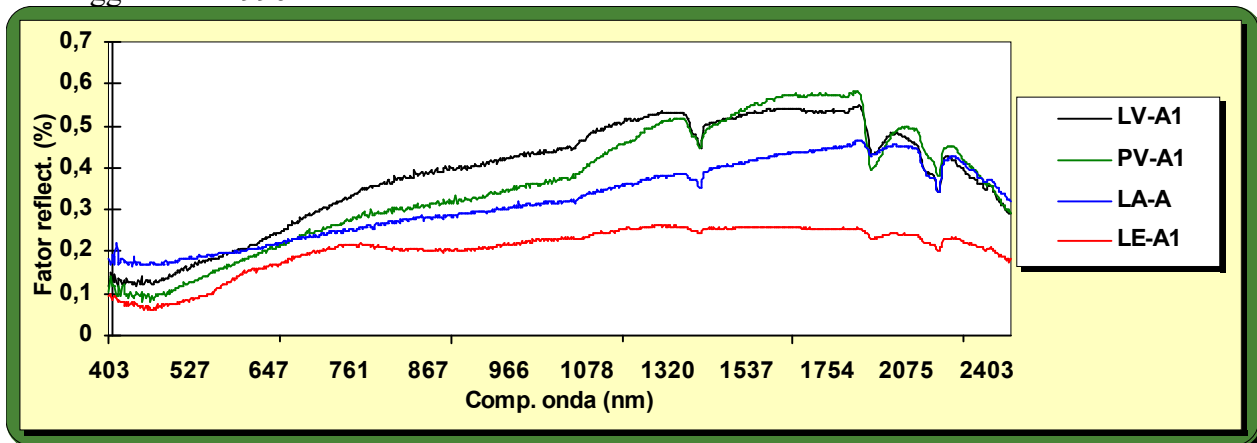


Figura 1 - Curvas espectrais dos horizontes superficiais dos solos estudados.

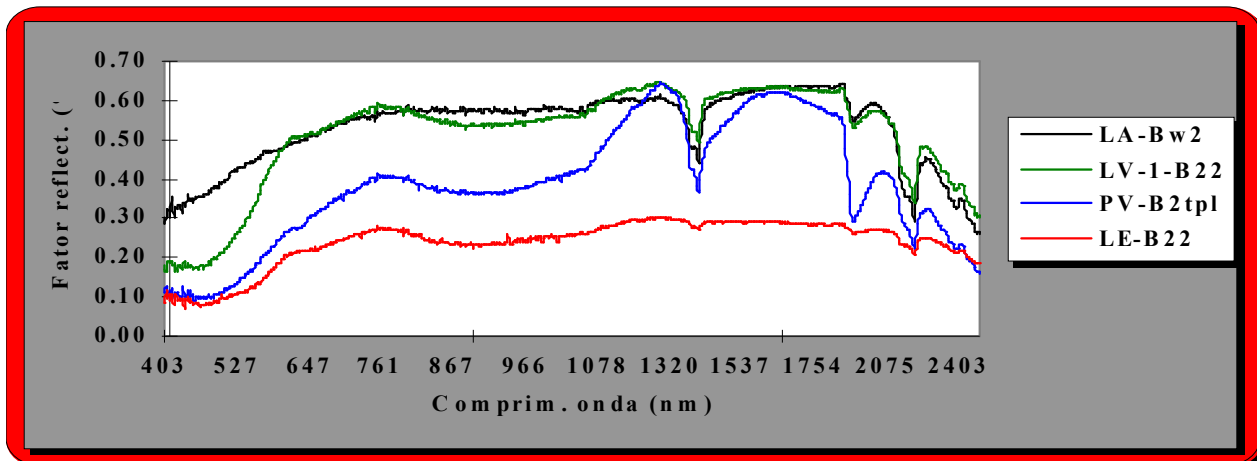


Figura 2 - Curvas espectrais dos horizontes de sub-superfície dos solos estudados.

Com relação às principais bandas de absorção (centradas em 950 nm, 1450 nm, 1950 nm e 2200 nm, que se referem, respectivamente, a Fe_2O_3 , água-caulinita, água e caulinita-gibbsite) verificou-se que são pouco pronunciadas na curva de menor albedo (LE, Figura 1), sendo que tais bandas vão manifestando-se com intensidades crescentes à medida em que crescem os albedos ($LV < PV < LA$, como pode ser observado na mesma Figura).

Analisando as curvas espectrais dos horizontes subsuperficiais (Figura 2), verifica-se que os albedos dos solos LV, PV e LA foram elevados e aproximadamente semelhantes, enquanto que o do LE foi o mais baixo. O baixo albedo do LE está associado ao elevado conteúdo de óxidos de ferro totais, MnO e TiO₂. Em geral, texturas muito argilosas e presença de elevados teores de hematita (que conferem cores mais vermelhas que 3,5 YR), de ilmenita e de magnetita imprimem

às curvas espectrais dos solos baixas refletividades, no visível e no infravermelho, como expõem Stoner & Baumgardner (1980). A região posterior a 900 nm é conhecida como uma zona de absorção devida a uma banda de condução atribuída aos óxidos de ferro, presentes em altos teores em tais solos, principalmente em função da opacidade e da absorvidade espectral da magnetita. Quanto às bandas de absorção presentes nas curvas dos horizontes subsuperficiais, à semelhança das análises feitas para os horizontes A, verifica-se que as principais (centradas em 950 nm, 1450 nm, 1950 nm e 2200nm) são pouco pronunciadas na curva do LE, enquanto que nas curvas dos demais solos ocorre o inverso.

4. CONCLUSÕES: de acordo com os estudos efetuados, pode-se concluir que: **a)** os parâmetros de maior influência nas respostas espectrais dos solos estudados foram a matéria orgânica (nos horizontes superficiais) e os óxidos de ferro (tanto em superfície como em subsuperfície), promovendo uma diminuição de albedo à medida em que aumentam os conteúdos destes componentes; **b)** as curvas espectrais dos horizontes superficiais apresentaram albedos inferiores aos horizontes sub-superficiais, em função, principalmente, do conteúdo de matéria orgânica. Além disso, em horizontes mais arenosos a matéria orgânica tende a mascarar a banda de absorção dos óxidos de ferro centrada em 950 nm; **c)** as bandas de absorção tendem a manifestar-se com menor intensidade nos solos de baixa refletividade, fornecendo satisfatoriamente indicando que potencializam apenas uma indicação qualitativa da presença de determinados constituintes químicos e mineralógicos dos solos como, por exemplo, matéria orgânica, óxidos de ferro e caulinita.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASRAR, G. & DOZIER, J. EOS: science strategy for the Earth Observing System. Woodbury, American Institute of Physics, 1994. 119p.

EPIPHANIO, J.C. N.; FORMAGGIO, A.R.; VALERIANO, M. M. & OLIVEIRA, J.B. Comportamento espectral de solos do Estado de São Paulo. São José dos Campos, INPE/MCT, 1992. 132p.

FORMAGGIO, A. R.; EPIPHANIO, J. C. N.; VALERIANO, M. M. & OLIVEIRA, J. B. Comportamento espectral de solos tropicais de São Paulo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 20:467-474, 1996.

GER (Geophysical Environmental Research Corp.) Mark V Dual Field of View IRIS Manual. New York, 147p. (s.d.)

STONER, E.R. & BAUMGARDNER, M.F. Physicochemical, site, and Bidirectional Reflectance Factor Characteristics of uniformly moist soils. LARS Technical Report 111679. Purdue University, West Lafayette, IN. 94p. 1980.