

BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE ESPODUMÊNIO A PARTIR DE PEGMATITOS LITINÍFEROS

TÍMMON CHRISTIAN VARGAS

Aluno de Graduação Engenharia Química,
10º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM : agosto de 2012 a julho de 2013,
tvargas@cetem.gov.br

SÍLVIA CRISTINA ALVES FRANÇA

Orientadora, Eng. Química, D.Sc.
sfranca@cetem.gov.br

PAULO FERNANDO ALMEIDA BRAGA

Co-orientador, Eng. Químico, D.Sc.
pbraga@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui reservas de minerais de lítio proveniente de pegmatitos situados nas regiões sudeste e nordeste, sendo o mais importante o minério de espodumênio, mas também com ocorrência de outros minerais como a petalita e a ambligonita. Devido às crescentes demandas do mercado e à aplicação do lítio na fabricação de baterias para veículos elétricos ou híbridos, a avaliação do beneficiamento do minério de espodumênio no Brasil é uma das prioridades do Plano Nacional de Mineração 2030, do Governo Brasileiro. Nesse sentido, o presente trabalho aborda etapas do beneficiamento de um pegmatito litinífero, constituído, basicamente, por espodumênio, quartzo, feldspato e muscovita, com foco em estudos básicos de microflotação em célula Partridge-Smith, visando compreender as propriedades de superfície desses minerais.

2. OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo a caracterização química de um pegmatito litinífero (minério e concentrado) e o desenvolvimento de um estudo preliminar da separabilidade dos minerais presentes, partindo de determinações de potencial zeta e realizando etapas de separação em meio denso e microflotação em célula Partridge & Smith.

3. METODOLOGIA

A amostra estudada foi um concentrado (-8 mm) de espodumênio, proveniente de Minas Gerais. A metodologia utilizada para a concentração dos minerais presentes foi:

- a) catação manual de um concentrado de espodumênio com granulometria menor que de 8 mm - Foi realizada com o auxílio de lupa binocular a identificação e a separação dos minerais contidos no concentrado;
- b) cominuição do concentrado catado até a granulometria adequada para a separação em líquido denso - Devido à presença de partículas mistas no concentrado catado, este material foi cominuído em moinho de barras, visando atingir uma maior liberação das partículas, possibilitando a separação dos minerais de ganga ainda presentes. Entretanto, teve-se o cuidado de utilizar um tempo reduzido de moagem para evitar a geração excessiva de finos (menor que 600 µm), devido à dificuldade de separá-los em líquido denso (BALTA, 2008);
- c) separação em líquido denso (bromofórmio $d = 2,98$) - O espodumênio possui densidade 3,2 enquanto quartzo, feldspato e muscovita têm densidades na faixa de 2,6. Assim, com a utilização de um líquido denso, como o bromofórmio, o

espodumênio é afundado enquanto os outros minerais de ganga são flutuados (REDEKER, 1977);

- d) determinação de potencial zeta das espécies minerais - As amostras dos minerais catados foram cominuídas até uma granulometria abaixo de 10 μm , para determinação de cargas de superfície em diferentes pHs. Foi utilizado o equipamento Zetasizer NanoZS, da Malvern®;
- e) preparação das amostras para os ensaios de microflotação - As amostras foram cominuídas e bitoladas no intervalo granulométrico de (-105+37) μm , adequado para os ensaios de microflotação em célula Partridge & Smith (BRAGA, 2013);
- f) microflotação em célula Partridge & Smith - A célula tem dimensões de 3 cm de diâmetro e altura de 20 cm (Figuras 1a e 1b).

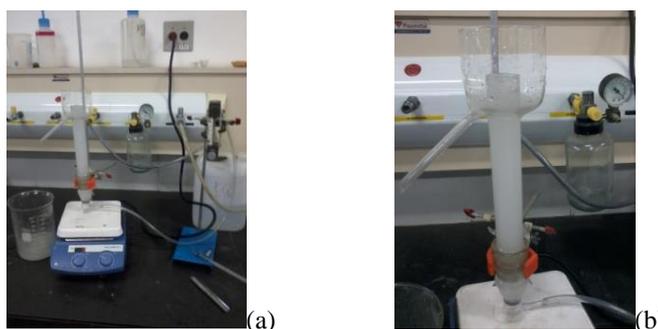


Figura 1. Aparato de microflotação em célula Partridge & Smith

Os ensaios de microflotação foram realizados com 3 g de espodumênio e adição de 200 mL de solução dos diferentes coletores (éster de ácido graxo e aminas fornecidos pela Clariant), na concentração de 100 ppm. O tempo de condicionamento foi de 5 minutos e o tempo de flotação de 3 minutos. A vazão de ar utilizada foi de 1 nL/min. O ajuste de pH foi feito com soluções de NaOH e HCl. Os ensaios foram realizados em duplicata e admitiu-se um erro máximo de 10% para consideração dos resultados.

