

Beneficiamento de Feldspato a partir do Pegmatito de Currais Novos - RN

Diego Araujo Tonnesen

Bolsista de Iniciação Científica, Eng^a. Metalúrgica, UFRJ

Adão Benvindo da Luz

Orientador, Eng. Minas, D. Sc.

Paulo Fernando Almeida Braga

Co-orientador, Eng. Químico, M. Sc.

Resumo

Pegmatitos são fontes comerciais de feldspato, muscovita e quartzo, além de outros minerais de importância econômica, tais como o caulim, as gemas de cor, o espodumênio, a tantalita/columbita, a cassiterita etc. O objetivo deste trabalho foi o estudo para aproveitamento do feldspato, a partir de pegmatito da região de Salgadinho, Currais Novos – RN, por meio de ensaios de flotação contínua realizados na miniusina de flotação do CETEM. Esses ensaios visaram o aproveitamento do feldspato dentro das especificações requeridas para os diferentes segmentos econômicos, destacando-se os setores: vidreiros, cerâmico e metalúrgico. A rota de beneficiamento utilizada compreendeu a cominuição do minério até granulometria 95% passante em 0,105 mm para que pudesse ser alimentado no circuito de flotação.

1. Introdução

Os feldspatos formam um dos mais importantes grupos de minerais, estando presentes em cerca de 60% da crosta terrestre, podendo ser encontrados em quase todas as rochas eruptivas e metamórficas, assim como em algumas rochas sedimentares (Vidyadhar & Rao, 2006). Pertencem ao grupo dos aluminossilicatos de potássio, sódio, cálcio e mais raramente bário, sendo que o primeiro tem grande aplicação na indústria cerâmica, particularmente na produção de pisos e revestimentos e de vidro.

Atualmente, a produção mundial de feldspato é dominada por Itália, Turquia, Espanha e Estados Unidos e apesar de ter sido afetada pela reciclagem do vidro e pela competição com recipientes de metal, plástico e papel, a indústria de feldspato continua crescendo, principalmente devido a uma busca por minerais industriais com qualidade cada vez maior. O Brasil se encaixa nesse contexto como importador de matéria prima e exportador significativo de revestimentos cerâmicos.

A importância dos pegmatitos se dá no fato de serem rochas de composição basicamente granítica (quartzo-feldspático-mica), de granulação geralmente grossa, muitas vezes exibindo cristais gigantes, permitindo fácil separação (Luz *et al.*, 2003). Os pegmatitos da região de Salgadinho, no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte, são constituídos basicamente por minerais de quartzo, feldspato e muscovita e apresentam grande potencial para a produção de feldspato.

2. Revisão Bibliográfica

O uso de coletores aniônicos para a flotação de feldspatos não apresenta bons resultados, com ou sem a presença de ativadores (Manser, 1973).

A flotação de feldspatos com coletores catiônicos, notadamente as aminas, apresenta bons resultados para uma grande faixa de valores de pH, sendo necessário levar em consideração na flotação de silicatos por tais coletores os seguintes fatores (Manser, 1973, Smith, 1976): i) há uma grande importância na interação eletrostática entre mineral e coletor; ii) os coletores devem ter pelo menos 10 carbonos na cadeia hidrocarbônica; iii) a concentração do coletor deve ser moderada; iv) a ligação entre o coletor e o mineral não parece ser muito forte, mesmo quando o sistema exibe um grande ângulo de contato; v) o tempo de condicionamento é geralmente pequeno; vi) a presença de lamas é prejudicial ao processo; vii) os coletores têm a capacidade de formar espumas; viii) a seletividade dos coletores para minérios específicos é usualmente baixa.

O diagrama da flotação da albita (feldspato sódico) com coletor aniônico e coletor catiônico mostrado na Figura 1 é típico para a maioria dos feldspatos (King, 1982).

