

SEPARAÇÃO DE QUARTZO, MICA E FELDSPATO POR FLOTAÇÃO

C. B. P. Silva

Graduando de Tecnologia em Controle Ambiental
Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN.
E-mail: cintiabrito@gmail.com

J. Y. P. Leite

Prof. Departamento Acadêmico de Recursos Naturais – CEFET-RN
Av. Salgado Filho, 1159 Morro Branco CEP 59.000-000 Natal-RN.
E-mail: leite@cefetrn.br

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a flotabilidade do quartzo, moscovita e feldspato, três dos principais constituintes dos rejeitos de pegmatito da Província Pegmatítica da Borborema (Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte). Objetiva otimizar o processo de separação destes minerais, tendo em vista a sua utilização posterior em aplicações industriais. Este estudo apresenta resultados de flotabilidade em função de pH do meio, tempo de condicionamento e concentração de coletor Duommen T fabricado pela Akzo Nobel. Foram realizados estudos individuais usando tubo de Hallimond e analisado a eficiência. Os resultados de processo mostraram que em pH igual a 2, tempo de condicionamento de 1 minuto e concentração de coletor de 10^{-1} g/l a moscovita flota 94% enquanto o feldspato apresenta uma porcentagem de flotação igual a 72% e o quartzo de 35%. Após utilizar o silicato de sódio (10^{-4} g/L) como depressor no processo as porcentagens de flotação do feldspato e quartzo diminuíram para 10% e 4% respectivamente e a flotação da moscovita manteve os valores em 89%. Esses resultados mostram uma tendência maior de flotação da moscovita em condições que propiciam a depressão do quartzo e do feldspato, sendo assim os objetivos do estudo foram atingidos e mostram que é possível separar os minerais utilizando a flotação em Tubo de Hallimond. Para aplicar essa metodologia como uma nova rota tecnológica ainda se fazem necessários alguns ajustes e otimizações a fim de diminuir os custos e, por consequência, aumentar a viabilidade econômica de adoção do processo.

PALAVRAS-CHAVE: flotação, tubo de hallimond, moscovita, quartzo, feldspato.

1. INTRODUÇÃO

A Província Pegmatítica da Borborema, considerada uma das principais províncias minerais do nordeste, abrangendo parte dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte é responsável por fornecer insumos minerais para as indústrias cerâmicas brasileiras.

Nesta região existem depósitos de rochas pegmatíticas com elevadas quantidades de quartzo, caulim, mica e feldspato, além de outros insumos minerais. O beneficiamento dessas rochas produz um grande volume de rejeito rico em quartzo, mica e feldspato passíveis de aproveitamento desde que sigam uma rota tecnológica capaz de agregar valor, tornando viável economicamente tal utilização.

Alguns pesquisadores têm trabalhos em andamento ou já concluídos com o objetivo de encontrar e/ou aprimorar os métodos de separação dos minerais presentes no rejeito de rochas pegmatíticas. Este trabalho vem a acrescentar mais informações sobre a utilização da flotação como um desses possíveis métodos.

2. FLOTAÇÃO

“Método de separação de misturas homogêneas que explora as diferenças nas características de superfície dos materiais a serem separados. Neste tipo de separação os materiais são diferenciados através da capacidade de suas partículas aderirem a bolha de ar formando o conjunto bolha-partícula. Tal conjunto ao apresentar uma densidade menor que a do fluido acaba por deslocar as partículas para a superfície” (LEITE, 1995).

As principais variáveis de processo de flotação podemos citar: aeração, agitação e condições de molhabilidade/flotabilidade dos materiais. Além desses fatores alguns outros parâmetros também se mostram muito importantes e são objetos deste estudo como o pH da solução, o tempo de condicionamento e a concentração.

2.1. Reagentes de Flotação

Grande parcela dos materiais submetidos ao processo de flotação não é naturalmente hidrofóbica por isso faz-se necessário à utilização de reagentes para alterar a superfície e permitir que a separação ocorra.

No processo de flotação são utilizados diversos reagentes com diferentes funções sendo divididos basicamente em:

- Coletores – tornam a superfície do mineral hidrofóbica.
- Modificadores – intensificam ou diminuem a ação dos coletores.
- Reguladores de pH – mantêm a solução em pH ideal.
- Espumantes – responsáveis pela formação de espuma e por manter estável a ligação bolha-partícula.

3. QUARTZO

O quartzo é uma das formas polimorfas do óxido de silício encontradas na natureza, juntamente com a tridimita e cristobalita e se apresenta como o mais comum e conhecido desde os tempos antigos “graças a seus cristais grandes, transparentes e bem formados”. (LUZ e BRAZ, 2000).

