

INFLUÊNCIA DE REAGENTES DE FLOTAÇÃO NO POTENCIAL ZETA DA GALENA E ESFALERITA

Júnia S. Alexandrino, Diogo P. Bussular, Geriane M. Rocha, Julio O. Gigli
& Carlos A. Pereira

Departamento de Engenharia de Minas/ Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Universitário s/n-Morro do Cruzeiro-
Demin-Ouro Preto-MG. Cep-35400-000
Tel.31-35591590, fax.31-35591593. E-mail: juniaalexandrino@yahoo.com.br

RESUMO

Neste trabalho foram realizados ensaios de potencial zeta com o objetivo de se estudar a interferência dos reagentes da flotação na superfície mineral. Estudos físico-químicos respondem a muitas questões que levam a otimização em processos de beneficiamento. Os minerais estudados foram a esfalerita e a galena, sulfetado de zinco e chumbo respectivamente. Os minerais sulfetados são muito reativos quando presentes em solução aquosa ou em contato com o ar. Em relação a adição de reagentes as superfícies dos minerais também sofrem mudanças superficiais. Foram realizados ensaios com os minerais puros, com adição de coletores, como propil xantato na solução de esfalerita e amil xantato na solução de galena. Reagentes como o ativador do zinco sulfato de cobre e sulfito de sódio também foram testados. Esses reagentes levaram a uma mudança na curva levantada do mineral puro e uma mudança no ponto de carga zero. Este estudo possibilita traçar estratégias nas etapas de concentração, além de levar a uma melhor compreensão da adsorção de coletores.

PALAVRAS-CHAVE: potencial zeta, sulfeto, flotação

ABSTRACT

This study were performed tests of zeta potential with the aim of studying the interference of the reagents flotation on surface mineral. Physicochemical studies answer the many questions that lead to the optimization of treatment processes. The minerals studied were the sphalerite and galena, sulfide of zinc and lead respectively. The sulfide minerals are highly reactive when present in aqueous solution or in contact with air. Tests were performed with pure minerals, with the addition of collectors such propyl xanthate in the galena solution and amyl xanthate in the galena solution. Reagents as the activator of zinc (copper sulfate) and sodium sulfite were also tested. These reagents have changed the curve of pure mineral and point of zero charge. This study allows project strategies the stages of concentration, and lead to a better understanding of the adsorption of collectors.

KEY WORDS: zeta potential, sulfide, flotation

1. INTRODUÇÃO

A teoria da dupla camada elétrica se baseia na distribuição de íons. Essa teoria trata a intensidade dos potenciais elétricos que ocorrem na superfície da partícula carregada. Esta é uma etapa inicial para a compreensão de muitas observações referentes a propriedades eletrocinéticas de sistemas coloidais com partículas carregadas. Muitos fenômenos da interface sólido/líquido são controlados, em muitos casos, pela dupla camada elétrica. Existe uma preocupação com fatores responsáveis pelas mudanças ocorridas na superfície sólida e com o comportamento de íons que são adsorvidos (Fuerstenau e Raghavan, 1976).

A grande maioria das substâncias adquire uma carga elétrica superficial quando postas em contato com um meio aquoso ou outro meio polar. Existem mecanismos que permitem a criação dessas cargas como a ionização, adsorção de íons ou dissolução de íons. A distribuição de íons no meio polar é influenciada por essa carga superficial. Caso a partícula seja carregada negativamente, inicialmente é formada a camada de Stern, que é uma camada rígida ao redor da superfície da partícula, formada por alguns íons positivos. Outros íons positivos são atraídos pela carga negativa, mas são rejeitados pela camada de Stern e por outros íons positivos que tentam se aproximar. Ocorre então um equilíbrio dinâmico que resulta na formação de uma camada difusa de contra-íons.

Os contra-íons têm uma concentração alta próxima à superfície, a qual sofre uma diminuição gradual com a distância, até que se consiga um equilíbrio com a concentração de contra-íons na solução. Na camada difusa existe uma deficiência de íons negativos, pois essa tem a mesma carga da superfície. Sua concentração aumenta gradualmente ao se afastar da superfície, caso a mesma seja negativa. Os contra-íons da camada de Stern, juntamente com esses da camada difusa, formam a dupla camada elétrica na interface da partícula com o líquido como pode ser visto na figura 1.

