

Caracterização Tecnológica de Minério de Terras-Raras Laterítico

Flávia de Oliveira Metzler
Bolsista de Iniciação Científica, Geologia, UFRJ

Reiner Neumann
Orientador, Geólogo, M.Sc.

RESUMO

O minério, proveniente de Catalão, GO, é formado principalmente por quartzo, magnetita, ilmenita, goethita, monazita, apatita e gorceixita. A monazita é único mineral carreador de elementos terras raras encontrado; na faixa granulométrica de 0,105 a 0,149 mm, a liberação da monazita em relação aos minerais de ganga é de 56%. A principal associação da monazita é com quartzo, apatita e gorceixita.

1. INTRODUÇÃO

Catalão I (GO) é um complexo ultramáfico-carbonatítico de idade cretácica superior, cuja principal litologia é glimmerito, e, subordinadamente, piroxenitos e peridotitos serpentinizados. O intemperismo nessa área é intenso, podendo atingir 200 m.

O depósito do Córrego do Garimpo está entre as melhores reservas e teores de TR do país, representando, segundo Lapido Loureiro & Barbosa(1) e Lapido Loureiro (2), por volta de 2,3% dos recursos identificados. Estão associados a minérios principalmente de apatita, Nb e anatásio, e contém aproximadamente 10% de OTR.

A alta complexidade dos minérios, que se dá devido à grande variabilidade mineralógica e intensa lateritização, exige tecnologia específica para viabilizar o seu aproveitamento, partindo-se de uma caracterização mineralógica e tecnológica precisa.

Preliminarmente, foram detectados três tipos principais de minério de ETR em Catalão I: o silexítico, o carbonatítico e o laterítico. O minério silexítico já foi estudado com certo detalhe por Neumann et al (3). O minério carbonatítico, detectado em alguns testemunhos de sondagem, a partir da profundidade de 120 m, deverá ser ainda caracterizado.

Neste trabalho apresenta-se o resultado parcial da caracterização do minério laterítico (ou saprolítico). É uma amostra resultante da homogeneização e quarteamento de várias toneladas de material aflorante na mina da Goiásfértil, processado pela própria empresa.

2. OBJETIVO

Caracterizar a amostra do ponto de vista de sua mineralogia, minerais carreadores de ETR e de ganga, grau de liberação, como subsídios a ensaios de concentração das terras-raras, a fim de se alcançar teores compatíveis com posterior processamento metalúrgico.

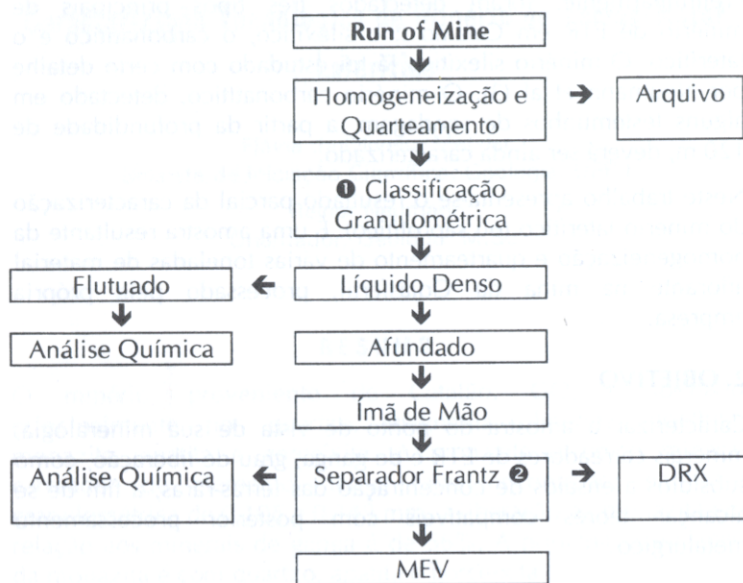
3. METODOLOGIA

A amostra foi recebida já classificada por peneiramento, seguindo a série Tyler de 1,68 a 0,037 mm. As frações entre 3,36 e 0,037 mm foram submetidas à separação em meio denso, utilizando bromofórmio de densidade 2,89 kg/L, gerando as porções "flutuado" e "afundado".

Os afundados foram submetidos ao ímã de mão e ao separador isodinâmico Frantz, a 0,1, 0,3, 0,5, 0,8, 1,0, 1,5 e 1,85 A. As intensidades de corrente foram definidas em trabalhos anteriores por tentativa e erro, e geralmente promovem uma separação relativamente eficaz dos minerais presentes nesse tipo de minério.