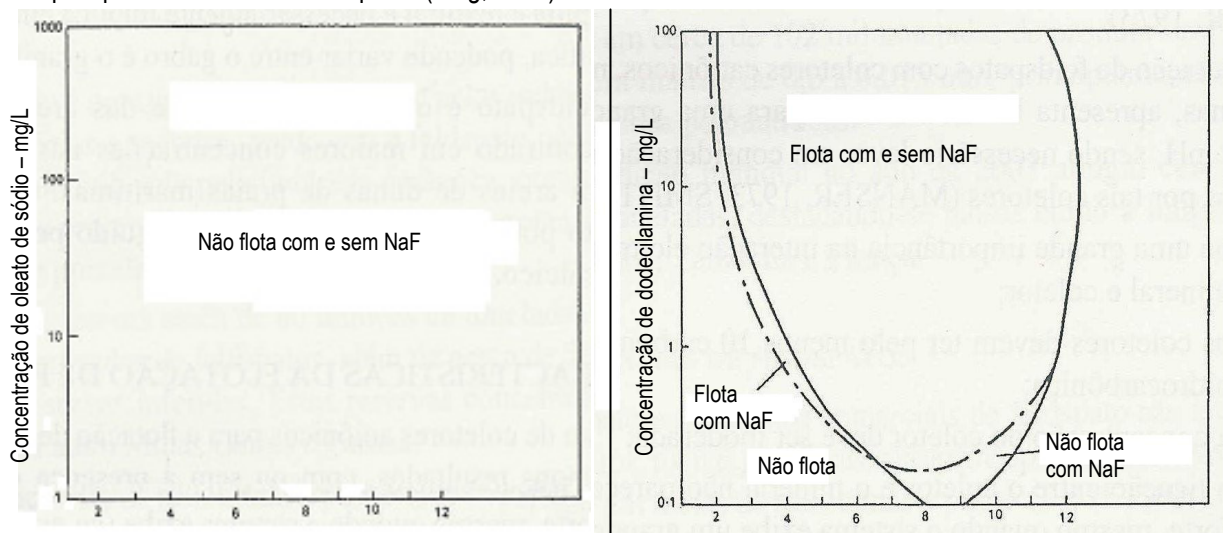


Figura 1. Diagrama da flotação de albita com coletor aniônico (oleato de sódio) e coletor catiônico (dodecilamina)

O flúor na forma de HF, íon fluoreto ou H_2SiF_6 tem sido largamente utilizado, como ativador, na separação feldspatos/quartzo com coletores catiônicos em pH ácido (Braga, 1999, King, 1982).

A Figura 2 mostra a influência da presença do flúor na, flotação de feldspatos, com coletores catiônicos em meio ácido (Smith, 1976).

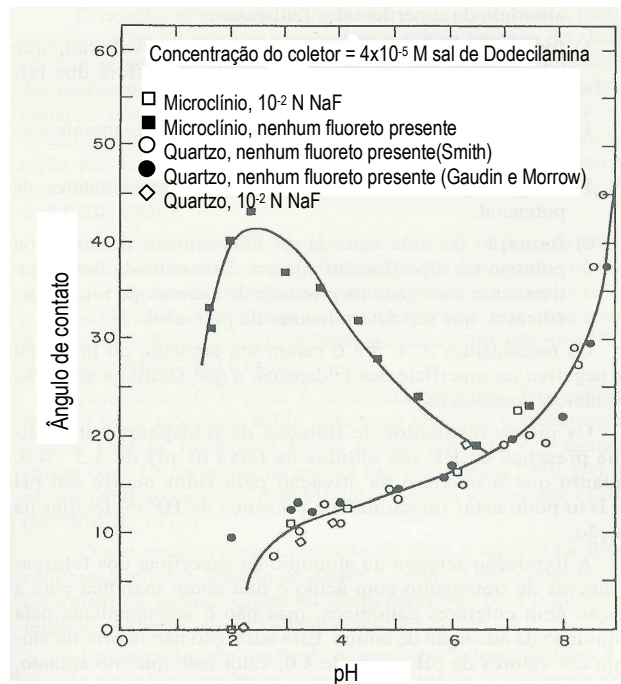


Figura 2. Ângulo de contato do microclínio (feldspato potássico) e do quartzo com dodecilamina em função do pH, na presença e na ausência de flúor.

Muitas explicações têm sido propostas para explicar este fenômeno, e podemos destacar (Manser, 1973):

i) limpeza da superfície mineral através da solubilização das camadas amorfas; ii) formação de SiF_6^{2-} na solução, que adsorve nos átomos de alumínio da superfície dos feldspatos; iii) formação de complexo SiF_6^{2-} : amina na solução, que adsorve nos átomos de alumínio da superfície dos feldspatos; iv) formação de complexos alumino-flúor negativamente carregados na superfície dos minerais; v) complexação de cátions multivalentes determinantes de potencial; vi) formação de uma camada de flúor-silicato de sódio ou potássio na superfície do mineral, esta camada fica negativamente carregada, com o excesso de íons flúor-silicatos, que são determinantes de potencial.

3. Materiais e Métodos

3.1. Amostragem e Preparação

Para realização do presente estudo foram coletadas 526 kg de amostra da região de Salgado, RN. A primeira etapa compreendeu a cominuição da amostra bruta até a granulometria menor que 6 mm. Essa cominuição foi realizada em 2 estágios, usando, inicialmente, um britador de mandíbulas de dimensões 200x120 mm e, a seguir, um menor de 80x40 mm. No estágio posterior, realizou-se a homogeneização da amostra global em duas pilhas, uma cônica e uma prismática e retirou-se desta, 26 alíquotas de 20 kg.

