

BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE ESPODUMÊNIO PARA PRODUÇÃO DE COMPOSTOS DE LÍTIO

Tímmon Christian Vargas

Aluno de Graduação da Engenharia Química, 8º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM: agosto de 2011 a julho de 2012

tvargas@cetem.gov.br

Sílvia Cristina Alves França

Orientadora, Eng. Química, D.Sc.

sfranca@cetem.gov.br

Paulo Fernando A. Braga

Coorientador, Eng. Químico, M.Sc.

pbraga@cetem.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

O lítio é o mais leve dos metais e, assim como os demais metais alcalinos, é altamente reativo, tem grande potencial eletroquímico e baixa densidade. Devido a essas características e à previsão, nos próximos anos, de crescimento significativo na fabricação de veículos elétricos ou híbridos, cujas baterias são feitas à base de íon-lítio, o chamado “mineral portador do futuro”, tem merecido grande destaque no mundo. Com o aumento da demanda e dos preços, os minerais de lítio como espodumênio, petalita e outros, antes considerados antieconômicos, retomam a sua importância e viabilidade econômica (BRAGA; FRANÇA, 2011).

No Brasil, a produção industrial de compostos de lítio é obtida diretamente do mineral espodumênio, que é um aluminossilicato ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) com teor de 1 a 1,5% em Li_2O . A etapa inicial do processamento dos minerais de lítio para produção de carbonato e hidróxido lítio consiste na concentração do espodumênio por meio denso, obtendo-se assim um concentrado com teores em torno de 5,5% em Li_2O (BRAGA; SAMPAIO, 2008).

Para o seu aproveitamento industrial o concentrado de espodumênio requer uma etapa específica de tratamento térmico (decrepitação) em fornos calcinadores, a temperaturas na faixa de 1000-1100°C para conversão do α -espodumênio em β -espodumênio, de estrutura cristalina de maior friabilidade e reatividade (MEDINA; EL-NAGAR, 1984). A seguir, a digestão do concentrado de espodumênio decriptado pode ser realizada com ácido ou álcali e o produto final obtido será um carbonato ou um hidróxido de lítio.

2 - OBJETIVOS

Caracterizar tecnologicamente e beneficiar um minério de espodumênio para utilização na produção de compostos de lítio, especialmente o hidróxido de lítio. O projeto tem por objetivo avaliar uma rota alternativa de processamento que inclua a etapa de decriptação, com o intuito de facilitar a separação dos minerais de ganga e elevar o teor de espodumênio no concentrado final utilizado na produção de compostos de lítio.

3 - METODOLOGIA

3.1- Preparação da amostra

O presente estudo foi realizado com um concentrado de baixo teor de espodumênio, com granulometria abaixo de 6 mm, a qual foi cominuída em britadores de mandíbulas e rolos, para obtenção de um produto com granulometria menor que 2 mm. O espodumênio, por ser um silicato pouco reativo necessita de uma etapa de tratamento térmico para sua transformação estrutural (decriptação). Essa transformação, além de tronar mais friável, propicia uma separação efetiva dos minerais de ganga (mica, quartzo e felsdpató), e conseqüentemente, um aumento no seu teor de Li_2O .

3.2 Caracterização da amostra

Foi realizada a caracterização química e mineralógica utilizando técnicas de espectrofotometria de absorção atômica, espectrofotometria de chama, separação em líquido denso (afunda-flutua), lupa binocular e difração de raios-X, para amostras de minério e concentrados.

3.3 – Decriptação

O espodumênio é um alumínio silicato pouco reativo e resistente ao ataque químico, na sua forma α ; após tratamento térmico (decriptação) transforma-se irreversivelmente em β -espodumênio, mais friável e mais reativo que a sua forma original, tornando possíveis as reações de troca iônica (GARRETT, 2004). Os experimentos foram realizados em forno mufla a temperaturas na faixa de 1050 °C, por um período de 30 minutos, otimizados em laboratório.

3.4 – Concentração do espodumênio

Com o objetivo de enriquecer o concentrado em estudo, o mesmo foi tratado termicamente e em seguida submetido a ensaios de desagregação e classificação por peneiramento.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químicas do concentrado de baixo teor de espodumênio são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do minério de espodumênio e concentrado de baixo teor

Amostra	Análise Química (%)										
	Li ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Mn ₂ O ₃	PF
ROM	1,54	19,1	61,7	0,30	0,03	0,04	3,79	3,74	0,44	0,06	8,3
Pré-conc.	5,50	23,3	56,8	1,07	0,04	0,17	1,40	0,79	0,65	0,14	9,8

Os resultados de análises química e mineralógica (difratometria de raios-X e lupa binocular) evidenciam a presença do espodumênio e dos minerais de ganga quartzo, feldspato, muscovita e mica-xisto (rocha encaixante).

