

CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMÊNIO CONTIDO EM REJEITO FINO DE MINÉRIO PEGMATÍTICO

RECOVERY OF SPODUMENUM CONTAINED IN PEGMATITIC ORE TAILING

Juliana Pacheco de Sequeira

Aluno de Graduação de Engenharia Química 6º período, Escola de Química - UFRJ
Período Setembro de 2020 a agosto de 2021
juliana_psequeira@eq.ufrj.br

Paulo Fernando Almeida Braga

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.
pbraga@cetem.gov.br

RESUMO

O lítio é um dos metais mais importantes da indústria moderna. Seus usos variam desde o farmacêutico, como medicamento para o tratamento do transtorno bipolar, até a aeronáutica em ligas leves de alumínio/lítio. Os usos mais importantes atualmente são em baterias de íon-Li contidas nos grandes acumuladores de energia e nos veículos elétricos. A produção de lítio era, até recentemente, dominada pelas empresas que exploravam a partir de salmouras (evaporitos), devido ao seu custo de produção mais barato. A demanda cada vez maior por compostos de lítio levou à retomada do interesse por outra fonte, após o aumento do preço do lítio. Essa outra fonte são os minerais ricos em lítio, que já respondem por 50% da produção mundial de lítio. Os minerais de lítio são numerosos e incluem espodumênio, amblygonita, petalita, lepidolita, etc. Dentre esses minerais, o espodumênio $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ é o que tem maior valor econômico sendo por isso, o mais estudado. Em seu estado mais puro o espodumênio tem um teor de ~8% de Li_2O . Este estudo tem por objetivo a recuperação, por flotação, do lítio contido em finos de espodumênio, não aproveitado e descartado, oriundo do processo industrial de concentração em meio denso.

Palavras chave: lítio, espodumênio, rejeito fino, flotação.

ABSTRACT

Lithium is one of the most important metals in the modern industry. Its uses vary from pharmaceutical, as medicament and treatment for bipolar disorder, to aeronautical, in aluminum/lithium alloys. The most important uses currently are in ion-Li batteries contained in great energy accumulators and in electrical vehicles. Lithium production was, until recently, dominated by companies that explored brines (evaporates), due to its cheaper cost of production. The ever growing demand for lithium compounds brought the return of interest in other fonts, because the increase in the price of lithium. That other font are lithium rich minerals, which responds for 50% of the global production of lithium. The lithium minerals are numerous and include spodumene, amblygonite, petalite, lepidolite, etc. Within those minerals, spodumene $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ is the one with the biggest economic value and because of that, the most studied. In its most pure state, spodumene has a Li_2O teor of ~8%. This study has the objective of recuperating, by means of flotation, the lithium contained in fine tailings of spodumene, not used and discarded, resultant of the industrial process of separation by heavy medium.

Keywords: lithium, spodumene, fine tailing, flotation.

1. INTRODUÇÃO

O espodumênio ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) é um mineral de grande importância econômica devido ao seu teor de lítio, que por sua vez é muito utilizado em diversas áreas, tais como produção de medicamentos e baterias recarregáveis. Dessa maneira, devido a sua utilização crescente no mercado de baterias para veículos elétricos, torna-se importante o melhor aproveitamento dos recursos minerais litiníferos, como o espodumênio. (Braga e França, 2013).

A produção de compostos com lítio no Brasil é feita a partir desse aluminossilicato, que apresenta teor de 1,0% a 1,5% de óxido de lítio. Os principais insumos utilizados na produção de baterias de íon Li, são o hidróxido de lítio e o carbonato de lítio. (Braga e Sampaio, 2008).

No processo de concentração do espodumênio em ciclone de meio denso, uma fração fina menor que 0,8 mm é descartada, gerando um significativo passivo ambiental, bem como, uma perda de material com valor econômico. A recuperação do lítio nesse rejeito fino que contém 0,8% de Li_2O é objeto do presente estudo.

