

ESTUDO DA ATUAÇÃO DO Na_2SiO_3 EM DIFERENTES SISTEMAS DE FLOTAÇÃO

J.P.P. Silva^{1,2,3}, C.A.M. Baltar² e J.Y.P. Leite³

¹PPGEMinas – Dep. de Eng. de Minas - UFPE e Lab. Processamento Mineral – IFRN, Bolsista DTI 3 - CNPq – Projeto Estruturante C&T Mineral do RN, joapaulo.ifrn@gmail.com

²Universidade Federal do Pernambuco-UFPE, Rua Acadêmico Hélio Ramos s/n. Cidade Universitária- Recife/PE camp@ufpe.br

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. Lab. Proc. Mineral, Coordenador do Projeto Estruturante C&T Mineral do RN/FAPERN/FINEP/CNPq Avenida Senador Salgado Filho, 1559. Tirol. Natal/RN. CEP 59.015-000, jyp.leite@ifrn.edu.br

RESUMO

A interação entre o silicato de sódio e a superfície mineral é pouco entendida. Porém este reagente é amplamente utilizado no processo de flotação mineral como depressor, dispersante, entre outras funções. A compreensão dos mecanismos de adsorção deste reagente é fundamental para gerar resultados práticos na indústria mineral. O presente trabalho teve como objetivo constatar a atuação do silicato de sódio na microflotação da calcita e do quartzo. O experimento foi realizado em um tubo de Hallimond modificado, utilizando amostras minerais de alta pureza. Os reagentes usados foram uma amina (comercial); oleato de sódio como coletores e o silicato de sódio (Na_2SiO_3) como depressor. Foram estudados o pH e a concentração dos reagentes. Os resultados obtidos mostram que a flotabilidade dos minerais é reduzida a níveis de 90%.

PALAVRAS-CHAVE: microflotação; calcita; quartzo; silicato de sódio.

1. INTRODUÇÃO

A flotação é um método de separação de espécies, complexo, versátil e eficiente, com ampla aplicação na mineração para a concentração de minerais. Explora as diferenças de características físico-químicas de superfícies dos minerais para separá-los. O processo de flotação utiliza uma variedade de reagentes objetivando um aumento das diferenças das propriedades superficiais das espécies minerais presentes no sistema.

O silicato de sódio é um reagente amplamente utilizado na flotação mineral, como reagente depressor e/ou dispersante. Apesar da sua importância, o mecanismo de ação do silicato de sódio ainda é pouco entendido.

Segundo Castro e Hoces (1993) a ação depressora do silicato de sódio depende da concentração de sílica ácida presente na solução. De acordo com os autores, a sílica coloidal foi responsável pela depressão da calcita- $CaCO_3$, enquanto que os ânions de silicato deprimiram a fluorita- CaF_2 (Fuerstenau *et al.*, 1968). Glembockii *et al.*, (1961) *apud* Bulatovic (2007) citaram que o mecanismo de ação depressora do silicato de sódio não é bem compreendido, mas acredita-se que, em muitos casos, as micelas de ácido de sílica hidratada são responsáveis pela depressão. Na flotação dos minerais de fluorita; calcita e barita- $BaSO_4$, segundo Marinakis e Shergold (1985) a adsorção da sílica, nestes três minerais, ocorreu através de interações entre as espécies $Si(OH)_4$ e $Si(OH)_3^-$ e os sítios catiônicos superficiais do tipo: Ca^{2+} e $Ca^{2+}OH$. Eigeles (1964) *apud* Gong *et al.*, (1993) alegaram que enquanto as espécies iônicas $HSiO_3^{2-}$ estavam ativas, nem os íons SiO_3^{2-} , nem moléculas de ácido silícico, tiveram qualquer efeito sobre a flotação.

Desse modo, vários mecanismos de ação do silicato de sódio na flotação já foram propostos, entretanto, a compreensão da natureza das várias espécies de silicato de sódio em solução, suas interações com a superfície mineral e a sua influência na flotação é insuficiente (Gong *et al.*, 1993).

As aminas e o oleato de sódio são coletores tradicionais para o quartzo e a calcita, respectivamente. Os primeiros são coletores catiônicos que adsorvem-se por interação eletrostática em superfícies com excesso de carga negativa, enquanto os carboxilatos formam compostos químicos em superfícies que apresentem íons alcalinos terrosos (Baltar, 2010).

Neste trabalho verificou-se a atuação do silicato de sódio na flotação da calcita e do quartzo, em diferentes faixas de pH e níveis de concentração do reagente.