Os ensaios foram realizados para os minerais sem coletores, em pH natural das polpas minerais com coletor e em pH 10, onde a literatura (VIANA, 2006) indica maiores eficiências de flotação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químicas do minério de espodumênio e de seu concentrado (-8 mm) estão apresentadas na Tabela 1. Os resultados da análise mineralógica (difratometria de raios-X e lupa binocular) evidenciam a presença de espodumênio, quartzo, feldspato e muscovita, corroborando com os resultados de análise química.

Tabela 1. Análise química do espodumênio (minério e concentrado)

		Óxidos (%)										
		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
Minério		1,54	19,1	61,7	0,30	0,03	0,04	3,79	3,74	0,44	0,06	8,3
Conc.		5,50	23,3	56,8	1,07	0,04	0,17	1,40	0,79	0,65	0,14	9,8

A primeira operação utilizada para a separação dos minerais foi a catação manual, com o auxílio de lupa binocular, utilizando-se das diferentes propriedades dos minerais. O espodumênio é um cristal de hábito tabular, ligeiramente translúcido, de coloração esverdeada e dureza elevada (6,5–7 Mohs). O feldspato, que também é um

aluminossilicato, tem hábito prismático, além de ser mais opaco com uma coloração branco leitosa. Já o quartzo é totalmente translúcido e a muscovita apresenta como característica principal sua estrutura lamelar (VALADÃO, 1983).

Após a catação manual feita no concentrado (-8 mm), verificou-se, ainda, a presença de muitas partículas mistas; realizou-se, então, uma etapa de cominuição em moinho de barras para liberação dos minerais de interesse e posterior separação em líquido denso. O líquido denso (bromofórmio $d = 2,98$) foi utilizado para separar o espodumênio do feldspato e dos outros minerais de ganga, conforme resultado apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Separação em líquido denso do concentrado de espodumênio

Concentrado	% Peso	% Li_2O
Afundado	61,2%	7,5%
Flutuado	39,8%	2,5%

Nos estudos iniciais de flotação foram realizadas determinações de potencial zeta dos minerais espodumênio, feldspato e quartzo. Nos resultados da Figura 2 observa-se que o espodumênio e o quartzo têm as superfícies eletronegativas em quase toda a faixa de pH. O ponto isoelétrico determinado para o espodumênio foi de 2,8; já o feldspato teve seu ponto isoelétrico em pH 5,8. Para o quartzo o PIE é na faixa de 2,5 (VIANA, 2006).

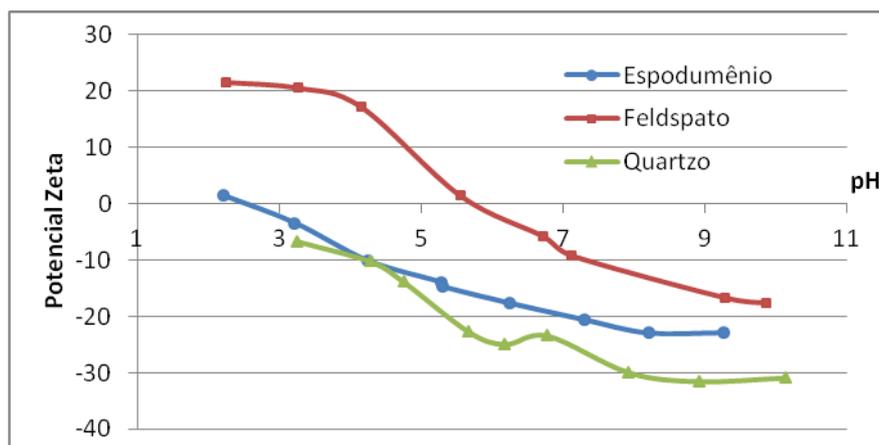


Figura 2. Potencial Zeta dos minerais espodumênio, feldspato e quartzo

Para o estudo de microflotação em célula Partridge & Smith, foram selecionados um éster de ácido graxo (Flotisor FS100) e aminas de cadeias carbônicas longas (Flotigam 4343 e Flotigam DAT), da Clariant. Os resultados dos ensaios de microflotação em função do pH são apresentados na Figura 3.