3.2. Caracterização da Amostra

As etapas utilizadas para caracterizar a amostra foram: análise granulométrica, determinação da granulometria de liberação dos minerais de interesse e análise química por absorção atômica.

a) Análise Granulométrica

Foi feita a dispersão de 500 g da amostra em uma polpa com 60% de sólidos, em seguida foi realizada a sua classificação usando a série Tyler, desde a abertura de 1,2 mm até 0,037 mm. As frações resultantes foram filtradas, secadas e pesadas.

b) Análise Química

Os teores de Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O da amostra, alimentada na miniusina de flotação do CETEM, foram determinados pela análise por meio de absorção atômica, após abertura ácida das mesmas.

c) Granulometria de Liberação

A granulometria de liberação das partículas de quartzo, muscovita e feldspato foi determinada pelo método de Gaudin, utilizando-se uma lupa binocular.

4. Ensaio de Beneficiamento

Os ensaios de beneficiamento foram realizados na miniusina de flotação do CETEM, constituída por: moinho de bolas, tanque de condicionamento, tanque de alimentação, células de flotação propriamente ditas e um sistema de adição de reagentes.

4.1. Moagem

A moagem foi realizada em moinho de bolas com dimensões de 30 cm de diâmetro e 45 cm de comprimento, acionado por uma unidade motora de rolos, fabricado pela Canadian Process Technology. Foram usadas bolas de aço forjado como meio moedor.

4.2. Classificação

A classificação do pegmatito foi feita em peneira vibratória, o retido da peneira foi recirculado para a etapa de moagem, até que todo o minério atingisse uma granulometria de 95% passante em 150 malhas (0,105 mm).

4.3. Deslamagem

O produto moído foi deslamado em hidrociclone para retirada de finos prejudiciais a flotação.

4.4. Flotação

A etapa de concentração por flotação foi realizada na miniusina de flotação do CETEM, fabricada pela Canadian Process Technology (CPT), modelo CFM 12 (Figura 3).



Figura 3. Miniusina de flotação do CETEM.

A alimentação da miniusina foi feita sob a forma de uma polpa com 45% de sólidos. A flotação foi realizada em três etapas: nas duas primeiras etapas optou-se pela flotação reversa, sendo flotado a mica (muscovita) seguida dos minerais portadores de ferro; na terceira etapa, optou-se pela flotação direta, para separação do quartzo/feldspato. Para tal, foram utilizados os seguintes reagentes: Flotigam EDA (amina) e aero promoter 801 (sulfonato de petróleo) como coletores; óleo combustível como extensor de cadeia e os ácidos sulfúrico e fluorídrico para o controle de pH. A Figura 4 mostra as condições e as vazões usadas nos ensaios de flotação.

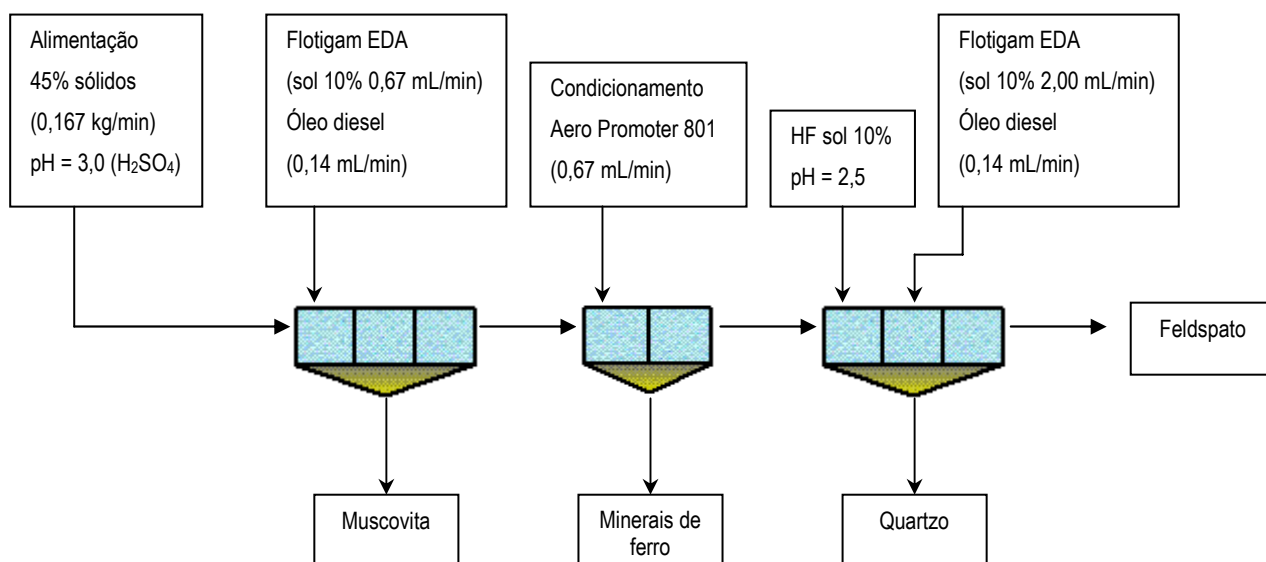


Figura 4. Condições e sistema de reagentes usados nos ensaios de flotação do pegmatito de Currais Novos-RN.