2. EXPERIMENTAL

As atividades experimentais foram desenvolvidas no Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos - (LPMR) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – (IFRN).

Os passos realizados nas etapas de classificação e microflotação são apresentados no fluxograma da Figura 1.

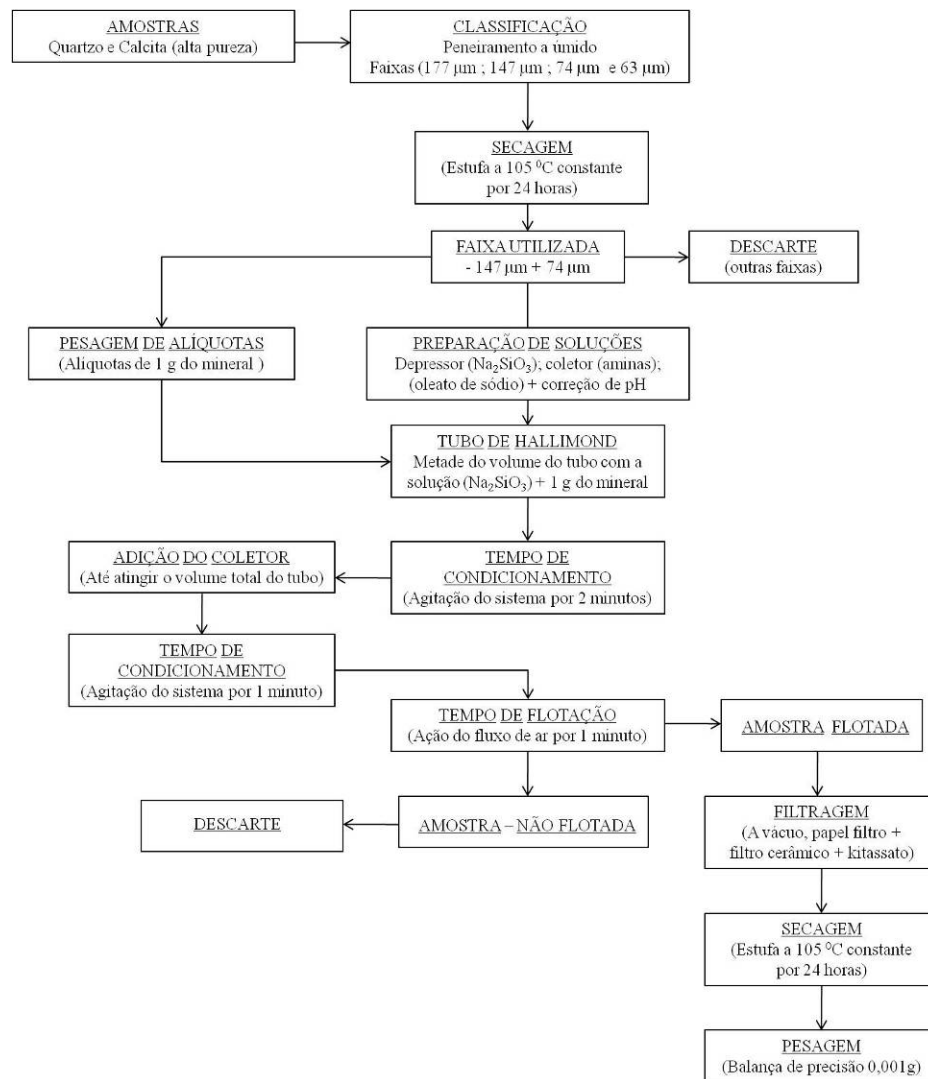


Figura 1. Fluxograma dos passos realizados nas etapas de classificação e microflotação.

As recuperações mássicas ou flotabilidades foram determinadas através da seguinte equação 1.

$$\text{Flotabilidade (\%)} = [mf / (mf + ma)] * 100 \quad (1)$$

Onde: mf é a massa flotada da amostra mineral (quartzo/calcita) e ma é a massa não flotada.

2.1. Material

Foram utilizadas amostras dos minerais calcita e quartzo (com alta pureza) fornecidos com granulometria inferior a 147 μm pela ARMIL – Mineração Ltda; empresa localizada em Parelhas-RN.