As melhores recuperações de espodumênio ocorreram em pH 10. No entanto, o coletor Flotigam 4343 proporcionou boa recuperação (acima de 80%) quando utilizado no pH natural da polpa mineral (pH 6 – 7). Isso não ocorreu com os outros reagentes utilizados e as flotações em pH natural não apresentaram boas recuperações. Em pH 10 o coletor Flotisor FS100 apresentou flotação de 80% para o espodumênio e apenas 23% para o feldspato, o que indica a possibilidade da sua utilização na separação desses minerais.

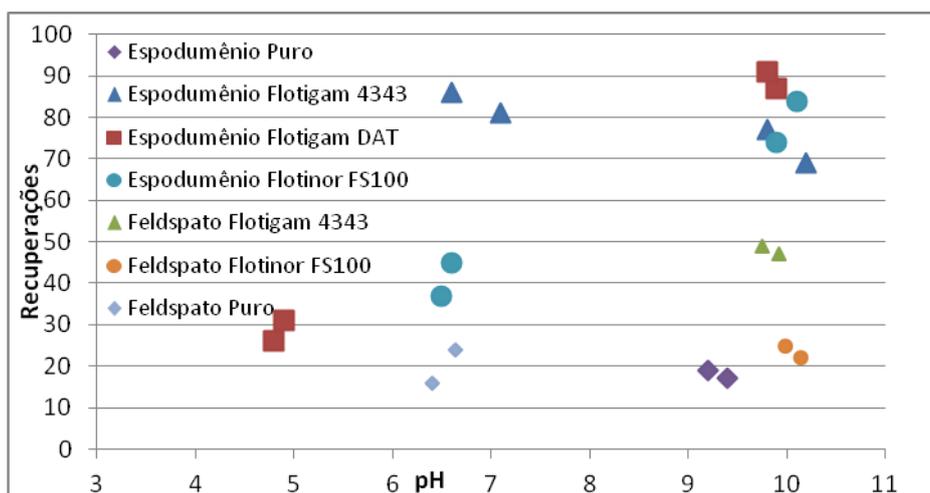


Figura 3. Desempenho dos coletores nas microflotações de espodumênio e feldspato

O minério estudado possui um teor de lítio de 1,5% Li_2O e o seu concentrado de espodumênio 5,5% Li_2O . A catação manual, seguida de concentração por meio denso, promoveram um aumento no teor do concentrado para 7,5% Li_2O .

O espodumênio apresenta baixa flotabilidade natural (17%), assim como o feldspato (20%). Os coletores selecionados tiveram sua eficiência avaliada nos pHs em que os resultados da literatura (VIANA, 2006) indicavam ser mais promissores, isto é, nas proximidades do pH 10. Em pH 10 os coletores Flotigam DAT e Flotigam 4343 apresentaram recuperações metalúrgicas do espodumênio de 90 e 82%, respectivamente. Porém, a janela de separabilidade (50%) entre espodumênio e feldspato foi obtida com o coletor Flotinor FS100, nesse pH.

5. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a meus orientadores Sílvia França e Paulo Braga pela oportunidade de trabalhar em um projeto tecnológico de pesquisa, ao CETEM pela estrutura laboratorial e de equipamentos fornecida, aos técnicos e funcionários pela ajuda e atenção nos trabalhos realizados e especialmente ao CNPq pela bolsa concedida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALTAR, C.A.M. **Flotação no Tratamento de Minérios**. 1.ed., Recife, BRASIL: Departamento de Engenharia de Minas/UFPE, 2008. 201p.

BRAGA, P.F.A. **Caracterização e beneficiamento da molibdenita da região de Campo Formoso – BA**. 2013, 146p. Tese de Doutorado, EPUSP, Brasil

REDEKER, I.H. **Flotation of Feldspar, Spodumene, Quartz and Mica from Pegmatites in North Carolina U.S.A**. North Carolina State University, U.S.A. 1977, p. 566-572.

VALADÃO, G.E.S. **Estudo de Condições de Flutuabilidade de Alguns Minerais de Lítio**. Dissertação de Mestrado – DEMM/, UFMG, Brasil, 1983, 115 p.

VIANA, P.R.M. **Flotação de Espodumênio, Microclina, Muscovita e Quartzito com Coletores Aniônicos, Catiônicos, Anfotéricos e Mistura de Coletores**. 2006. 202p. Tese de Doutorado Dep. Engenharia Metalúrgica e de Minas, UFMG, Brasil.