

ESTUDOS DA DESATIVAÇÃO/DEPRESSÃO DA ESFALERITA ATIVADA POR ÍONS COBRE:

José Cristiano Machado (1)

Maria José Gazzi Salum (2)

RESUMO

Um dos problemas para o emprego da flotação "bulk" para minérios sulfetados de Pb/Zn reside nas dificuldades de desativação da esfalerita, previamente ativada por íons cobre. Neste trabalho, estudou-se algumas condições de desativação/depressão da esfalerita com NaCN, ZnSO<sub>4</sub> e uma mistura de ambos; na presença e ausência de íons e/ou colóides do minério de Paracatu-Morro Agudo. NaCN e ZnSO<sub>4</sub> (para relações  $Zn^{2+}/CN^- > 0,5$ ) mostraram bom resultado enquanto o ZnSO<sub>4</sub> não se mostrou efetivo em nenhuma das condições estudadas. Íons e/ou colóides do minério de Paracatu não afetaram os resultados obtidos.

ABSTRACT

One of the problems in the bulk flotation of Zn/Pb sulphide ores is the difficulty to deactivate the sphalerite previously activated by copper ions. In this paper some conditions of deactivations and depression were studied using NaCN, ZnSO<sub>4</sub> and a mixture of both; in the presence and absence of ions and/or colloids of Paracatu ore. The results showed good performance for NaCN and for the mixture (for relations  $Zn^{++}/CN \geq 0,5$ ). The reagent ZnSO<sub>4</sub> didn't present good results. Ions and/or colloids of Paracatu ore didn't affect the process in the studied conditions.

---

(1) Professor Assistente da UFOP - M.Sc.

(2) Professor Adjunto da EEUFMG - M.Sc.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de concentrados de zinco no Brasil tem sido feita praticamente a partir de minérios oxidados (1,2). Todavia, esta tem sido insuficiente havendo necessidade de se importar tanto o concentrado quanto o metal (1). Com a entrada em produção do minério sulfetado de Morro Agudo, espera-se atingir a auto-suficiência deste bem mineral.

Por vários anos houve uma indefinição quanto ao melhor processo a ser utilizado para o minério de Paracatu-Morro Agudo (flotação "bulk" ou diferencial). Devido às dificuldades encontradas em escala piloto com a flotação "bulk", a Companhia optou pela flotação diferencial. (3)

Dentre estas dificuldades estava a desativação da esfalerita após sua ativação por íons cobre (3,4), tema deste trabalho.

### II - Materiais e Métodos Experimentais.

#### II - 1 - Amostras, reagentes, equipamentos.

As amostras de esfalerita utilizadas tinham alto grau de pureza ( $\approx 93\%$ ) e granulometria entre 0,150 mm e 0,160 mm (100 a 150 mesh Tyler, respectivamente).

#### Reagentes utilizados:

i - ativação :  $\text{Cu.SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - p.a;

ii - desativação : NaCN e  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ambos p.a;

iii - Coletor : etil xantato de potássio (91% de pureza pelo método da acetona);

iv - moduladores de pH: NaOH e HCl, ambos p.a.

como aparelhagem utilizou-se o tubo de Hallimond modificado.

## II - 2 - Método Experimental

Em todos os testes a medida da desativação e/ou de depressão foi feita através da determinação da flutuabilidade do mineral em tubo de Hallimond. A ativação da esfalerita foi realizada com  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  à concentração fixa de  $4,8 \times 10^{-3}\text{M}$  por 5 minutos e a desativação com NaCN,  $\text{ZnSO}_4$  ou, ainda, uma mistura de ambos. Como coletor, utilizou-se o etil xantato de potássio a uma concentração fixa de  $1 \times 10^{-4}\text{M}$ , com tempo de condicionamento de 1 minuto.