A mineralogia das diversas frações magnéticas e não-magnética do produto afundado entre 105 e 149 µm foi identificada por MEV/EDS e DRX; pretendia-se quantificar as fases ao MEV, mas as características da amostra não o permitiram. Essa fração foi escolhida por ser a mais fina ainda permitindo boa separação ao Frantz. Foram feitas também análises químicas dessas fases, utilizadas para cálculo da distribuição da monazita na fração.

O Fluxograma da Figura 1 ilustra o procedimento.



① Série Tyler, de 1,68 a 0,037 mm

② 0,1, 0,3,0,5, 0,8,1,0,1,5,1,85 A

Figura 1 - Fluxograma do procedimento adotado para caracterização das amostras de terras-raras do Córrego do Garimpo

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 representa a distribuição das diversas frações granulométricas em mais leves e mais pesadas do que o bromofórmio.

Tabela 1 - Distribuição por densidade, em relação ao bromofórmio (% massa)

Fração retida (μm)	Flutuado	Afundado
2380	49,67	50,33
1680	42,27	57,73
1190	37,30	62,70
841	30,42	69,58
595	32,22	67,78
420	29,82	70,18
297	28,78	71,22
210	30,33	69,67
149	29,52	70,48
105	31,16	68,84
74	25,06	74,94
53	4,10	95,90
44	0,34	99,66
37	0,78	99,22

Apenas a fração afundada entre 0,149 e 0,105 mm foi processada no separador isodinâmico Frantz. A Tabela 2 indica essa separação por susceptibilidade magnética e a mineralogia, conforme detectada por MEV/EDS e DRX.

Tabela 2 - Distribuição por susceptibilidade magnética da fração de 105 a 149 µm afundada e mineralogia conforme determinada por MEV/EDS e DRX, em ordem decrescente de frequência, estimada visualmente

Produto	%	Mineralogia
Flutuado	-	quartzo, vermiculita, flogopita, monazita*, apatita*
Ímã de Mão	17,24	magnetita, hematita, ilmenita, monazita*, pandaíta*
0,1 A	7,79	hematita, ilmenita, monazita, apatita*
0,3 A	13,50	ilmenita, monazita*, apatita*, quartzo*
0,5 A	14,34	ilmenita, goethita, limonita*, monazita*, quartzo*
0,8 A	12,17	goethita, gorceixita, monazita*, apatita*, ilmenita*
1,0 A	13,51	monazita, goethita, gorceixita, apatita*
1,5 A	9,04	monazita, goethita, anatásio*, apatita*, gorceixita*
1,85 A	1,97	apatita, quartzo, monazita, gorceixita*, anatásio*
Não-Magnético	10,45	apatita, quartzo, monazita*

* detectado apenas ao MEV/EDS

A Tabela 3 apresenta a análise de ETR de diversos produtos da fração entre 0,149 e 0,105 mm, e a monazita calculada a partir da análise (como CePO₄).

As observações ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) com Sistema de Microanálise por Dispersão de Energia (EDS) permitiram a visualização da monazita em associação com os diversos minerais de ganga presentes. Justifica-se a ênfase que está sendo dada à monazita por ser o único carreador importante de ETR encontrado.

Tabela 3 - Conteúdo de terras-raras nos produtos da fração entre 105 e 149 µm, e monazita calculada a partir da análise (como CePO₄)(% massa)

	OTR	La ₂ O ₃	CeO	Pr ₆ O ₁₁	Nd ₂ O ₃	monazita
Flutuado	6,3	1,8	2,7	0,5	1,4	9,5
Ímã mão	0,9	0,2	0,3	0,1	0,3	1,4
0,1 A	1,4	0,4	0,7	0,1	0,2	2,1
0,3 A	1,0	0,2	0,4	0,1	0,2	1,5
0,5 A	1,4	0,4	0,7	0,1	0,2	2,1
0,8 A	4,2	1,2	2,0	0,4	0,7	6,4
1,0 A	16,8	4,6	8,4	1,1	2,8	25,3
1,5 A	13,7	4,2	6,5	0,8	2,2	20,7
1,85 A	8,7	2,5	3,9	0,6	1,7	13,1
Não-Mag.	1,8	0,4	0,8	0,2	0,5	2,8

A imagem da Figura 2 mostra a associação da monazita (mais clara) com gorceixita, no produto magnético a 1,0 A afundado.