2. BREVE REVISÃO

A concentração por flotação do espodumênio não é empregada no Brasil devido, entre outros fatores, às dificuldades inerentes à seletividade da separação do espodumênio dos outros silicatos que ocorrem nos corpos pegmatíticos. O processo de flotação é uma alternativa para agregar valor ao processo.

Valadão (1983) em sua dissertação de mestrado “Estudo de Condições de Flutuabilidade de Alguns Minerais de Lítio” visou esclarecer aspectos fundamentais relacionados com a flotação catiônica desses minerais através de medidas de potencial zeta e testes de microflotação. Medidas microeletroforéticas mostraram que H^+ e OH^- são íons determinadores de potencial para os minerais de lítio estudados.

Viana (2006) realizou estudos sobre o potencial zeta de minerais formadores de pegmatitos litiníferos e verificou que o espodumênio e o quartzo, tem potencial de superfície eletronegativa 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 (Figura 1).

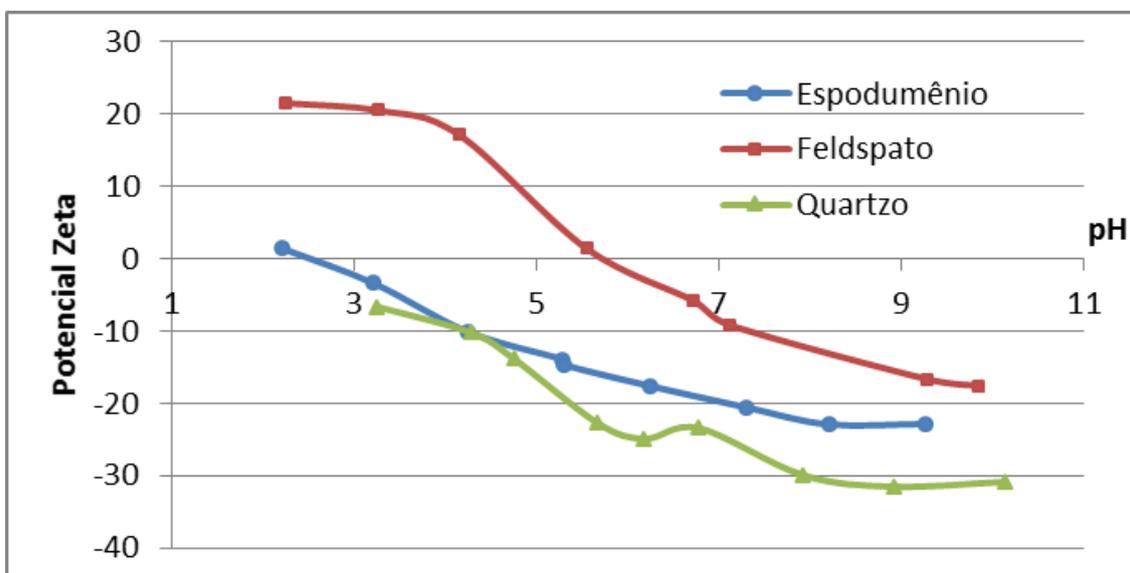


Figura 1. Potencial Zeta dos minerais espodumênio, feldspato e quartzo.

Os resultados dos estudos de Viana (2006) mostraram a possibilidade de separação seletiva do espodumênio, por flotação reversa, em pH 5,0, usando-se acetato de aminas primárias e flotação direta com o uso de sulfonatos de petróleo em pH 1,85. Os mecanismos envolvidos na adsorção das aminas e sulfonatos nos minerais estudados são de natureza essencialmente eletrostática.

Esse trabalho mostra a possibilidade da recuperação do lítio contido nos finos de espodumênio utilizando o processo de flotação direta ou reversa.

Outro estudo de Viana (2004) demonstrou que é possível realizar concentração de espodumênio por meio de flotação utilizando octilamina no intervalo de concentração de 5×10^{-3} M a 2×10^{-3} M, em pH 5, obtendo uma recuperação de 90% do espodumênio.