2.2. Reagentes

Nos testes de microflotação foram utilizados como reagentes coletores, uma amina primária comercial - *Lilafлот 742* (produzida e fornecida pela *Akzonobel*) e um oleato de sódio (preparado em laboratório) a partir do hidróxido de sódio (P.A. – Marca Vetec – NaOH – PM = 40,00) e ácido oléico (P.A. – Marca Synth – $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ – PM = 282,47). Como reagente depressor utilizou-se um metassilicato de sódio, com a relação de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ igual a 1 (*módulo 1*), produzido pela ISOFAR. Como agentes reguladores de pH foram utilizados o ácido clorídrico (P.A.- ACS- 37% – Marca Fmaia – HCl – PM = 36,46) e o hidróxido de sódio (P.A. – Marca Vetec – NaOH – PM = 40,00) na forma de soluções com concentrações de 50 % e 10 % em peso, respectivamente.

2.3. Equipamentos e métodos

Classificador (peneiramento a úmido): O método de classificação adotado no presente trabalho foi o peneiramento a úmido. Onde foi utilizado um conjunto de peneiras, da serie de Tyler, composto pelas peneiras: 80; 100; 200 e 250 # (*mesh*). No peneiramento a úmido, a água é adicionada com a finalidade de facilitar a passagem dos finos através da tela das peneiras. Este procedimento foi adotado devido à necessidade de se obter partículas com tamanhos homogêneos compreendidas entre 147 e 74 μm para a realização dos testes de microflotação.

Digimed DM-22 (medições de pH): As medições e aferições de pH realizadas no presente trabalho foram todas realizadas em um pHmetro da marca *Digimed DM-22*.

Marte AL-500 (pesagens das massas): As pesagens das massas (inicial e final) dos minerais, bem como os papeis filtros e dos reagentes necessários para os experimentos foram todas realizadas em uma balança de precisão (0,001g) da marca *Marte AL-500*.

Tubo de Hallimond modificado (peneiramento a úmido): Os testes de microflotação foram realizados em tubo de Hallimond modificado que contém uma placa porosa, na sua base, através da qual passa o fluxo de ar, e sobre a qual é colocado um bastão magnético de giro, controlado por um agitador magnético. A parte intermediária do tubo é uma pequena coluna para evitar o arraste hidrodinâmico de finos durante a flotação. Na parte superior encontra-se uma câmara por onde se coleta o material flotado. O ar utilizado no processo é gerado por um compressor, que está conectado a um rotâmetro que controla a vazão do fluxo de ar no sistema. Os equipamentos utilizados para a realização dos testes microflotação é mostrado na Figura 2.

Os seguintes parâmetros operacionais foram mantidos constantes: volume total usado no tubo, mantido em 160 ml; vazão do fluxo de ar, mantido em 2,5 ml/s; faixa granulométrica da amostra compreendida entre 147 e 74 μm ; massa inicial, para os testes de flotação, de

aproximadamente 1g; agitação magnética, mantida em intensidade suficiente para manter as partículas em suspensão; tempo de condicionamento, mantido em 1 minuto para os reagentes coletores e 2 minutos para o reagente depressor; tempo de flotação, mantido em 1 minuto.

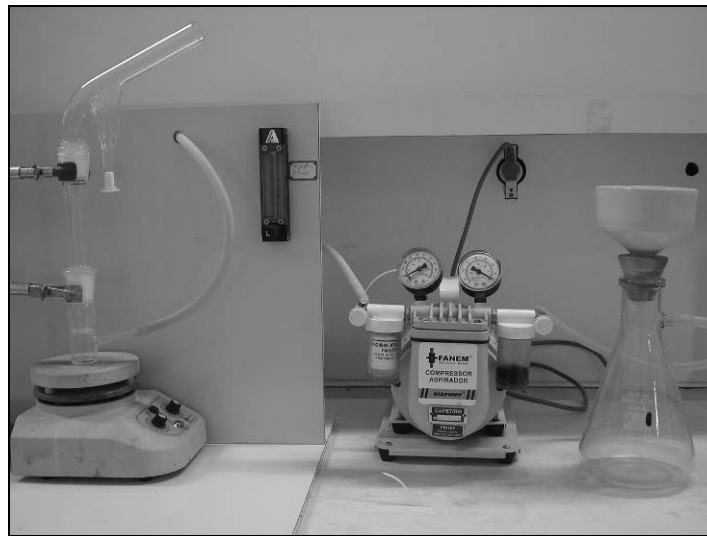


Figura 2. Conjunto de equipamentos, composto por tubo de Hallimond; agitador magnético; rotômetro; compressor e kitazato com filtro cerâmico, utilizado nos testes de microflotação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Resultados da flotação do quartzo com amina e silicato de sódio

A Figura 3 apresenta o resultado da flotabilidade do quartzo com amina (150g/t) e silicato de sódio com diferentes concentrações, em pH 5; 6; 7; 8; 10 e 11.