Para os testes de influência de íons e/ou colóides do minério utilizou-se o mesmo procedimento acima descrito para um mineral pré-condicionado por 24 horas em uma "água" proveniente do produto de moagem do minério de Paracatu (moagem em moinho de bolas por 1 hora). Também foram realizados testes na presença dos principais íons do minério, isoladamente, em concentrações equimolares a do desativador.

## III - Resultados e Discussão

### III - 1 - Influência do pH e concentração do NaCN na desativação.

O efeito do pH está mostrado na Curva 3 da figura 1. Comparando-se esta Curva com a de ativação (Curva 2) na mesma figura observa-se uma rápida queda na flutuabilidade, crescente com o pH. Este fato é atribuído, segundo a literatura (5,6), à remoção do filme de sulfeto de cobre na superfície do mineral.

Ainda, comparando-se as Curvas 3 e 1 da figura 1, observa-se que os resultados de flutuabilidade próximos a pH 11,0 da esfalerita ativada na presença de NaCN ou esfalerita não ativada atingem valores muito próximos. Este fato evidencia, portanto, a eficácia da desativação com NaCN neste valor de pH.

Quanto ao efeito da concentração de NaCN a figura 2 mostra uma

queda na flutuabilidade da esfalerita com o aumento da concentração. Segundo Kuznetzova e Col. (7) para pequenas concentrações de NaCN haveria apenas uma adsorção deste na superfície do mineral ativado, sem haver dissolução do filme formado na superfície. O processo exigiria, portanto, concentrações maiores de NaCN.

### III - 2 - Influência do pH, concentração e tempo de condicionamento do sulfato de zinco na desativação da esfalerita.

Para se deprimir um mineral sabe-se ser necessário a produção de uma espécie hidrofílica em sua superfície. Por outro lado, a desativação de uma superfície mineral implica na remoção da espécie ativada desta superfície.

De acordo com alguns estudos revistos (6,7) o sulfato de zinco não é capaz de produzir a abstração do cobre da superfície da esfalerita não sendo, portanto, deativador.

Neste trabalho, a despeito dos diversos níveis estudados para cada uma das variáveis: pH (2 a 11), concentração de  $ZnSO_4$  ( $0,5 \times 10^{-3}$  até  $35 \times 10^{-3}M$ ) e tempo de condicionamento (10 a 30 minutos), nenhum resultado significativo na diminuição da flutuabilidade do mineral foi obtido.

Pode-se dizer, portanto, que nas condições utilizadas neste trabalho o sulfato de zinco não teve qualquer efeito depressor ou deativador sobre a esfalerita ativada por íons  $Cu^{2+}$ .

### III - 3 - Efeito da mistura $ZnSO_4/NaCN$ na desativação.

Os resultados obtidos com esta mistura em proporções equimolares ( $3,5 \times 10^{-3}M$ ) estão mostrados na Curva 2 da figura 3. Observa-se uma melhoria significativa nos resultados se comparados àqueles obtidos com o uso de apenas NaCN, mostrados na Curva 1 da mesma figura.

Estudos de Stewart e Col. (5) mostraram que a presença de zinco em soluções de NaCN reduz a remoção de cobre adsorvido na esfalerita o que levaria a uma perda na desativação, contrariando os resultados obtidos neste trabalho.

Para confirmar os estudos de Stewart e Col. (5), realizou-se análises de  $\text{Cu}^{++}$  nos licores de suspensões de: esfalerita ativada/mistura NaCN /  $\text{ZnSO}_4$  e esfalerita ativada/NaCN.

Os resultados, tabela I, mostraram que, realmente, na presença de  $\text{ZnSO}_4$  a quantidade de  $\text{Cu}^{++}$  em solução era diminuída.

