

Efeito da concentração de sulfeto de sódio e pH de sulfetização na flotação catiônica da willemita

Maria José Gazzi Salum, MSc *
Antônio Eduardo Clark Peres, MSc; PhD**

1. INTRODUÇÃO
2. MATERIAIS E MÉTODO EXPERIMENTAL
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO
4. CONCLUSÕES
5. BIBLIOGRAFIA

* Engenheira de Minas, Professora
Assistente da Escola de Engenharia da
UFMG

** Engenheiro Metalurgista, Professor
Adjunto da Escola de Engenharia da UFMG



Resumo

Melhores condições de flutuabilidade da willemita com amina mostraram-se relacionadas a concentração de sulfeto de sódio na solução sulfetizante assim como ao pH dessa solução.

1. Introdução

A flotação dos minerais silicatados de zinco com amina tem se mostrado um dos métodos de concentração mais eficaz, desde que um agente sulfetizante, em particular o sulfeto de sódio, esteja presente.

O sulfeto de sódio age em alguns sistemas primeiramente como um regulador do pH dando a alcalinidade desejada à polpa. Entretanto, alguns trabalhos realizados mostraram que seu efeito se estende além disso, agindo principalmente como ativador da flotação dos minerais de zinco no sistema (1,2,3).

Esse fato pode ser demonstrado quando se utiliza sulfeto de sódio antes da flotação (pré-sulfetização), sendo a mesma levada na ausência de seus íons em solução.

Esse efeito ativador do sulfeto de sódio se deveria provavelmente a sua ação de redutor da solubilidade dos minerais silicatados de zinco, entre os quais a willemita, através da adsorção de íons provenientes da sua dissolução pelo mineral, para formar complexos mais estáveis de zinco (3,4).

2. Materiais e método experimental

2.1. Amostra, reagentes, materiais

As amostras de willemita tinham grau de pureza elevada (~ 97%) e foram reduzidas a uma granulometria entre 65 e 200 mesh Tyler.

Foi utilizado como coletor um sal de amina primária com 10 a 12 carbonos; $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ foi empregado como agente sulfetizante e NaOH e HCl como moduladores do pH.

Os resultados obtidos indicaram ser o íon HS^- , da dissociação do sulfeto de sódio, o provável responsável pela ativação, mostraram ainda que as duas variáveis, relacionadas também ao pH de flotação, se bem otimizadas, podem vir a produzir uma economicidade no processo.

Os testes de flotação foram realizados em tubo de Hallimond modificado.

2.2. Metodologia

A flutuabilidade do mineral com amina foi estudada nos valores de pH 9, 10 e 12, sendo o tempo de condicionamento com a solução de amina (10^{-5}M) igual a 2 minutos e o tempo de flutuabilidade de 1 minuto.

A flotação foi sempre precedida por um condicionamento do mineral em uma solução de sulfeto de sódio de concentração conhecida por 2 minutos (igual ao tempo de condicionamento com a amina). Após esse condicionamento na solução sulfetizante o mineral era intensamente lavado com água destilada, filtrado e o resíduo levado a flotação. Nessa pré-sulfetização duas metodologias foram utilizadas:

- i. o mineral era condicionado com o sulfeto de sódio no pH dado pela própria concentração de sulfeto de sódio utilizada e posteriormente flutuado no valor de pH 9,0. Nesse caso tinha-se o pH de sulfetização diferente do pH de flotação sempre que a concentração de sulfeto de sódio utilizada conferia à solução um valor de pH diferente de 9,0;
- ii. o mineral era condicionado na solução aquosa de sulfeto de sódio de concentração conhecida em pH igual àquele em que seria flutuado. Nesse caso se fazia necessária a modulação do pH de sulfetização o que era obtido com o uso de NaOH ou HCl. Três valores de pH de flotação foram analisados: 9, 10 e 12.

3. Resultados e discussão

As figuras 1 e 2 mostram a variação obtida na recuperação da willemita em função da concentração de sulfeto de sódio utilizada.

FIGURA 1 - Recuperação x $|\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}|$ na pré-sulfetização para pH de flotação 9,0, 10,0 e 12,0. Condição de pH sulfetização = pH de flotação |amina| = 10^{-5}M .

