

Biblioteca espectral de solos em uma área no município de Mucugê – Ba.

Sarah Moura Batista dos Santos ¹
Washington de Jesus Sant'anna da Franca-Rocha¹

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS
Caixa Postal 252-294, Feira de Santana, Bahia, Brasil
saamoura@gmail.com, wrocha@uefs.br

Abstract. The spectroradiometry Reflectance is the science that studies the spectrums derived from the interaction of electromagnetic energy with radiant objects, so allows to quantify this interaction by measuring the reflected, transmitted or absorbed light at different wavelengths of the electromagnetic spectrum. The soil and other elements, has its own characteristic spectral behavior. We selected an area in the Town of Mucugê - Bahia, geographically limited by the coordinates 13 ° 00 ' - 13 ° 15' S and 41 ° 30 ' - 41 ° 20' W to the development of this research. In this perspective, it becomes objective the construction of a Spectral Library soil in the study area, in order to build a database. Inasmuch, we realized fieldwork to collect soil samples according to the classification of the base map. The samples were sifted with 2 mm mesh to homogenization of effects of humidity and roughness and dried at 45 ° C for 24 h and stored in spectroradiometry Laboratory of the State University of Feira de Santana. Samples was measuring by the spectroradiometers FieldSpec 4 which covers the range of 350-2500 nm.

Palavras-chave: spectroradiometry, spectral curves, spectral characterization, absorption, espectrorradiometria, curvas espectrais, comportamento espectral, absorção.

1. Introdução

A Espectrorradiometria de Reflectância é a ciência que estuda os espectros derivados da interação da energia eletromagnética com os objetos radiantes, nesse sentido, permite quantificar essa interação medindo a luz refletida, transmitida ou absorvida por eles, em diferentes comprimentos de ondas do espectro eletromagnético (ALBA, 2007). Logo, uma das principais aplicações da espectrorradiometria é a caracterização de materiais, como por exemplo, o solo. A caracterização do comportamento espectral do solo se torna relevante considerando que o mesmo é a base para o desenvolvimento da vida terrestre, uma vez que, por meio de sua complexa composição, nutre e sustenta a cobertura vegetal presente na Terra. Este fato torna fundamental a busca pela manutenção e preservação deste recurso natural não renovável.

Deste modo, a espectrorradiometria enquanto uma técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) possibilitam a aquisição de informações detalhadas sobre as características e atributos do solo, através de sensores que registram as interações que ocorrem entre a energia eletromagnética e elementos constituintes desse material, sem contato físico entre o dispositivo coletor e o alvo em análise (JENSEN, 2009). A coleta de dados é realizada em laboratório ou campo, por meio do espectrorradiômetro, sensor que quantifica as interações entre o objeto analisado e a radiação eletromagnética, dispondo as informações obtidas em gráficos denominados curvas espectrais (ALBA, 2007). Portanto, O conjunto de curvas que caracterizam o comportamento espectral dos alvos constitui uma Biblioteca Espectral.

Logo o comportamento espectral do solo irá depender diretamente de sua composição química, física, biológica e mineralógica (Dalmolin, 2002; SOUSA Jr. et al, 2008) e a sua reflectância pode ser expressa em curvas de reflectância espectral que abrangem a região do espectro eletromagnético, apresentando feições típicas ou bandas de absorção, devido a interação dos átomos ou moléculas dos diferentes constituintes do solo com a radiação eletromagnética em comprimento de onda específico (Dalmolin, 2002). Assim, características de reflectância espectral dos solos dependem de vários atributos importantes, dentre os quais se destacam: cor, classe dos solos, teor de matéria orgânica, teor de oxido de ferro, composição

mineralógica, teor de umidade e granulométrico, como apontam em seus estudos: Epiphany et al. (1992); Dalmolin (2002); Bellinaso (2009); Jensen (2009).

