

# Purificação de Feldspato por Meio de Floculação Seletiva

**Camille dos Santos Leal**

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UFF

**Sílvia Cristina Alves França**

Orientadora, Eng<sup>o</sup>. Química, D.Sc.

## RESUMO

*Este estudo prevê o aproveitamento da fração fina resultante da produção de brita para a construção civil, obtida na Pedreira Vigné, situada no Município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro. Como a nefelina sienito é uma rocha alcalina, esses finos são ricos em feldspato, tendo grande utilidade na indústria cerâmica. Porém, os minerais de ferro existentes na composição da rocha são considerados contaminantes, devendo*

*ter os seus teores reduzidos. O objetivo deste trabalho é a utilização de flotação/floculação seletiva na redução dos teores desses minerais para que o minério possa ser utilizado na indústria cerâmica, não apenas como um dos insumos necessários à fabricação da massa cerâmica, mas, também como um material de alta pureza e valor agregado utilizado na fabricação de esmaltes cerâmicos.*

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de minerais industriais no Brasil ainda se encontra na fase do extrativismo. Poucas empresas usam tecnologias adequadas no aproveitamento de suas jazidas, por isso a qualidade dos produtos nesse setor fica comprometida. As indústrias cerâmicas alegam que a matéria-prima disponível é de baixa qualidade, o fornecimento é irregular e as características físico-químicas inconsistentes. Por outro lado, os fornecedores se defendem, afirmando que a baixa qualidade se deve à ausência de padronização e especificação das matérias-primas utilizadas pela indústria cerâmica.

O crescimento da demanda interna por minerais industriais no setor cerâmico depende exclusivamente do crescimento econômico do país e,

principalmente, do setor da construção civil, que utiliza de modo intensivo os materiais cerâmicos. Na área de revestimentos cerâmicos, o Brasil tem sido um grande produtor, apresentando também uma parcela significativa de exportação. Para produção desses revestimentos requer-se uma certa quantidade de minério bruto ou beneficiado. A não adequação, tanto granulométrica como química, aos processos cerâmicos tem gerado perdas significativas de minerais industriais.

O desenvolvimento de novas rotas tecnológicas pode viabilizar a oferta de novos minerais industriais, fomentando de certo modo a utilização de insumos minerais com maior qualidade agregada. Inclui-se nesses casos o aproveitamento da fração fina obtida na Pedreira Vigné, no Município de Nova Iguaçu, durante o processo de produção de brita para a construção civil a partir de nefelina sienito, uma rocha alcalina utilizada também na indústria cerâmica.

Quimicamente, o feldspato é um alumino-silicato que contém potássio, sódio ou cálcio. Na natureza encontra-se sob a forma de ortoclásio e microclínio (K feldspato), plagioclásio (Na/Ca feldspato - albita e anortita). As propriedades físicas dos feldspatos são semelhantes, apresentando dureza 6 (Mohs), peso específico entre 2,54 e 2,76 g/cm<sup>3</sup> e brilho vítreo. A nefelina sienito é uma rocha ígnea alcalina (com ausência de sílica livre como quartzo e com predominância de feldspatos alcalinos) de dureza 6 (Mohs) e 2,6 g/cm<sup>3</sup> de peso específico, constituída de feldspato (microclínio e albita), feldspatóides (nefelina sienito), dolomita, monazita e minerais portadores de ferro (óxidos e/ou sulfetos), principais contaminantes dos materiais cerâmicos. Daí as rígidas especificações da indústria cerâmica quanto aos teores de ferro na fabricação de massas cerâmicas ("biscoito") e de fritas (esmalte), a fim de se obter um produto final de alta qualidade. Nos processos cerâmicos, os feldspatos são utilizados de forma intensiva como material fundente, pois reduzem o ponto de fusão da sílica ou como material estabilizante, compensando a redução da resistência química produzida pelos álcalis (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) através da adição de alumina que aumenta a viscosidade a altas temperaturas, aumentando a resistência mecânica e a química do vidro.

O presente trabalho é uma continuação de estudos anteriores, BRAGA (1999), onde foi desenvolvido um processo de aproveitamento do feldspato contido em finos de pedreira utilizando flotação e lixiviação ácida na redução dos teores dos minerais de ferro. Nesse estudo atual deseja-se investigar a

possibilidade de substituição do processo de lixiviação ácida pela floculação seletiva. A proposição dessa rota alternativa de purificação busca um processo de purificação menos agressivo ao meio ambiente e com maior eficiência na remoção dos minerais de ferro.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste projeto é buscar o aproveitamento econômico da fração fina de pedreiras de nefelina sienito com a utilização dos processos de flotação e floculação seletiva. Para tanto, o concentrado de feldspato deveria atender às especificações da indústria cerâmica que, segundo BRAGA (1999), são: minerais de ferro (óxidos e sulfetos) menor que 0,5% para massas cerâmicas, e para utilização no recobrimento, como esmalte (frita), menor que 0,1%. O conteúdo de álcalis exigido ( $K_2O + Na_2O$ ) deve ser maior que 12%.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi feita uma amostragem de 100 kg da fração fina de brita na Pedreira Vigné. Na etapa seguinte foi feita uma pilha de homogeneização seguida de quartejamento, onde foram tomadas alíquotas de 1,0 kg, as quais foram utilizadas para análises químicas, ensaios de flotação, entre outros.

