

# **APLICAÇÃO DE FELDSPATOS EXTRAÍDOS DE RESÍDUOS DE PEDREIRAS DE GRANITO NAS INDÚSTRIAS DE CERÂMICA E VIDRO, BUSCANDO-SE AS TECNOLOGIAS LIMPAS**

**Magno Rodrigues da Silva Carvalho**

Bolsista de Iniciação Científica, Eng. Metalúrgica, UFRJ.

**Regina Coeli Casseres Carrisso**

Orientador – Eng<sup>a</sup> Metalúrgica, D. Sc.

**Roberto Carlos da C. Ribeiro.**

Co-orientador - Engenheiro Químico, M. Sc.

## **RESUMO**

*A extração de rochas ornamentais vem aumentando expressivamente ao longo dos últimos anos, a fim de atender a demanda da construção civil. Atrelado a esse processo, a geração de resíduos provenientes do corte de blocos de granito se torna inevitável, chegando em certas situações a representar 50% da produção.*

*A presença destes rejeitos no ambiente gera um enorme impacto ambiental podendo causar assoreamento de rios, afetando a fauna e flora da região, causar problemas respiratórios aos seres vivos, bem como uma grande poluição visual.*

*Os resíduos gerados pelas pedreiras da região de Medeiros Neto – BA são compostos em sua maioria de feldspatos, material este utilizado*

*como matéria-prima nas indústrias de vidro e cerâmica.*

*Com base nisso, o objetivo principal deste trabalho foi concentrar o feldspato contido nos rejeitos de pedreiras da região citada, visando diminuir o impacto ambiental e obter uma matéria-prima para ser utilizada nas indústrias cerâmicas e de vidro. Para execução deste trabalho o rejeito foi britado, caracterizado e por fim beneficiado por flotação.*

*Os resultados indicaram a potencialidade de utilização deste rejeito nas indústrias de vidro e cerâmica, devido a seu alto teor de feldspatos e da adequação do teor de ferro aos exigidos pelo mercado. Isso implicará na redução dos problemas ambientais da região além de se conseguir um aproveitamento mais racional da pedreira.*

## 1. INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais e de revestimento abrangem os tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados através de esquadrejamento, polimento, lustro, etc. Como materiais dimensionais, portanto aproveitadas em volume, as rochas ornamentais e de revestimento têm valor comercial significativo frente a outras matérias-primas minerais. O quadro comparativo do seu valor em peso com relação aos minérios de ferro e ouro, que constituem *commodities* minerais bastante conhecidos e importantes na pauta brasileira de produção e exportação, permite ilustrar essa questão (Peiter *et al*, 2001):

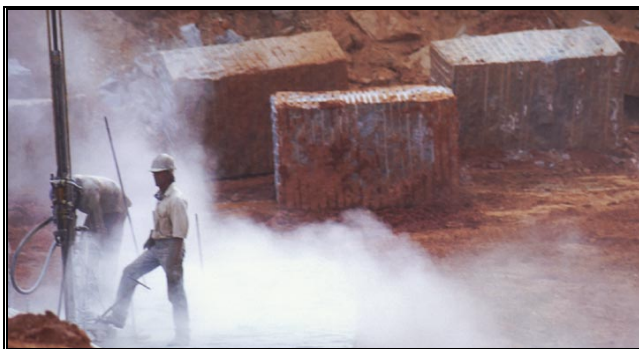
Tabela 01: Comparativo econômico entre rochas ornamentais e minério de ferro e ouro

Ferro	Ouro	Rochas Ornamentais
US\$ 22/tonelada	US\$ 93/tonelada	US\$ 185/tonelada

A produção e o consumo de rochas ornamentais no Brasil apresentou crescimento notável nas últimas décadas, sendo utilizadas amplamente para revestimento externo de prédios, pisos, paredes, mesas, pias, etc. Nesse sentido, destaca-se a importância da classe dos granitos, que são consideradas as rochas ornamentais comercialmente mais importantes, visto que, além de possuírem beleza visual, são mais resistentes (inclusive a ataques químicos e desgaste abrasivo), não perdendo o brilho de polimento durante longos anos (Vargas *et al*, 2001).

