



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

REFLECTÂNCIA ESPECTRAL DE SOLO

José da Silva Madeira Netto
Gustavo Macedo de Mello Baptista

ISSN 1517-5111

Doc. - Embrapa Cerrados	Planaltina	n.25	p.1-55	dez. 2000
-------------------------	------------	------	--------	-----------

Copyright © Embrapa – 2000
Embrapa Cerrados. Documentos, 25

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73301-970 – Planaltina, DF
Telefone (61) 388-9898 – Fax (61) 388-9879

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações:

Ronaldo Pereira de Andrade (Presidente), Maria Alice Bianchi, Leide Rovênia Miranda de Andrade, Carlos Roberto Spehar, José Luiz Fernandes Zoby e Nilda Maria da Cunha Sette (Secretária-Executiva).

Coordenação editorial: Nilda Maria da Cunha Sette

Revisão gramatical: Maria Helena Gonçalves Teixeira

Normalização bibliográfica: Maria Alice Bianchi

Diagramação e arte-final: Jussara Flores de Oliveira

Capa: Chaile Cherna Soares Evangelista

Impressão e acabamento: Jaime Arbués Carneiro / Divino Batista de Souza

Fotos: Gustavo Macedo de Mello Batista

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação do Copyright © (Lei nº 9.610).

M181r

Madeira Netto, José da Silva.

Reflectância espectral de solos / José da Silva Madeira Netto, Gustavo
Macedo de Mello Baptista. – Planaltina : Embrapa Cerrados, 2000.
55p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; n.25)

1. Sensoriamento remoto. 2. Reflectância espectral - solo. I. Baptista,
Gustavo Macedo de Mello Baptista. II. Título. III. Série.

621.3678 - CDD 21

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO	6
O CONCEITO DE SENSORIAMENTO REMOTO	6
TEORIA DE ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA	7
Processos eletrônicos	9
Efeito do campo cristalino	10
Transferência de carga	12
Bandas de condução	14
Centros de cores	15
Processos vibracionais	17
PROPRIEDADES DE REFLECTÂNCIA ESPECTRAL DE SOLOS .	22
Componentes minerais	23
<i>Caulinita (Al₂SiO₅(OH)₄)</i>	23
<i>Gibbsita (Al₂O₃ 3H₂O)</i>	26
Relação Caulinita/Gibbsita	27
Goethita (FeOOH) e Hematita (Fe ₂ O ₃)	29
Relação Hematita/Goethita	32
<i>Ilmenita (FeTiO₃) e Magnetita (Fe₃O₄)</i>	33
Umidade do solo	35
Matéria orgânica	37
Tamanho de partículas	40

RESOLUÇÃO DE BANDAS ESPECTRAIS	43
DETERMINAÇÃO DE CORES UTILIZANDO OS ESPECTROS DE REFLECTÂNCIA	47
Conceitos	47
Cores primárias	47
Sistemas colorimétricos	48
CIE	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

REFLECTÂNCIA ESPECTRAL DE SOLOS

José da Silva Madeira Netto¹; Gustavo Macedo de Mello Baptista²

RESUMO – Usando as cores para caracterizar as propriedades dos solos ou através de fotografias aéreas para a discriminação de pedoformas, os pedólogos, já há algum tempo, compreenderam a importância do uso dos recursos oferecidos pela luz refletida como instrumento para compreender a distribuição dos solos na paisagem ou para a descrição de suas propriedades. A rápida evolução da espectroscopia de reflectância, amplamente explorada no sensoriamento remoto multiespectral, permitiu estender esse uso a comprimentos de onda outros que o visível. Mais recentemente, com o desenvolvimento da espectroscopia de imageamento o interesse pelas propriedades de reflectância espectral dos solos ganha nova importância, por causa da possibilidade de identificar e de mapear ocorrências de componentes do solo com dados de imagens obtidas por aviões ou satélites. Este trabalho tem por objetivo oferecer ao leitor a alguns elementos importantes para a compreensão das possibilidades reais do uso dos dados de reflectância espectral em pedologia. Após rever conceitos básicos sobre a interação entre a energia eletromagnética e a matéria, são discutidas as características de reflectância dos principais minerais existentes nos solos tropicais, da matéria orgânica, da umidade e da granulometria. Finalmente introduz-se, sinteticamente, os conceitos de cor e de seu cálculo com base em espectros de reflectância.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; radiometria; solo.

SPECTRAL REFLECTANCE OF SOLOS

ABSTRACT – The visible to reflected infrared reflectance spectroscopy brought new possibilities for detecting soil components. The fast development of better performing sensors that can be used in laboratories, in the field, mounted in airplanes or in satellites make . However, the possibilities offered by this technique has not yet been entirely exploited and much development is still required, in order to completely understand its potential to soil science. This paper is direct to soils scientists willing to use soil spectral reflectance data. The basic concepts related to the light/matter interactions are introduced and the reflectance characteristics of the

¹ Eng. Agrôn. Dr., Embrapa Cerrados. madeira@cpac.embrapa.br.

² Universidade Católica de Brasília – UCB, Pró-Reitoria de Graduação – PRG, Curso de Engenharia Ambiental – Campus I. EPCT Q.S. 7, Lote 1, Águas Claras. CEP 72.022-900 – Taguatinga, DF. gustavom@ucb.br

main mineral occurring in tropical soils, and the effects of organic matter, moisture and granulometry are discussed. Finally, some concepts of soil and their measurement from spectral reflectance color are introduced.

Key words: remote sensing, radiometry; soil.

INTRODUÇÃO

As informações relativas à reflexão da luz pelo solo estão entre as propriedades mais antigas e mais utilizadas em pedologia – a cor. Com o aparecimento da fotografia aérea no fim do século XIX, a aplicação das propriedades de reflexão ganharam dimensão importante e, mais recentemente, foi possível conhecer as propriedades de reflectância de minerais e rochas no domínio espectral do visível ao infravermelho refletido (400 – 2500 nm) . O avanço da indústria espacial permitiu que no início de 1970, satélites de observação da terra, transportando sensores multiespectrais fossem colocados em órbita e os dados obtidos disponibilizados para um número cada vez maior de usuários. Nos últimos anos (a partir de 1980) a espectroscopia de imageamento apresenta-se como a possibilidade de exploração dos dados de reflectancia espectral de maneira mais completa. Essa exploração dos dados, gerados por esses sistemas sensores, depende da compreensão das propriedades de reflectância dos solos e de suas relações com seus constituintes.

Este trabalho tem por objetivo introduzir elementos que estimulem aos pedólogos a utilizar esse recurso como ferramenta em seus trabalhos de pesquisa. Serão tratados assuntos que podem ser agrupados em quatro tópicos: conceitos básicos da espectroscopia de reflectância, recordando-se as noções de espectro eletromagnético, radiância, reflectância e interação matéria - energia.