



Utilização da difração de raios X como técnica de baixo custo para a vetorização da exploração mineral – Exemplo de aplicação na Bacia de Castro, Paraná, Brasil



Ivan Pereira Marques^{1,2}, Lena Virgínia Soares Monteiro¹, Craig A. Johnson³, Gustavo Correa de Abreu¹, William M. Benzel³, Felipe Brito Mapa², Bruno Boito Turra², Luis Carlos Melo Palmeira², Richard J. Moscati³

1: Universidade de São Paulo; 2: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM; 3: United States Geological Survey - USGS
Contato: ivan.pereira.marques@usp.br

1 - Localização e Contexto Geológico

A Bacia de Castro, localizada no estado do Paraná (Figura 1), apresenta preenchimento vulcanossedimentar de idade Ediacarana-Cambriana. Nessa bacia são conhecidos depósitos de ouro, interpretados como de origem epitermal do tipo *low-sulfidation* e ocorrências de hematita de origem hidrotermal, sendo algumas dessas ocorrências lavradas de forma intermitente. As ocorrências de hematita (Figura 2) são encontradas principalmente próximas à zona de falha, que separa a Bacia de Castro de rochas do embasamento.

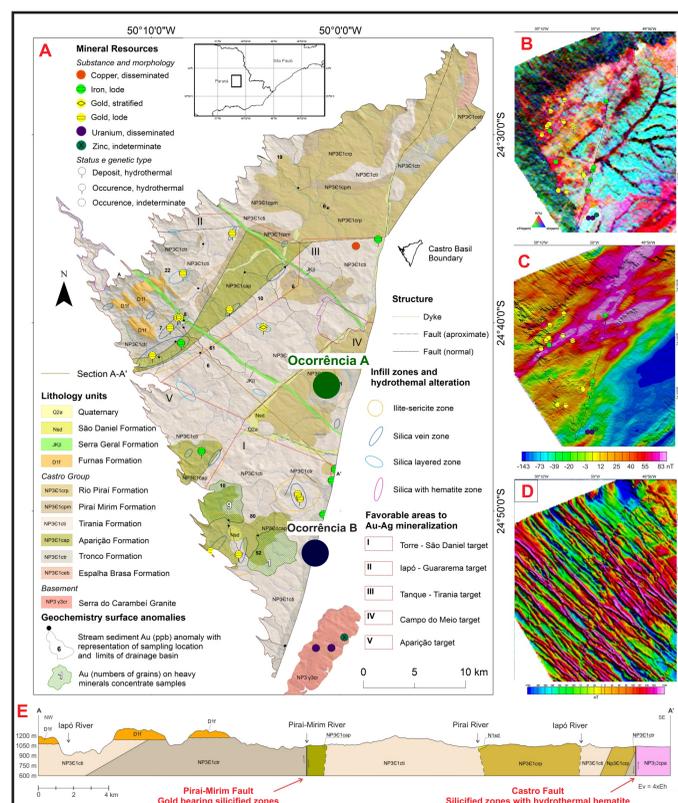


Figura 1: A- Mapa geológico e de recursos minerais da Bacia de Castro (CPRM, em revisão); B- Aerogamaespectrometria (K-U-Th) C- Aeromagnetometria profunda; D- Aeromagnetometria reduzida ao pó; E - Seção geológica da Bacia de Castro (Figura originalmente apresentada por Mapa *et al.* 2018).

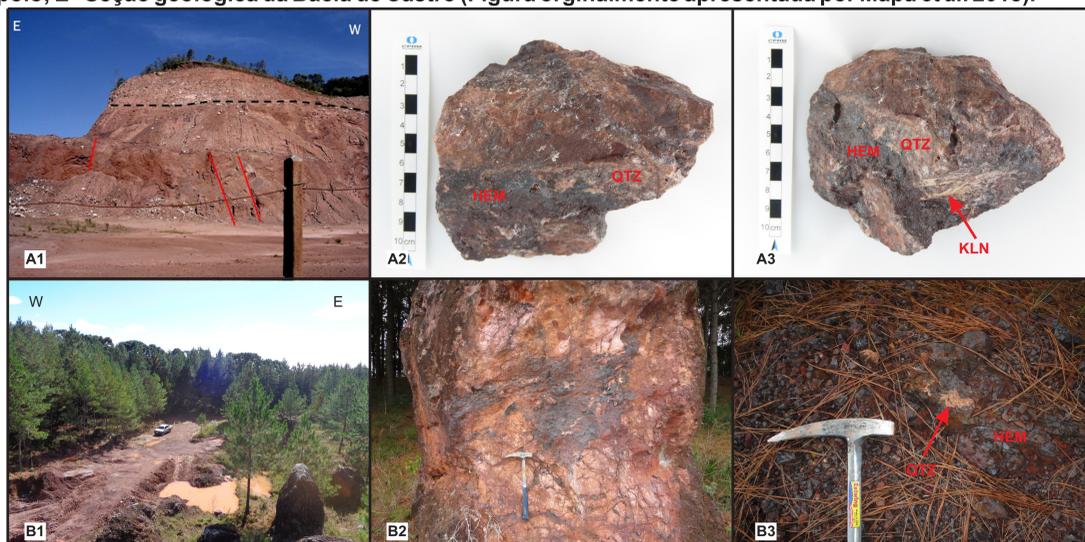


Figura 2: Ocorrências de hematita analisadas nesse estudo. **A1:** Pedreira de saibro, com riolito no topo e andesito hidrotermalizado na base. As rochas da base são cortadas por veios de hematita com quartzo (traços vermelhos). **A2:** Amostra de veio de hematita e quartzo. **A3:** Presença de caulim associado a hematita e quartzo **B1:** Mina abandonada de hematita, a qual está hospedada em brechas tectônicas, localizadas em zona de falha. **B2:** Hematita maciça preenchendo brecha tectônica **B3:** Detalhe da hematita maciça encontrada no local, associada com quartzo. HEM = Hematita, QTZ = Quartzo, KLN= Caulinita.

