

A ESPECTRORRADIOMETRIA NA CARACTERIZAÇÃO DO CONTÉUDO DE FERRO EM SOLOS

Ayala de Souza Reis Carneiro¹, Erli Pinto dos Santos², Renata Barreto Mascarenhas¹, Rosângela Leal Santos¹, Taíse Bomfim de Jesus¹

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, CEP 44036-900 – Feira de Santana – BA, Brasil, ayala.reis@hotmail.com, rosangela.leal.uefs@gmail.com, taisebj@hotmail.com

² Universidade Federal de Viçosa – UFV, CEP 36570-900 – Viçosa – MG, Brasil, erlitec.agri@hotmail.com

RESUMO

Todos os elementos que constituem o solo influenciam no seu comportamento espectral, em especial o ferro, que além de desempenhar papel significativo nas propriedades químicas e físicas do solo, interfere diretamente na resposta espectral. O objetivo do trabalho foi demonstrar o potencial da espectrorradiometria na caracterização do elemento ferro presente nas amostras de solo coletadas no Centro de Agroecologia Rio Seco – UEFS. No intervalo de comprimento de onda que vai de 450nm à 900nm a área 1 apresentou maiores valores de reflectância, caracterizando uma maior quantidade de Fe presente nas amostras. Para os resultados analíticos a área 2 se destacou com maiores concentrações de Fe. Os resultados obtidos não foram satisfatórios, não houve concordância entre os dados químicos e espectrais, ocorrendo divergência em ambos os meses de coleta. Observou-se que as quantidades elevadas de matéria orgânica presente nas amostras podem ter interferido na resposta espectral do ferro, atuando como máscara.

Palavras-chave — sensoriamento remoto hiperespectral, matéria orgânica, efeito máscara, ciências do solo.

ABSTRACT

All the elements that constitute the soil influence its spectral behavior, especially iron, which besides playing a significant role in the chemical and physical properties of the soil, interferes directly in the spectral response. The objective of this work was to demonstrate the potential of spectroradiometry in the characterization of the iron element present in soil samples collected at the Rio Seco Agroecology Center - UEFS. In the range of wavelength ranging from 450nm to 900nm, area 1 presented higher reflectance values, characterizing a higher amount of Fe present in the samples. For the analytical results area 2 stood out with higher concentrations of Fe. The results were not satisfactory, there was no agreement between chemical and spectral data, with divergence occurring in both months of collection. It was observed that the high amounts of

organic matter present in the samples may have interfered in the spectral response of the iron, acting as a mask.

Keywords —hyperspectral remote sensing, organic matter, mascara effect, sciences of soil.

1. INTRODUÇÃO

O ferro é um elemento de grande ocorrência nas regiões tropicais, apresenta papel importante no solo, pois influencia no comportamento químico e físico do mesmo e é um micronutriente essencial no desenvolvimento e crescimento vegetal. Concomitantemente a isto, o ferro influencia diretamente no comportamento espectral do solo [1].

A extração de informações sobre solos, com base em dados de sensoriamento remoto, refere-se ao estudo de certas feições de absorção de energia em determinados comprimentos de onda ou em regiões espectrais bem definidas [2]. A possibilidade da caracterização de atributos do solo por meio da sua curva espectral fundamenta-se na intensidade da curva, essas feições são provenientes da interação dos átomos e moléculas dos diferentes constituintes do solo com a radiação eletromagnética em um dado comprimento de onda [3]. Os espectrorradiômetros possibilita quantificar esse fluxo de energia que é expresso em curvas de reflectância espectrais, essas curvas abrangem a região do espectro eletromagnético de 400 a 2500 nm, chamado de espectro óptico [4].

Como cada solo apresenta diferentes constituição e proporções variadas, essas interações dos constituintes com o fluxo de energia incidente resultará em respostas espectrais variadas, possibilitando distinguir e caracterizar os constituintes de um determinado solo.

