



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76

Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

## **XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024**

### **ESTUDO COMPARATIVO DA FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X PORTÁTIL E CONVENCIONAL PARA A CARACTERIZAÇÃO DE MINERALIZAÇÕES DE FOSFATO NO NORDESTE DA BAHIA**

**Julia Paz Santana Macedo<sup>1</sup>; Tatiana Silva Ribeiro<sup>2</sup>**

1. Bolsista – Modalidade Bolsa/PVIC, Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana,  
e-mail: [juliapazsm24@gmail.com](mailto:juliapazsm24@gmail.com)

2. Orientadora, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail:  
[tsribeiro@uefs.br](mailto:tsribeiro@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** Agromineral, Fósforo, FRX-portátil

## **INTRODUÇÃO**

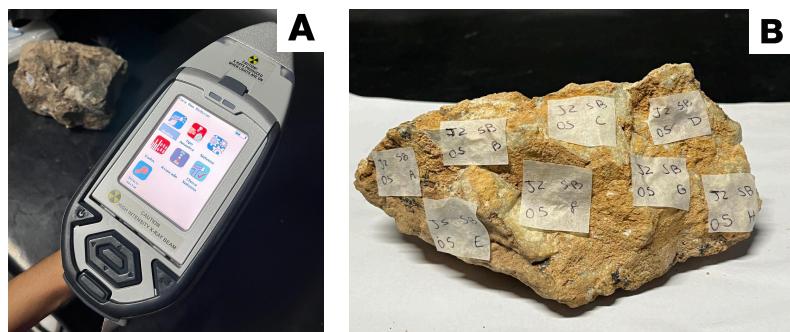
No nordeste da Bahia existem mineralizações de fosfato (fosforitos) com grande potencial para uso na agricultura, sendo elas pertencentes ao Complexo Rio Salitre (Oliveira, 2016), em Juazeiro. Para caracterização química dessas rochas, especialmente nas concentrações de macro e micronutrientes podem ser utilizadas técnicas instrumentais de espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX) no qual é possível identificar e quantificar a presença de fosfatos que possam caracterizar uma jazida. O FRX é uma técnica analítica onde raios-X são usados para excitar os átomos dos elementos presentes nas amostras em análise. O FRX pode ser dividido em duas grandes categorias: os espectrômetros de laboratório e os espectrômetros portáteis. Contudo, em virtude das grandes dimensões destes equipamentos, esta alta sensibilidade se dá às custas de uma baixa flexibilidade no seu emprego, e da necessidade de extração de amostras. Apesar de pouco explorado (Formoso, 1984, Melquiades et al., 2011), o FRX portátil apresenta muitas vantagens do FRX portátil são a rapidez, relativa facilidade de manuseio do equipamento no campo e no preparo das amostras no laboratório. Logo, neste trabalho foi avaliado qual a melhor estratégia de amostragem para obter melhores resultados analíticos do FRX portátil, em comparação com resultados dos convencionais, em rochas mineralizadas em fosfato do Complexo Rio Salitre, assim como caracterização química das rochas de Juazeiro.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Inicialmente, foi realizada uma viagem de campo para a área estudada, nas regiões da Ilha do Fogo e Serrote da Batateira, localizada em Juazeiro, associado ao Complexo do Rio Salitre para a coleta das amostras. Após isso, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos, devidamente identificados e transportados ao Laboratório de Espectrorradiometria da UEFS. A metodologia utilizada neste trabalho baseou-se nas análises através do Espectrômetro de Fluorescência de raio X portátil, da Niton XL3t

Ultra Analyzer (Figura 1A), das amostras coletadas nas regiões que possuem mineralizações de fosfato, associado ao Complexo Rio Salitre em Juazeiro. Para isso, a técnica foi aplicada por meio de análises pontuais de em média 6-10 pontos na face mais lisa da rocha (Figura 1B). O tratamento de dados foi realizado através do Microsoft Excel, onde foi realizado a média dos pontos amostrais. Ressalta-se que essas amostras já possuem resultados analíticos por FRX convencional obtidas por Oliveira (2016) de rochas coletadas da mesma área. Ademais, foi realizada a fotografia e descrição macroscópica das rochas através das lupas binoculares do Laboratório de Pedologia e Geologia da UEFS, sendo elas mineralizações de fosfato primária e secundária de fosfato. Por fim, foram confeccionados gráficos comparativos dos resultados obtidos com os dois métodos, a partir dos resultados analíticos obtidos para verificação da eficácia da técnica por FRX portátil para prospecção de agrominerais fosfáticos.

**Figura 1. A:** Espectrômetro de Fluorescência de raio-X portátil, **B:** Rocha fosfática JZ05 coletada do Serrote da Batateira com as malhas pontuais.