A vista disso, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos nesta linha de pesquisa, porém, como apontam Sousa Jr. et al (2008) o solo é um corpo complexo que apresenta uma grande variabilidade de seus constituintes, de tal modo, é preciso obter mais informações que elucidem com exatidão a interação da radiação eletromagnética com diferentes tipos de solos. A presente pesquisa tem como objetivo a construção de uma Biblioteca Espectral de solos de uma região do município de Mucugê, BA, a fim de se construir um banco de dados.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A área selecionada para o estudo se encontra no município de Mucugê– Bahia (figura 01), limitada geograficamente pelas coordenadas 13°00' – 13°15' S e 41°30' – 41°20' W. Para realização de caracterização espectral dos solos da região, foi utilizada cartografia de solo da área em escala de semi-detulhe, construída com auxílio de modelagem fuzzy por Nolasco-Carvalho et al (2009) para delimitação da área (Figura 1).

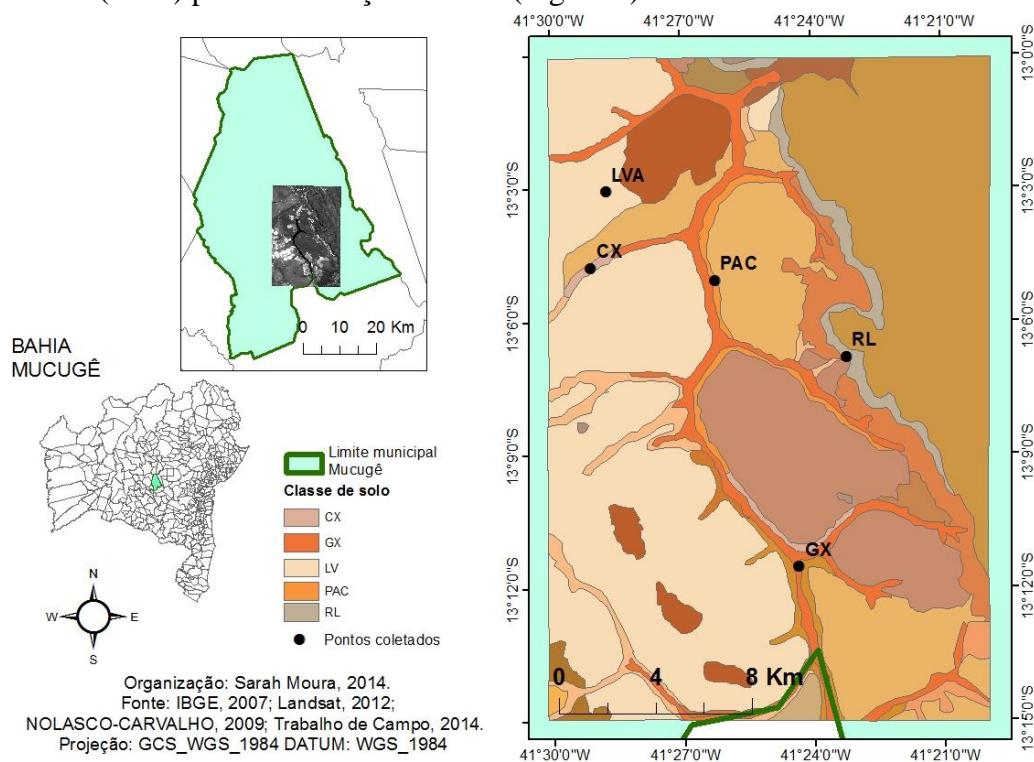


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

A área está inserida no planalto da serra do Sincorá, geomorfologicamente compreende uma superfície aplainada com altitudes entre 1000 e 1200m, o relevo predominante é plano e suave ondulado. Na área de estudo predominam os Campos Gerais, que englobam as superfícies de erosão e pediplanação geologicamente constituídas por rochas da Formação Tombador (Grupo Chapada Diamantina) e por coberturas residuais derivadas dos sedimentos do Grupo Paraguaçu.

O clima da região estudada é tropical sub-úmido a sub-úmido, a pluviosidade e a temperatura média anual estão entre 800 – 1200 mm e 20 a 24°C, respectivamente, com variações decorrentes das diferenças altimétricas. Já com relação ao uso do solo na área estudada há uma grande quantidade de fazendas em que existem áreas irrigadas.

2.2 Coleta de dados em campo

Para o desenvolvimento da caracterização espectral dos solos foi realizado trabalho de campo para coleta de amostras (Figura 1). Foram coletadas amostras superficiais por pontos, com auxílio de trado, em profundidade de 0 – 10 cm, designadas, respectivamente, de: ponto A (amostra A1), ponto B (amostra B1), ponto C (amostra C1), ponto D (amostra D1) e ponto E (amostra E1), contendo coordenadas geográficas e fotografias dos procedimentos (tabela 1). Na coleta de dados em campo foi utilizado um GPS de navegação Garmin com média de erro +/- 15m.