Com relação à distribuição dos minerais de ganga nas frações granulométricas foi realizada uma etapa de separação em líquido denso (Figura 1), para verificação da possibilidade de concentração adicional do minério de lítio. O espodumênio tem densidade de 3,2 g/cm³, enquanto os minerais de ganga têm densidades na faixa de 2,6 g/cm³, permitindo o uso do bromofórmio (d = 2,98 g/cm³) como meio de separação.

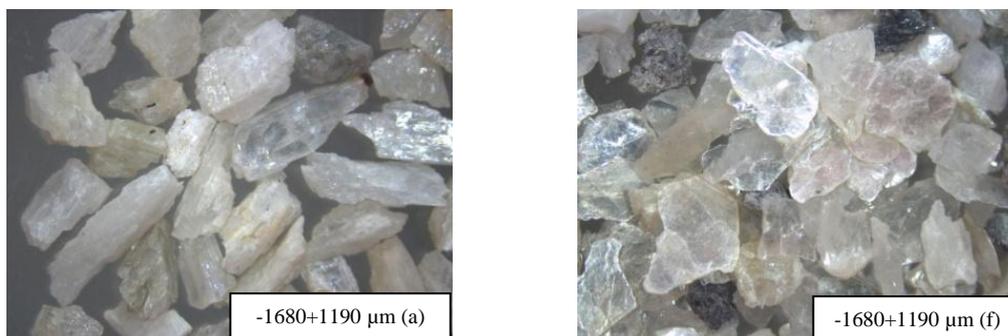


Figura 1 – Amostras de produtos da separação em líquido denso: afundado (a) e flutuado (f)

Nas imagens da Figura 1, obtidas em lupa binocular, podem ser visualizadas algumas espécies minerais presentes no concentrado estudado, para os produtos afundado (a) e flutuado (f). Verifica-se que os minerais de ganga, especialmente a mica, concentram-se preferencialmente nas frações mais grossas da amostra. Nota-se que na fração flutuada são observadas partículas

de mica, quartzo e rocha encaixante; no produto afundado são observados grãos bem definidos de espodumênio, de hábito prismático achatado e longo.

A decriptação do espodumênio leva à transformação do minério em uma fase mais friável e reativa. Tal transformação é evidenciada pelos difratogramas de raios-X das amostras natural e calcinadas, apresentados na Figura 2.

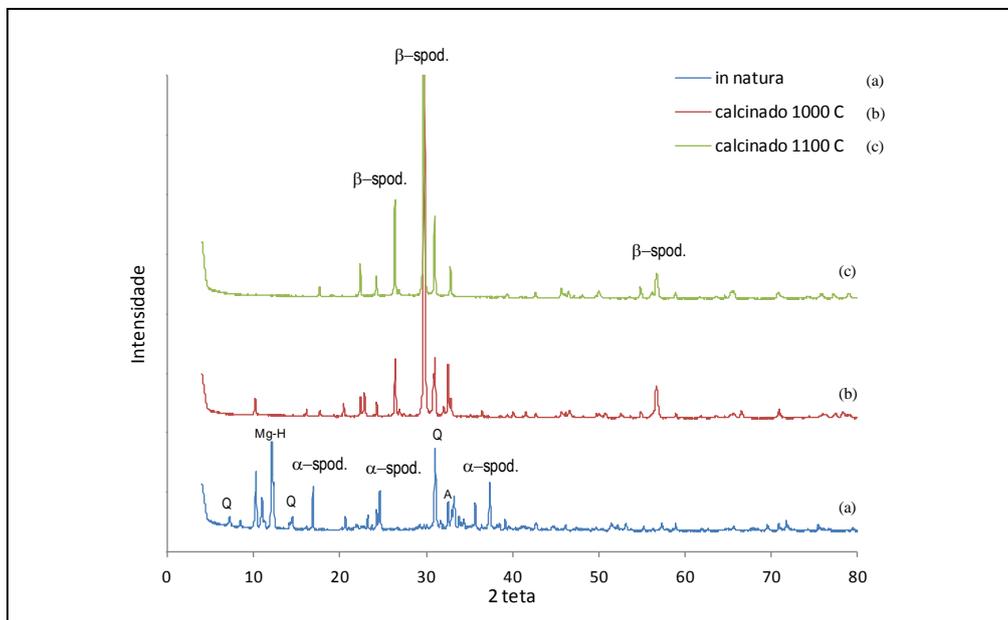


Figura 2 – Difratogramas de raios-X do espodumênio natural e decriptado

A amostra submetida à decriptação foi processada em tambor desagregador e posteriormente classificada por peneiramento para remoção dos minerais de ganga e consequente concentração do espodumênio. Na Figura 3 são mostrados o minério de espodumênio cominuído (-2 mm) e os produtos após o beneficiamento por decriptação, desagregação e classificação. A eficiência do processo de enriquecimento é confirmada pelos resultados de análise química e recuperação metalúrgica, para teores de Li_2O nos produtos, apresentados na Tabela 3.

