

# RECUPERAÇÃO DE FINOS DE PEDREIRA PARA UTILIZAÇÃO COMO INSUMO NA INDÚSTRIA CERÂMICA

**Carla Napoli Barbato**

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UFF

**Sílvia Cristina Alves França**

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

## RESUMO

*Esse estudo prevê a purificação do feldspato contido nos finos de Nefelina Sienito, resultante da produção de brita para a construção civil, obtido na pedreira Vigné, situada no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro.*

*Nefelina Sienito é uma rocha ígnea alcalina, com ausência de quartzo e possui minerais portadores de ferro.*

*Sua principal utilização é como fonte de alumina e alcális para indústria cerâmica. No entanto, para o seu aproveitamento comercial são necessárias várias etapas de beneficiamento para redução dos teores de ferro contido na rocha.*

*Obteve-se, como resultado de flotação, uma redução dos teores de ferro na faixa de 1,0%.*

## 1. INTRODUÇÃO

As indústrias de cerâmica e vidro são responsáveis por cerca de 95% do consumo de feldspato no Brasil; o feldspato atua como fundente durante as reações de queima, auxiliando a formação da parte vítrea dos corpos, além de fornecer sílica ( $\text{SiO}_2$ ) ao processo.

As exigências da indústria cerâmica são bastante diversificadas, uma vez que dependem do tipo de material a ser produzido. Por exemplo, na produção de louça branca, o teor máximo de ferro tolerável, expresso em  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  é 0,1%. Entretanto, se alvura não for importante, o que ocorre nos casos em que o corpo receberá pigmentação colorida posterior, esse teor pode chegar a 2 ou 3% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Quanto a granulometria, de um modo geral o feldspato destinado à indústria cerâmica deve apresentar granulometria

menor que 0,074mm, pois o seu poder fundente é inversamente proporcional à sua granulometria (Almada e Vlecek, 2000).

O termo genérico feldspato é utilizado para denominar um grupo de minerais da família dos tectossilicatos ( tetraédros de  $\text{SiO}_4$  polimerizados no espaço tridimensional) onde ocorre a substituição parcial do silício pelo alumínio, apresentando as seguintes propriedades físicas: dureza 6 Mohs, peso específico variando entre 2,54 e 2,76  $\text{g/cm}^3$  e brilho vítreo. Sua cor é mais específica para cada tipo, podendo variar de incolor, branco a cinza, verde, amarelo e rosado translúcido a transparente (Kaufmann e Dyk, 1987).

Nefelina Sienito é um rocha ígnea alcalina semelhante ao granito, sem a presença de quartzo e com predominância de feldspato ( Microclínio e Albita), feldspatóides (Nefelina Sodalita), Dolomita, Monazita e minerais portadores de ferro ( óxido e/ou sulfetos). Possui coloração incolor à branca amarelada, dureza de 6 Mohs e 2,6  $\text{g/cm}^3$  de peso específico.

Durante o processo de produção de brita da pedraira Vigné é gerada uma grande quantidade de finos, resultante dos processos de cominuição. Essa fração fina é rica em nefelina sienito, e pode ser utilizada como fonte de feldspato para as indústrias de vidro e cerâmica, após um processo de purificação para remoção dos contaminantes presentes.

## 2. OBJETIVO

O objetivo do projeto é estudar novas rotas de purificação da nefelina sienito, para que esta possa ser utilizada como insumo nas indústrias de vidro e cerâmica. Para tal utilização, faz-se necessário que o teor de ferro no produto final atenda às especificações químicas exigidas pelas indústrias. Os minerais ferrosos estão presentes na nefelina sienito nas formas de óxido ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e sulfeto ( $\text{FeS}_2$ ), e são prejudiciais por promoverem, respectivamente, coloração indesejada e liberação de  $\text{SO}_2$ , danificando a superfície do material.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O material objeto de estudo era proveniente de uma amostra de 100 kg da fração fina de nefelina sienito da pedreira Vigné. Foi feita uma pilha de homogeneização, da qual foram retiradas alíquotas de 1 kg, designadas para análises química e caracterização mineralógica, ensaios de flotação, separação magnética, floculação seletiva e lixiviação ácida.

#### 3.1—ENSAIOS DE MOAGEM

Foram realizados teste de moagem, com os seguintes tempos de moagem: 15 min, 20 min, 25 min, 37 min e 45 min, com objetivo de se determinar o tempo necessário para cominuição da amostra na granulometria 90% abaixo de 147  $\mu$ m na qual 90% da pirita (principal contaminante) encontra-se liberada (Braga, 1999). Esses ensaios de moagem foram conduzidos a úmido em moinhos de barras de laboratório (300mm X 165mm), fabricado em aço inoxidável, e utilizadas 10 barras de diâmetro de 20mm. Os testes foram realizados com amostras de 1kg e a percentagem de sólidos em peso na polpa de moagem foi de 50%.