O cristal de quartzo pode ser obtido na natureza (natural) ou por crescimento hidrotérmico na indústria (cultivado). Os recursos mundiais de grandes cristais naturais ocorrem quase exclusivamente no Brasil e em quantidades menores em Madagascar. Cristais menores e lascas também são encontrados nos EUA, Madagascar, Namíbia, Angola, África do Sul, Rússia e Venezuela. Todavia, atualmente, quase todas as aplicações piezelétricas e da ótica são atendidas pelo cristal cultivado (DINIZ FILHO, 2001).

4. MICA

Definida por Cavalcante (2005) como termo genérico aplicado a todos os grupos minerais constituídos por silicatos hidratados de alumínio, potássio, sódio, ferro, magnésio e, por vezes, lítio, cristalizado no sistema monoclinico, com diferentes composições químicas e propriedades físicas. As moscovitas, representantes mais comuns do grupo, são obtidas industrialmente a partir de pegmatitos graníticos.

4.1. Aplicações industriais da moscovita

4.1.1. Moscovita folha: várias aplicações industriais, principalmente na indústria eletro-eletrônica.

Exemplos:

- Janelas de microondas.
- Condensador.
- Transistor.
- Isolante intercamada.
- Resistências.
- Tubo de vácuo.
- Mísseis teleguiados.
- Outros usos: filtros ópticos especiais, pirômetros e reguladores.

4.1.2. Moscovita moída a úmido: propriedades de brilho, deslizamento e alta razão de aspecto possibilitam sua utilização em:

- Papel parede.
- Pigmento perolizado.
- Pintura externa.
- Tintas aluminizadas.
- Plásticos.

4.1.3. Moscovita micronizada: composta por partículas menores que 40 µm. Utilizada em aplicações cosméticas como esmaltes de unha, batom, sombras e cremes ou substituindo a moscovita moída a úmido em certos tipos de tintas.

5. FELDSPATO

Luz e Coelho (2005) definiu feldspato como termo empregado para denominar um grupo de minerais constituídos de aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio. Os tipos comerciais de feldspato potássico devem conter, pelo menos, 10% K₂O e os de sódio 7% Na₂O.

5.1. Aplicações industriais do feldspato

“Na indústria cerâmica 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, além de outros aspectos, como as reações físico-químicas. 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” (RAMOS, 2001).

6. METODOLOGIA

As amostras foram obtidas a partir de rejeitos de pegmatito através de catação manual. O rejeito foi peneirado para eliminar a areia e apenas as moscovitas livres e os minerais de quartzo e feldspato com maior granulometria foram utilizados. Após ser selecionada toda a amostra era submetida à cominuição no moinho e peneiramento para atingir a granulometria desejada (#-100 +200). Logo após eram separadas alíquotas de um grama de cada mineral para realização dos ensaios de flotação.

Os reagentes utilizados foram:

- Reguladores de pH: NaOH 30%, H₂SO₄ 10%.
- Coletor: Duommen T.
- Depressor: Silicato de sódio 10⁻⁴ g/L.

Para preparar o coletor foi necessário diluir o reagente em Ácido Acético, por esse não ser solúvel em água, e posteriormente realizar o preparo da solução.

Com os reagentes e a amostra preparados partimos então para os ensaios de flotação em Tubo de Hallimond. Os ensaios foram realizados com cada um dos minerais separadamente utilizando apenas o coletor para otimizar os valores de pH, concentração e tempo de condicionamento, com esses valores determinados realizamos então os ensaios utilizando o depressor.

Iniciamos com os ensaios de variação do pH mantendo constante a concentração, os tempos de condicionamento e de flotação, além dos demais parâmetros não estudados como variável neste trabalho sem a adição do depressor. Partimos depois para a variação do tempo de condicionamento e por último variamos a concentração. Após isso foram realizados dois ensaios para cada mineral utilizando as variáveis otimizadas e adicionando agora uma solução de silicato de sódio (10^{-4} g/L) mantendo constantes os outros parâmetros otimizadas nos ensaios antecedentes.

A amostra foi submetida a um tempo de condicionamento de 1 minuto, utilizando apenas o depressor com volume metade da célula de flotação, passado esse tempo foi adicionado o coletor até que o volume total da célula fosse totalmente preenchido, em seguida a amostra foi submetida novamente a um tempo de condicionamento determinado (1 min) antes de seguir normalmente o resto da flotação.

Concluído cada ensaio de flotação a parte da amostra carregada pela espuma para fora da célula foi filtrada e seguiu para a secagem em estufa. Depois de seca foi pesada e os valores anotados em uma tabela. Cada ensaio foi realizado duas vezes sendo os gráficos individuais confeccionados baseando-se nas médias.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente foram realizados ensaios a fim de encontrar o pH ideal para a flotação de cada mineral. Para esses ensaios de variação de pH foram mantidos constantes os seguintes parâmetros:

- Granulometria: #-100+200.
- Velocidade de aeração: $60 \text{ cm}^3/\text{min}$.
- Tempo de flotação: 1 min.
- Tempo de condicionamento: 1 min.
- Concentração do coletor: $1 \cdot 10^{-2} \text{ g/L}$.