Assim as bandas de absorção da energia eletromagnética que ocorrem ao longo do espectro óptico constituem feições diagnósticas que podem ser usadas para identificar diferentes minerais do solo como óxidos de ferro [5;6] e argilominerais

De acordo com [7]; [8]; [9] óxidos de ferro presente no solo influencia no comportamento da curva espectral, diminuindo o albedo a medida que ocorre o aumento do seu teor no solo. Em estudo realizado por [10] concluíram que existe a possibilidade de determinar teores de ferro presente no solo por intermédio da reflectância espectral, analisando

a interação entre este elemento e os outros cosntituíntes do solo.

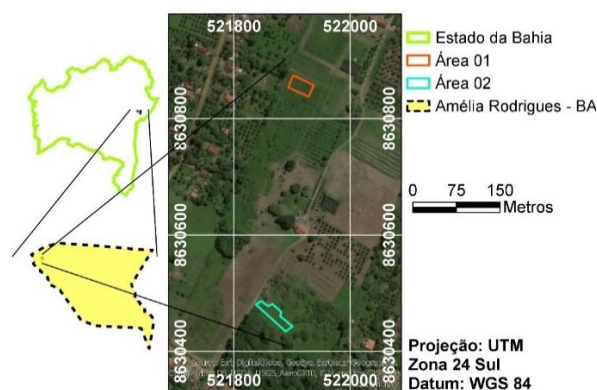
O objetivo do estudo é demonstrar a capacidade da espectrorradiometria na caracterização de ferro presente em amostras de solo, confrontando a variável reflectância espectral com a concentração de ferro obtida em análise química. As amostras foram coletadas no Centro de Agroecologia Rio Seco – UEFS nos meses de Dezembro e Fevereiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A área de estudo do trabalho está localizada no Centro de Agroecologia Rio Seco (CEARIS/UEFS), no município de Amélia Rodrigues – Bahia, onde foi dividida em duas áreas distintas para ser realizado a amostragem (Área 1 e Área 2). Foram realizadas duas coletas, em dezembro de 2016 e fevereiro de 2017, da camada superficial (de 0 a 0,20 m de profundidade) do solo, solo este que de acordo com os mapas de solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [11;12] é classificado como Argissolo vermelho amarelo.

Em cada área foi realizado uma amostragem aleatória usando um trado holandês, coletando 10 amostras simples por área, as quais foram homogeneizadas em uma amostra composta. De cada amostra composta, uma parte foi destinada para as leituras espectrorradiométricas e outra parte para quantificar a matéria orgânica.



Fonte: SANTOS et al., 2018.

Figura 1. Localização da área de estudo, exibindo as duas áreas de pastagem, no Centro de Agroecologia Rio Seco – UEFS.

2.2. Quantificação de ferro

A determinação de óxido de ferro nas amostras de solo foram realizadas utilizando a espectrometria de absorção atômica.

O preparo das amostras, previamente homogeneizadas e pesadas em uma balança analítica, seguiu o procedimento

operacional padrão do Laboratório de Geoquímica e Catalise Ambiental da Universidade Estadual de Feira de Santana (LGCA 04), digestão de amostra de sedimento em bloco digestor (via úmida).

Foi feito a dissolução em $\text{HNO}_3\text{:HCl}$. Posteriormente os tubos contendo as amostras e a mistura de ácidos foram colocados no bloco digestor em uma temperatura elevada e permaneceram até que aconteceu a perda de coloração (tom cinza/branco). Após a digestão as amostras foram filtradas e avolumadas em balões de 50 mL com água ultra-pura, que posteriormente para a leitura no espectrômetro de absorção atômica foi necessário diluir novamente em água ultra-pura para volumes de 10 mL e 20 mL.

Após este procedimento foi realizado a espectrometria de absorção atômica, onde tem como princípio básico a medida da intensidade da radiação eletromagnética, oriunda de uma fonte de radiação primária por átomos gasosos no estado fundamental.

