

1. Gabriel Braga de Oliveira
2. Mariana Brando Soares
3. Controle Tectônico de Depósitos Minerais e sua Inserção no Contexto Geológico Regional
4. Caracterização petrográfica, mineralógica e geometalúrgica do minério de apatita das diferentes frentes de lavra da Mina de Tapira, MG.

5. Introdução

A mina de Tapira é limitada pelo complexo magmático de Tapira (Cretáceo superior - Brod et al, 1999) que está inserido no contexto da Província Ígnea do Alto Paranaíba (APIP), que inclui diversos domos magmáticos e rochas ígneas associadas ao intenso magmatismo que ocorreu no centro-sul do Brasil durante o Cretáceo até o Eoceno devido ao impacto da pluma mantélica de Trindade na base da litosfera continental (Brod, 1999; Barbosa, 2009). O depósito de Tapira foi formado a partir da alteração supergênica dos bebedouritos, foscoritos e carbonatitos ricos em apatitas. O intenso processo de intemperismo acarretou a concentração residual de apatita. O processo intempérico está relacionado com a hidrólise parcial de rochas silicáticas e a dissolução de carbonatos, com perda de Ca, Mg, K e Si e acumulação de Al, Fe e Ti, da base para o topo (Relatório interno da Mosaic, 2020).

Segundo o relatório da Mosaic (2020), o perfil intempérico da mina foi dividido em: aloterito, camada mais superior e estéril; isalterito de topo, camada marcada pela substituição de perovskita em anatásio e, consequentemente, pelo alto teor de TiO_2 ; isalterito de base, horizonte onde ocorre a mineralização de fosfato; rocha semi-intemperizada, onde ocorre alteração menos intensa de bebedouritos e foscoritos e a rocha são que é representada por bebedouritos e foscoritos com teores anômalos de apatitas e perovskitas, cortados por veios de carbonatitos.

Na APIP os magmas silicáticos alcalinos são predominantemente potássicos. As principais rochas alcalinas da província incluem kimberlitos, olivina lamproitos madupíticos e kamafigitos, sendo as últimas mais abundantes (Gibson, 1995). Nos complexos da APIP foram identificadas três séries petrogenéticas principais: a série bebedourítica, foscorítica e carbonatítica (Brod, 1999; Brod et al, 2000). Cada uma está estritamente relacionada com diversos processos como cristalização fracionada, imiscibilidade de líquidos, mistura de magmas, contaminação crustal e desgaseificação (Bezerra e Brod, 2024).

Durante a realização da monografia, notou-se que as apatitas observadas, tanto em microscopia óptica quanto no MEV-EDS, apresentavam aspectos distintos indicando mais de uma geração de apatitas. Em algumas lâminas observou-se apatitas em prismas longos ou curtos, comumente arredondados e formas euédricas a subédricas e muito bem desenvolvidas, indicando ser essencialmente primária e que foi um dos primeiros minerais a se formar. Também ocorre como massas granulares, maciças e compactas. Diferentes tonalidades de cinza foram observadas no MEV, devido aos teores de ETRs, indicativo de mais de uma geração de apatitas. Também foi observado apatitas contendo Ce.

A distribuição dos teores de ETRs nas apatitas está relacionado com a natureza da rocha (Bezerra e Brod, 2024). Apatitas ígneas apresentam enriquecimento em lantanídeos pesados e ítrio, quando associados a

granitos pegmatíticos, e são ricas em lantanídeos leves quando associadas a pegmatitos alcalinos e carbonatitos (Toledo, 2001). Os teores de ETRs na apatita de carbonatitos varia de menos de 1% a 8% em peso do somatório dos óxidos de ETR. De acordo com Roeder et al. (1987) apud Toledo (2001), as apatitas lateríticas de Tapira apresentam razão La:Yb com valores mais baixos que o normal para apatitas de carbonatitos. No entanto, para as apatitas formadas em condições oxidantes de superfície, pode se esperar um enriquecimento em Ce, devido à possibilidade de o Ce ser oxidado e se tornar menos móvel que os ETRs (Toledo, 2001).

