

ANÁLISE DE SOLOS POR ESPECTROMETRIA DE RAIOS GAMA E FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Ana Beatriz Soares da Silva¹, Marcilei Aparecida Guazzelli¹

¹Departamento de Física, FEI

ana_beatriz_soaressilva@hotmail.com, marcilei@fei.edu.br

Resumo: Neste estudo é feita a análise de lamias, solos do tipo orgânico com alta concentração de umidade em sua composição, e areias do litoral do sudeste brasileiro, através da técnica de espectrometria de raios gama, que é utilizada na identificação e quantificação da presença de radionuclídeos naturais presentes nestes solos. Foi utilizada também a técnica de fluorescência de raios X para identificar a presença de macro e micronutrientes na composição destes solos.

1. Introdução

Devido à sua grande extensão territorial, o Brasil possui uma grande variedade de solos, sendo estes cruciais para o desenvolvimento biológico e econômico das regiões em que se encontram. Dentre esses encontram-se as lamias, um tipo de solo que é formado a partir da decomposição e posterior apodrecimento de matérias orgânicas, sejam elas de origem vegetal ou animal [1].

Presentes nas regiões litorâneas dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, as lamias estudadas estão em contato direto com a população, uma vez que são amplamente utilizadas para fins estéticos, medicinais e culturais.

Na cidade de Peruíbe-SP, está localizada uma reserva de lama com coloração escura popularmente conhecida como lama negra de Peruíbe. Essa lama pode ser encontrada por toda a região banhada pelos rios que cortam a cidade e possui grande importância para região local, uma vez que é utilizada principalmente como fonte de tratamento estético in natura. Devido a grande procura por essa lama, na cidade de Peruíbe possui um lamário municipal onde ocorrem aplicações dessa lama nos turistas [2].

A cidade de Paraty está localizada na costa sul do estado do Rio de Janeiro, em uma região conhecida por Costa Verde. Nesta região, a serra se encontra diretamente com a costa, isso proporciona uma vasta gama de tipos de solos [3]. Já na porção praiana da cidade, encontra-se na praia do Jabaquara uma concentração de lama que é muito utilizada pelos habitantes locais também como fonte de entretenimento cultural [4].

2. Metodologia

2.1 Preparo das Amostras

As amostras utilizadas deste estudo consistiram em lamias retiradas das regiões litorâneas de São Paulo e Rio de Janeiro, mais especificamente de praias localizadas em Paraty-RJ e Peruíbe-SP. Todas as amostras foram submetidas a um processo de secagem, mantidas em estufa a uma temperatura de 100 °C por aproximadamente 72 horas. Depois de secas, as amostras foram trituradas e peneiradas a fim de se

homogeneizar suas estruturas para então serem armazenadas e analisadas.

2.2 Espectrometria de Raios Gama

Para a análise por espectrometria de raios gama foi utilizado um detector cintilador de NAI(Tl) localizado no Laboratório de Física das Radiações (LAFIR) no Centro Universitário da FEI. Os raios gama emitidos pelas amostras interagem com o cristal do detector de forma que os fótons resultantes dessa interação atingem uma fotomultiplicadora onde os sinais são convertidos em pulsos elétricos. Esses pulsos, por sua vez, são amplificados e analisados pelo software GENIE-2000. O software fornece um espectro contendo contagens indicando os picos de energia dos radionuclídeos de interesse. A partir desse espectro é possível fazer a correspondência entre a área desses picos e a concentração dos radionuclídeos encontrados na amostra.

2.3 Fluorescência de raios X

A análise por fluorescência foi realizada com um equipamento portátil composto por um espectrômetro mini X e um detector de silício. A produção de fluorescência ocorre a partir de um mini tubo de raios X que incidem raios X nas amostras. Os níveis de energia dos átomos das amostras são excitados e, em sua desexcitação, que liberam energia, devido a fluorescência, na forma de raios X característicos. A detecção desses fótons é feita através de um semicondutor de silício. Os espectros gerados pelo detector são então analisados com filtro e sem filtro para a mitigação das possíveis interferências dos elementos de baixa energia. Na análise de dados, utiliza-se o software WINQXAS para identificar os elementos contidos nas amostras. Essa identificação é feita a partir de uma calibração em energia prévia, através da identificação dos picos de raios X emitidos pelos elementos já conhecidos [5].

3. Resultados

Até o presente momento, os estudos realizados foram concentrados na identificação dos radionuclídeos naturais presentes nas amostras de lama e areias da região da praia de Paraty-RJ, bem como na identificação de macro e micronutrientes presentes nas amostras de lama de Peruíbe-SP.

Os resultados obtidos para as atividades de cada radionuclídeo presentes nas amostras da praia da região de Paraty (PP), mostram quantidades significativas de ⁴⁰K presente nesses solos variando de 186 a 220 Bq/kg porém não apresentam valores significativos de ²³⁸U e ²³²Th, uma vez que as incertezas que acompanham as medidas desses elementos possuem valor maior ou muito próximo aos valores medidos para suas atividades. No entanto, para as amostras retiradas da

lama da região de Paraty (LP) apresentam valores maiores de ^{40}K se comparado das amostras próximas da praia, além disso pode-se perceber traços de ^{238}U e ^{232}Th nas amostras de lama. Tais resultados encontram-se relacionados na Tabela I.