### 3.1—Levantamento das Curvas de Moagem

Com base nos resultados obtidos por BRAGA (1999), a pirita existente na amostra encontra-se liberada a uma granulometria abaixo de 104  $\mu$ m, por isso a necessidade do levantamento das curvas de moagem. Os ensaios foram realizados a úmido em moinho de barras de laboratório com de 200 mm de diâmetro, fabricado em aço inoxidável e carga moedora de 10 barras. O objetivo desses ensaios foi determinar o tempo necessário para que 90% da amostra média atinja uma granulometria abaixo 104  $\mu$ m, granulometria de liberação da pirita ( $FeS_2$ ). Foram utilizadas amostras de 1,0 kg e, após a moagem, as amostras foram classificadas em uma série de peneiras com aberturas variando entre 589 e 37  $\mu$ m. Cada fração foi secada em estufa e pesada para determinação das curvas de moagem.

### 3.2 – Processo de Flotação

Os ensaios de flotação foram realizados imediatamente após a moagem da amostra, para evitar a oxidação da pirita. Para esses estudos utilizou-se uma célula Denver MOD D12 de laboratório com capacidade de 5,0 L e amostras de 1,0 kg de feldspato previamente moído a -104  $\mu$ m. Inicialmente, o sistema de reagentes utilizado nos ensaios foi composto por oleína fluida (ácidos graxos com alto teor de ácido oléico) comercial como coletor. Optou-se pela flotação inversa do feldspato com a finalidade de remover o ferro contido no minério sob a forma de sulfetos (basicamente a pirita) e óxidos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), utilizando-se uma etapa *rougher* e uma etapa *scavenger*. Deste modo, o concentrado final de feldspato será o produto afundado da flotação na etapa *scavenger*.

Os estudos realizados para determinação da concentração do coletor e seleção de pH, mostraram que a melhor dosagem de oleína seria: 300 g/t, na etapa *rougher* e 150 g/t, na etapa *scavenger* (BRAGA, 1999). As concentrações do espumante (MIBC - metilisobutil carbinol) foi de 100 g/t na etapa *rougher* e 50 g/t na etapa *scavenger*. O pH da polpa foi igual a 8,0, utilizando hidróxido de sódio como regulador. O condicionamento foi feito durante 4,0 min, e o mesmo período de tempo foi usado para a flotação na etapa *rougher*. Na etapa *scavenger* o procedimento foi similar, condicionamento da polpa por 3,0 min e a flotação também durante o mesmo intervalo de tempo. A velocidade de rotação da célula de flotação foi de 1200 rpm durante as etapas de condicionamento e flotação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Caracterização Química e Mineralógica

Os resultados da caracterização mineralógica e das análises químicas da amostra média de nefelina sienito estão apresentados na Tabela 1. As análises químicas foram conduzidas com amostras moídas abaixo de 104  $\mu$ m.

Tabela 1 - Composições mineralógica e química da amostra de nefelina sienito utilizada no presente estudo.

Composição mineralógica da amostra média de nefelina sienito			
Minerais		Peso (%)	
Feldspato alcalino		90,3	
Pirita		3,2	
Dolomita		3,3	
Nefelina/sodalita		2,4	
Monazita		0,3	
Biotita		0,3	
Limonita		0,2	
Composição química da amostra média da nefelina sienito			
Compostos	Peso (%)	Compostos	Peso (%)
Na <sub>2</sub> O	6,97	SiO <sub>2</sub>	58,55
K <sub>2</sub> O	5,64	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,50
CaO	2,65	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,45
MgO	0,74	SO <sub>2</sub>	1,43

#### 4.2 – Resultados das curvas de moagem

Nesses testes foram utilizadas amostras de 1,0 kg para diferentes tempos de moagem: 2; 4; 8; 12; 16; 20; 25; 30; 35; 40; e 50 min. Os resultados obtidos indicaram que o tempo ótimo de moagem foi de 50 min, como pode ser observado na Figura 1.