O processo de extração de granito começa nas pedreiras, onde essa rocha é encontrada na sua forma natural. O granito pode ser extraído de varias maneiras. No entanto, tem-se observado nos últimos anos, a substituição crescente das técnicas de extração baseada na perfuração e explosivo associado ao maçarico (flame-jet) pela combinação de fio diamantado e massa expansiva (figura 01), que por si só, garante a preservação das características geológicas e tecnológicas da rocha e volume de produção (Peiter *et al*, 2001). Os blocos são então levados às serrarias onde máquinas como os teares cortam os mesmos, transformando-os em chapas.

Posteriormente, as chapas são trabalhadas e transformadas no produto final ([www.marmogomes.com.br](http://www.marmogomes.com.br)).



**Figura 01:** Extração de peças de granito na pedreira.

Durante o processo de extração, mais especificamente durante o corte da rocha, são gerados resíduos grossos e finos. Estimativas indicam que uma empresa pode produzir cerca de 35 toneladas de pó de granito em apenas um mês. Se o resíduo gerado alcançar rios, lagoas, córregos, ou mesmo reservatórios de água, acarretará o assoreamento dos mesmos. Além disso, este resíduo apresenta riscos à saúde humana (podendo causar problemas de silicose) e ainda afeta a paisagem esteticamente( <http://www.scielo.br>; [www.herbario.com.br](http://www.herbario.com.br) ).

O granito é composto essencialmente de quartzo, feldspato e mica. Feldspato é um termo geral usado para descrever um grupo de minerais de aluminossilicatos contendo sódio, cálcio e potássio. O feldspato composto por sódio é denominado albita (Figura 02 a), tendo como fórmula empírica  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , enquanto que feldspatos compostos por potássio e cálcio são denominados ortoclásio e anortita respectivamente estando apresentados nas figuras 02 b e c (Bayraktar *et al*, 1997 e Dana, 1974).



**Figura 02:** (a) Albita      (b) Ortoclásio      (c) Anortita

O feldspato apresenta-se como matéria-prima na fabricação de cerâmicas e vidros. Nas cerâmicas, sua função é a de fundente, pois seu ponto de fusão é menor do que a maioria dos outros componentes, servindo de cimento para as partículas das várias substâncias cristalinas. Já na indústria do vidro, o feldspato fornece a alumina, para aumentar a aplicabilidade do vidro fundido, melhorando o produto final e dando-lhe uma estabilidade química maior, inibindo a tendência de devitrificação. Outras utilizações do feldspato podem ser encontradas na produção de vernizes e tintas, eletrodos para solda, abrasivos leves e próteses dentárias (Ramos, 2001).

Uma das principais restrições à utilização do feldspato nas indústrias cerâmicas e de vidro, é o teor de ferro presente em sua composição. Para as indústrias de vidro, os teores de ferro devem ser inferiores a 0,3% e nas indústrias cerâmicas, inferiores a 0,1% (Corral, 2003).

## **2. OBJETIVO**

O objetivo do presente trabalho é concentrar o feldspato presente em um rejeito de pedreira de granito, por meio de ensaios de flotação, visando-se obter um produto com teor de ferro inferior a 0,1%, com máxima recuperação em massa de feldspatos. Com isso, pretende-se atender as exigências das indústrias de cerâmica e de vidro, reduzindo o impacto ambiental causado por estes rejeitos.

## **3. MATERIAL**

### **3.1 Amostra**

O rejeito utilizado neste trabalho foi amostrado na região de Medeiros Neto – BA.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Preparação da Amostra**

A preparação da amostra constou de duas etapas de britagem (Luz et al, 1998), primária e secundária, utilizando-se para tal dois britadores de mandíbulas DENVER, como apresentado na Figura 03. O produto da

britagem secundária foi classificado em 10 malhas (1,68 mm) em uma peneira vibratória MINERALMAQ. O material retido, cerca de 30% da amostra global, foi então cominuído em moinho de rolos DENVER até que toda amostra estivesse abaixo de 10 malhas.