Os resultados demonstraram que o pH ótimo estava compreendido na faixa de 2 e 8, conforme mostra a figura 1, flotando mais de 80% da moscovita e do feldspato ao mesmo tempo em que obtivesse uma flotação pequena para o quartzo. Fixamos então o valor do pH em 2 por estar mais próximo do pH inicial da solução, tornando a variação mais fácil e diminuindo o gasto com reagentes reguladores, além de ter alcançado um dos objetivos que foi o de alterar a superfície de um dos minerais aumentando sua hidrofobicidade.

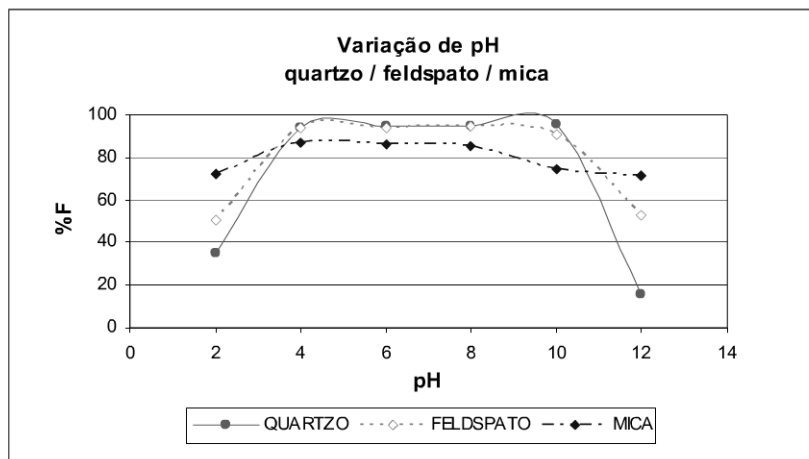


Figura 1 – Gráfico da variação de pH.

Os ensaios posteriores aos de variação de pH tinham agora o objetivo de aumentar a hidrofobicidade do quartzo ao mesmo tempo em que se aumentava a flotabilidade da moscovita para que esses minerais pudessem ser separados. Já o feldspato apresentou valores próximos aos da flotação do quartzo nos ensaios após este primeiro, como apresentarão os gráficos a seguir, sendo assim a separação do conjunto quartzo-feldspato seria conseguida em uma segunda flotação que não foi analisada neste trabalho.

Passamos então a variar o tempo de condicionamento. Para tais ensaios foram mantidos os seguintes parâmetros constantes:

- Granulometria: #-100+200.
- Velocidade de aeração: 60 cm³/ min.
- Tempo de flotação: 1 min.
- Concentração do coletor: 1 * 10⁻² g/L.
- pH: 2 (parâmetro otimizado nos ensaios de variação do pH).

Com os ensaios de variação do tempo de condicionamento pudemos notar que a maior porcentagem de material flotado foi obtida com o tempo de 1 minuto (Figura 2), por isso mantivemos nos ensaios seguintes esse mesmo tempo ótimo.

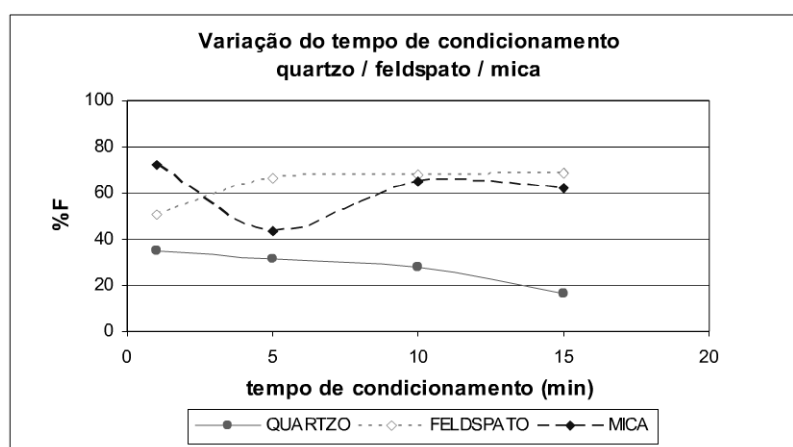


Figura 2 – Gráfico da variação do tempo de condicionamento.

Após otimizar o pH em 2 e o tempo de condicionamento em 1 minuto iniciamos os ensaios com variação da concentração do coletor. Nestes ensaios mantivemos os seguintes parâmetros constantes:

- Granulometria: #-100+200.
- Velocidade de aeração: 60 cm³/ min.
- Tempo de flotação: 1 min.
- pH: 2 (parâmetro otimizado nos ensaios de variação do pH).
- Tempo de condicionamento: 1 min (parâmetro otimizado nos ensaios de variação do tempo de condicionamento).