Tabela I – Atividade das Amostras de Paraty

	Atividade ^{40}K (Bq/kg)	Atividade ^{238}U (Bq/kg)	Atividade ^{232}Th (Bq/kg)
PP-1	220,3 ± 31,8	4,7 ± 4,0	5,6 ± 5,2
PP-2	213,6 ± 30,9	3,5 ± 4,1	3,3 ± 4,4
PP-3	192,6 ± 28,3	1,7 ± 3,9	1,8 ± 3,9
LP-1	859,7 ± 112,3	3,5 ± 4,6	50,5 ± 31,4
LP-2	891,5 ± 116,5	9,5 ± 5,2	48,6 ± 30,3
LP-3	813,4 ± 106,5	6,2 ± 5,1	50,6 ± 31,5

A partir dos resultados obtidos para atividades das amostras foi possível calcular as doses de radiação. Os resultados estão apresentados na Tabela II e indicam que os valores encontrados para praia de Paraty de 0,06 a 0,09 *mSv/ano* apresentam-se inferiores quando comparados a média anual mundial que está entre 0,3 e 1,0 *mSv/ano*. Ao mais, diferentemente dos valores obtidos nas amostras da praia, a dose efetiva para as amostras de lama de Paraty se encontra próximas ao valor médio mundial.

Tabela II – Dose absorvida e efetiva das amostras de Paraty

	Dose Absorvida (nGy/h)	Dose Efetiva (mSv/ano)
PP-1	14,78 ± 0,40	(9,16 ± 0,24).10 ⁻²
PP-2	12,51 ± 0,05	(7,67 ± 0,03).10 ⁻²
PP-3	9,89 ± 0,58	(6,07 ± 0,35).10 ⁻²
LP-1	67,97 ± 0,26	(41,68 ± 0,16).10 ⁻²
LP-2	70,94 ± 0,73	(43,50 ± 0,46).10 ⁻²
LP-3	67,37 ± 0,46	(41,31 ± 0,28).10 ⁻²

Os dados obtidos através da técnica de fluorescência de raios X para as amostras da lama de Peruíbe apresentaram concentrações de S, Cl, K, Ca, Cr, Fe, Zn, Br, Rb e Sr, como apresentado na Figura 1. Os valores das concentrações foram baseados em padrões que possuem concentrações dos elementos bem definidas (*Tomato leaves*).

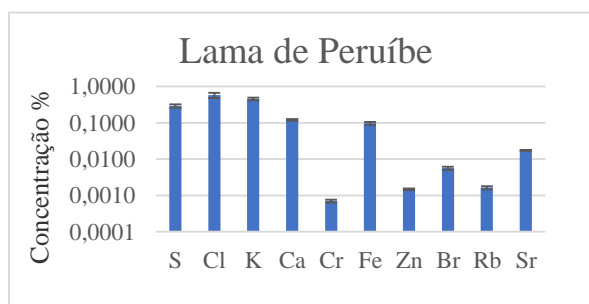


Figura 1 – Concentrações em escala logarítmica das porcentagens dos elementos S, Cl, Ca, Cr, Fe, Zn, Br, Rb e Sr encontrados na lama de Peruíbe.

A Figura 2 faz uma comparação dos espectros de raios X obtidos através das amostras analisadas com filtro (vermelho) e sem filtro (preto).

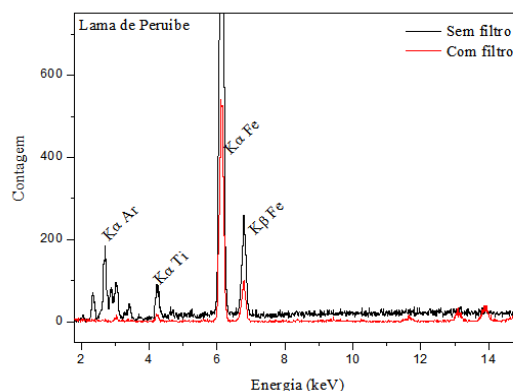


Figura 2 – Espectros de raios X de uma amostra de lama de Peruíbe obtidos com e sem filtro.

4. Conclusões

Os valores obtidos para a dose de radiação, encontrada nas amostras de lama e areias da praia de Paraty se encontram dentro da média mundial, enquanto as concentrações dos radionuclídeos na lama são maiores do que os encontrados na praia uma vez que a lama possui maior concentração de compostos orgânicos.

A análise por fluorescência, realizada para a amostra de lama de Peruíbe, foi possível identificar os macronutrientes: potássio, cálcio e enxofre; os micronutrientes: ferro, zinco e cloro, além de apresentar traços de outros elementos: cromo, bromo, rubídio e estrôncio.

5. Referências

- [1] **COMPOSIÇÃO dos solos**. [20-?], [S.l.]. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/johngurgel/disciplinas/2.205.1.1v-mecanica-dos-solos-1/apostila%20de%20solos.pdf>> Acesso em: 26 fev. 2020.
- [2] **LAMA Negra**. Prefeitura de Peruíbe, 2015. Disponível em: <<http://www.peruibe3.sp.gov.br/lama-negra/>> Acesso em: 26 fev. 2020.
- [3] PINHEIRO, Ana Beatriz et al. **Praias do Litoral de Paraty**. In: OS DESAFIOS DA GEOGRAFIA FÍSICA NAS FRONTEIRAS DO CONHECIMENTO. v1, 2017 (ebook). Instituto de Geociências – Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2017. Disponível em: <<http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1993>> Acesso em: 12 abr. 2020.
- [4] **PARATY**. [Paraty, RJ], [20-?]. Disponível em: <<http://www.paraty.com.br/>> Acesso em: 12 abr. 2020.
- [5] SILVEIRA, Marcilei A. et al. Portable X-ray fluorescence system to measure Th and U concentrations. **Journal of Environmental Radioactivity**, v.189, p. 250-254, Set. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X17310196?via%3Dihub>> Acesso em: 17 set. 2020.

¹ Aluna de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de Dezembro/19 a Novembro/20.