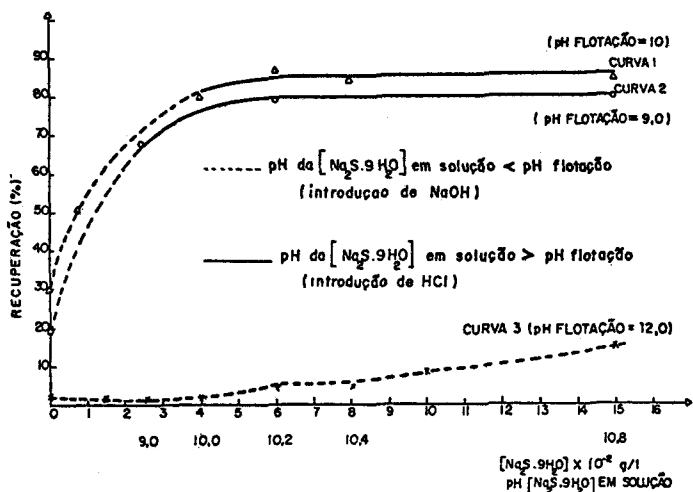
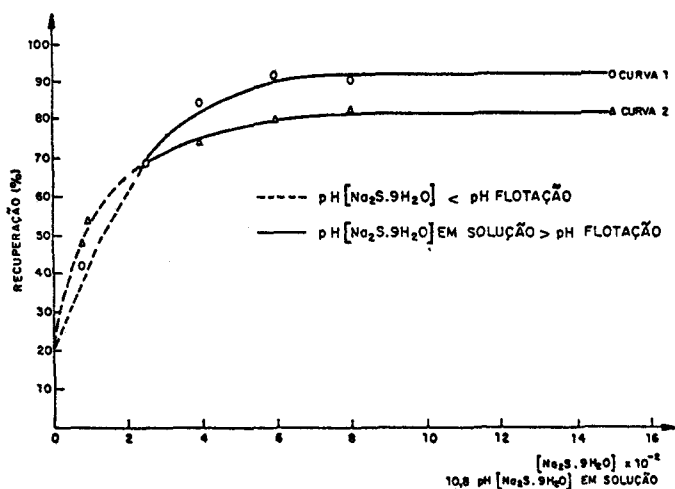


FIGURA 2 - Recuperação x $|\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}|$ na pré-sulfetização para pH de flotação 9,0. Curva 1 - pH de sulfetização = pH da $|\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}|$ na solução sulfetizante. Curva 2 - pH de sulfetização = pH flotação (introdução de NaOH e HCl). Concentração de amina = 10^{-5}M .



Na figura 1 estão representadas três curvas, para cada um dos valores de estudados (9, 10, 12) na condição de pH de sulfetização igual ao pH de flotação. A figura 2 compara os resultados obtidos para pH 9,0, nas condições de pH de sulfetização podendo ser diferente do pH de flotação (curva 1), e pH de sulfetização igual ao pH de flotação (curva 2).

A parte tracejada das curvas indica concentrações de sulfeto de sódio que fornecem à solução sulfetizante valores de pH menores que o de flotação e a parte contínua o inverso.

Os resultados obtidos mostram que a recuperação aumenta com o aumento da

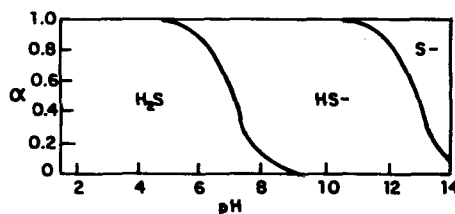
concentração de sulfeto de sódio até certo valor desta (que depende do pH de flotação), a partir do qual tende a permanecer constante.

A parte tracejada das curvas da figura 1 mostra que o aumento da concentração de sulfeto de sódio em detrimento da de NaOH na solução sulfetizante, melhora a eficiência da sulfetização traduzida por uma maior recuperação na flotação.

Na figura 2 observa-se que, para uma mesma concentração de sulfeto de sódio que fornece à solução sulfetizante um pH menor que o de flotação (parte tracejada das curvas), melhores resultados são obtidos para a curva 2, onde o pH de sulfetização é maior devido a presença de NaOH. O contrário ocorre na parte contínua das curvas onde o pH de sulfetização é maior para a curva 1 que para a curva 2 onde o HCl se fez presente.