Tabela 1 – Dados de campo.

Ponto	Nome da amostra	Nome da classe	Sigla	Coordenadas	
				X	Y
Ponto A	A1	Latossolo vermelho-amarelo	LVA	231186	8555941
Ponto B	B1	Cambissolo háplico	CX	230542	8552754
Ponto C	C1	Gleissolo háplico	GX	239239	8540367
Ponto D	D1	Argissolo acinzentado	PAC	235705	8552264
Ponto E	F1	Neossolo lítólico	RL	241204	8549101

2.3 Preparação das amostras em laboratório

A preparação das amostras para análise espectral foi feita no Laboratório de Espectrorradiometria (LABESPECTRO) do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). As amostras foram peneiradas com malha de 2 mm para homogeneização dos efeitos da umidade e rugosidade e secas em estufa a 45 °C, por 24 h, seguindo metodologia descrita por: Sousa Jr. et al, (2008) e Bellinaso, (2009). Depois deste processo, as amostras foram acondicionadas em placas de petri de 13,5 cm de e armazenadas no LABESPECTRO (Figura 2, 3, 4 e 5).



Figura 2, 3, 4 e 5 - Preparação das amostras.

2.4 Medição em laboratório Aquisição dos dados espectrais

A coleta de dados espectrais foi realizada no LABESPECTRO (Figura 6 e 7), utilizando o sensor hiperespectral, FieldSpec Spectroradiometer 4, que recobre a faixa espectral entre 350 e 2.500 nm, com resolução espectral de 1 nm, utilizando a sonda de contato. Utilizou-se uma placa de sulfato de bário como padrão de referência de alta refletância difusa. Foi realizada a leitura espectral das amostras quatro vezes para cada ponto e foi determinada a média da intensidade de reflectância para cada um dos pontos utilizando a função estatística do software Viewspecpro. Com o auxílio do software Envi 4.8 as curvas foram plotadas e aplicadas a técnica da remoção do contínuo, bem como foi utilizada a biblioteca espectral de minerais para detectar os minerais presentes no solo.

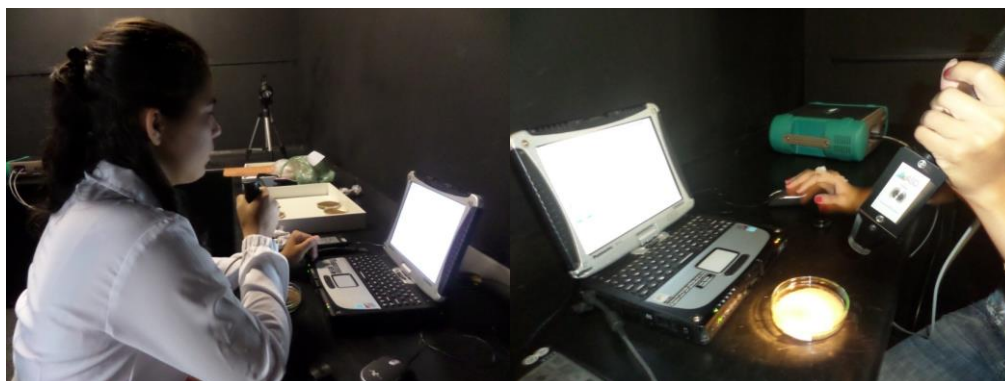


Figura 6 e 7 - Medição das amostras.

2.5 Interpretação dos resultados e caracterização dos solos

A interpretação dos resultados foi realizada inicialmente com apoio da pesquisa bibliográfica sobre o comportamento espectral dos tipos de solo estudados, fundamentadas nos métodos empregados por Dalmolin (2002), Bellinaso (2009), Genú e Demattê (2012). Assim a interpretação foi feita a partir da análise visual das curvas espectrais obtidas, para identificação dos picos de absorção e seus valores, feições específicas dos constituintes pedológicos que mais influenciam na resposta espectral do solo. Com isso, as informações obtidas foram confrontadas com as baseadas na caracterização das curvas espectrais, a fim de detectar a correlação entre ambas. Nesse sentido, a respectiva avaliação se baseia nas análises visuais das curvas espectrais, conforme a intensidade (albedo), aspectos de forma (plano, convexo e côncavo), inclinação geral (ascendente, descendente ou plano), mudanças de inclinação, e feições de absorções específicas nas diferentes faixas do comprimento de onda eletromagnético de 350 a 2500 nm.