Tabela I

Resultados de análises de  $\text{Cu}^{++}$

Relação $\text{Zn}^{++}$ / $\text{CN}^-$	Cu em solução (Mg/ml)
0 (apenas NaCN)	5,19
0,1	4,24
1,0	2,24

Devido a estes resultados passou-se a considerar que a menor fluatibilidade da esfalerita obtida com a mistura do que com o NaCN sozinho se deveria a um efeito somatório de desativação e depressão. Em publicação anterior dos autores deste trabalho (8), resultados de testes de fluatibilidade associados a interpretações de diagramas de distribuição de espécies deste sistema levaram à hipótese de que o composto  $\text{Zn}(\text{CN})_2$  seria o responsável pela depressão da esfalerita ativada. Neste trabalho (8) mostrou-se, ainda, que a proporção  $\text{Zn}^{++}/\text{CN}^-$  é importante. Boas condições de depressão e/ou desativação são obtidas para relações  $\text{Zn}^{++}/\text{CN}^- \geq 0,5$ .

III - 4 - Efeito de ions e/ou coloides do minério de Paracatu (Morro Agudo) na desativação da esfalerita.

Os resultados destes testes estão apresentados na Curva 2 da figura 4. Nota-se que a contaminação do mineral com íons e/ou coloides do minério de Paracatu não alterou significativamente a desativação com a mistura equimolar NaCN/ZnSO<sub>4</sub> ( $3,5 \times 10^{-3}M$ ) obtida para o mineral não contaminado (Curva 1 da mesma figura).

Ao contrário, exceto para o pH 8,0 onde a flutuabilidade do mineral é maior que aquela obtida com o mineral não contaminado para todas os outros valores de pH a desativação é ligeiramente mais acentuada.

Uma análise da "água" contaminada com os íons e/ou coloides do minério mostrou a presença preponderante dos cátions Fe<sup>+3</sup>, Pb<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> e Cd<sup>+2</sup>. Optou-se então por analisar, também, o efeito isolado destes cátions em concentrações equimolares com NaCN ( $3,5 \times 10^{-3}M$ ). Os resultados mostraram que os íons Fe<sup>+3</sup>, Pb<sup>+2</sup> e Cd<sup>+2</sup> não alteraram os efeitos de desativação obtidos com o NaCN. Quanto aos íons Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> os dados (figura 5) mostram resultados similares àqueles obtidos para a presença em Conjunto dos íons e/ou coloides do minério de Paracatu (Figura 3) indicando também que apenas para o pH 8,0 houve uma diminuição da desativação obtida com NaCN.

Estes resultados parecem mostrar que, pelo menos, nas condições deste trabalho é possível obter-se a desativação da esfalerita mesmo na presença de íons e/ou coloides de minério de Paracatu.

Convém, entretanto, ressaltar que as condições dinâmicas de flotação em um sistema real podem vir a contrariar dados obtidos através de técnicas mais específicas para pesquisa de caráter fundamental. Este parece ser em particular o caso do minério de Paracatu.

#### IV - Principais Conclusões.

- 1 - Nas condições estudadas neste trabalho é possível obter-se a desativação e/ou depressão da esfalerita ativada por íons

cobre , na presença de etil xantato de potássio como coletor , utilizando-se NaCN ou uma mistura NaCN/ZnSO<sub>4</sub> para relações  $Zn^{2+}/CN^{-} \geq 0,5$ .

- 2 - A presença de íons e/ou coloides do minério de Paracatú-Morro Agudo não altera as condições obtidas de desativação e/ou depressão.
- 3 - O sulfato de zinco mostrou-se ineficiente na depressão ou desativação do sistema.

V - Referências Bibliográficas.

- 1 - M.M.E. " Sumário Mineral " - DNPM - 1984 p. 98-99
- 2 - SALUM , M.J.G. , " Estudos da Flotação dos Minerais Silicatos de Zinco com Amina em Sistema Sulfetizados ". UFMG -1983 ( Tese de Mestrado )
- 3 -TRAGUAS , S. - Diretor Técnico da Mineração Morro Agudo S/A em Comunicação Pessoal - 1986
- 4 - MAFFEI,A.C. et alii - " Otimização dos Dados do Projeto Morro Agudo S/A - CETEC ( Comunicação interna ) - BH - 1982
- 5 - STEWART,B.V. et alii - " Deactivation of Copper Activated Sphalerite with Cyanide " National Institute for Metallurgy, Johannesburg. Report nº 1613 - 26th , sep. 1974
- 6 - FINKELSTEIN,N.P. ; ALLISON,S.A. " The Chemistry of Activation, Deactivation and Depression in the Flotation of Zinc Sulfide: A Review ". A.M. Gaudin Memorial - Vol 1 - American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers , Inc. N.Y. , 1976 - p. 414-457.