Os produtos foram filtrados, secos em estufa e em seguida homogeneizados e quarteados para análise química por absorção atômica, com chama de C_2H_2/ar .

5. Resultados e Discussões

5.1. Caracterização da Amostra

Os resultados da análise química da amostra que alimentou a miniusina de flotação são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Composição química (% peso) da amostra que alimentou a miniusina de flotação.

Na₂O	K₂O	Fe₂O₃
2,8	4,5	0,56

A observação das frações na lupa estereoscópica indicou que as partículas de quartzo, muscovita e feldspato encontram-se liberadas na granulometria inferior a 210 µm (65 malhas).

5.2. Ensaio de Moagem

A moagem da amostra foi realizada com o objetivo de se obter um produto com p95 na granulometria de 0,105 mm, pois apesar dos constituintes mineralógicos já estarem liberados em 0,210 mm, essa não era uma granulometria adequada para a flotação. A cominuição do minério foi realizada em bateladas de 10 kg, por um período de 60 minutos, até obter-se 120 kg, que a seguir formaram uma polpa com 35% de sólidos, para ser deslamada em hidrocilone, onde a fração abaixo de 0,037 mm foi descartada.

5.3. Ensaio de Flotação

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise química dos produtos da flotação e pode-se verificar o aumento no teor de álcalis (Na₂O + K₂O) e a diminuição no teor de Fe₂O₃.

Tabela 2. Resultados da análise química dos produtos da flotação.

Produtos	% Peso	Teor (%)		
		Na₂O	K₂O	Fe₂O₃
Alimentação	100,00	2,8	4,5	0,56
Concentrado de feldspato	74,22	5,1	6,5	0,08
Rejeito de mica	5,64	2,6	5,6	1,6
Rejeito de óxidos de ferro	2,73	2,7	4,2	0,20
Rejeito de quartzo	17,4	2,4	4,0	0,12

6. Conclusões

O pegmatito de Currais Novos é constituído basicamente de feldspato sódico (albita) e potássico (microclínio), muscovita e quartzo. Esses minerais encontram-se 90% liberados na granulometria < 210 µm (65 malhas).

Os ensaios de flotação demonstraram que é possível concentrar o feldspato contido no pegmatito de Salgadinho; o teor de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) aumentou de 7,3% (alimentação) para 11,6% no concentrado de feldspato; o teor de ferro, principal impureza para a indústria de vidro, baixou de 0,56% para 0,08% no concentrado de feldspato.

Neste contexto, conclui-se que o processo de concentração de feldspato do pegmatito de Salgadinho, por meio de flotação continua, mostrou-se promissor: o concentrado de feldspato obtido atende as especificações requeridas pela indústria de vidro e cerâmicas (teor de ferro < 0,1%) e teor de álcalis de 11,6% ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$).

7. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq/MCT pelo apoio financeiro, aos técnicos e auxiliares lotados na miniusina de flotação do CETEM.

8. Referências Bibliográficas

BRAGA, P. F. A. **Desenvolvimento de processo para o aproveitamento de feldspato contido em finos de pedra nefelina sienito**. 1999. 112p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KING, R. P. **Principles of flotation**. Johannesburg, South African Institute of Mining and Metallurgy, 1982.

LUZ, A. B.; BRAZ, E.(2000) **Quartzo**. Série Rochas e Minerais Industriais, CETEM. Rio de Janeiro - RJ, 2000.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F.; PIQUET, B.; COSTA, M. J.; COELHO, J. M.(2003) **Pegmatitos do Nordeste – Diagnóstico sobre o aproveitamento racional e integrado**. Série Rochas e Minerais Industriais, CETEM. Rio de Janeiro – RJ, 2003.

MANSER, R. M. – **Handbook of Silicate Flotation**. Stevenage, Warren Spring Laboratory, 1973.

OBA, C.A.I.; RIBEIRO, L.P.B. Flotação dos Feldspatos, In: CHAVES, A.P. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios – Flotação. 1ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Signus Editora, v. 4, 2006, p331-349.

SMITH, R. W.; ARKHTAR, S. Cationic flotation of oxides and silicates. In: Flotation: A. M. Gaudin Memorial Volume. Fuersternau, M. C. (Editor) – Vol. 1 – New York, American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 1976.

VIDYADHAR, A.; RAO, K. H. Adsorption mechanism of mixed cationic/anionic collectors in feldspar-quartz flotation system. **Journal of Colloid and Interface Science**, 2006.