3. Resultados e Discussão

Os diferentes tipos de solos encontrados na área de estudo apresentaram bandas de absorção em três comprimentos de onda específicos na faixa do infravermelho (1400, 1900 e 2200 nm) devido as vibrações fundamentais do grupo OH e da água (H₂O). A hidroxila está presente na estrutura dos minerais e possui apenas uma vibração ativa no infravermelho, situada em torno de 2750 nm, porém, com um “overtone” próximo a 1400 nm (CLARK et al., 1990 apud, GENÚ E DEMATTÊ 2012), além disso, a combinação deste grupo com outros elementos como, por exemplo, o Al e o Mg, produzem feições de absorção próximas de 2200 nm e 2300 nm e são diagnósticas dos minerais de argila.

A partir da análise visual dos resultados obtidos o principal mineral que foi identificado no comportamento espectral dos solos foi a caulinita, que além das bandas em 1400 e 2200 nm também apresentam uma feição intensa em 1900 nm pela presença da água entre as lâminas do mineral. Tal fato demonstra que os solos estudados apresentam esse mineral. Essa informação é comprovada levando em conta que os mesmos solos também apresentam uma feição dupla em 2200 nm, caracterizando a existência da caulinita (Figura 8 e 9).

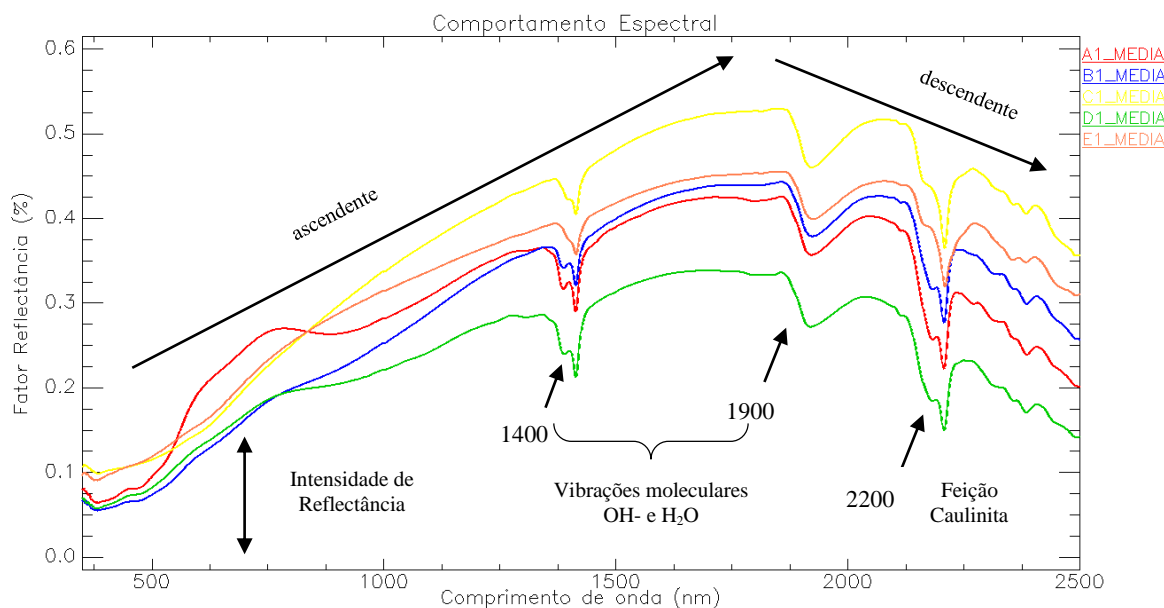


Figura 8 – Comportamento espectral dos valores médios das diferentes amostras do ponto A, B, C, D e E.

