

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO MINÉRIO FOSFÁTICO DE SANTA QUITÉRIA VISANDO AO APROVEITAMENTO DE ELEMENTOS DE TERRAS RARAS (ETR)

Ana Luiza De Jesus Guedes

Aluna de Graduação de Engenharia de Materiais, 5º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM : setembro de 2013 a julho de 2014.

aguedes@cetem.gov.br

Elves Matiolo

Orientador, Eng. de Minas, D.Sc.

ematiolo@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Dada a grande dependência do Brasil de importações de concentrados de rocha fosfática para produção de fertilizantes fosfatados, o desenvolvimento de processo de concentração de apatita em minérios com ganga carbonática que apresentem viabilidade técnica e econômica é de fundamental importância para garantir o aproveitamento de jazidas como, por exemplo, a de Santa Quitéria (CE). Além disso, esse tipo de mineralização também possui a característica de conter outros minerais de interesse econômico, tais como elementos de terras raras (ETR) e elementos radioativos, como o tório e o urânio. O presente trabalho está inserido no projeto que atende à demanda do MCTI denominada "Apoio à retomada da pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação na área de terras raras" no Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação – CETEM/MCTI. O de Santa Quitéria é o primeiro de três alvos a serem estudados para efeitos de desenvolvimento de processos tecnológicos de beneficiamento de minérios de terras raras. A motivação para escolha deste alvo para estudos de terras raras se deu pelo fato de que segundo Loureiro (1994), oito amostras de colofanitos de testemunhos de oito furos de sonda, coletadas em profundidades e intervalos aleatórios, revelaram teores de até 870 ppm de Y e um valor médio de 456 ppm. Estes valores, altos para rocha fosfática, podem sugerir uma origem marinha e, por outro lado, incentivam que se faça um estudo para se determinar o possível aproveitamento dos ETR como subproduto do ácido fosfórico e do U que serão produzidos a partir do minério de Itataia.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma caracterização química e mineralógica a fim de mapear a distribuição de elementos de terras raras (ETR) contidos no minério fósforo-uranífero da jazida de Santa Quitéria (CE) e avaliar a possibilidade de concentração dos minerais portadores de ETR.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi tomada uma amostra ROM da jazida de Santa Quitéria com massa de aproximadamente 1000 kg. As operações unitárias realizadas para preparação do minério para fins de caracterização envolveram britagem de toda a amostra abaixo de 3,36 mm, homogeneização em pilha prismática, britagem de uma fração da amostra abaixo de 1 mm e classificação da amostra < 1 mm em peneiras entre os tamanhos de 850 µm e 20 µm. Tanto da amostra cabeça (< 1 mm) quanto das frações granulométricas geradas entre 850 µm e 20 µm, foram realizadas análises químicas através das técnicas de Espectroscopia de Raios X para quantificação dos óxidos majoritários e ICP/MS para determinação dos teores dos ETR. As análises mineralógicas envolveram análises por difração de raios X (DRX) e análises ao microscópio eletrônico de varredura (MEV).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a distribuição granulométrica da amostra ROM que foi britada abaixo de 1 mm e classificada em peneiras entre os tamanhos de 850 μm e 20 μm . O d_{80} foi em torno de 670 μm e cerca de 13% da amostra é passante em 20 μm .

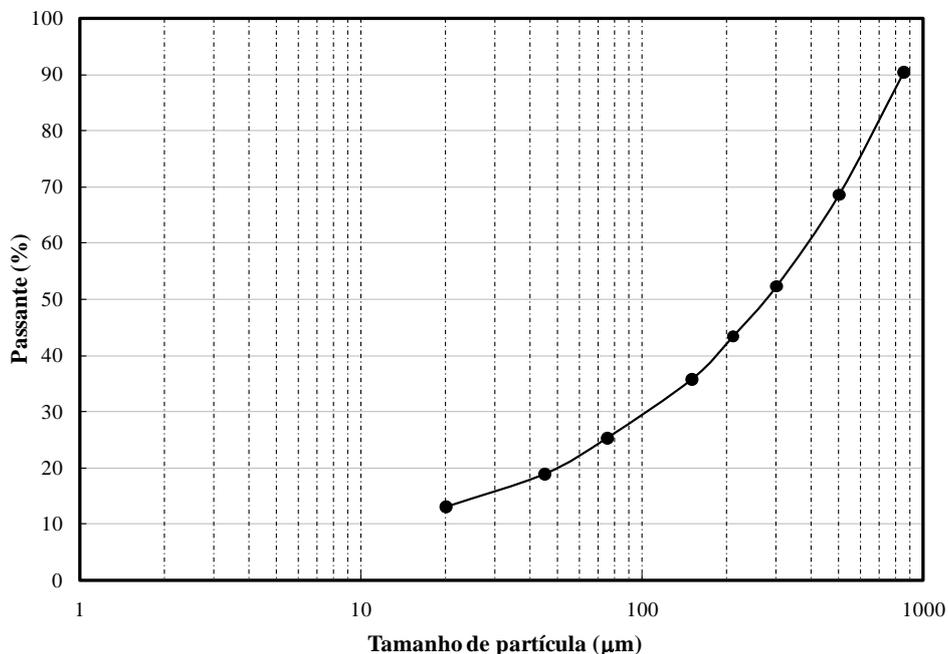


Figura 1: Distribuição granulométrica da amostra ROM britada abaixo de 1mm.