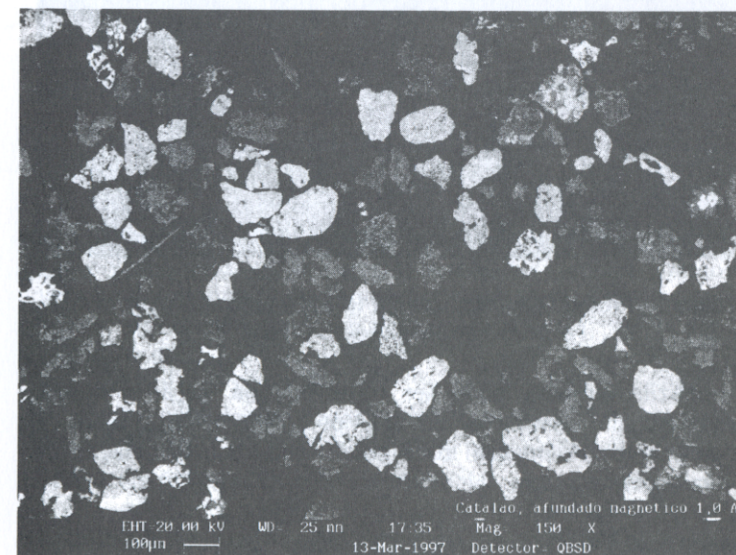


Figura 2 - Produto magnético a 1,0 A, afundado, imagem de elétrons retro-espalhados em MEV

Nessa intensidade de corrente, que gera um campo magnético de aproximadamente 10 kG, a monazita é esperada, e pode ser observada com razoável liberação.

Já na Figura 3, observa-se a monazita (mais clara) intensamente intercrescida com fluorapatitas (com Sr, cinza médio) e carbonato-apatitas (cinza escuro), na fração não-magnética a 1,85 A afundada.

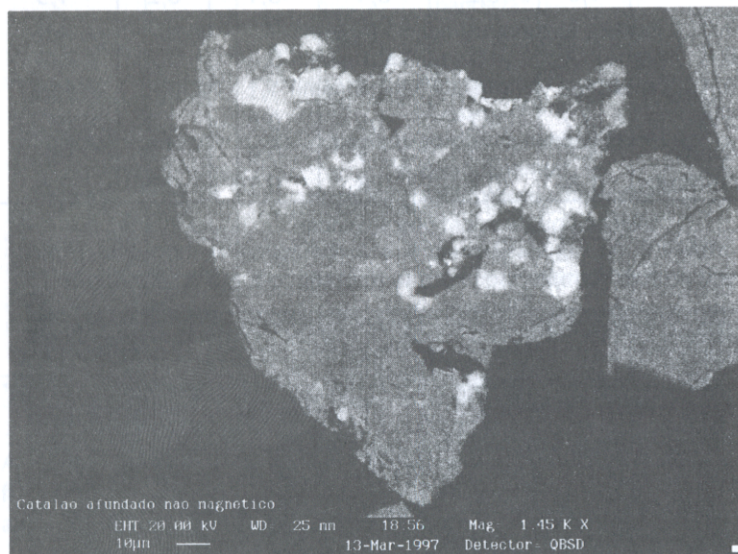


Figura 3 - Produto não-magnético a 1,85 A, afundado, imagem de elétrons retro-espalhados em MEV

A monazita também pôde ser observada na fração flutuada, apesar de sua densidade elevada, pela sua não-liberação de minerais leves. A imagem da Figura 4 mostra a associação da monazita com quartzo.