Os componentes básicos do espectrômetro de absorção atômica são: fonte de radiação (nesta análise foi utilizada a chama), que emite o espectro do elemento de interesse; célula de atomização, na qual os átomos da amostra são produzidos; monocromador, para a dispersão da luz e seleção do comprimento de onda a ser utilizado; detector, que mede a intensidade de luz, transforma este sinal luminoso em um sinal elétrico e o amplifica; e um display (ou registrador) que registra e mostra a leitura depois do sinal ser processado.

Após a leitura feita no espectrômetro de absorção atômica foi calculado a massa (equação 1) e concentração (equação 2) de ferro (em mg Kg^{-1}) contida na amostra de solo. A partir da concentração obtida pela leitura do equipamento e volume final das amostras.

$$M (\text{mg}) = \frac{c * V}{1000 \text{ mL}} \quad (1)$$

$$C (\text{mg. Kg}^{-1}) = \frac{M * 1000(\text{g})}{m} \quad (2)$$

Em que: M é a massa de ferro calculada; c é a concentração obtida no equipamento; V o volume da solução; C a concentração de ferro calculada a partir da massa de ferro; m é a massa da amostra.

2.3. Quantificação de matéria orgânica

A determinação de matéria orgânica (MO) seguiu o método de Walkley-Black, descrito em [13] e[14]. Este método tem como princípio a determinação de carbono orgânico por oxidação da MO em solução contendo o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em meio ácido.

2.4. Espectrorradiometria

As leituras espectrais das amostras de solo foram aferidas medindo a reflectância das amostras em laboratório utilizando o espectrorradiômetro FieldSpec 3 (ASD Inc.), com faixa espectral de captação de sinal de 350 a 2.500 nm com 2.151 bandas do espectro eletromagnético, resolução de 3 nm até 700 nm e de 8 nm até 1.400/2.100 nm. Cada parcela de amostra composta destinada à medição da reflectância foi peneirada em uma malha de 2,0 mm, recolhendo o peneirado e preenchendo uma placa de petri levando à estufa para secagem a 45 °C por 24 horas. Após secagem, de cada uma das duas amostras (representando as duas áreas de solo) foram realizadas cinco medições de reflectância, sendo, no final, obtida uma média aritmética, formando uma curva espectral para cada amostra de solo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontram-se os resultados analíticos obtidos das concentrações de ferro em cada área de estudo e em ambos os meses de amostragem.

Tabela 1: Concentrações de ferro (mg.Kg⁻¹) encontradas nas áreas de coleta.

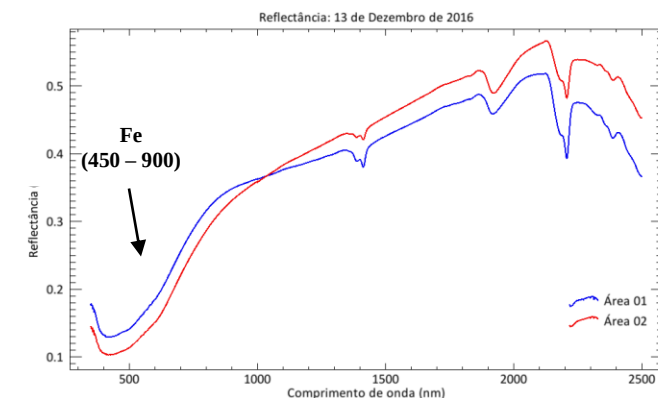
Local	Dezembro 2016	Fevereiro 2017
Área 1	21,098	20,703
Área 2	10,259	9,568

Na tabela 2, encontram-se os resultados referentes aos teores de MO obtidos a partir da análise química, para cada área de estudo e em cada mês de amostragem.