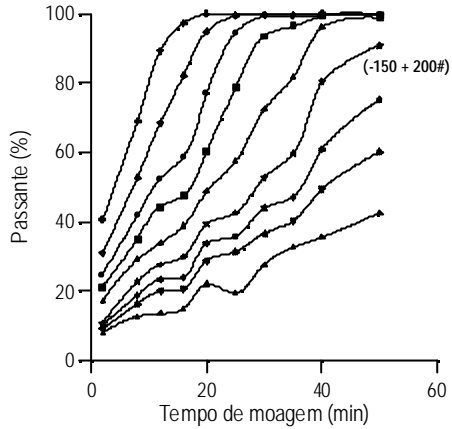


Figura 1 - Curvas de moagem para amostra média de nefelina sienito

A Figura 2 mostra uma imagem por meio de microscópio eletrônico de varredura com amostra de nefelina sienito a uma granulometria abaixo de  $104 \mu\text{m}$ , onde se observa cristais de pirita liberados e com forma, predominantemente, cúbica.

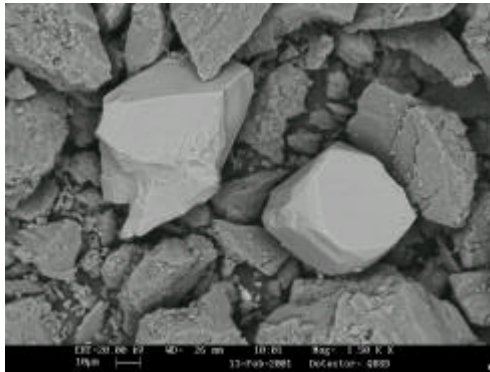


Figura 2 - Imagem (MEV) de cristais de pirita liberados.

### 4.3 – Resultados de Remoção de Ferro através da Flotação

Os resultados apresentados na Tabela 2 apresentam os teores de ferro no rejeito da flotação inversa de feldspato, ou seja o concentrado de feldspato.

Pode-se observar uma significativa redução nos teores de ferro em relação ao teor presente na alimentação, após os ensaios de flotação. No entanto, esses valores ainda não atendem as especificações desejadas pela indústria cerâmica para obtenção da massa cerâmica ou de esmalte, por isso a necessidade de um processo adicional para redução desses teores.

A etapa seguinte deste trabalho é a utilização da floculação seletiva, utilizando o concentrado obtido na flotação, com o objetivo de reduzir esses teores de  $Fe_2O_3$  para valores abaixo de 0,5%, mais precisamente 0,2%, o que corresponderá a um produto de elevado valor agregado.

Tabela 2 - Teores de óxido de ferro nos rejeitos do processo de flotação.

Amostra	Teor de $Fe_2O_3$ (%)	Amostra	Teor de $Fe_2O_3$ (%)
Alimentação	3,45	Rejeito 4	1,29
Rejeito 1	1,19	Rejeito 5	1,37
Rejeito 2	1,32	Rejeito 6	1,19
Rejeito 3	1,37	Rejeito 7	1,37

### 5 - Conclusões

O processo de flotação é capaz de reduzir os teor dos minerais de ferro de 3,2 para 1,4%, porém este valor ainda é elevado para que o feldspato seja utilizado na indústria cerâmica. Na etapa seguinte do estudo será estudado o processo de floculação seletiva desses minerais de ferro, especialmente os sulfetos ( $FeS_2$ ), cuja remoção, não foi possível pelo processo de flotação.

Nesse estudo pretende-se ainda investigar a influência da seqüência das etapas (flotação/floculação seletiva ou floculação seletiva/flotação) na eficiência do processo de purificação do feldspato. Essa é uma etapa importante do estudo, uma vez que os processos de flotação e floculação envolvem fenômenos de superfície, podendo haver influência da primeira etapa na eficiência da segunda.

A vantagem desse processo é a eliminação da lixiviação ácida para remoção do ferro contido no concentrado de flotação, processo desenvolvido por BRAGA. O processo de lixiviação além de oneroso é ainda poluente.

## 6—REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LUZ, A.B. da, POSSA, M.V., ALMEIDA, S. de. *Tratamento de minérios*. Rio de Janeiro, CETEM/CNPq, 1998.
- COLOMBO, A.F. "Beneficiation of fine-grained iron-bearing materials". *Beneficiation of mineral fines. Problems and research needs*, 1973, pp. 237-251.
- KAUFFMAN, ROGER A., DYK, D.V. "Feldspars". In: Carr, D.D. (Editor). *Industrial Minerals and Rocks*. 6ª Edition:473-480.
- PUBLICACIÓN TÉCNICA SEGEMAR - Unsam nº 5, marzo 2000. *Feldespato y Mica*. Edición especial: 13-15.
- BRAGA, P.F. "Desenvolvimento de processo para o aproveitamento do feldspato contido em finos de pedreira de nefelina sienito". *Dissertação de mestrado*. São Paulo, USP, 1999, 112p.
- REGUEIRO, M., PADRÓS, P.D., SÁNCHEZ, E. "Red ceramics in Spain - Export markets the key". *Industrial Minerals*, 1997, nº 361, pp. 61-69.