

Caracterização de Macro e Micronutrientes dos Solos do Parque Estadual da Serra do Mar por Fluorescência

Arthur Öberg Borralho¹, Jéssica F. Curado², Marcilei A. Guazzelli³
^{2,3} Física, FEI

¹ Engenharia Química, FEI

arthur.oberg.b@gmail.com marcilei@fei.edu.br

Resumo: A coloração dos solos é um indicativo da absorção de componentes variados. Cabe a um estudo mais profundo, determinar a causa de tal cor. O artigo está focado na prática da caracterização de solos da Mata Atlântica pela fluorescência, como método de enraizar conceitos sobre a energia de dispersão através da fluorescência de raios X e suas aplicações. Por essa técnica foi possível identificar uma gama de elementos, dentre os quais se destacaram o ferro e o titânio.

1. Introdução

A Mata Atlântica é um dos berços da biodiversidade no Brasil e no mundo. Segundo o ministério do meio ambiente, com apenas 29% de sua cobertura original, hoje, a floresta abriga mais espécies vegetais do que a América do Norte ou Europa [1]. Foi constatado que em uma propriedade rural na Mata Atlântica, no município de Juquitiba, os solos argilosos dos lagos e rios continham 7 cores diferentes. Diante disso, recolheu-se amostras de cada solo para verificar sua composição através da técnica de fluorescência de raios X, buscando compreender o motivo de tal coloração. Durante os 6 primeiros meses de desenvolvimento deste projeto as técnicas de preparo de amostras e da fluorescência foram estudadas e testadas na prática. Esse método de caracterização consiste na excitação de elétrons mais internos, com raios X, a ponto de eles superarem a energia de ligação com o orbital de origem e transitar para um orbital externo. O intuito é que esses elétrons se estabilizem e liberarem energia, na forma de raios X característicos. A identificação dos componentes depende do espectro captado dessa energia característica pelo equipamento de detecção, que quando calibrado por um espectro padrão, pode catalogar e quantificar muitos elementos presentes nas amostras analisadas.

2. Metodologia e Discussão

O início do projeto consistiu na coleta das amostras na beira das lagoas e rios da propriedade rural, em conjunto com o estudo da técnica de fluorescência via artigos disponibilizados pelo LAFIR, instalado no Centro Universitário FEI (Laboratório de Física das Radiações). Nesse sentido, foram abordados os conceitos de produção de raios X pela desaceleração de feixe de elétrons e pela transição eletrônica, sendo esse o que emite raios X característicos [2,3]. O preparo das amostras foi feito com a trituração e homogeneização com peneira 250 μm da amostra seca, para retirar materiais indesejados, como galhos, pedras, etc.

A fluorescência é configurada por um minitubo de raios-X que opera a uma tensão variável entre 10-50 kV e uma corrente também variável de 5 a 200 μA com um alvo de prata de transmissão. É utilizado um semiconductor de Silício (Si), tração de raios-X de 25mm² 500 μm /0,5m com janela fina de berílio na extremidade de 1,5'', um detector de raios-X de alto desempenho com 125 eV de energia de resolução FWHM @5,9keV (Fe55).

Para a aquisição dos espectros, neste projeto utilizou-se um mini tubo de raio X de prata, com tensão de 30 keV e corrente de 5 μA , com tempo de aquisição de 300 segundos para cada amostra. O equipamento utilizado pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 – Detector de raios X e tubo de raios X de prata.

Os elétrons dos diversos componentes que constituem o solo, requerem diferentes ΔE para superar a energia de ligação com o orbital mais interno, o que caracteriza um estado excitado, ocorrendo a transição eletrônica. Entretanto, para estabilidade do átomo, um elétron deve voltar ao seu estado fundamental e ocupar o espaço “vago”, emitindo fótons ou raios X característicos relativos a transição eletrônica. Nesse estudo, foram observados os picos de energia mais prováveis emitidos pelos átomos de diferentes elementos que compõem as amostras analisadas, referentes as camadas K, L e M. Com um espectrômetro (SDD X-ray Spetrometer) é possível captar a energia dispersada. O equipamento foi calibrado antes da aquisição com um padrão de chumbo, para que os dados adquiridos fossem identificados em função das energias emitidas pelas amostras através do processo de fluorescência por dispersão em energia [2,3].