#### 3.2- ENSAIOS DE FLOTAÇÃO

Nos ensaios de flotação utilizou-se uma célula DENVER MOD. 12 de laboratório, com capacidade de 5,0 L e amostra de 1,0 kg de nefelina sienito, previamente moída (150+37  $\mu$ m). Esses ensaios objetivaram a remoção do ferro contido no minério sob a forma de sulfetos (basicamente pirita) e óxidos ( $Fe_2O_3$ ).

Os ensaios de flotação foram realizados em duas etapas: uma "Rougher" e outra "Scavenger", sendo o não flotado dessa última etapa considerado como concentrado de feldspato (processo de flotação reversa).

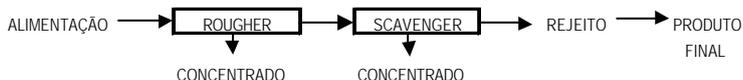


Figura 1- Fluxograma utilizado no processo de flotação

Foi utilizado como coletor a oleina fluida (ácidos graxos com alto teor de ácido oleico) nas concentrações: 300g/t (rougher) e 150g/t (scavenger) e como espumante MIBC (metil isobutil carbinol) nas concentrações: 100g/t (rougher) e 50g/t (scavenger) (Braga, 1999).

O tempo de condicionamento de cada etapa foi aproximadamente 4,0 min, com a velocidade de rotação da célula de flotação de 1000 rpm, e pH = 8,0, utilizando-se o hidróxido de sódio como regulador de pH.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1- Caracterização química e mineralógica

Os resultados da caracterização mineralógica e das análises químicas da amostra de nefelina sienito estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição mineralógica e química da amostra de nefelina sienito utilizada

<b>Composição mineralógica da amostra de nefelina sienito</b>			
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	
<b>Composição química da amostra da nefelina sienito</b>			
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

Como pode ser observado na Tabela 1, é predominante na amostra de nefelina sienito estudada, a presença de feldspato alcalino, o que justifica o

interesse em se estudar novas rotas de purificação desse material, com o objetivo de utilizá-lo como insumo para a indústria cerâmica.

#### 4.2- Curvas de moagem

A figura 1 ilustra os resultados dos testes de moagem realizados. Pode-se concluir que o tempo de moagem necessário para que se obtenha uma amostra com 90% abaixo de 104  $\mu$ m, é de 38 minutos. Nessas condições a amostra está pronta para o processo de flotação, pois grande parte da pirita encontra-se liberada nesta granulometria.

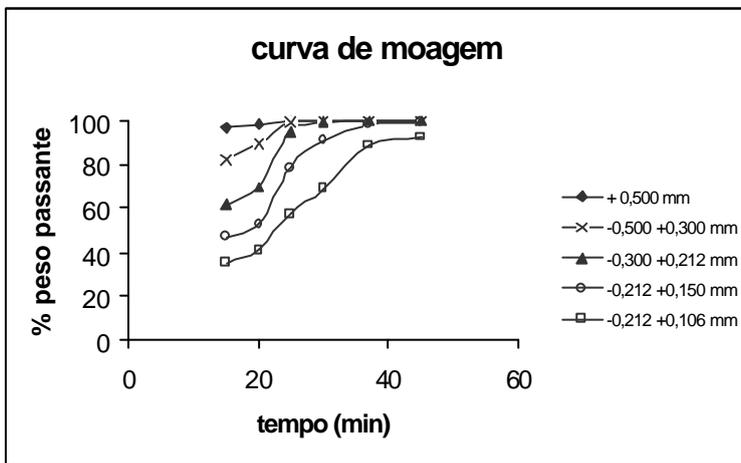


Figura 2 - Curva de moagem para amostra de nefelina sienito

Pode-se notar, na figura 2, a presença dos cristais de pirita (forma cúbica) já liberados; a imagem foi produzida por meio de microscopia eletrônica de varredura.