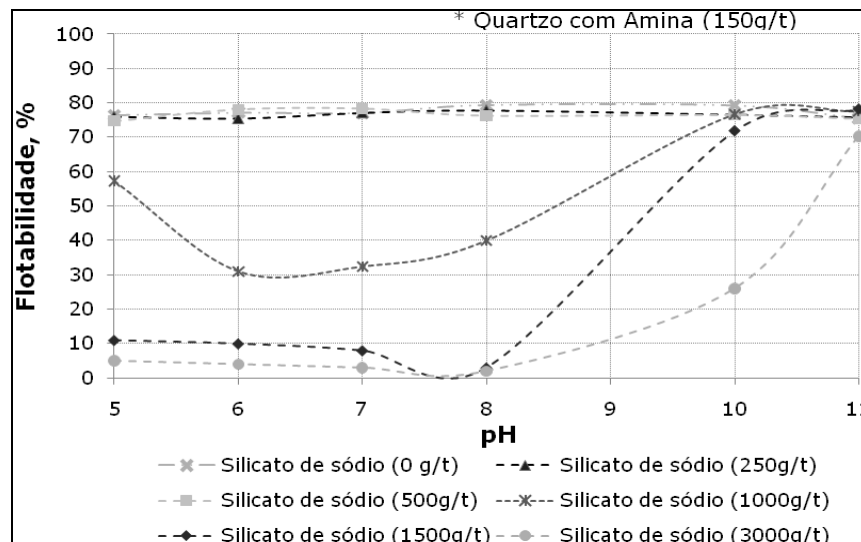


Figura 3. Influência do pH e da concentração do Na_2SiO_3 na flotação do quartzo com amina.

Os resultados apresentados na Figura 3 indicam a ação de silicato de sódio é mais efetiva a partir da concentração de 1000 g/t, tendo maior influência na faixa de pH entre 5 e 8. A eficiência do silicato de sódio, como depressor, caiu à medida que aumentou a alcalinidade da polpa.

3.2. Resultados da flotação da calcita com oleato de sódio e silicato de sódio

A Figura 4 apresenta a flotabilidade da calcita, com oleato de sódio (150g/t) e silicato de sódio, na faixa de pH entre 5 e 11.

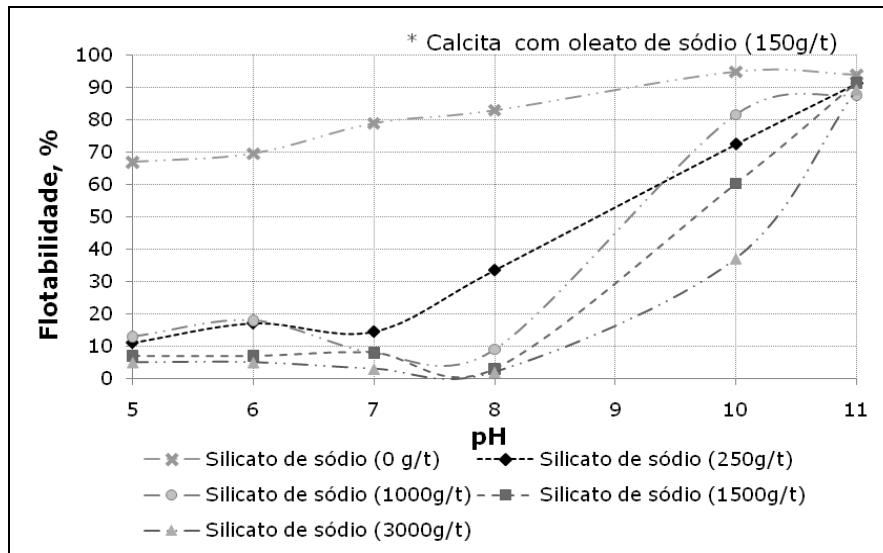


Figura 4. Influência da concentração do Na_2SiO_3 e do pH na flotação da calcita com oleato de sódio.

Observa-se, na Figura 4, que na ausência do depressor, a flotação da calcita é mais intensa em meio alcalino, o que pode ser explicado pelo fato de que em meio ácido, o íon carboxílico do coletor reage com o H^+ e, o coletor, volta à forma molecular, perdendo a capacidade de adsorver-se por atração eletrostática.