A Tabela 1 mostra a análise química e de perda ao fogo (PPC) da amostra britada abaixo de 1 mm do minério de Santa Quitéria, considerando a amostra cabeça e suas frações granulométricas (% massa) para os óxidos mais abundantes na amostra (99,7% do total da amostra). A Tabela 2 apresenta a análise química para os elementos de terras raras (ETR) e elementos radioativos tório e urânio, também da amostra cabeça e de suas frações granulométricas.

A análise química mostra os teores relativamente elevados de P_2O_5 e U (respectivamente 16,7% e 500 ppm), e elevado teor de CaO (em torno de 47%), o que corresponde a uma relação $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ de 2,8, o que é um indicativo da presença de minerais de carbonato, visto que a relação teórica entre esses óxidos para apatitas é em torno de 1,35. Em relação aos principais elementos contaminantes destacam-se os teores de SiO_2 , que analisou 8,7% e o teor de Al_2O_3 , que ficou em 3%. Esses teores se mostraram bastante próximos aos de estudos anteriores feitos com o minério de Itataia (SALASI).

Os elementos de terras raras apresentaram teores muito baixos, com um total de 362 ppm. O elemento de terra rara individual de concentração mais elevada é o Y, que contribui com 118 ppm do total. O teor médio de U ficou na ordem de 650 ppm e o teor de Th em 40 ppm aproximadamente.

Os teores de ETR analisados são bem mais baixos quando comparados aos projetos atualmente em estudos no Brasil, que apresentam teores no ROM na ordem de 2% até 10% de óxidos de terras raras totais.

Tabela 1: Análise química e de perda ao fogo (PPC) da amostra de Santa Quitéria e de suas frações granulométricas, e composição de cabeça composta (% massa).

Tamanho μm	Teores (%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	F	SrO	ZrO ₂	PPC
1000x850	5,97	1,11	0,30	1,95	51,32	0,46	19,29	0,15	0,69	0,23	0,08	17,99
850x500	6,67	1,30	0,32	1,91	51,22	0,41	18,38	0,15	0,75	0,23	0,09	18,07
500x300	5,89	1,39	0,32	1,96	50,72	0,36	17,33	0,14	0,67	0,22	0,09	20,40
300x210	6,32	1,79	0,38	2,08	50,56	0,36	16,36	0,12	0,44	0,22	0,10	20,74
210x150	6,85	2,10	0,40	2,18	49,92	0,36	16,62	0,12	0,69	0,21	0,11	19,86
150x75	7,63	2,81	0,53	2,48	48,60	0,34	16,30	0,13	0,66	0,21	0,13	19,58
75x45	10,40	4,29	0,79	2,67	45,12	0,31	15,00	0,12	0,38	0,19	0,30	19,70
45x20	17,75	7,68	1,43	3,45	36,94	0,28	12,29	0,12	0,38	0,15	0,28	18,47
<20	16,31	7,02	1,19	4,59	36,62	0,30	14,43	0,14	0,60	0,15	0,21	17,73
Cabeça	8,69	3,00	0,56	2,52	47,24	0,37	16,77	0,13	0,55	0,21	0,16	19,23
Composta	8,69	2,86	0,56	2,50	47,60	0,36	16,68	0,13	0,62	0,21	0,14	19,06

Tabela 2: Análise química para os elementos de terras raras (ETR) e elementos radioativos tório e urânio da amostra de Santa Quitéria e de suas frações granulométricas, e composição de cabeça composta (% massa).