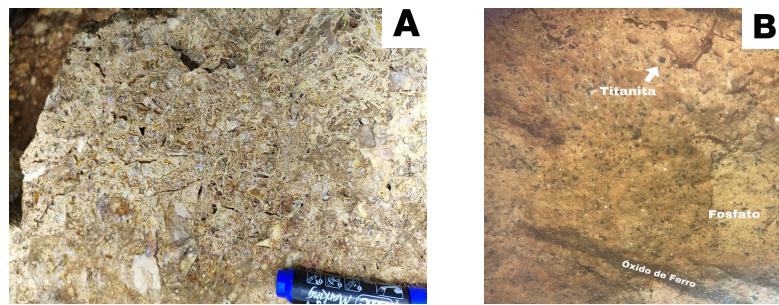
Fonte: Autores, 2024

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Descrição macroscópica das amostras analisadas

Verificou-se que os fosforitos são classificados como quartzitos e quartzitos retrabalhados. Na Ilha do Fogo, as amostras JZ01A e JZ01B apresentam coloração bege a acinzentada, e textura muito fina, com a presença de goethita, titanita e fosfato (Figura 2A). São as mesmas descritas por Oliveira (2016) nas amostras da mesmas regiões, identificadas como LR-418A, LR-418B, LR-418C e LR-418D, apresentando coloração entre marrom claro a amarelo escuro, com textura fina e silicosa. Já o JZ05, fosforito intemperizado proveniente do Serrote da Batateira, apresenta coloração marrom claro a bege, com fragmentos acinzentados e azul escuro. Por fim, o mármore coletado da Serra dos Espinhos (JZH08) expressou coloração branca com alteração esverdeada e textura média a grossa, e foi possível identificar o serpentina e calcita.

**Figura 2. A:** Fosforito do Serrote da Batateira, identificado como JZ05; **B:** Fosforito retrabalhado JZ01B com identificação de possíveis minerais.

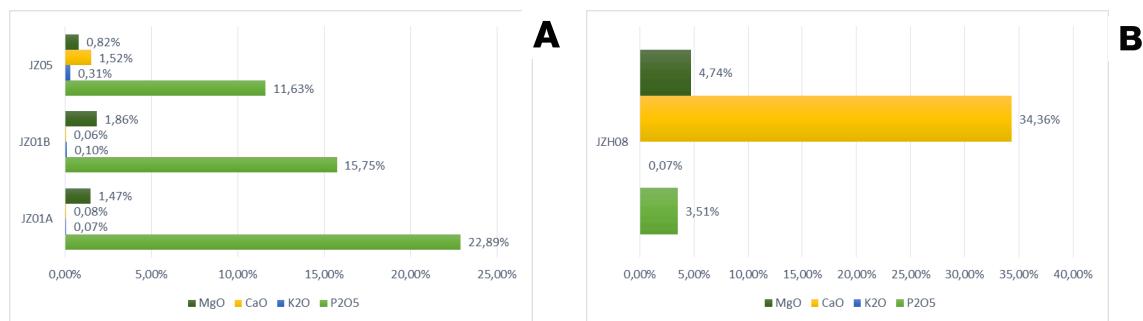


Fonte: Autoras, 2024.

## 2. Teor de macronutrientes das amostras obtidas por meio do FRX portátil

Os fosforitos identificados como JZ01A e JZ01B apresentaram, respectivamente, teor de  $P_2O_5$  de 22,89% e 15,75%, CaO de 0,008% e 0,061%, K2O de 0,007% e 0,097%, MgO de 1,47% e 1,86% e metais tóxicos (As, Cd, Pb e Hg) de 0,002% e 0,009%, e a soma de bases igual a 1,62% e 2%. Já a amostra JZ05 proveniente do Serrote da Batateira, revelou teor de  $P_2O_5$  de 11,63%, CaO de 1,52%, K2O de 0,31%, MgO de 0,82% com teor de elementos tóxicos (As, Cd, Pb e Hg) de 0,0013%, e soma de bases de 2,65%. O mármore, JZH05, demonstrou os teores de  $P_2O_5$  de 3,5%, CaO de 34,36%, K2O com 0,06% e MgO de 4,74% e de metais tóxicos (As, Cd, Pb e Hg) que resultou em 0,00012%, com a soma de bases de 39,16%. Além disso, observa-se que os fosforitos não atingiram o valor mínimo exigido pela legislação para a soma de bases, conforme estipulado na Lei nº 12.890/2013 e na IN 5/2016 do MAPA, para serem utilizados como remineralizadores de solo. No entanto, os teores de fósforo e metais tóxicos estão dentro dos padrões, permitindo seu uso para fosfatagem. Em contrapartida, o mármore apresentou teores de fósforo e bases superiores ao mínimo estabelecido, demonstrando potencial para uso como remineralizador.