Esses resultados parecem indicar a necessidade de um meio mais básico de pH para melhores condições de sulfetização, o que leva a uma preponderância de íons HS^- no sistema. Isso pode ser observado pela curva de dissociação para o H_2S (figura 3), onde à medida que o meio se torna mais básico o íon predominante é o HS^- e apenas para valores extremamente básicos ($\text{pH} > 13,0$), o S^{2-} (5).

FIGURA 3 - Curva de dissociação para o H_2S (5).

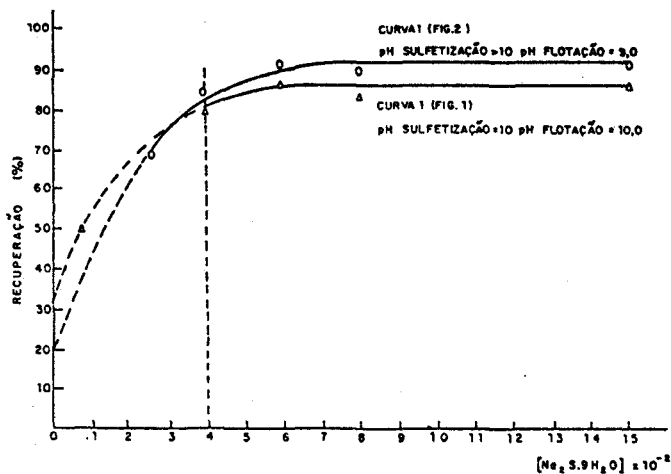


Baseando-se nos fatos expostos parece possível formular a hipótese de que, nas condições de realização do trabalho, o HS^- seja a espécie iônica preferencialmente adsorvida na superfície mineral durante a sulfetização.

A importância do pH de sulfetização pode ser reiterada comparando-se os valores de recuperação obtidos para pH de flotação 9,0 e 10,0 em diferentes condições de sulfetização (figura 4). Testes realizados com esse mesmo mineral em diversas condições de sulfetização e mesmas condições de flotação com solução 10^{-5}M de amina mostraram ser o pH de flotação 10 aquele de melhores resultados (3). Entretanto, observa-se na figura 4 que, a partir da vertical tracejada, onde o pH de sulfetização utilizado anteriormente à flotação em pH 9,0 atinge valores maiores que 10,0, as recuperações são maiores que as obtidas para pH de flotação 10,0 onde o pH de sulfetização foi constante e igual a 10,0.

As interações aqui observadas entre pH de sulfetização e concentração de sulfeto de sódio utilizada na pré-sulfetização e pH de flotação, se bem otimizadas, sugerem a possibilidade de se obter uma maior economia de reagentes no processo.

Figura 4 - Recuperação x $[\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$ na pré-sulfetização.



5- BUTLER, J.N. Ionic equilibrium, a mathematical approach. s.l., Addison-Wesley, s.d. p. 312

4. Conclusões

a) O aumento da concentração de sulfeto de sódio na solução sulfetizante aumenta a eficiência do processo, até certo limite (que depende do pH de flotação), a partir do qual concentrações maiores não dão efeitos significativos. A substituição parcial do sulfeto de sódio por NaOH diminui o efeito ativador.

b) Para uma mesma concentração de sulfeto de sódio, quanto maior o pH de sulfetização, independentemente do valor dessa concentração ou sua co-existência com NaOH, maior é a eficiência obtida. Essa necessidade de valores mais básicos de pH para a sulfetização indica serem os íons HS^- os prováveis responsáveis pela ativação do mineral.

5. Bibliografia

- 1- BILLI, M. & QUAI, V. Development and results obtained in the treatment of zinc ores at the AMMI mines. In: INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 6. Cannes, 1963. p. 631-49.
- 2- GAIDARIZEV, S.S. Discussion. In: BILLI, M. & QUAI, V. Developments and results obtained in the treatment of zinc oxides ores at the AMMI mines. In: INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 6. Cannes, 1963. p. 631-49
- 3- SALUM, M.J. G. Estudo da flotação de minerais silicatados de zinco com amina em sistema sulfetizado. Belo Horizonte Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, s.d. (Tese de mestrado).
- 4- REY, M. Discussion. In: REY, M.; SITIA, G.; RAFFINOT, P.; FORMANEK, V. The flotation of oxidized zinc ores. Trans. AIME, 199: 416-20, 1954.