



**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**

### **Biblioteca Espectral de Fosfato Sedimentar e Metassedimentar**

MIRANDA, Daniela R.<sup>1</sup>; FRANCA-ROCHA, Washington de J. S.<sup>2</sup>; SOUZA, Deorgia T. M.<sup>3</sup>

1. Bolsista – FABESB/UEFS, Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [danielamiranda503@gmail.com](mailto:danielamiranda503@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [wrocha@uefs.com](mailto:wrocha@uefs.com)
3. Co-orientadora, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [deorgiasouza.geo@gmail.com](mailto:deorgiasouza.geo@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** Espectrorradiometria; Fosfato; Rocha.

### **INTRODUÇÃO**

O Fósforo (P) existe em abundância na natureza, sendo o décimo elemento mais comum na natureza. Seus minérios são rochas naturais que se formam em ambientes geológicos variados. Habitualmente, contêm mais de um tipo de fosfato, sendo os mais comuns os fosfatos de cálcio do grupo da apatita (Loureiro et al, 2005). Em suas aplicações, o fósforo é utilizado na agricultura como fertilizante por meio da técnica de rochagem que consiste na fertilização do solo através de rochas mineralizadas em fósforo e demais macronutrientes moídas (Pádua, 2012).

Tentar identificar minerais é bastante complexo e devido sua importância econômica, algumas técnicas analíticas estão sendo empregadas a fim de detectar los e compreender da química dos materiais, por exemplo, a Espectroscopia de Reflectância que tem como princípio medir em diferentes comprimentos de onda a energia eletromagnética refletida da superfície dos objetos e representá-la na forma de um gráfico que se denomina curva de reflectância espectral (Meneses et al., 2001), sendo uma técnica rápida e de baixo custo.

O trabalho tem como objetivo avaliar a técnica da espectroscopia de reflectância na detecção de minerais fosfatados de origem sedimentar no município de Irecê e metassedimentar na cidade de Juazeiro, ambos localizados no estado da Bahia e criar bibliotecas espectrais.

### **MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA**

Utilizaram-se três amostras de rocha neste estudo, duas coletadas no município de Juazeiro ( Serrote da Batateira e Ilha do Fogo) e uma na cidade de Irecê, catalogadas por letras para os estudos. As análises foram feitas por duas técnicas analíticas: Espectrorradiometria e Fluorescência de Raio-X (FRX).

Nos estudos espectrorradiométrico, as análises foram obtidas com o Espectrorradiômetro FieldSpec® 4 Hi-Res, produzido pela ASD (Analytical Spectral Devices, inc.). Após as leituras foram feitos os tratamentos e correções dos dados via *ViewSpec Pro* dos espectros gerados.

O software ENVI foi utilizado como instrumento de interpretação e avaliação dos dados, permitindo a visualização e comparação das curvas espectrais, bem como a aplicação da técnica do contínuo removido, criação das bibliotecas espectrais e confrontação das assinaturas espectrais de minerais das bibliotecas de referências para validação.

As mesmas amostras utilizadas nos espectros foram estudadas na FRX para análise geoquímica a fim de validar os dados obtidos pela técnica acima, com o equipamento Niton™ XL3t Ultra Analyzer, após o tempo de leitura os dados foram exportados e tratados no Excel.

As elaborações das bibliotecas espectrais com as amostras de rochas foram organizadas por pontos de coleta.

## **RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO**

O uso da espectrorradiometria da identificação de minerais em rochas cresceu exponencialmente a partir dos anos 2000, várias bibliotecas espectrais passaram a ser construídas pelo mundo (Brown et al. , 2006), servindo como uma espécie de catálogo digital com informações espectrais que podem ser consultadas e estudadas quando necessário.

Os espectros de rochas são definidos por alguns fatores, por exemplo, a composição molecular dos minerais que constituem as rochas. As rochas metamórficas expressam em seus conjuntos de minerais evidências a composição mineral e química implicando na formação simultânea de todos os minerais, ao contrário do que ocorre nas rochas sedimentares (Meneses et al., 2019).

Os gráficos um e dois demonstram espectros de rochas metamórficas com as mais diversificadas bandas de absorção devido aos mais variados grupos composicionais de rochas são características observadas para determinação de grau metamórfico regional baixo (Meneses et al., 2019).