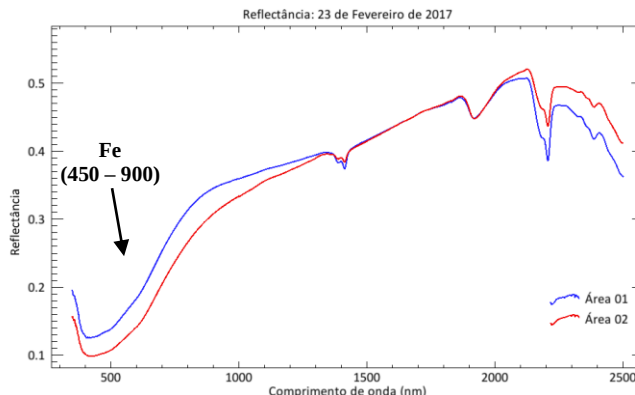
Tabela 2: Teores de matéria orgânica (%) encontrados nos solos em estudo.

Local	Dezembro 2016	Fevereiro 2017
Área 1	3,09	3,04
Área 2	3,30	3,65

Está presente na figura 2 os resultados obtidos a partir da leitura espectral, para os dois meses de amostragem (Dezembro – A; Fevereiro – B).



A.



B.

Figura 2: Espectros de reflectância de amostras de solos: dezembro de 2016 (A) e fevereiro de 2017 (B).

As curvas espectrais obtidas apresentam maior albedo para a área 1, em ambos os meses de amostragem (Figura 2 - A e B). No intervalo de comprimento de onda que vai de 450nm à 900 nm, [15]; [16]; [17]; [18], relatam que o albedo diminui à medida que a quantidade de óxidos de ferro aumenta no solo. Neste sentido, os resultados analíticos obtidos (tabela 1) e as leituras do espectro (figura 2) divergem entre si, pois em ambos os meses a área 1 apresentou valores de reflectância maior que a área 2, ou seja, não correspondem com as concentrações de ferro obtidas.

Segundo [4] a concentração de MO no solo pode desempenhar efeito de máscara, diminuindo feições de absorção de outros constituintes. Teores de MO superiores a 17g hg⁻¹ presente no solo obstruíram o efeito dos óxidos de ferro na reflectância e na cor do solo, sendo mais expressivo esses efeitos na região do visível [4]. Em estudo realizado por [19] foi observado um comportamento diferenciado na resposta espectral do solo ao remover a MO presente nas amostras de Latossolo estudadas.

Em estudos realizados por [20]; [21]; [22], mostra que o decréscimo da concentração de MO acentua as fortes relações entre a reflectância e o ferro total, favorecendo o aparecimento de uma banda de absorção bem definida ao redor de 900 nm, ao analisar os valores de MO encontrados nas amostras de solo (tabela 2) observa-se que esses valores foram superior ao apresentado por [4] evidenciando que a MO pode ter desempenhado papel de máscara nos resultados de ferro.

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho analisou-se a relação entre o comportamento das curvas espectrais e a presença de ferro no solo. Ao confrontar os resultados analíticos com a interpretação da leitura espectral, observou-se que os dados divergiam entre si, sendo que, para um determinado comprimento de onda característico do ferro, os valores de

reflectância foram contrários aos valores analíticos encontrados.

A matéria orgânica presente no solo pode ter atuado como máscara da resposta espectral do ferro, visto que, os valores de matéria orgânica encontrados nas amostras foram superiores ao parâmetro encontrado na literatura.