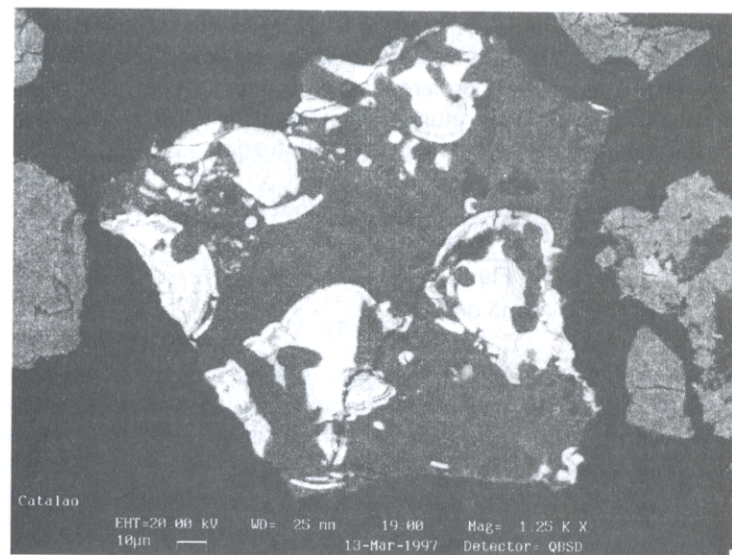


Figura 4 - Produto flutuado, imagem de elétrons retro-espalhados em MEV

5. CONCLUSÕES

O minério é formado principalmente pelos seguintes minerais: quartzo, magnetita, ilmenita, goethita, monazita, apatita e gorceixita. Outros minerais detectados foram flogopita, vermiculita, pandaíta (bariopirocloro), provável anatásio, titanita, zircão, zirconolita, barita e fosfato de Th, Ba, Ca e Pb não determinado.

O único carreador de terras-raras é a monazita. A gorceixita é desprovida de ETR, apesar de existir a solução sólida com seu termo rico nesses elementos, a florencita.

A distribuição da monazita nos diversos produtos da fração de 105 a 149 µm está na Tabela 4. Espera-se concentrar a monazita no produto magnético a 1,0 A (10 kG), que responde, no entanto, por apenas 45% de toda a monazita da fração; se for considerado o intervalo de 0,8 a 1,0 A (8 a 10 kG), com susceptibilidade magnética possivelmente variando por flutuação na sua

composição, tem-se por volta de 56% da monazita razoavelmente liberada, e 44% certamente não liberada. Essa distribuição ainda quantifica a associação preferencial da monazita com apatitas e gorceixitas (nos produtos afundados magnéticos a 1,5, e 1,85 A, e nos não-magnéticos), e com o quartzo (flutuado).

Tabela 4 - Distribuição da monazita (fração de 105-149 µm)

Produto	monazita (%)
Flutuado	0,5
Ímã de Mão	3,2
0,1A	2,1
0,3A	2,7
0,5A	3,9
0,8A	10,3
1,0A	45,3
1,5A	24,8
1,85A	3,4
Não-Magnético	3,8

BIBLIOGRAFIA

1. LAPIDO LOUREIRO, E.F.V., BARBOSA, J.P. Rare Earths in Brazil: deposits, identified resources and politics. London: Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, The Natural History Museum, 1993. 166p. Abstracts: p.7-9.
2. LAPIDO LOUREIRO, E.F.V. Terras-Raras no Brasil: depósitos, recursos identificados, reservas. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1994. 183p. (Série Estudos e Documentos, 21).
3. NEUMANN, R., ALMEIDA, S.L.M., DASSIÉ, M.V.C. Technological characterization of the Córrego do Garimpo rare earth ore, Catalão (GO), Brazil. In: Meeting of the Southern Hemisphere on Mineral Technology 4. Concepcion, Chile, 1994. V.1. Mineral Processing and Environmental. p.259-268.

Processamento de Minérios de Terras-Raras por Flotação

Nilton Rosembach Junior
Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia Química, UERJ
Elbert Valdiviezo Viera
Orientador, Engenheiro de Minas, D. Sc.

RESUMO

Esse trabalho apresenta e avalia os resultados de estudos de caracterização (análise granulométrica, granuloquímica, química e MEV) e de flotação primária, realizados com amostras do minério saprolito-laterítico de terras-raras do Córrego do Garimpo, Catalão, Goiás.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o desenvolvimento de novas tecnologias provocou um significativo aumento na demanda dos elementos contidos nas terras-raras (TR), provocando maior interesse no seu estudo e na produção de seus compostos. A expectativa é que nos próximos anos ocorra um incremento substancial no consumo mundial de TR, paralelamente ao surgimento de novas aplicações em tecnologias de ponta (1).

Cerca de 95% dos óxidos de terras-raras (OTR) são obtidos industrialmente a partir de três minerais: monazita, bastnaesita e xenotímio. Os dois primeiros são os principais portadores dos elementos leves das TR e o xenotímio é a principal fonte de ítrio e de outros elementos que compõem a fração pesada das TR (2).

Os principais processos industriais empregados como estágios de pré-concentração no beneficiamento de minérios de TR são: separação magnética, separação eletrostática e concentração gravítica. Na prática industrial, esses métodos são freqüentemente utilizados no beneficiamento de *placers* de origem marinha e fluvial.

O processo de flotação também é utilizado, principalmente, no beneficiamento de minérios de terras-raras de mineralogia mais