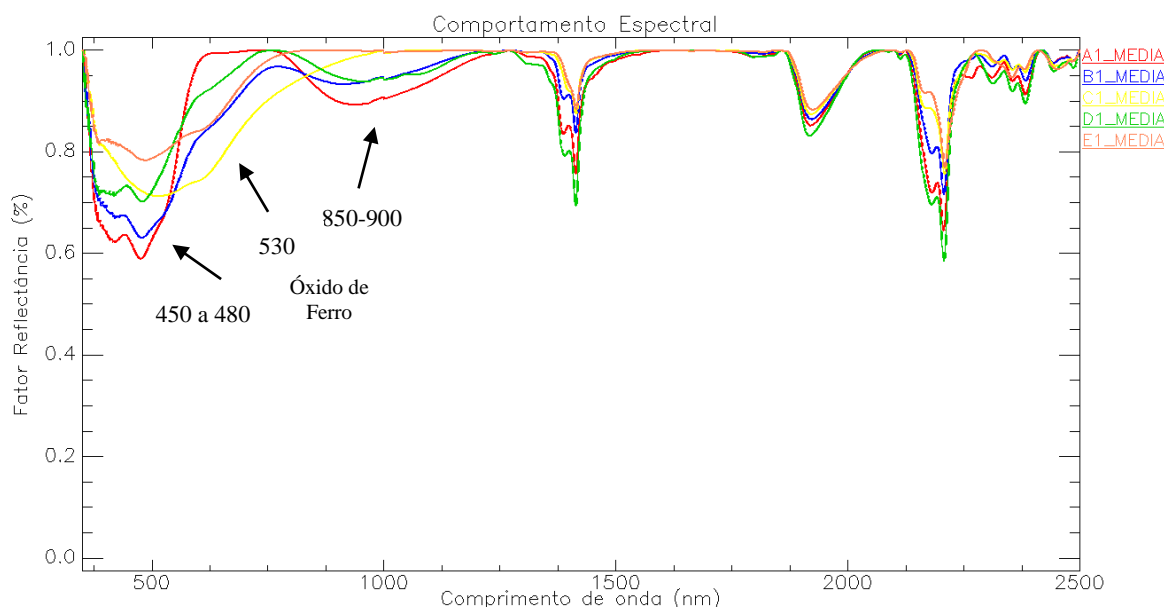


Figura 9 - Espectros normalizados através do método de remoção do contínuo para os comprimentos de onda entre 350 a 2500 nm.

O latossolo vermelho-amarelo (A1) apresenta as curvas com um padrão de inclinação ascendente até 1900 nm e descendente até 2500 nm, semelhante ao encontrado por Bellinaso (2009), a intensidade média do fator reflectância do solo é 0.45, apresenta feições da caulinita (1400, 1900 e 2200 nm) com feição específica de absorção dupla, similar a um degrau na curva espectral, que é singular desse argilo-mineral. Observamos a presença do óxido de ferro (850-900 nm) e apresentou feição em degrau típica da goethita (450 a 480 nm).

O cambissolo háptico (B1) possui curvas espectrais que se enquadraram no tipo ascendente até 1900 nm e descendente até 2500 nm, a intensidade média do fator reflectância do solo é 0.45, as bandas de absorção centradas em 1400, 1900 e 2200 nm (caulinita). Com a aplicação do método de remoção do contínuo, o qual acentua os picos de absorção pudemos perceber, bem como, observado no ponto anterior as feições do óxido de ferro (concavidade na região de 900 nm). Apresenta feição característica de degrau típica da goethita (450 a 480 nm).

O gleissolo háplico (C1) apresenta padrão de inclinação ascendente até 1900 nm e descendente até 2500 nm, a intensidade média do fator reflectância do solo é 0.5, apresenta feições da caulinita (1400, 2200 nm) com feição específica de absorção dupla, similar a um degrau na curva espectral, que é singular desse argilo-mineral. Não percebemos a presença do óxido de ferro, uma vez que, a presença de matéria orgânica mascarou a presença dos óxidos de ferro existentes no solo, uma vez que, afetou as bandas de absorção destes minerais (DEMATTE et al., 2003).