- 7 - KUSNETSOVA, L.N. , MITRANOV, S.I. , " Heavy Metals With Cyanide and With Zinc Sulphate " , Tsevetuye Metals , Vol. 29 , nº 3 , 1956 , p. 5-9.  
Apud Finkelstein e Allison (6)
- 8 - MACHADO, J.C. ; SALUM, M.J.G. " Influência dos Ions  $Zn^{2+}$  na Desativação da Esfalerita com Cianeto de Sódio ". II Encontro Hemisfério Sul Sobre Tecnologia Mineral e XII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia , Maio, 1987 - Rio de Janeiro.



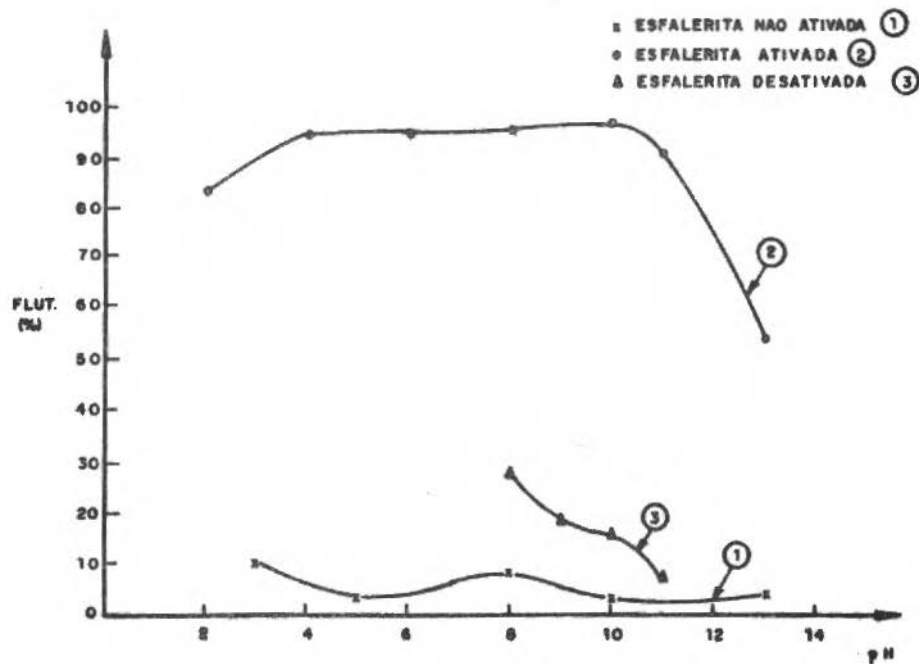


Figura 1 - Influência do pH na desativação da esfalerita com NaCN.