No trabalho de Vargas, França e Braga (2013) sobre microflotação de espodumênio e feldspato na célula Partridge & Smith, utilizando-se éster de ácido graxo (Flotisor FS100) e aminas de cadeias carbônicas longas (Flotigam 4343 e Flotigam DAT), da Clariant, ficou demonstrado que é possível alcançar recuperações de espodumênio superiores a 70% (Figura 2). 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.

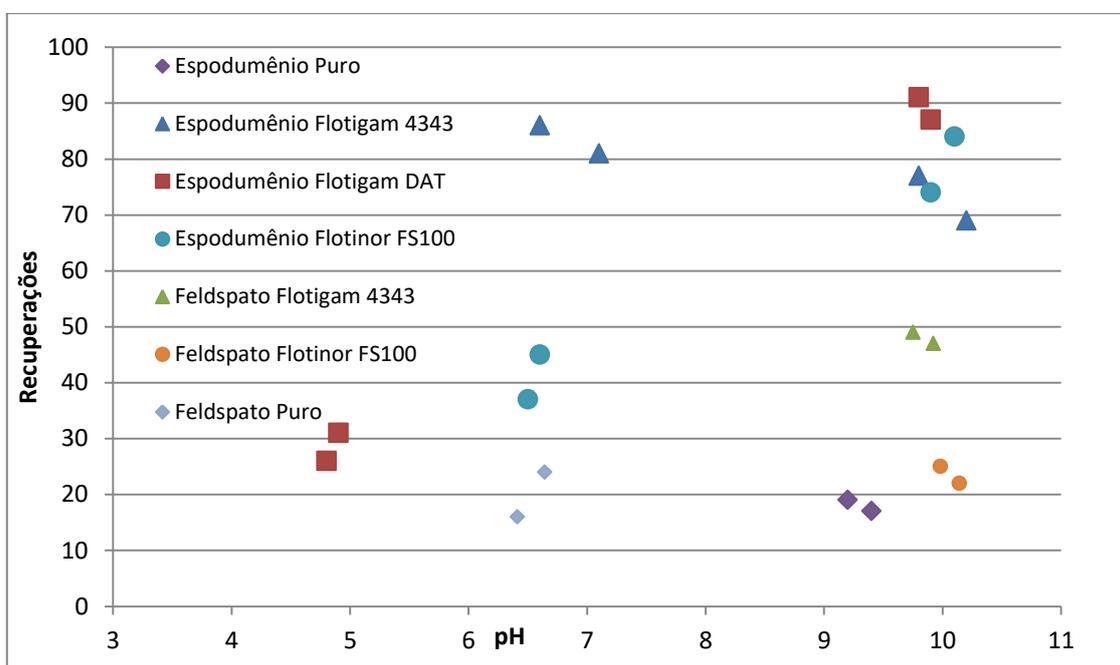


Figura 2. Desempenho dos coletores nas microflotações de espodumênio e feldspato.

Outro método de enriquecimento do minério de espodumênio é a concentração em meio denso em tambores (para partículas grossas) ou ciclones (para partículas médias). Esse método é bastante utilizado por empresas que tem seu minério liberado na granulometria média a grossa. Uma desvantagem deste método diz respeito a necessidade de se eliminar previamente as partículas finas, originadas nos processo de lavra e cominuição, antes da sua alimentação no tambor ou ciclone, ocasionando perdas na recuperação metalúrgica global. O fluxograma da Figura 3 mostra o processo de beneficiamento onde o rejeito fino, objeto deste estudo é gerado.