**Gráfico 1.** Teor dos macronutrientes das amostras. **A:** Fosforitos da Ilha do Fogo (JZ01A; JZ01B) e do Serrote da Batateira (JZ05). **B:** Mármore da Serra dos Espinhos



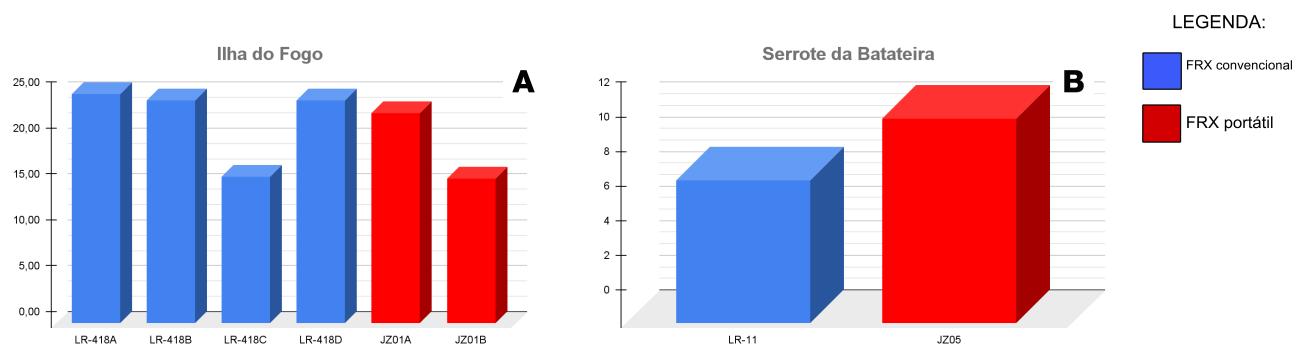
Fonte: Autores, 2024.

## 3. As análises de $P_2O_5$ por FRX portátil e por pastilha prensada (convencional).

Os dados químicos revelaram que a análise realizada com o FRX convencional indicou semelhanças notáveis entre os fosforitos nos valores de fosfato, apesar das variações observadas, nas amostras de ambas regiões. A amostra JZ01A (22,89%) demonstrou uma correspondência precisa com as amostras LR-418A (25%), LR-418B (24,25%) e LR-418D (24,26%), enquanto JZ01B (15,75%) apresentou maior semelhança com a

amostra LR-418C (15,96%). Assim como, a amostra JZ05 (11,82%) apresenta semelhança com LR-11 (8,28%). As similaridades entre os valores indicam que a confiabilidade do FRX portátil em determinar com exatidão, comparável ao método convencional, validando seu uso em análises de campo. Além disso, na análise das médias obtidas por FRX portátil em comparação com o FRX convencional, obteve-se que K<sub>2</sub>O e MgO não apresentaram aproximação, o CaO obteve uma aproximação mediana, já P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pode-se dizer que expressaram uma boa precisão. Isto se deve às maiores concentrações desses dois elementos nos fosforitos.

**Gráfico 2. A:** Teor de Fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em % dos fosforitos coletados da Ilha do Fogo. **B:** Teor de Fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em % dos fosforitos coletados do Serrote da Batateira.



Fonte: Autoras, 2024

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, as análises por FRX portátil mostraram alta similaridade com os resultados da versão de bancada, confirmando a exatidão da versão portátil como alternativa viável para análises. Além disso, os fosforitos, embora não tenham atingido o valor mínimo de soma de bases exigido para remineralizador, apresentam teores de fósforo e metais tóxicos dentro dos limites para fosfatagem. Já o mármore apresentou teores ideais de fósforo e bases, indicando potencial para uso como remineralizador.

## REFERÊNCIAS

FORMOSO, M.L.L et al. (1984). **Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas À Geologia**. São Paulo, Secretaria do Estado da Industria e do Comércio, Ciência e Tecnologia

MELQUIADES, F. L.; Bastos, R. O.; Biasi, G. E.; Parreira, P. S.; Appoloni, C. R. 2011. **Granulometry and moisture influence for in situ soil analysis by portable EDXRF**. In V. R. Vanin (Ed.), AIP Conference Proceedings. 1351(1), 317-320. OLIVEIRA, L.R. 2016. **Fosforitos da região de Juazeiro, Bahia: Paleoambientes, Geocronologia, Controles da Mineralização e correlações estratigráficas**. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 177 p.

BRASIL. Lei nº 12.680, 11 de dezembro de 2013. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 150, n. 240, p. 1-162, 11 dez. 2013.