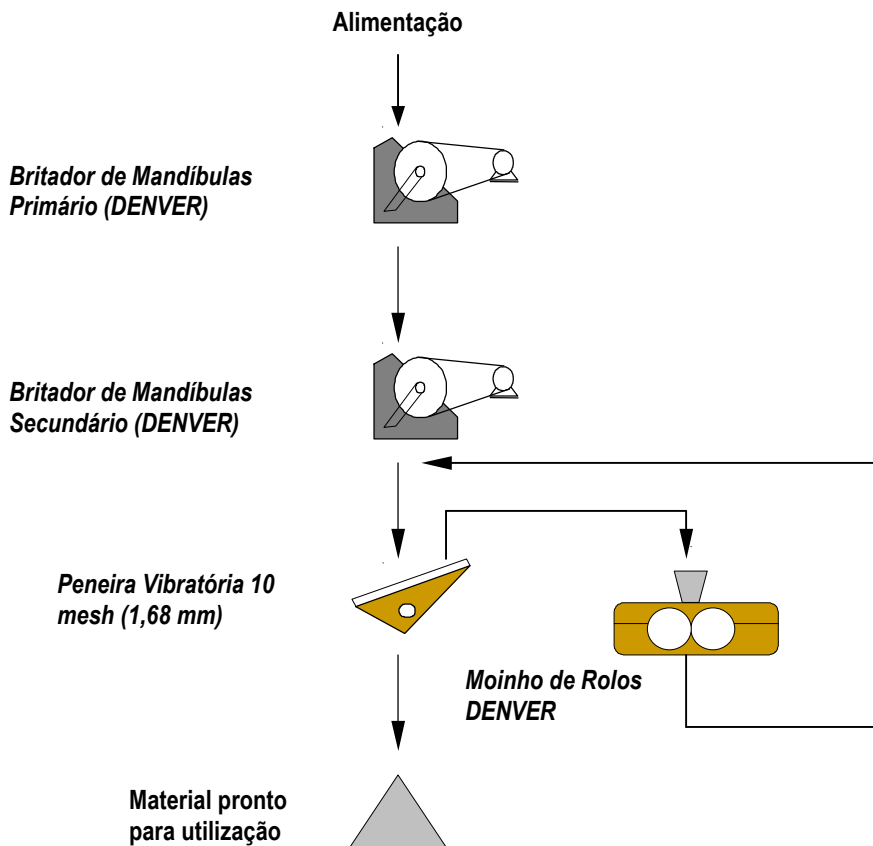


Figura 03: Fluxograma de preparação da amostra global.

## 4.2 Caracterização Mineralógica

O estudo de caracterização mineralógica foi realizado, macro e microscopicamente, a partir de uma amostra com dimensões 10 x 8 x 8 cm. Na descrição macroscópica foram observadas a composição, textura, estrutura e a cor no estado seco e umedecido com água. Para a descrição microscópica utilizou-se um microscópio petrográfico binocular, do tipo luz transmitida da marca Olympus. Este experimento foi realizado pela Universidade Estadual Paulista (UNESP).

## 4.3 Análise Química

As análises químicas foram realizadas pela Coordenação de Análises Mineraias (COAM) do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

## 4.4 Ensaios de Flotação

Os ensaios de flotação seguiram a metodologia descrita em Carrisso *et al* (2003), que utilizou uma célula de flotação DENVER. O material foi condicionado durante 2 minutos apenas com o coletor (ácido oléico comercial VETEC) e um minuto em presença do espumante (Metil Isobutil Carbinol (MIBC) comercial VETEC). A seguir iniciou-se o processo de flotação que durou 4 minutos, mantendo-se a velocidade do rotor em 800 rpm e o valor de pH em 8,0. Os parâmetros utilizados em cada ensaio encontram-se resumidos na Tabela 01.

**Tabela 01:** Parâmetros utilizados no processo de flotação.

Ensaio	Coletor (g/t)	Espumante (g/t)
1	200	100
2	300	100
3	200	200
4	300	200

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização Mineralógica

Os resultados de caracterização mineralógica estão apresentados na Tabela 02, onde se pode observar que o rejeito em estudo apresenta cerca de 63% de feldspato, sendo 40% de microclínio e cerca de 23,0 % de oligoclásio. Estes resultados mostram que o rejeito em questão é extremamente rico em feldspato, indicando a potencialidade de sua utilização como matéria-prima nas indústrias de vidro e cerâmicas.

**Tabela 02:** Composição Mineralógica do Rejeito.

Minerais	Peso (%)
Quartzo	34,4
Microclínio	40,2
Oligoclásio	23,4
Granada	2,0
Biotita	< 0,1

Além dos feldspatos, pode ser destacada também a presença de quartzo, que representa 34% da amostra. Este teor também indica a possibilidade de utilização deste material como areia feldspática, sendo o quartzo um elemento vitrificante.

A granada, que representa cerca de 2% da amostra é a principal responsável pela presença de ferro no rejeito.