O argissolo acinzentado (D1) apresenta curvas espectrais com padrão de inclinação ascendente até 1900 nm e descendente até 2500 nm, a intensidade média do fator reflectância do solo é 0.5, as bandas de absorção centradas em 1400, 1900 e 2200 nm (caulinita). Observamos a presença do óxido de ferro (850-900 nm) e apresentou feição em degrau típica da goethita (450 a 480 nm). Vale ressaltar que a amostra D1 apresenta baixa reflectância em relação às outras amostras, podemos considerar então a diferença na sua quantidade de matéria orgânica (elevado teor).

O neossolo litólico (E1) apresenta curvas espectrais que se enquadraram no tipo ascendente até 1900 nm e descendente até 2500 nm, a intensidade média do fator reflectância do solo é 0.45. Observamos a presença da caulinita (1400, 1900 e 2200 nm). Com a aplicação do método de remoção do contínuo percebemos a presença da hematita (530 nm), caracterizando-se como curvas de solos arenosos, logo podemos considerar que a textura arenosa tende a ter maior intensidade de reflectância, devido a sua constituição mineralógica (ricos em quartzo) e ao fato de geralmente apresentarem baixos teores de matéria orgânica, óxidos de ferro e menores teores de água, bem como observado nos trabalhos de Dalmolin (2002) e Resende et al. (2005).

Para tanto, encontramos diferentes intensidades do fator reflectância para as diferentes classes de solo, bem como, diferentes comportamentos na faixa de 850 – 900 nm do comprimento de onda, conseqüentemente com ausência da concavidade em algumas amostras na parte do ferro, possivelmente por conta da matéria orgânica, ou seja, concavidade baixa, baixo teor de ferro.

4. Conclusões

O desenvolvimento desse trabalho permitiu a construção de uma Biblioteca Espectral de solos de uma região do município de Mucugê, BA, assim, possibilitando a estruturação de uma base de dados que poderão contribuir em estudos futuros. Logo, com base na interação entre a radiação eletromagnética e os constituintes do solo foi possível, caracterizar o comportamento espectral do solo a partir de análises visuais.

O método de remoção do espectro contínuo possibilitou a visualização de feições de absorção não identificadas no gráfico de reflectância por comprimento de onda. Logo, a espectrorradiometria de reflectância mostrou ser uma técnica de sensoriamento remoto bastante eficaz na caracterização espectral do solo.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Feira de Santana. Ao Laboratório de Espectrorradiometria do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Terra e do Ambiente. À área de geociências por todo apoio com o material para campo. E por fim ao projeto Integrando Níveis de Organização em Modelos Ecológicos Preditivos: Aportes da Epistemologia, Modelagem e Investigação Empírica (INOME/PRONEX).

Referências Bibliográficas

ALBA, José Maria F.. **O uso da Espectrorradiometria no Mapeamento de Solos: Estudo de Caso na Estação Experimental Terras Baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

BELLINASO, H. **Biblioteca espectral de solos e sua aplicação na quantificação de atributos e classificação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba. 2009.

DALMOLIN, R. S. D. **Matéria orgânica e características físicas, químicas, mineralógicas e espectrais de Latossolos de diferentes ambientes**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

DEMATTÊ, J.A.M.; EPIPHANIO, J.C.N. & FORMAGGIO, A.R. **Influência da matéria orgânica e de formas de ferro na reflectância de solos tropicais**. *Bragantina*, 62:451-464, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

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, 1992. 131p. (INPE-5424- PRP-172)

GENÚ, A. M; DEMATTÊ. J A. M. **Espectrorradiometria de solos e comparação com sensores orbitais**. *Bragantina*, Campinas, v. 71, n. 1, p.82-89, 2012.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto e do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução Português. 2. e.d. Parentese editora. São José dos Campos – SP, 2009.

NOLASCO-CARVALHO, Claudia; FRANCA-ROCHA, Washington; UCHOA, José M. **Mapa digital de solos: Uma proposta metodológica usando inferência fuzzy**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.13, n.1, p.46–55, 2009. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C. & REZENDE, S.B. **Mineralogia de solos brasileiros: Interpretação e aplicações**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2005.

SOUSA Jr. J.G.A.; DEMATTÊ, J.A.M.; GENÚ, A.M. **Comportamento espectral dos solos na paisagem a partir de dados coletados por sensores terrestre e orbital**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, p. 727-738. 2008.