

Caracterização mineralógica e tecnológica das fontes alternativas de terras-raras

Josimar Firmino de Lima
Bolsista Capacitação Institucional

Reiner Neumann
Orientadora, Geólogo, D. Sc.

Resumo

O resumo pode ser escrito com até cerca de 10 linhas e deve conter de forma sucinta as principais informações sobre o trabalho, rapidamente descrevendo o objetivo, a metodologia, os resultados e a conclusão. Deve ser escrito em parágrafo único, numa sequência corrente de frases lógicas sem nenhuma enumeração de tópicos.

O trabalho como um todo deve conter um mínimo de 5 e um máximo de 7 páginas. É recomendável que o trabalho seja escrito por cima deste modelo, aproveitando toda sua formatação.

1. Introdução

Elementos Terras Raras (ETR) são os 17 metais de transição do grupo 3 da Tabela Periódica (ou IIIA na antiga classificação da IUPAC), incorporando Sc, Y e a série lantanídea (ou lantanóide), de La a Lu. Os elementos terras-raras e seus compostos apresentam propriedades químicas e físicas essenciais para várias aplicações que atualmente são de uso corriqueiro na vida moderna {Chakhmouradian, 2012 #3074}. O Brasil, maior produtor dos elementos na década de 1950, não produz atualmente nenhum composto de terras raras, sendo totalmente dependente de importação.

Com os elevados preços que os elementos de terras raras atingem no mercado atualmente, há uma corrida de detentores de potenciais jazidas para iniciar a produção, enquanto os preços estão elevados. O processamento dos minérios, no entanto, exige um sólido conhecimento prévio a respeito dos carreadores dos ETR e dos demais minerais no minério, tanto para definir uma rota de concentração, quanto para dimensionar a sua extração. Considerando-se que os teores dos elementos podem ser baixos na amostra, e que existem por volta de 270 minerais de ETR {Chakhmouradian, 2012 #3074}, a sua correta identificação é mais confiável se, no processo de caracterização do minério, eles puderem ser concentrados, por processos densimétricos e/ou magnéticos {Neumann, 2004 #2693}.

O desenvolvimento e estabelecimento da cadeia produtiva de terras raras no Brasil, desde a produção de seus óxidos até a sua aplicação em componentes de produtos de alta tecnologia é definida como desafio pelo Programa Setorial “Minerais Estratégicos”, pertencente à Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 (ENCTI 2012 - 2015).

2. Objetivos

Verificar se os minerais carreadores de Elementos de Terras Raras e a sua ganga podem ser separados, em ensaios de bancada, para a sua correta identificação e quantificação. Estudo de caso em amostra de origem sigilosa, com elevada concentração de ETR pesadas.

3. Material e Métodos

Foram recebidos 200 g de uma amostra com teor elevado de ETR pesadas (5,6% de Y₂O₃). Essa amostra foi inicialmente moída 100% abaixo de 300 µm em grau de ágata, e classificada em peneira de 106 µm, retendo-se 58,89% do material. Ambas as frações, 300x106 µm e -106 µm, foram separadas segundo o fluxograma da Figura 1.

Todos os produtos (ferromagnético, magnéticos a 3, 5 e 1 kG, e não magnético a 1 kG) das quatro frações/produtos foram quarteados com um quarteador rotativo Quantachrome, separando-se alíquotas para análise por difração de raios X (DRX).

Todas as alíquotas para análise quantitativa por DRX foram moídas em moinho McCrone em 15 mL de água, com meio moedor de ágata, por 10 minutos. A suspensão da amostra moída foi descarregada numa placa de Petri de teflon, e seca em estufa a 60°C. Depois de seca, a amostra foi retomada com auxílio de uma espátula plástica e pincel descartável, desagregada por moagem manual num gral de ágata, montada no suporte do tipo backload (para redução de orientação preferencial) e analisada no difratômetro de raios X.

As análises por DRX, pelo método do pó, foram executadas em um equipamento Bruker-AXS D4 Endeavor, nas seguintes condições de operação: radiação Co K α (40kV/40mA), com passo de 0,02° 2 θ , tempo de contagem de 184 segundos por passo com detector linear sensível à posição do tipo *silicon drift* LynxEye, coletados de 5 a 105° 2 θ . A interpretação qualitativa de espectro foi efetuada por comparação com padrões contidos no banco de dados relacional PDF04+.

Análises quantitativas, a partir dos dados de raios X, foram calculadas pelo método de refinamento de espectro multifásico total (método de Rietveld), com software Bruker-AXS Topas, v. 4.2.