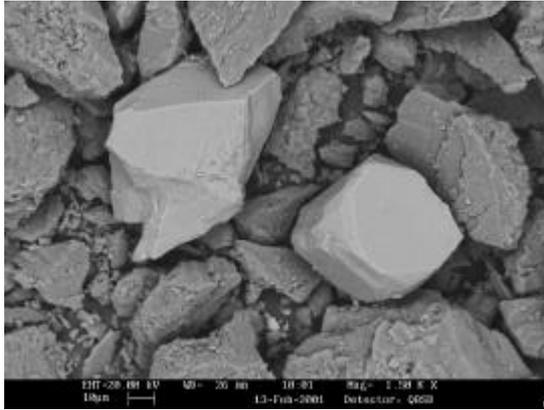


Figura 3 - Imagem (MEV) da amostra de nefelina sienito moída (cristais de pirita liberados: partículas mais claras e de forma cúbica)

#### 4.3- Testes de Flotação

TESTE 1: Foi feita a moagem por 38 min, em seguida, fez-se a deslamagem e a flotação do material + 37 $\mu$ m, obtendo-se o concentrado *rougher*, concentrado *scavenger* e o rejeito.

TESTE 2: Foi feita a moagem por 38 min, em seguida, fez-se a deslamagem e a flotação do material +37 $\mu$ m, utilizando 30% a mais de reagente na etapa scavenger, obtendo-se o concentrado *rougher*, concentrado *scavenger* e o rejeito.

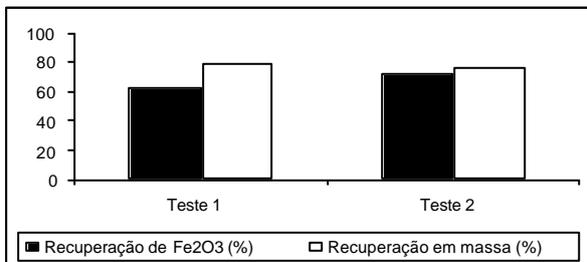


Figura 4- Resultados dos testes 1 e 2 de flotação

Tabela 2: Teor dos elementos para os produtos obtidos por flotação

	Massa (%)	Teor(%)			Distribuição (%)		
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Conc. Rougher	15,5	46,4	16,6	9,6	11,8	16,1	52,84
Conc. Scavenger	5,43	54,9	17,3	5,5	4,89	4,73	10,64
Rejeito	79,07	64,2	19,4	1,3	83,3	78,01	36,52
Alimentação	100	70	16	2,8	100	100	100
	Massa (%)	Teor(%)			Distribuição (%)		
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Conc. Rougher	18,2	46,0	16,6	9,6	13,82	15,98	63,78
Conc. Scavenger	4,68	5,5	17,3	5,5	4,29	4,38	8,79
Rejeito	77,12	1,3	19,4	1,3	81,89	79,63	27,34
Alimentação	100	60,6	18,8	2,8	100	100	100

Outro fator importante na avaliação da qualidade de nefelina sienito para a indústria cerâmica são os teores de alumínio (19%) e a soma dos álcalis,

NaO e K<sub>2</sub>O, que deve ser maior que 12%. Para os minerais de ferro já foi conseguida uma redução dos teores para valores na faixa de 1,0%; embora esse valor ainda seja bastante alto, já representa uma redução de cerca de 65% dos minerais de ferro contidos nos finos de nefelina sienito.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a etapa de flotação tenha promovido uma redução de cerca de 65% dos contaminantes ferrosos da amostra de nefelina sienito, o teor residual ainda não é aceitável pelas indústrias de vidro e cerâmica em alguns casos. A etapa de separação magnética certamente reduzirá ainda mais esse teor, mas, objetivando a produção de uma nefelina sienito de alto valor agregado, outras etapas de beneficiamento serão necessárias.

Sabe-se que a lixiviação ácida é um processo caro e que acarreta danos ao meio ambiente; por isso propôs-se a utilização de ensaios de floculação seletiva para a remoção das impurezas mais difíceis. A caracterização mineralógica mais aprofundada do material mostra uma certa impossibilidade de aplicação dessa técnica para a remoção das impurezas, pois elas ainda se encontram agregadas às partículas de nefelina sienito, na granulometria de flotação.

Uma moagem adicional poderia ser eficiente na liberação das partículas, mas a granulometria muito fina já se torna indesejada à indústrias de vidro e cerâmica. Dessa forma, será feita no seguimento desses estudos, uma avaliação da eficiência de ambos os ensaios, lixiviação e floculação seletiva, e, a partir dos resultados, será definida uma melhor rota de purificação e, por fim, a possibilidade do uso da nefelina sienito purificada como fonte de feldspato para as referidas indústrias.

## BIBLIOGRAFIA

ALMADA, M.M,VLCK,T.F " Pilhas de homogeneização: Uma nova visão para feldspato cerâmico" Cerâmica Industrial, 2000, pp.31-34

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.

GUILLET, G.R, "Nepheline Syenite" Industrial mineral and Rocks,1995: pp 711-730

KAUFFAN,ROGER A., DYK, D.V " Feldspars". In: Carr, D.D (Editor). Industrial Minerals and Rocks. 6ª. Edition,,1995 pp:473-480.