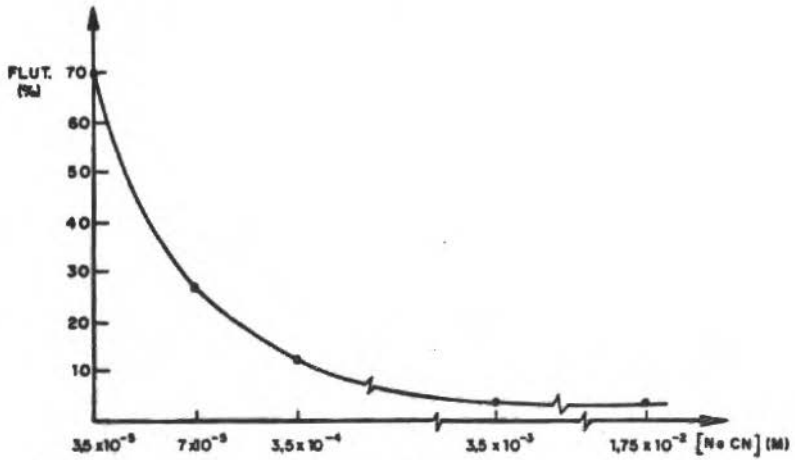


Figura 2 - Efeito da concentração de NaCN na desativação da esfalerita.

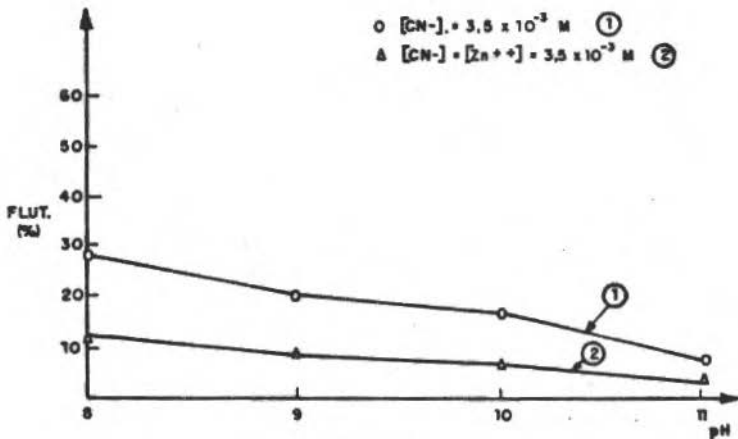


Figura 3 - Efeito da mistura ZnSO<sub>4</sub>/NaCN na desativação/depressão da esfalerita.

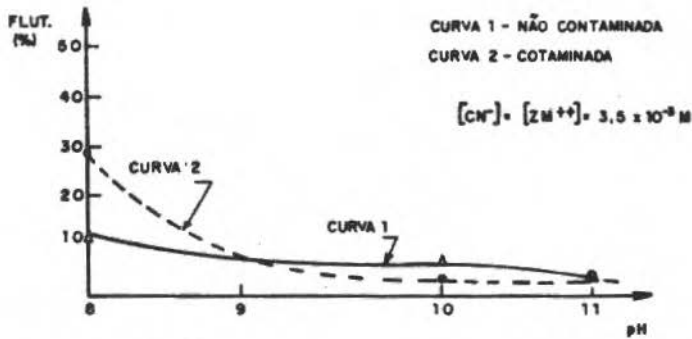


Figura 4 - Efeito dos íons e/ou colóides do minério de Paracatu na desativação da esfalerita com a mistura  $ZnSO_4/NaCN$ .

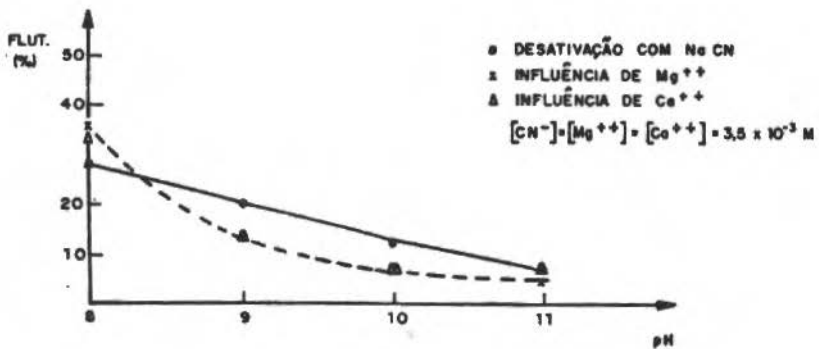


Figura 5 - Efeito dos íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  na desativação da esfalerita com  $NaCN$ .