2 - Resultados DRX - Hematita hidrotermal

Análises preliminares de difração de raios X da hematita de diferentes ocorrências ao longo dessa falha indicam variação na definição dos picos observados no difratograma (Figura 3A). Picos mais definidos no difratograma são correlacionados com uma amostra de hematita apresentando uma melhor cristalinidade.

3 - Interpretação dos Resultados

Considerando como formados em um mesmo sistema mineral, a variação na cristalinidade de um mineral é um indicativo de variação dos parâmetros físico-químicos, como por exemplo, a sua temperatura de formação (Ji & Browne 2000). A hematita melhor cristalizada encontrada pode ser um indicativo de ambientes de maior temperatura relativa (Figura 3B).

A depender do modelo genético considerado, os ambientes de maior temperatura poderiam ser os mais próximos das condições de precipitação de outros minerais de interesse econômico, formados a partir do mesmo fluido mineralizante o qual foi precipitado a hematita. Como exemplo, em um sistema do tipo IOCG, minerais de cobre e ouro poderiam ser precipitados em ambientes com temperatura relativamente maior do que nos de formação da hematita.

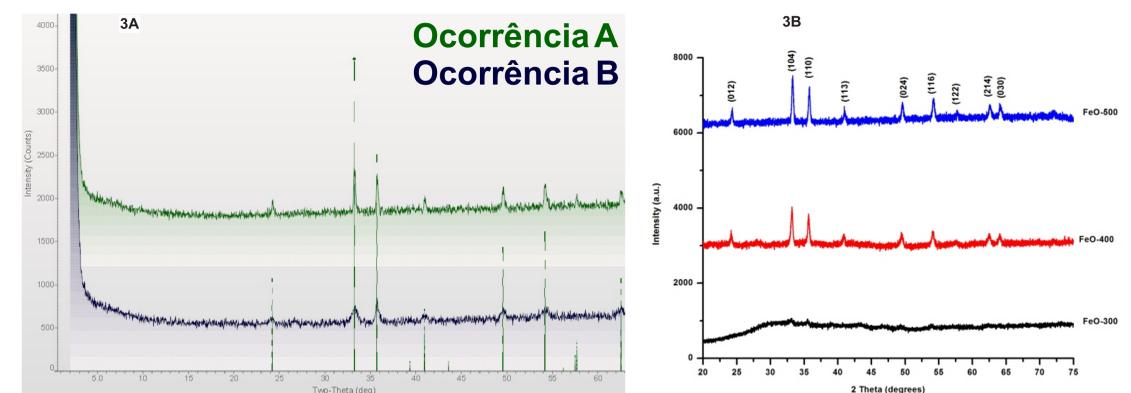


Figura 3: A- Resultados obtidos pela difração de raios X de hematita hidrotermal. Notar que os picos da Ocorrência A são muito mais definidos que os da Ocorrência B. B - Padrões de difração de raios X de hematita sintetizada em laboratório em diferentes temperaturas (300 °C, 400 °C e 500 °C; Yufanyi *et al.* 2015). Notar que os picos da hematita sintetizada em altas temperaturas apresenta uma melhor cristalinidade. Considerar que no ambiente geológico apresenta maior complexidade e há outras variáveis envolvidas na formação dos minerais.

4 - Conclusões

Nas amostras de Castro, pretende-se confirmar as observações provenientes dos resultados da difração de raios X a partir de técnicas mais sofisticadas e precisas, tais como inclusões fluidas e isótopos estáveis. Com esses dados, pretende-se calibrar a cristalinidade da hematita com os parâmetros físicos de sua formação delimitados por essas outras técnicas analíticas. A utilização da difração de raios X como estratégia na exploração mineral apresenta como vantagem a rapidez e o baixo custo da análise. Essa estratégia pode ser aplicada em estudos de província, em ocorrências conhecidas em uma região de interesse, associadas a um mesmo sistema mineral, ou até mesmo em escala de depósito, se múltiplos eventos de formação forem evidenciados. O objetivo de estratégia seria indicar parâmetros para a vetorização na exploração mineral, em busca de minerais de interesse, baseados nos parâmetros físico-químicos associados à sua precipitação ou da precipitação de outros minerais associados ao mesmo sistema mineral.

5 - Referências bibliográficas

- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (Em revisão). Informe de recursos minerais - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil - Área de Relevante Interesse Mineral - Faixa Ribeira Meridional (SP-PR) - Geologia e recursos minerais da Bacia de Castro - Estado do Paraná.
- Mapa F.B., Marques I.P., Perrotta M.M., Turra, B.B., Palmeira L.C.M. 2018. Epithermal mineralization in Castro Basin, State of Paraná, Brazil: stratigraphy, tectonic context and mineral potential. *In: 15th Quadrennial IAGOD Symposium, Abstracts Actas*, 29-30 p.
- Ji J. & Browne P.R.L. 2000. Relationship between illite crystallinity and temperature in active geothermal systems of New Zealand. *Clays and Clay Minerals*, 48:139-144.
- Yufanyi D.M., Ondoh A.M., Foba-Tendo J., Mbadcam K.J. 2015. Effect of Decomposition Temperature on the Crystallinity of α -Fe₂O₃ (Hematite) Obtained from an Iron(III)-Hexamethylenetetramine Precursor. *American Journal of Chemistry*, 5:1-9