No gráfico um, foram encontrados minerais fosfatados, silicatos, óxidos de Ferros ,água e hidroxilas. Na região do visível (vis: 400-780 nm) minerais como a Goethita apresentou picos de absorção em 423 nm o que pode ser confirmado com a tabela 1 onde a presença Ferro( Fe) são acentuados em cada ponto, sendo no total dos pontos analisados 18,3% de teor de Fe.

No gráfico foi observado as feições de absorção no SWIR em aproximadamente 1400 nm e 1900 nm, indicando a presença do grupo hidroxila e água, respectivamente. de acordo com Meneses e Almeida (2019). Além delas, as bandas de Al-OH, entre com picos de absorção em 2207 nm aparecem com regularidade podendo ser confirmado com dados da tabela 1 onde o teor de Alumínio é alto na amostra.

No padrão espectral de minerais fosfatados como a apatita percebe-se que a curva de absorção é acentuada na faixa de 1434nm como banda de absorção primária e 2310nm como banda de absorção secundária de acordo com a biblioteca espectral da USGS. Neste gráfico foi possível observar o pico de absorção primário e secundário em 1472nm e 2313nm, respectivamente. Ao analisar a tabela 1 é possível observar a presença do fósforo na rocha, confirmando assim serem rochas com teor de fosfato.

No gráfico dois alguns elementos que ganharam notoriedade foram : Goethita, Cianita e Apatita. A resposta espectral do primeiro é em 429 nm, mineral com a presença de hidróxidos de ferro, podendo ser confirmado o elevado índice de Ferro de acordo com a tabela 1 .

A cianita é um mineral característico de rochas metassedimentares (UFRGS, 2021). Nesta análise a identificação deste mineral foi no comprimento de ondas finais em 2428 nm (Banda secundária de absorção).

Nos diversos minerais o fósforo se apresenta como constituinte do mineral sendo a apatita um mineral fosfatado mais comum e precursor de depósitos de fósforos em rochas carbonáticas (Toledo & Pereira, 2001). Dependendo dos íons de sua composição, por exemplo, F, OH, e Cl são usualmente referidos como Fluorapatita, Hidroxiapatita e Cloroapatita respectivamente, ocorrendo principalmente em rochas magmáticas, metamórficas e hidrotermais como acessório (Meneses *et al.*, 2019).

De acordo com a biblioteca espectral IG/UnB e USGS a banda de absorção diagnóstica da apatita é em 1934 nm, sendo observado neste gráfico o pico de absorção em 1433 nm, outra banda menos intensa ocorre em 1173 nm identificada como Fluorapatita.

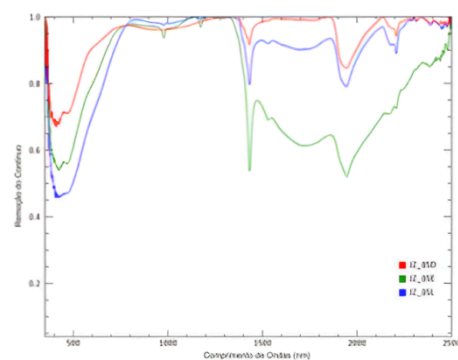
No gráfico três os espectros da rocha sedimentar além de apresentarem características presentes nos carbonatos, sendo confirmado pela grande porcentagem de cálcio (tabela 1) o padrão espectral exibido no gráfico, presume-se a presença da calcita na composição da amostra, devido a absorção similar ao espectro de referência do mineral na biblioteca da USGS em 2338 nm, indicativo do íon  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Fluorita, Apatita e Fluorapatita foram outros minerais presentes na rocha e diagnosticadas no espectro. O primeiro com absorção em 1941 nm, também chamada de fluoreto de cálcio, tem como ocorrência em depósitos marginais em rochas carbonáticas e alcalinos; concentrações residuais resultantes do intemperismo de depósitos primários entre outros (Sampaio *et al.*, 2008) e os dois últimos em 1940 nm e 1994 nm respectivamente.

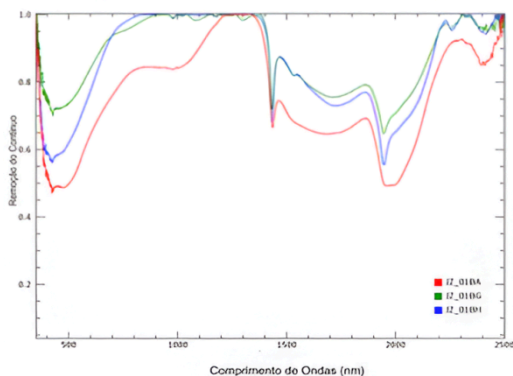
**Tabela 1-** Dados da análise Química das amostras (%)  
Percentual dos principais elementos químicos encontrados nos pontos amostrais