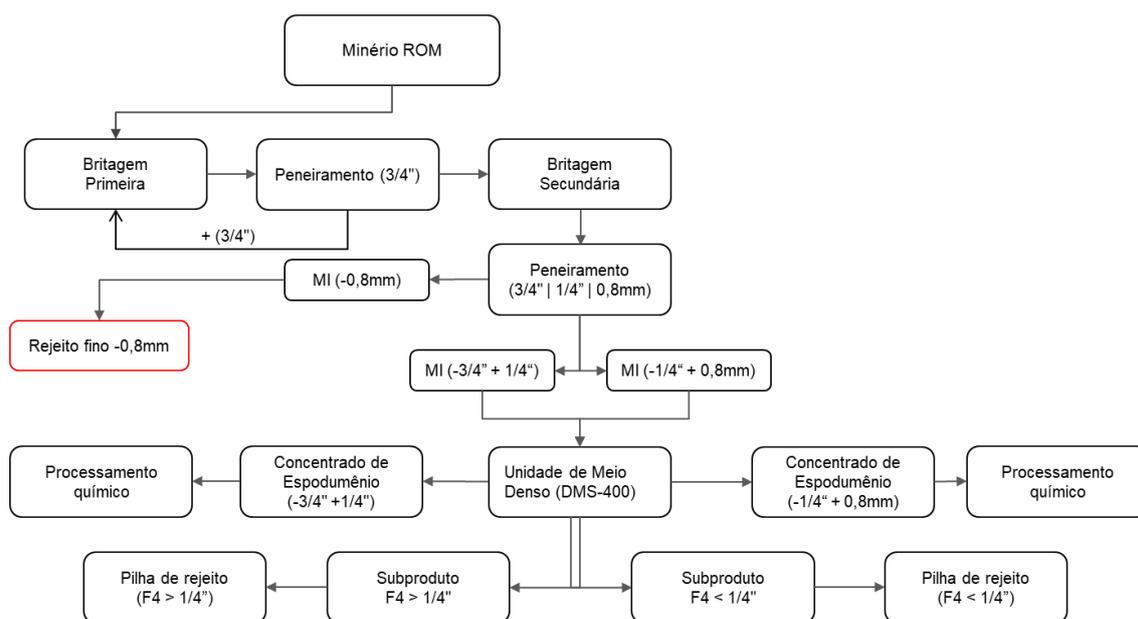


Figura 3. Diagrama de Processo – Concentrado de espodumênio.

3. OBJETIVOS

Concentrar o rejeito fino de espodumênio de minério pegmatítico proveniente do processo de beneficiamento de lítio na produção de hidróxido de lítio.

4. METODOLOGIA

4.1. Materiais e Preparação

A amostra a ser utilizada nos ensaios de concentração por flotação é um rejeito fino (menor que 0,8 mm) proveniente da concentração do espodumênio em ciclone. Esse rejeito apresenta um teor de 0,8% de Li_2O .

Foi realizado uma análise granulométrica com aproximadamente 1 Kg de amostra, utilizando peneiras de abertura com diâmetro de 0,841 mm até 0,025 mm. Em seguida, alíquotas de cada fração foram separadas, cominuídas ($-150 \mu\text{m}$) e encaminhadas para análise do teor de lítio.

4.2. Métodos

Os procedimentos adotados nesta seção foram baseados nos resultados dos estudos fundamentais de microflotação realizados por Vargas, França e Braga (2013), porém com modificações, principalmente no tipo de equipamento utilizado (célula de flotação Denver D12), quantidade de material ensaiado e dosagem dos reagentes em função do scale up. Serão utilizados cerca de 300 gramas de rejeito fino de espodumênio na granulometria de $\sim 150 \mu\text{m}$ (90%). O coletor escolhido foi o Flotador FS100, função da boa recuperação em trabalhos anteriores.

4.3. Análise Química

As análises químicas das amostras serão obtidas por fluorescência de raios-X, e espectroscopia de absorção atômica com chama, após solubilização em ácidos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico contido na Figura 4 mostra o resultado da análise granulométrica. Verifica-se que 75% da massa da amostra se encontra dentro da faixa de abertura de peneira com diâmetro de 0,500 até 0,053 mm.