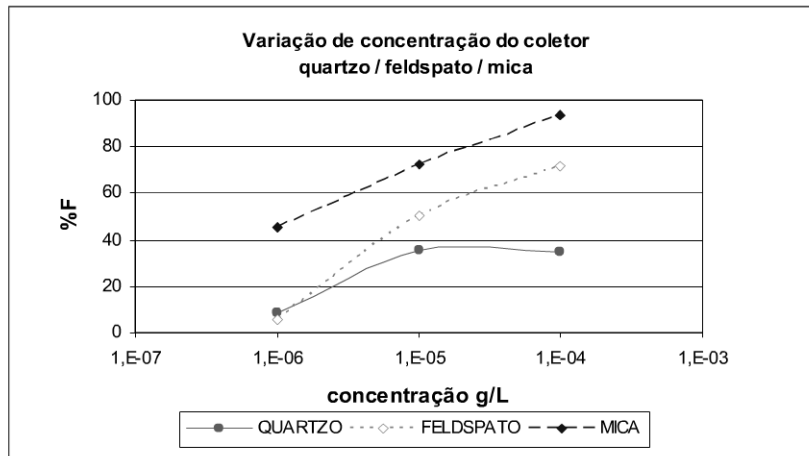


Figura 3 – Gráfico da variação de concentração.

Para otimizar este parâmetro foram realizados seis ensaios com três concentrações diferentes sendo o melhor resultado obtido a uma concentração de $1 \cdot 10^{-1}$ g/L como demonstra o gráfico anterior (Figura 3).

Um fato muito importante a ser considerado quando determinamos a concentração ideal é a viabilidade econômica, sendo assim o valor considera como ótimo para a flotação não pode ser assim considerado, pois despenderia uma quantidade muito grande de reagente tornando inviabilizando a aplicação em sistemas de escala real.

Depois de realizar os ensaios e encontrar os melhores valores para os parâmetros estudados utilizando o coletor, foi testado a adição ao processo uma solução de silicato de sódio (10^{-4} g/L) para agir como depressor aumentando ainda mais a hidrofobicidade do quartzo, e mantendo constante os demais parâmetros:

- Granulometria: #-100+200.
- Velocidade de aeração: $60 \text{ cm}^3/\text{min}$.
- Tempo de flotação: 1 min.
- pH: 2 (parâmetro otimizado nos ensaios de variação do pH).
- Tempo de condicionamento apenas com o depressor: 1 min.
- Tempo de condicionamento com coletor: 1 min (parâmetro otimizado nos ensaios de variação do tempo de condicionamento).
- Concentração do coletor: $1 \cdot 10^{-2}$ g/L. (parâmetro otimizado nos ensaios de variação da concentração).

Os resultados desses ensaios de flotação foram: 4% para o quartzo, 10% para o feldspato e 89% para a moscovita.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a conclusão dos ensaios de otimização das variáveis estudadas determinamos como ideais a faixa de pH igual a 2, o tempo de condicionamento igual a 1 minuto e a concentração igual a $1 \cdot 10^{-1}$ g/L. No gráfico de variação da concentração podemos notar que a medida que aumentamos a quantidade de reagente a flotabilidade também aumenta mas ao mesmo tempo ao aumentar a concentração estaríamos inviabilizando o método. Por isso a concentração é um parâmetro a ser otimizado a fim de baixar os valores necessários sem prejudicar a eficiência do processo.

Os ensaios com a utilização do silicato de sódio como depressor reforçam ainda mais o fato de que a flotação trazem resultados satisfatórios, mas que mesmo assim ainda se fazem necessários estudos complementares.

A separação dos minerais (quartzo, mica e feldspato) presentes no rejeito através do método de flotação é possível separar a mica dos outros minerais estudados. Estudos complementares estão em desenvolvimento visando obter a separação do quartzo do feldspato.

9. REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, P. M. T.; BALTAR, C. A. M.; SAMPAIO, J. A. **Mica. In:** LUZ, A. B; *et al.* **Rochas & Minerais Industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005, pág. 531-543.

DINIZ FILHO, L. C.; ARCOVERDE, W. L. **Quartzo. In:** **Sumário Mineral 2001**. [S. l.]: DNPM.

LEITE, J. Y. P. **Apostila de flotação**. Natal, 1995

LUZ, A. B.; BRAZ, E. **Quartzo**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000.

LUZ, A. B.; COELHO, J. M. **Feldspato. In:** LUZ, A. B.; *et al.* **Rochas & Minerais Industriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005, pág. 413-429.

RAMOS, L. J.. **Feldspato. In:** **Balanço Mineral Brasileiro 2001**. [S. L.]: DNPM.