Tamanho μm	Teores (ppm)																
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	Lu	Y	Σ ETR	U	Th
1000x850	27,2	56,2	37,2	49,5	9,9	2,1	12,8	<8	19,1	<4	12,6	23,4	3,7	124	378	583	32,7
850x500	28,3	70,6	17,4	55,2	9,5	2,3	11,6	<8	21,0	<4	10,9	24,8	3,9	126	382	552	39,2
500x300	27,8	65,6	<15	51,7	9,4	2,2	14,4	<8	19,0	<4	11,4	22,3	3,6	113	340	502	34,7
300x210	26,3	62,7	34	52,3	9,6	2,3	12,6	<8	20,7	<4	9,5	20,8	3,4	111	365	444	36,8
210x150	27,5	65,9	24	53,3	11,6	2,0	5,9	<8	18,3	<4	10,8	21,5	3,5	107	351	448	37,4
150x75	25,4	61,6	<15	48,0	11,3	1,9	5,5	<8	18,1	<4	11,3	19,6	3,3	103	309	438	36,2
75x45	25,3	56,0	<15	49,6	10,9	2,1	5,0	<8	16,3	<4	9,8	17,5	2,9	98	294	512	19,8
45x20	26,3	68,7	<15	43,3	13,8	2,5	2,0	<8	21,0	<4	9,3	17,9	3,2	97	305	484	28,8
<20	33,2	83,3	<15	63,5	11,1	2,5	<2	<8	22,6	<4	9,5	18,8	3,3	109	357	492	37,5
Cabeça	28,0	70,8	<15	51,8	19,1	2,5	11,5	<8,0	22,0	<4	11,5	23,0	3,6	118	362	659	39,4
Composta	27,9	67,0	-	52,9	10,4	2,2	-	-	19,9	-	10,7	21,5	3,5	113	-	503	35,1

A composição mineralógica quantitativa das amostras, obtida a partir dos dados de DRX após refinamento pelo método de *Rietveld*, é apresentada na Tabela 3. Foi incluída também a composição da cabeça composta a partir da composição das frações granulométricas, ponderadas pela distribuição de tamanho de partículas, que permite uma comparação com a análise da cabeça por DRX/Rietveld, e também com as análises químicas. A difração de raios X não detectou mineral carreador de ETR, mas, se for considerada a sua concentração total da Tabela 2, este valor certamente estaria abaixo do limite de detecção do método, situado ao redor de 0,5%. É possível, ainda, que os ETR sejam carreados por apatita ou por zircão, e mesmo assim em teores que não seriam detectados nas análises químicas pontuais por EDS.

Tabela 3: Composição mineralógica determinada por DRX/método de Rietvel de cabeça composta da amostra Santa Quitéria e de suas frações granulométricas (% massa).

Tamanho μm	Quartzo	Flogopita	Apatita (CaF)	Calcita	Ankerita	Goethita	Caolinita	Montmorillonita
1000x850	6,4	0,1	54,6	37,0	0,7	0,4	0,0	0,7
850x 500	6,1	0,0	54,1	37,7	0,4	0,5	0,3	0,9
500x 300	6,9	0,1	49,5	41,0	0,5	0,6	0,9	0,6
300x 210	9,2	0,1	47,1	40,7	0,4	0,5	1,3	0,7
210x 150	5,6	0,1	49,2	40,9	0,3	0,5	1,7	1,7
150x75	5,3	0,1	49,6	40,6	0,5	0,5	2,3	1,1
75x45	5,7	0,2	48,3	39,8	0,4	0,5	3,3	1,9
45x20	4,3	0,1	43,5	37,0	0,0	1,3	6,6	7,2
<20	1,5	0,0	45,3	34,4	1,0	3,0	8,1	6,7
Cabeça	5,9	0,1	50,7	38,2	0,4	0,7	2,3	1,8
Composta	5,7	0,1	49,8	38,6	0,5	0,9	2,4	2,1

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados de caracterização química e mineralógica da amostra ROM da jazida de Santa Quitéria, é possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A amostra de minério estudada é constituída majoritariamente por apatita, calcita e quartzo, que correspondem a aproximadamente 94,8% dos minerais que compõem a amostra;
- Os teores de ETR são muito baixos comparados aos teores dos projetos para produção de terras raras atualmente em estudos no Brasil;
- Devido aos baixos teores dos ETR, não foi possível identificar o mineral carreador dos mesmos, o que impossibilita a concentração destes elementos;
- Uma possível alternativa para produção e obtenção dos ETR poderá ser através da do processo de purificação do ácido fosfórico a ser produzido com os concentrados de apatita, ou então, através do processamento dos demais produtos gerados durante as etapas de concentração de apatitas, como rejeitos de flotação e lamas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CETEM/MCTI pelo suporte e apoio financeiro para execução deste trabalho e ao CNPq pela concessão de bolsa PIBIC para a aluna Ana Luiza de Jesus Guedes. Os autores também agradecem ao Pesquisador do CETEM, Dr. Reiner Neumann pela realização da caracterização mineralógica e aos técnicos da COPM Leonardo Cattabriga, Fábio Novaes, Carlos Eduardo Wandermuren e Gilvan Alves pelo apoio na execução das etapas de preparação das amostras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOUREIRO, F.E.L. Terras-raras no Brasil - Depósitos, recursos identificados, reservas. Estudos e documentos, n° 21. MCT- CNPq-CETEM.1994. p.183.
- SALASI, H.T. Caracterização do minério de zircônio com urânio e terras-raras da jazida de Itaitaia - Ceará. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 1992, São Lourenço, Brasil.p.140-158