



ESPECTRORADIOMETRIA COMO FERRAMENTA DA AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS

ANDRÉ LIMA DA SILVA¹; JOSÉ MARIA FILIPPINI-ALBA²; VITER MAGALHÃES PINTO³

¹*Universidade Federal de Pelotas – aandree.lids@gmail.com*

²*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – jose.filippini@embrapa.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – viter.pinto@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por Agricultura de Precisão (AP) “um sistema de gestão que leva em conta a variabilidade espacial do campo com o objetivo de obter um resultado sustentável social, econômico e ambiental” (BERNARDI *et al.*, 2014), combinando conhecimentos e técnicas de áreas como pedologia, geoestatística, sensoriamento remoto, dentre outras.

A AP visa o uso eficiente e consciente do solo para cultivo através de conhecimentos tradicionais de sua utilização com as mais diversas ferramentas tecnológicas disponíveis atualmente. Com base nesse conceito, a espectrorradimetria de reflectância (ER) apresenta-se como alternativa para os estudos de caracterização do solo visando o uso eficiente de seus insumos minerais.

Apesar de ser uma linha de pesquisa relativamente recente, estudos de parâmetros do solo a partir de reflectância espectral tem se mostrado como um importante instrumento também na AP para caracterização destes materiais (ALVARENGA *et al.*, 2003; FRANCESCHINI *et al.*, 2015), técnica esta que já vem se mostrando bastante eficaz para auxiliar na identificação mineralógica e de padrões hidrotermais de depósitos minerais (CRÓSTA, 1993; PRADO *et al.*, 2016). Além disso, esta técnica auxilia no processamento de imagens orbitais por se tratar de procedimentos análogos de captação de energia eletromagnética, como também para caracterização da constituição mineralógica de geomateriais e solos de maneira rápida, não invasiva e sendo uma alternativa a procedimentos analíticos como a difração de raios X (FILIPPINI-ALBA *et al.*, 2020).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar dados preliminares de uma análise qualitativa e quantitativa da composição mineralógica de um Planossolo Háplico da Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão – RS, através de dados de reflectância espectral utilizando o software comercial *The Spectral Geologist (TSG Core™, CSIRO Earth Science and Resource Engineering - CORE - Division, Sydney, Australia)*.

2. METODOLOGIA

A área de estudo do presente trabalho está localizada na Estação Experimental Terras Baixas pertencente à Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão – RS (Figura 1). A região é caracterizada como uma área de baixa altitude (10 m) e drenagem deficiente, de Planossolo Háplico Eutrófico areníco A moderado, de textura arenosa/argilosa derivado de sedimentos arenosos quaternários (FILIPPINI-ALBA, 2007).



Figura 1. Mapa de localização destacando os municípios de Pelotas e Capão do Leão e mapa de pontos da área de estudo na Estação Experimental Terras Baixas. Sistema de coordenadas WGS 84.

A coleta de amostras de solo foi realizada seguindo uma malha regular com passo de amostragem de 15m, totalizando 49 amostras coletadas com pá de corte em 0 – 20cm. Depois de secas, as amostras passaram pelo processo de peneiramento, sendo reduzidas a fração inferior a 2mm (FILIPPINI ALBA *et al.*, 2020).

As medições de ER foram realizadas em cooperação com o Laboratório da Embrapa Instrumentação em junho de 2021 seguindo a metodologia adotada por SOUSA JUNIOR *et al.* (2010). O espectro de reflectância de cada amostra determinou-se por meio do sensor FieldSpec em intervalo de onda de 350 nm a 2500 nm e resolução espectral de 1nm, realizando três repetições de medidas em cada amostra.

Os dados foram então analisados no software *TSG Core™*, para obter parâmetros espectrais e extrair os dados de composição e abundância mineral.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente calcularam-se as médias das três repetições (Excel®), como preparação para o software *TSG Core™* (formato *.ASD). O software realizou automaticamente o processamento e análise espectral dos solos, gerando as informações qualitativas e quantitativas a partir dos espectros de reflectância utilizando uma biblioteca espectral própria.

De acordo com os resultados apresentados pelo software *TSG Core™*, os principais componentes das amostras identificados na faixa do SWIR são caulinita ($\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$) de baixa cristalinidade com 41,94%, muscovita ($\text{KAl}_2\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$) com 19,75%, fragmentos de madeira com 12,15% e vegetação seca com 26,16% (Figura 2).

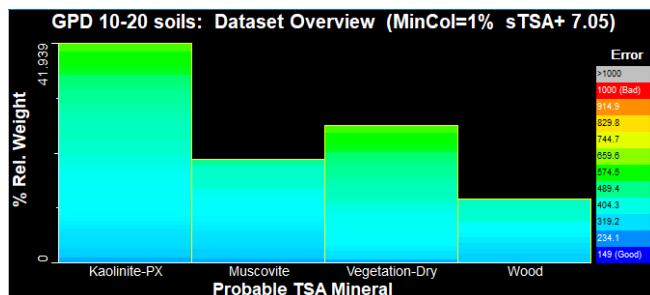


Figura 2: Gráfico de porcentagem dos principais componentes das amostras de solo.