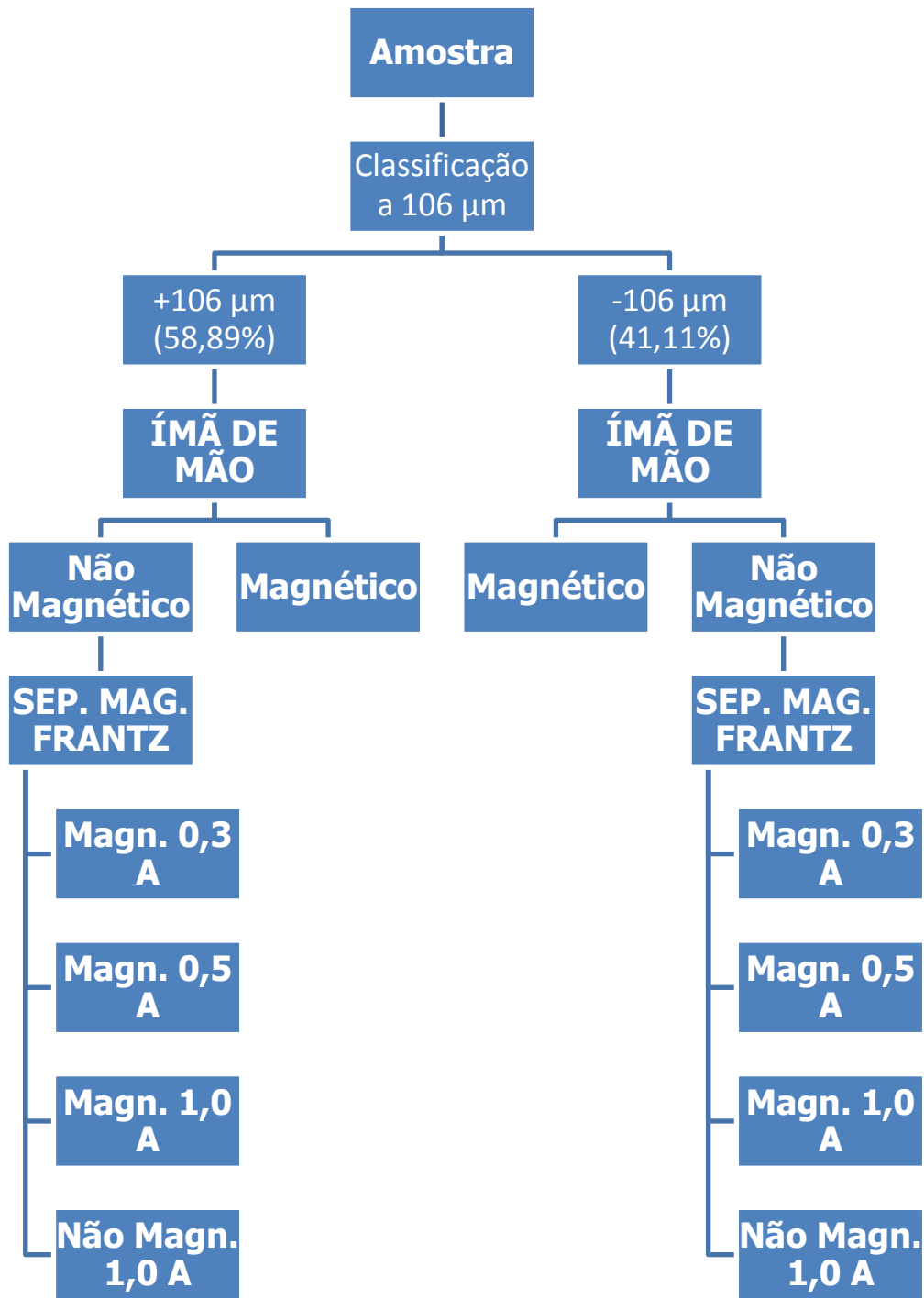


Figura 1. Fluxograma de concentração e caracterização.

4. Resultados e Discussão

Os carreadores de ETR identificados por difração de raios X foram xenotímio, fluocerita-(Ce) e gagarinita-(Y). Xenotímio e gagarinita-(Y) são carreadores de Y e ETR pesadas, e a fluocerita-(Ce) carrega ETR predominantemente leves. A Tabela 1 mostra a fórmula estrutural destes minerais.

Tabela 1. Fórmula estrutural simplificada dos minerais carreadores de ETR.

Mineral	Definição
Xenotímio	$(Y, Dy, Er, Yb)PO_4$
Fluocerita-(Ce)	$(Ce, La, Nd)F_3$
Gagarinita-(Y)	$Na_x[Ca_x(Y, Dy, Er, Yb)_{2-x}]F_6, x \leq 2$

A distribuição dos minerais carreadores de ETR da amostra de cabeça, conforme recebida, e das frações, está graficamente representada na Figura 2, e dos produtos da separação magnética nas Figuras 3 e 4.