PONTO	P	Al	Fe	Ca	Si
JZ_01BA	8,6	2,1	25,3	0,08	2,1
JZ_01BG	6,3	2,6	6,2	0,02	9,4
JZ_01BH	8,2	4,2	8,7	0,06	9,3
JZ_05D	2,8	3,5	4,6	2,9	16,5
JZ_05E	4,4	4,3	4,8	3,7	6,2
JZ_05L	5,5	3,8	4,4	5,1	4,4
IRE_A	8,6	1,1	0,2	30,6	2,8
IRE_B	4,6	1,7	0,3	25,2	5,4
IRE_I	5,5	1,5	0,7	30,8	4,2

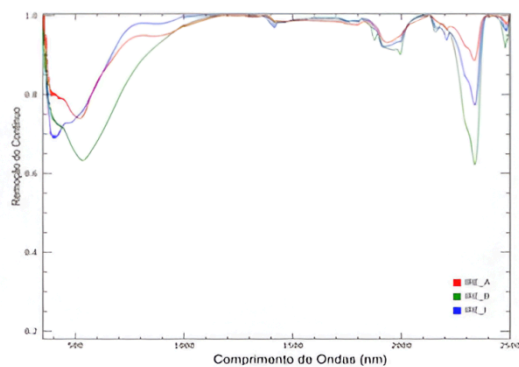
**Gráfico 1-** Assinaturas espectrais dos pontos amostrais da rocha do Serrote da Batateira



**Gráfico 2-** Assinaturas espectrais dos pontos amostrais da rocha da Ilha do Fogo



**Gráfico 3-** Assinaturas espectrais dos pontos amostrais da rocha de Irecê



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados nas três amostras a técnica analítica de FRX tornou-se elemento importante como auxílio à espectrorradiometria para resultados concisos na pesquisa na identificação de minerais fosfatados e, por conseguinte a criação das bibliotecas espectrais de cada amostra estudada.

Nas áreas de estudos do município de Juazeiro e Irecê pôde-se identificar alguns minerais presente nas amostras como a apatita, entre outros, sendo que as bandas de absorções chegam muito próximas às das bibliotecas espectrais de referência, o que torna eficaz a elaboração de bibliotecas espectrais de fosfatos sedimentares e metassedimentares.

Portanto, os dados desta pesquisa contribuem para estudos que darão embasamento e suporte a produção de conhecimento não apenas sobre os fosfatos da região como também futuramente prospecção mineralógica em outras áreas, mas também a composição mineralógica das rochas.

## REFERÊNCIAS

- [1] LOUREIRO, F.E. L. Et al. 2005. **Fosfato**. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1043/3/07.%20Agrominerais-FOSFATO%20ok.pdf>>. Acesso em: 30/08/2024.
- [2] PÁDUA .E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
- [3] MENESES, P.R. & DE ALMEIDA, T. Refletância das Rochas. In: Almeida, P.R.; Almeida, T.; Baptista, G.M.M. (org.), **Reflectância dos materiais terrestres**. Oficina de Textos, 2019.
- [4] BROWN, D.; SHEPHERD, K.D.; WALSH, M.G.; MAYS, M.D.; REINSCH, G. **Global soil characterization with VNIR diffuse reflectance spectroscopy**. Geoderma, Amsterdam, v. 132, p. 273-290, 2006.
- [5] MENESES, P.R. Fundamentos da radiometria óptica espectral. In: MENESES, P.R.; MADEIRA NETTO, J. (Ed.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, cap. 1, p. 15-40.
- [6] SOLC, Roland. GERZABEK, Martin. LISCHKA, Hans. TUNEGA, Daniel. **Weattability of kaolinite (001) surfaces – Molecular dynamic study**. 169, p. 47-54, 2011.
- [7] UFGS. **Cianita – Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/minmicro/Cianita.pdf>>. Acesso em: 30/08/2024.
- [8] TOLEDO, Maria Cristina Motta de; PEREIRA, Vitor Paulo. **A variabilidade de composição da apatita associada a carbonatitos**. Revista do Instituto Geológico, v. 22, n. 1-2, p.27-64, 2001.
- [9] SAMPAIO, J.A; BALTAR, .C.A.M ; ANDRADE, M.C. **Fluorita**. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1111/1/22.%20FLUORITA.pdf>>. Acesso em: 30/08/2024.