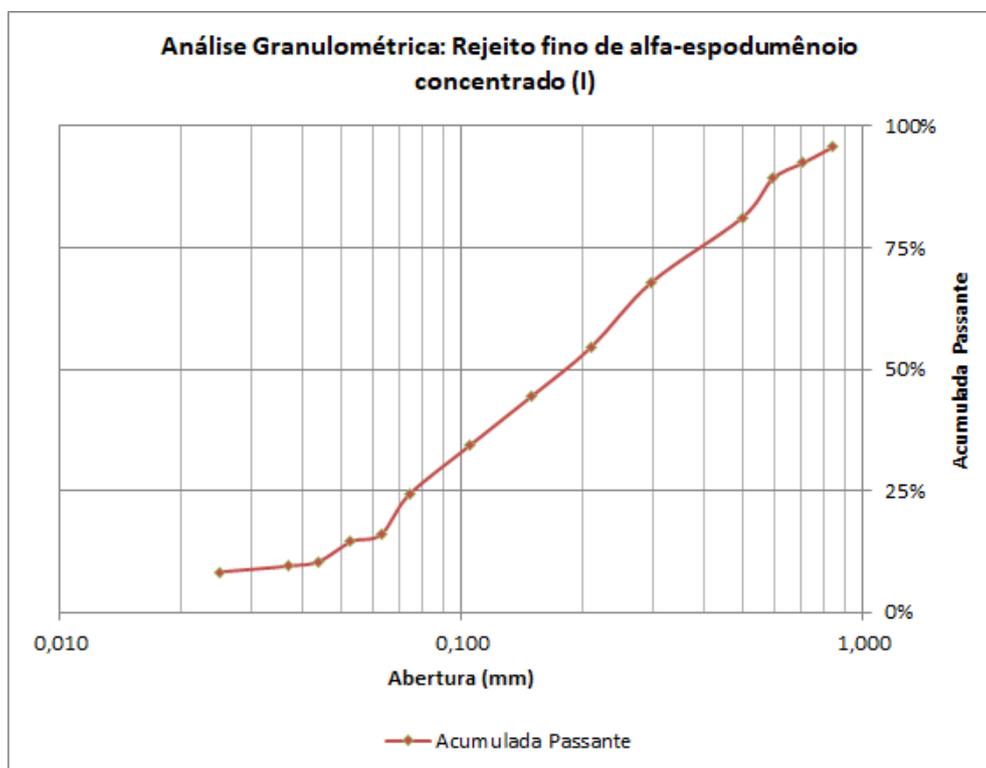


Figura 4. Gráfico de Acumulado passante X Abertura (mm) da análise granulométrica do rejeito fino de alfa-espodumênio concentrado.

Em função da pandemia por COVID 19 e conseqüentemente a decretação de trabalho remoto para todos os bolsistas de iniciação científica (BICS) não foi possível dar continuidade nas próximas etapas, a saber: (i) análise dos teores de lítio por fração; (ii) ensaios de concentração por flotação em bancada; (iii) avaliação geral do processo (recuperação em massa e recuperação metalúrgica).

6. CONCLUSÕES

Devido às complicações com os testes devido à pandemia, não foi possível chegar a um resultado prático. Entretanto, a partir da pesquisa teórica realizada, acredita-se ser possível realizar a concentração do espodumênio no rejeito fino de minério pegmatítico por meio de flotação.

7. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa que me foi concedida, aos meus orientadores Paula Braga e Gabriely Fornazier e à minha colega de trabalho Camila Prestes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, P.F.A. e FRANÇA, S.C.A. **Série Estudos e Documentos 81 – Lítio: Um Mineral Estratégico**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI; 2013.

BRAGA, P.F.A.; SAMPAIO, J.A. **Lítio. IN: Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações**. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 585-603.

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

MOREIRA, G.C., BRAGA, P.F.A.; **Aproveitamento de lítio contido em finos de pegmatitos para produção de hidróxido de lítio**; 2017.

VIANA, P.R.M et al. (2004). Concentração de silicatos de lítio - uma revisão. In: XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 2004, Santa Catarina v. 2, p. 325-332.

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

VARGAS, T.C.; FRANÇA, S.C.A. e BRAGA, P.F.A. Beneficiamento de Minério de Epodumênio a partir de Pegmatitos Litíferos. XXI – Jornada de Iniciação Científica-CETEM, 2013.