Na Figura 3 temos o empilhamento das curvas espetrais de todas as amostras de solos, onde é possível analisar as componentes do espectro como albedo, feições de absorção e ruído, que estão relacionados a características químicas, mineralógicas e físicas do material analisado. Neste trabalho, a análise destes componentes foi feita utilizando o contínuo, que permite evidenciar as feições de absorção ao longo do espectro e que são relacionadas a composição química e mineralógica do material analisado. É possível identificar uma forte ocorrência de ruído, principalmente no início do espectro na faixa de 350-800nm causado provavelmente por interferências físicas no momento da medição.

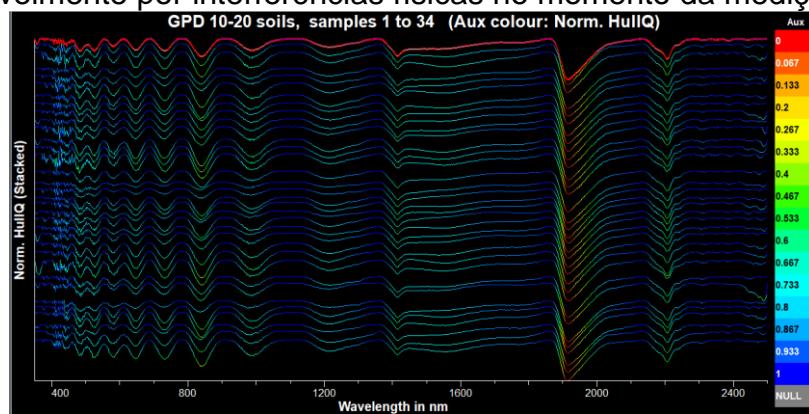


Figura 3: Empilhamento das curvas espetrais das amostras de solo com aplicação do contínuo. Cores mais próximas ao vermelho indicam os pontos de menor reflectância no espectro, as feições de absorção.

As principais feições de absorção ocorrem nas faixas de 840nm, 985nm, 1410nm, 1900nm e 2200nm. As feições de 1410 e 1900 correspondem a água e hidroxila adsorvidas aos minerais ou presentes no cristalino (MENESES *et al.*, 2019). As características distintivas para o mineral caulinita são 3 feições de absorção entre 2300nm e 2400nm, e no caso da caulinita pouco cristalina a feição dupla de absorção da AlOH na faixa de 2160nm e 2200nm, a feição de 2160 ocorre como uma inflexão ou uma absorção fraca (PONTUAL *et al.*, 2008). Já para a muscovita, as características distintivas são duas feições de absorção na faixa de ~2345nm e ~2435nm (PONTUAL *et al.*, 2008), porém os espectros apresentam forte absorção para água em 1910, o que pode sugerir também a presença de illita ou illita-muscovita neste solo e que não foi identificado pelo software.

4. CONCLUSÕES

O estudo mostrou como características químicas, físicas e mineralógicas do solo influenciam no seu comportamento espectral, permitindo a identificação da



sua composição e podendo ser realizada de forma automática através do software *TSG Core™*. Porém, o software não apresentou uma alta confiabilidade aos seus resultados, sendo necessária uma análise manual utilizando outras fontes de bibliotecas espectrais para conferência dos resultados. Ainda assim, a espetrorradiometria pode ser considerada uma forma eficaz e de baixo custo para a estimativa de atributos do solo. A observação dos dados distribuídos nas coordenadas X-Y poderá ajudar no prosseguimento da interpretação das curvas espectrais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AILVARENGA, B.S.; D'ARCO, E.; ADAMI, M.; FORMAGGIO, A.R. O ensino de conceitos e práticas de espetrorradiometria laboratorial: estudo de caso com solos do estado de São Paulo. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos: INPE, 2003. p. 739-747

BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília : Embrapa, 2014.

CROSTA, A.P. Caracterização espectral de minerais de interesse à prospecção mineral e sua utilização em processamento digital de imagens. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 7., 1993, Curitiba. Anais... São José dos Campos: INPE, 1993, p. 202 – 210.

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

FILIPPINI ALBA, J.M.; CRUZ, L.E.C.; DUCATI, J.R.; DOMINGUES, J.M.M.; CUNHA, H.N. *Processing spectroradiometry data for the simulation of soil physicochemical parameters*. **International Journal of Development Research**. Vol. 09, Issue, 08, pp. 28875-28880, 2019

FRANCESCHINI, M.H.D.; DEMATTÊ, J.A.M.; TERRA, F.S.; VICENTE, L. E., BARTHOLOMEUS, H.; DE SOUZA FILHO, C.R. *Prediction of soil properties using imaging spectroscopy: Considering fractional vegetation cover to improve accuracy*. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, 38, 358–370. 2015. doi:10.1016/j.jag.2015.01.019

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de; BAPTISTA, G. M. de M. **Reflectância dos Materiais Terrestres: Análise e Interpretação**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2019.

PONTUAL, S.; MERRY, N.; GAMSON, P. **GMEX: Guides for Mineral Exploration: Spectral Interpretation Field Manual**. Queenstown, New Zealand: AusSpec, 2008. 3edition.

PRADO, E. M. G.; SILVA, A. M.; DUCART, D. F.; TOLEDO, C. L. B.; DE ASSIS, L. M. *Reflectance spectroradiometry applied to a semi-quantitative analysis of the mineralogy of the N4ws deposit, Carajás Mineral Province, Pará, Brazil*. **Ore Geology Reviews**, 78, 101–119. 2016