5. REFERÊNCIAS

- [1] DALMOLIN, R. S. D. Matéria orgânica e características físicas, químicas, mineralógicas e espectrais de Latossolos de diferentes ambientes. 2002. 151p. **Tese** (Doutor em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, porto Alegre, 2012.
- [2] DEMATTÊ, J.A.M. Relações entre dados espectrais e características físicas, químicas e mineralógicas de solos desenvolvidos de rochas eruptivas. Piracicaba: ESALQ, 1995. 264 f. tese (Doutorado em Agronomia – Solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, piracicaba, 1995.
- [3] NANNI, M. R. Dados radiométricos obtidos em laboratório e no nível orbital na caracterização e mapeamento dos solos. 2000. 366p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-USP, Piracicaba, 2000.
- [4] DALMOLIN, R. S. D., GONCALVES, C. N., KLAMT, E., DICK, D. P. Relacao entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral. **Ciencia Rural**, v. 34, n. 002, p. 481-489, 2005.
- [5] KOSMAS, C.S. et al. Characterization of iron oxide minerals by second-derivate visible spectroscopy. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.48, p.401-405, 1984.
- [6] MADEIRA NETTO, J. et al. Visible spectrmetric índices od hematite (hm) and goethite (gt) contente in lateritic soils:: the application of a Thematic Mapper (tm) imagem for soil-mapping in Brazilian, Brazil. **International Juournal of Remote Sensing**, London, v.18, p 2835-2852, 1997.
- [7] OKUKHOV, A.; ORLOV, D.S. Spectral reflectivity of the major soil groups and possibility of using diffuse reflection in soil investigation, **Soviet Soil Science**, Washington, v.1, p.174-184, 1964.
- [8] MONTGOMERY, O.L.; BAUMGARDNER, M.F. &WEISMILLER, W.A. Anin vestigation of the relations hipbetween spectral reflectance and chemical, physical and genetic characteristics of soils. West Lafayette, PurdueUniversity, 1976. (LARS. Information Note,082776).
- [9] GALVÃO, L.S. et al. Relationship of spectral reflectance and color among surface ande subcurface horizons of tropical soil profiles. **Remote Sensing of Environmet**, New York, v.61, p.24-33, 1997.
- [10] BEN-DOR, E., et al. Using Imaging Spectroscopyto study soil properties. **Remote Sensing Of Environment**. Ispra, Italy, p. 38-55. out. 2009
- [11] RECIFE. EMBRAPA SOLOS UEP. **Solos do Nordeste**. 2006. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/>. Acesso em: 17 maio 2018.
- [12] SANTOS, H.G. dos; CARVALHO JÚNIOR, W. de; DART, R. de O.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUSA, J.S. de; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil: Legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Documentos).
- [13] NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (ed.). **Methods of soil analysis - chemical and microbiological properties, part 2**. 2 ed. Madison: American Society of Agronomy e Soil Science Society of America, 1982. cap. 29, p.539-579.
- [14] TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G.; **Manual de métodos de análise de Solo**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 574 p.
- [15] ALVARENGA, B. S; D'ARGO, E.; ADAMI, M.; FORMAGGIO, A. R.; – Manual de Referência. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte, 2003. Anais. São José dos Campos: INPE, 2003. p. 2-12.
- [16] BALENA, S. P. Correlação de análises físico-químicas e espectroscópicas de laboratório com dados obtidos em campo por espectrorradiômetro. 2011. 105 f. **Tese** (Doutorado) - Curso de Química, Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- [17] BELLINASO, H.; DEMATTÊ, J. A. M.; ROMEIRO, S.A. Soilspectrallibraryand its use in soilclassification (inPortuguese). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34,n. 3, p. 861-870, 2010.
- [18] STONER,E.R.**Physico chemical, site andbi-directional reflectance fator characteristics of uniformly moist soils**. 1979. 132f.Theis (PhD in soil Science) – Purdue university.
- [19] MADEIRA NETTO, J.S. Estude qauntitative des relations constituants minéralogiques – reflectance diffuse des latosols brésiliens. Aplications a i'utilisation pedologique des données satellitaires TM (égion de Brasilia). 1991. 238f. **These** (Doctorat em Science du sol) – Université Pirre et marie Curie, UFR des Science de la Terre, Paris.
- [20] BAUMGARDNER, M. F. et al. Effects of organic matter on the multispectral properties of soils. **Proceedings Indiana Academy of Science**, Brookville, v. 79, p. 413-422, 1970.
- [21] DEMATTÊ, J.A.M.; GARCIA, G.J. Alteration of soil properties through a weathering sequence as evaluated by spectral reflectance. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.63, p.327-342, 199.
- [22] GALVÃO, L.S.; VITORELLO, I. Role of organic matter in obliterating the effects of iro non spectral reflectance and colour of Brazilian tropical soils. **International Journal of Remote Sensig**, London, v.19, p.1969-1979, 1998.