Bezerra e Brod, (2024), estudaram as características da apatita em duas amostras de Tapira, utilizando imagens de microscopia eletrônica e análises semi-quantitativas por EDS. A partir deste estudo, notou-se que a apatita de Tapira é uma fluorapatita de composição relativamente uniforme, sem zonações ou variações composicionais significativas nos grãos analisados. Localmente, observou-se ligeiras variações nos teores de Ba, Sr, Fe e Mn, indicando ser uma solução sólida restrita ou inclusões de carbonatos. Além disso, foi identificado pequenas variações nos tons de cinza, regiões com um tom ligeiramente mais escuro pode indicar presença de elementos mais leves, ou seja, número atômico médio menor, do que nas áreas mais claras.

6. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo compreender as principais características do minério de Tapira. As apatitas quando submetidas ao processo de flotação apresentam comportamentos distintos, o que acaba acarretando a dificuldade de recuperação. Para isso, serão realizadas descrições petrográficas de amostras cedidas pela empresa (Mosaic Fertilizantes). Também serão conduzidas análises de MEV-EDS em lâminas e separados minerais. O estudo levará em consideração os dados disponíveis na literatura, que são escassos, e serão apresentadas interpretações para fins de geometurgia.

7. Materiais e métodos

A mina de Tapira está inserida no complexo ultramáfico-alcalino-carbonatítico de Tapira localizado no oeste do Estado de Minas Gerais, a aproximadamente 35 Km a sudeste da cidade de Araxá. Trata-se de um domo com cerca de 5,2 Km de diâmetro e área total de 35 Km². A região caracterizada pelo enriquecimento supergênico de rochas ultrabásicas como bebedouritos, foscoritos e carbonatitos, resultando em importante depósito de fósforo, titânio e terras raras. Serão utilizadas técnicas de difratometria de raio X, análise mineralógica seguindo a metodologia de separação e catação de minerais em grãos em lupa binocular no Laboratório Geológico de processamento de amostras (LGPA) da UERJ (Frantz e líquido denso). Após a separação será feita a montagem em epóxi do minério (apatita). Estes serão levados para caracterização em microscopia eletrônica de varredura com dispersão de energia. Além disso, será utilizado a microscopia óptica em luz transmitida e refletida, análise estatística a partir de dados geoquímicos multielementares obtidos a partir de testemunhos de sondagens e, também, ensaios de flotação piloto no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) para entender o comportamento geometúrgico das apatitas.

8. Viabilidade da proposta (infraestrutura e financeira)

O projeto será desenvolvido com a orientação da Prof. Dra. Mariana Brando Soares e contará com o apoio da Mosaic Fertilizantes para a cessão de material de estudo, como dados geoquímicos, amostras de rocha, polpas e britas de rocha.

9. Disciplinas a serem cursadas

- Geocronologia isotópica
- Tectônica de alojamento de rochas ígneas
- Geologia isotópica aplicada a petrogênese ígnea
- Microscopia avançada de minerais opacos, minérios e eletrônica de varredura
- Petrologia ígnea e suas implicações para fontes mantélicas e processos magmáticos
- Rochas e minerais industriais
- Mineralogia avançada (sem campo)
- Novas ferramentas para a mineração, tratamento, análise e visualização de dados

10. Cronograma

Atividades	Meses			
	Jan-Jun	Jul-Dez	Jan-Jun	Jul-Dez
	2025	2025	2026	2026
Levantamento bibliográfico	x	x	x	x
Análise mineralógica	x	x		
Análise geoquímica		x	x	
Petrografia		x	x	
MEV-EDS		x	x	
Difratometria de raio X		x	x	
Seminário		x		
Qualificação			x	
Defesa da tese				x

11. Referências bibliográficas

Barbosa, Elisa Soares Rocha. Mineralogia e petrologia do complexo carbonatítico-foscritos de Salitre, Mg. 2009. 258f., Il. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2009

Bezerra, M. A., Brod, J. A. Mineralogia da apatita do complexo alcalino-carbonatítico de Tapira. 2024. Trabalho acadêmico – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024.

Brod, J. A. Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil. England: University of Durham, 1999. 486 p. (Thesis, Doctor of Philosophy).

Gibson, S. A., Thompson, R. N., Dickin, A. P. and Leonardos, O. H. (1995^a). High-Ti and Low-Ti mafic potassic magmas: Key to plume-lithosphere interactions and continental flood-basalt genesis. Earth and planetary Science Letters, 136: 149-165.

TOLEDO, M. C. M. de. A variabilidade de composição da apatita associada à carbonatitos. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, 2001.