A utilização deste rejeito nas indústrias já citadas só poderá ocorrer após uma análise dos teores de ferro deste material, uma vez que segundo Corral (2003), esses teores devem estar abaixo de 0,3% para indústria de vidro e de 0,1% para indústria cerâmica.

### 5.2 Análise Química

Os resultados da análise química do rejeito estão apresentados na Tabela 03. Pode-se observar altos teores de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  confirmando não só a presença de feldspatos, como a de quartzo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dutra *et al* (2003), confirmando a composição química comumente apresentada pelos feldspatos. Além disso, verifica-se também a presença de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) com teor em torno de 1,4%. Esse percentual é considerado extremamente alto, sendo considerado o principal contaminante do feldspato (Corral, 2003).

**TABELA 03:** Composição percentual obtida por absorção atômica:

Composição (%)							
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{TiO}_2 + \text{MnO}$
70,50	18,00	1,40	0,10	2,70	5,60	1,2	0,03

### 5.3 Ensaio de Flotação

Os ensaios de flotação visavam a redução do teor de Ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) presente na amostra inicial (1,4%), para valores aceitáveis pelas indústrias de vidro e cerâmica (inferiores a 0,1%).

O melhor resultado foi obtido utilizando-se 300 g/t de coletor e 100 g/t de espumante (ensaio 2). Pôde-se obter um produto com 93% de recuperação em massa de feldspato e teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  em torno de 0,09%, enquadrando-se no que tange ao teor de contaminantes as exigências do mercado consumidor.

## 6. CONCLUSÕES

Pode-se concluir com este trabalho que os rejeitos gerados pelas pedreiras de granito da região de Medeiros Neto - BA apresentam teores elevados de feldspatos, que após serem beneficiados podem ser utilizados como matéria-prima nas indústrias de cerâmica e vidro.

Este processo favorece ao aproveitamento mais racional da pedra, viabilizando a geração de empregos e principalmente reduzindo os impactos ambientais, contribuindo-se com as Tecnologias Limpas.



## **7.AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer ao técnico do CETEM, Carlos Alberto Melo Santos, ao CETEM e ao CNPq.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

- BAYRAKTAR, I., ERSAYIN, S. e GULSOY, O. Y. Upgrading Titanium Bearing Na-Feldspar by Flotation Using Sulphonates, Succinamate and Soaps of Vegetable Oils, *Minerals Engineering*, Vol. 1, N° 12, pp. 1363 – 1374, 1997.
- CARRISSO, R. C. C, CORREIA, J. C. G. e SANTOS, C. A. M., Caracterização Tecnológica e Ensaio de Concentração de Feldspato em Resíduos de Pedreira de Granito, Relatório Técnico TR 2003 – 067 – 00, CETEM, Rio de Janeiro, RJ, 2003.
- CORRAL, F. G., Feldspato, Curso Internacional de Técnico Especialista em Rocas Y Minerales Industriales, Espanha, 2003.
- DANA, J. D., Manual de Mineralogia, Volumes 2, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, RJ, 1974.
- DUTRA, R., PEREIRA, F. R. e OLIVEIRA, A. P. N., Feldspato e Quartzo, Granitos Semi Alterados, Centro de Educação Profissional do Paraná, Maringá, 2003.
- LUZ, A. B., POSSA, M. V. e ALMEIDA, S. L. M, Tratamento de Minérios, 2ª Edição Revisada e Ampliada, Centro de Tecnologia Mineral, CETEM, Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- RAMOS, L. J., Feldspato, O Bem Mineral, Balanço Mineral Brasileiro 2001, DNPM, MG, pp. 1 – 15, 2001.
- VARGAS, T.; MOTOKI, A.; NEVES, J.L.P. Rochas ornamentais do Brasil, seu modo de ocorrência geológica, variedade tipológica, exploração comercial e utilidades como materiais nobres de construção *Revista de Geociências*, 2-2, 119-132. Instituto de Geociências - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2001.
- PEITER, C. C., CARANASSIOS, A., VIDAL, F. W. H., de ALBUQUERQUE, G. S. C., FERREIRA, G. E., FILHO, C. C., CALAES, G., VALE, E., Rochas Ornamentais no Século XXI, Relatório Técnico Sobre o Setor de has Ornamentais do Brasil, CETEM, Rio de Janeiro, RJ, 2001.