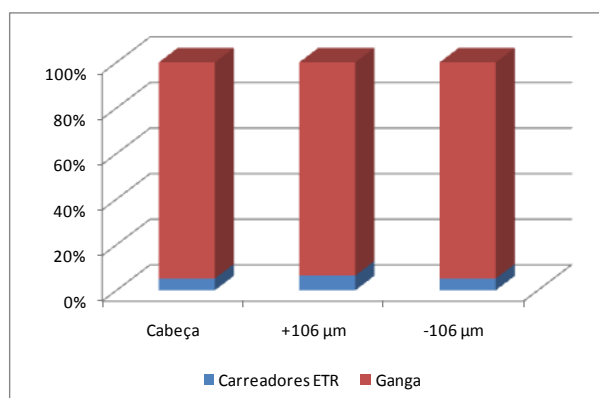


Figura 2. Distribuição dos minerais carreadores de ETR da cabeça da amostra e das frações (% massa).

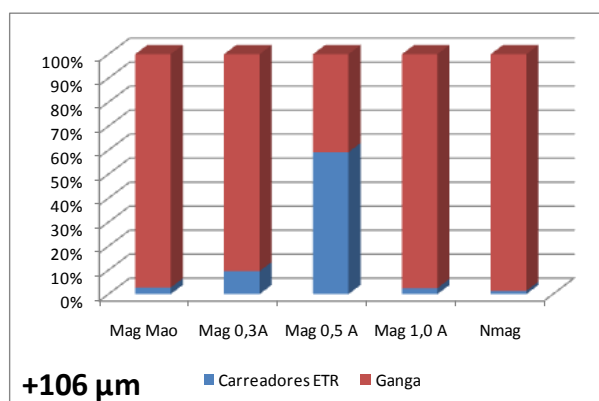


Figura 3. Distribuição dos minerais carreadores de ETR da fração +106 µm (% massa).

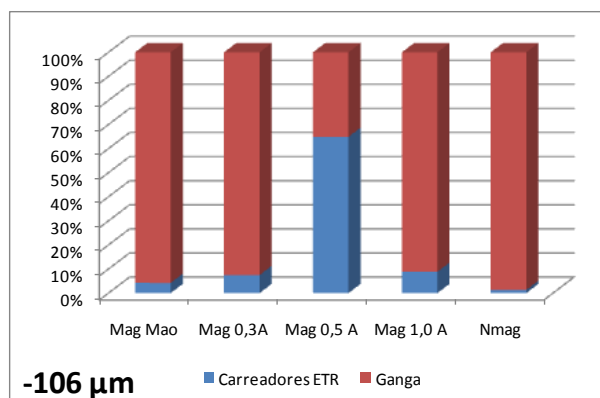


Figura 4. Distribuição dos minerais carreadores de ETR da fração -106 µm (% massa).

Observa-se um teor relativamente baixo na amostra de cabeça e nas frações. Nestes teores, a identificação correta dos minerais carreadores de ETR pode ser difícil, uma vez que o limite de detecção da difração é da ordem de 0,5%. Além dos três minerais carreadores de ETR, foram identificados mais 16 minerais de ganga, e alguns deles também estão presentes em quantidades próximas ao limite de detecção.

Já nos produtos da separação magnética, os minerais carreadores de ETR podem perfazer até 65% da massa total da amostra, e dessa forma a sua identificação é muito mais correta. Com os minerais de ganga ocorre da mesma maneira, já que eles também se distribuem conforme a sua susceptibilidade magnética.

5. Conclusão

A boa preparação de amostra, previamente à sua análise para identificação e quantificação, é uma etapa fundamental para a caracterização mineralógica e tecnológica de minérios complexos de ETR. No estudo de caso apresentado, os minerais carreadores dos referidos elementos perfazem menos de 6% da amostra, mas nos produtos magnéticos entre 0,3 e 1,0 A estão muito mais concentrados, chegando a 65% no produto magnético a 0,5 A da fração -106 µm.

6. Agradecimentos

Agradeço à equipe do SCT pelo apoio para execução do trabalho, e ao MCTI pela bolsa PCI.

7. Referências Bibliográficas

CHAKHMOURADIAN, A. R.; WALL, F. Rare Earth Elements: Minerals, Mines, Magnets (and More). **ELEMENTS**, v. 8, n. 5, p. 333-340, October 1, 2012.

NEUMANN, R.; SCHNEIDER, C. L.; ALCOVER NETO, A. Caracterização Tecnológica de Minérios. In: LUZ, A. B. D.; SAMPAIO, J. A., *et al* (Ed.). **Tratamento de Minérios**. 3rd: CETEM, 2004.