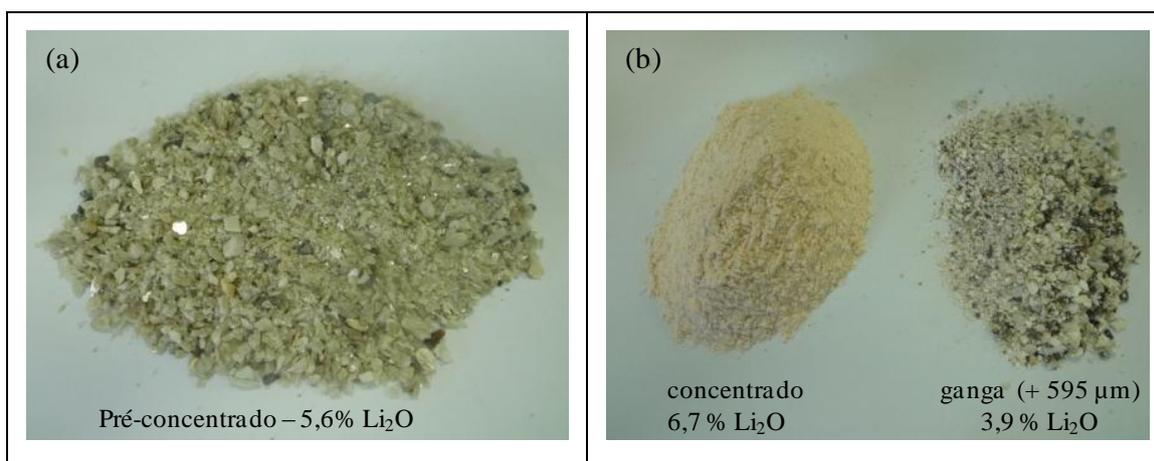


Figura 3 – Espodumênio antes (a) e após (b) a etapa de decriptação e classificação

Tabela 3 – Teores e recuperação de lítio por fração granulométrica após decriptação e concentração

Fração granulométrica (μm)	% massa	% Li_2O	Rec. Li_2O acumulada (%)
+ 595	36,20	3,92	100,0
-595+420	3,10	5,37	74,92
-420+210	16,56	5,56	71,98
-210+149	9,14	6,49	55,74
-149+105	9,65	6,93	45,28
-105	25,35	7,49	33,49

O tratamento térmico do minério de espodumênio, conjugado com etapas de desagregação e classificação, proporcionaram um enriquecimento adicional de 18%, elevando o teor de Li_2O no concentrado para 6,7%, para uma recuperação metalúrgica de 75%.

5 – CONSIDERAÇÕES

A amostra estudada contém baixo teor de espodumênio, além de quartzo, muscovita, albita e mica xisto, como minerais de ganga. A remoção dos minerais de ganga do minério de baixo teor é de grande importância na produção de um concentrado mais limpo e apropriado para as etapas de produção dos compostos de lítio.

Após o tratamento térmico de 30 minutos a 1000-1100°C não foi observada a presença de α -espodumênio, pouco reativo, mostrando a eficiência da decratação.

A decratação/desagregação/classificação do minério levam à produção de um concentrado de espodumênio com 6,7% Li_2O e recuperação metalúrgica de 75%.

O processamento do concentrado de espodumênio para produção de hidróxido de lítio via rota alcalina deverá proporcionar vantagens ao processo produtivo, especialmente na substituição de insumos de elevado custo, como ácido sulfúrico (H_2SO_4) e barrilha (Na_2CO_3), por calcário (CaCO_3) ou cal hidratada [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], de produção nacional e preços mais acessíveis.

5 - AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus orientadores Sílvia França e Paulo Braga a oportunidade de participar de um projeto tecnológico relevante para o país, bem como aos técnicos, bolsistas, funcionários e pesquisadores do CETEM, em especial Fábio Novaes. Agradeço também ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida e ao PIBIC/CETEM, pela oportunidade da participação em projeto tecnológico.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, P.F.A. e SAMPAIO, J.A. Lítio. In: **Rochas e Minerais Industriais**, 2^a Ed. Luz, A.B. e Lins, F.A.F.(Eds.), CETEM/MCT, 2008, p. 585-604.

BRAGA, P.F.A. e FRANÇA, S.C.A. Tecnologias para produção de carbonato e hidróxido de lítio a partir de espodumênio e amblygonita. In: **Valorização de Pegmatitos Litíferos**. MARTINS *et al.* (Eds), CYTED, Lisboa, Portugal, 2011, p. 55-61.

GARRETT, D.E. **Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride**, Part 1, Elsevier, 2004, p. 1-235.

MEDINA, L.F.; EL-NAGGAR, M.M.A.A. An alternative method for the recovery of lithium from spodumene. **Metallurgical Transactions B**, v. 15b, Dec., 1984, p. 725-726.