Durante todo o processo, aprimorou-se a técnica e uso dos softwares de aquisição de dados. Assim, foi possível a manipulação dos dados e diferenciação dos espectros. A análise foi realizada pelo software “DppMCA”, a identificação dos componentes foi feita no “WINQXAS” [4] e os gráficos foram gerados pelo programa de análise de dados “Origin”.

3. Resultados

Os dados mostram diversos picos de energia. Contudo, os mais expressivos foram na energia de 6,59 keV, que condiz com o padrão de energia do Fe- α , no 7,26 keV que representa o Fe- β e no 4,71 keV, que consta o Ti.

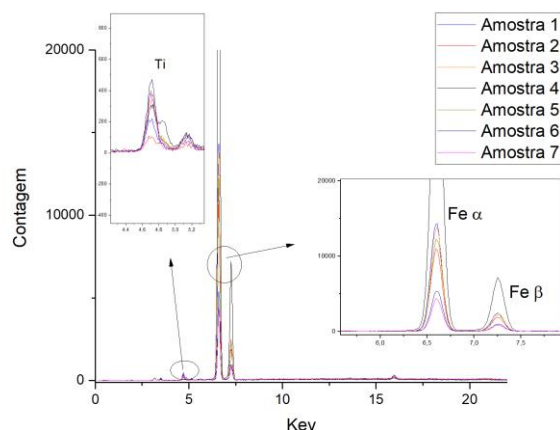


Figura 2 – Espectro de fluorescência de raios X evidenciando os picos característicos do Ferro e do Titânio.

A partir do gráfico apresentado na Figura 2 é possível perceber que o ferro é notadamente o elemento mais abundante nas amostras, mesmo na 6 e 7 que contém o menor valor no eixo Y. Contudo, também pode-se perceber a discrepância na contagem da amostra 4, que chegou ao valor de 40.000 contagens de raios X emitidos para o elemento ferro.

Em contrapartida, com uma análise mais minuciosa, observou-se que as amostras com menos ferro continham um espectro mais acentuado no nível do titânio. Também se identificou os micronutrientes níquel, zircônio, rubídio e sílica.

4. Conclusões

Os espectros adquiridos com a aquisição dos raios X característicos apontaram uma intensidade alta de energia referente ao ferro em relação a qualquer outro componente. Dadas as circunstâncias de onde foram retiradas as amostras, uma zona de preservação, pode-se estar lidando com uma local mineralógico ou com uma possível contaminação por micronutrientes.

A segunda etapa do projeto será a determinação da concentração desses componentes presentes nas amostras, a partir do cálculo da área dos espectros, e concluir com uma hipótese sobre a coloração do solo. Além de determinar a relevância para o meio ambiente

da alta intensidade de ferro nas amostras, principalmente na amostra 4.

Também serão adquiridos dados de outras regiões de uma mesma amostra, aumentando estatisticamente a confiabilidade dos dados analisados.

5. Referências

- [1] MATA ATLÂNTICA. Ministério do Meio Ambiente, 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html>
- [2] ROS, RENATO. Metodologia de Controle de Qualidade de Equipamentos de Raios X (nível diagnóstico) Utilizados em Calibração de Instrumentos. Disponível em: <http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Renato%20Assenci%20Ros_M.pdf>
- [3] GUAZZELLI, MARCELEI; PEREIRA, BRUNO; MEDINA, NILBERTO; RIZZUTTO, MARCIA, Portable X-ray fluorescence system to measure Th and U concentrations. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY. , v.189, p.250 - 254, 2018
- [4] WINQXAS. Quantitative X-Ray Analysis System, 2009. Accessible In <<https://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7884/Quantitative/X-ray-Analysis-System>>. February 15, 2021.

Agradecimentos

Agradecimento ao Centro Universitário FEI; a FAPESP: 07/04663-3; INCT_FNA: Proc. 464898/2014-5; CNPq: 301576/2022-0.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de Abril/2023 a Janeiro/2024.