O silicato de sódio atuou como depressor em todas as concentrações investigadas, reduzindo a flotabilidade da calcita. O efeito depressor sobre a calcita aumentou proporcionalmente à concentração do reagente. A eficiência do silicato de sódio foi menor em meio alcalino, praticamente desaparecendo em pH 11.

Na faixa de pH entre 5 e 8, o silicato de sódio foi bastante eficiente, reduzindo a flotabilidade da calcita em até 97 %.

3.3. Resultados da flotação da calcita com amina e silicato de sódio

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos na flotação da calcita, com amina (150g/t) e silicato de sódio, na faixa de pH entre 5 e 11.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 5, o silicato de sódio tem pouca eficiência em concentrações de até 1000 g/t. No entanto, nas concentrações acima de 1500 g/t, o depressor tem forte influência na flotação da calcita até o pH 10, conseguindo deprimir até 96% da calcita.

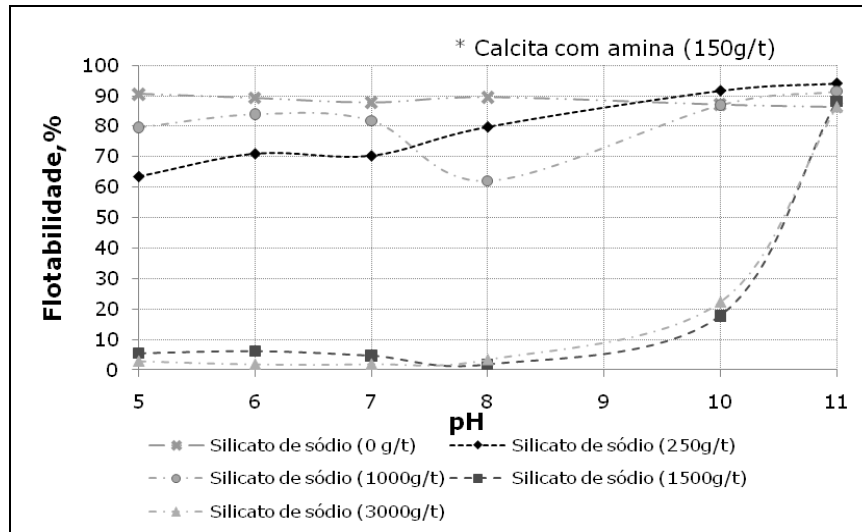


Figura 5. Influência do pH e da concentração do Na₂SiO₃ na flotação da calcita com amina.

4. CONCLUSÃO

Estudou-se a influência do silicato de sódio na flotação da calcita e do quartzo com oleato de sódio e amina.

Em todos os sistemas testados, a eficiência do silicato de sódio aumentou com a concentração. Em concentrações acima de 1500 g/t, obteve-se quase a depressão total (96% para a calcita e 97% para o quartzo).

A faixa de pH mais eficiente foi observada entre 5 e 8. A partir do pH 11 o silicato de sódio não funciona como depressor.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho expressam os agradecimentos ao CNPq – FINEP, FAPERN (Projeto Fortalecimento da Estrutura de Apoio a Pesquisa para APL mineral do Rio Grande do Norte) pela concessão da bolsa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial - DTI – 3.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baltar, C. A. M. Flotação no tratamento de minérios. 2. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 232p. 2010.

Bulatovic, S. M. Handbook of flotation reagents. Chemistry, theory and practice: flotation of sulfide ores. Vol.1. ed. Elsevier Science & Technology Books. University of Oxford. Reino Unido, 446p. 2007.

Castro, F. H. B. & Hoces, M. C. Influence of quebracho and sodium silicate on flotation of celestite and calcite with sodium oleate. 37. ed. International Journal of Mineral Processing, p. 283-298. 1993.

Furestenau, M.C., Gutierrez, G. e Elgilliani, D.A. The influence of sodium silicate in nonmetallic flotation systems. 3. ed. Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers. 241. p.319-323. 1968.

Gong, W. Q., Klauber, C. & Warren, L.J. Mechanism of action of sodium silicate in the flotation of apatite from hematite. In.: International Journal of Mineral Processing, 39, 251-273. 1993.

Marinakos, K.I. & Shergold, H.L. Influence of sodium silicate addition on the adsorption of oleic acid by fluorite, calcite and barite. 14. ed. International Journal of Mineral Processing, p.177-193. 1985.