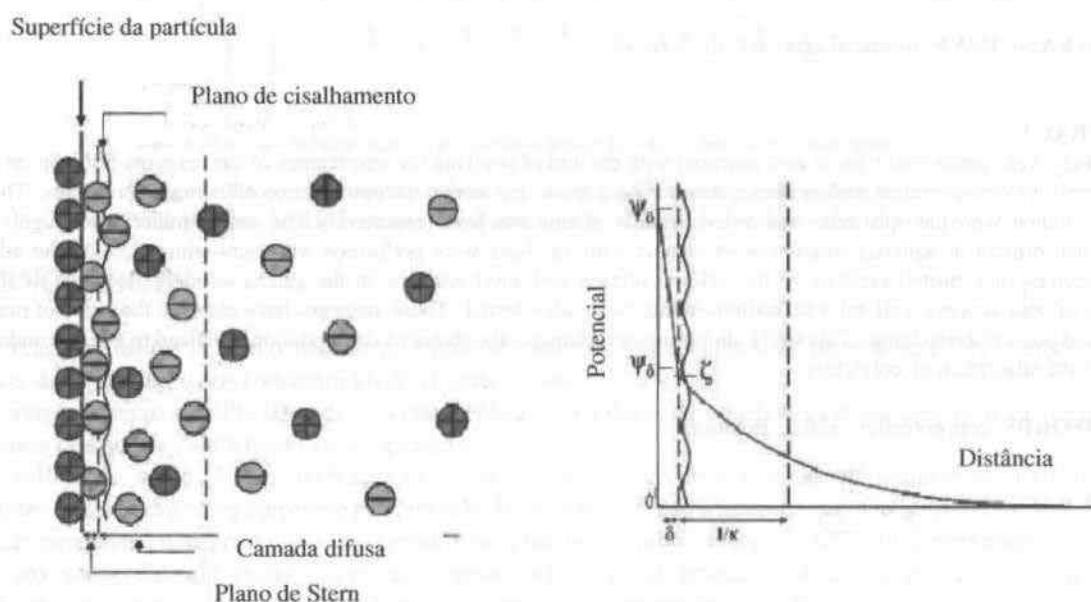


Figura 1. Representação da dupla camada elétrica (Cabello, 2007).

Sob um determinado campo elétrico, as partículas e íons mais fortemente ligados às mesmas se movem como uma unidade, sendo que o potencial entre essa unidade e o plano de cisalhamento é chamado potencial zeta, ou potencial eletrocinético.

Healy e Moignard (1976) mostraram a importância de se compreender os fenômenos eletrocinéticos, ou potenciais zeta, nas propriedades de minerais sulfetados. Os minerais de chumbo podem mudar sua carga superficial devido à adsorção de íons metálicos. Esses autores discutiram os diferentes pontos isoelétricos da galena, e apresentaram outros autores que afirmaram ieps variando de pH 2,4 a 4.

Gaudin e Sun (1946), apud Healy e Moignard (1976), realizaram medidas de potencial zeta, e correlacionaram os resultados com as propriedades de flotação. Ensaio com sulfeto de zinco (ZnS) permitiram investigar o efeito da adição de íons metálicos na superfície mineral. Íons metálicos como Cu^{2+} e Fe^{2+} foram adicionados a uma suspensão de pH = 6 preparada com o mineral puro. Uma mudança de sinal e magnitude do po-

tencial zeta permitiu determinar condições ótimas de flotação. Ensaios subsequentes aos de Gaudin e Sun como Hukki et al. (1952) apud Healy e Moignard (1976) consideraram sistemas com ZnS puro, ZnS-Cu²⁺-etil xantato. Foram usados alguns métodos de equilíbrio para tais estudos eletrocinéticos, por exemplo, 2 a 3min de condicionamento da amostra com água destilada, no pH desejado. Foram adicionados 25mg/L de CuSO₄ 5H₂O em suspensões de ZnS levando a uma larga mudança no potencial zeta. Provavelmente a formação de Cu(OH)₂ é responsável, pela mudança de carga de negativa para positiva. Com a adição de CuSO₄ ocorreu uma inversão de carga na faixa de pH de 3 até 4,2, devido à adsorção específica de Cu²⁺ (quimissorção). Mesmo a alteração não sendo muito significativa o cátion cúprico exerce um papel importante na faixa ácida de pH, que apresenta valores positivos de potencial zeta. Na faixa entre pH 4 e 5 a adição de CuSO₄ torna o potencial zeta menos negativo. A partir de pH 4 a diferença entre os valores de potencial zeta em presença e ausência de CuSO₄ torna-se muito significativa, na faixa de pH de 6,5 a 9 ocorreu uma reversão dos valores de potencial zeta, do negativo para o positivo, provavelmente pela formação de hidróxido complexo, proveniente da reação de ZnS com CuSO₄.

Este trabalho teve como objetivo determinar valores de potenciais zeta, visando compreender mudanças na superfície mineral, da galena e esfalerita, após a adição de reagentes usados na flotação.

2. METODOLOGIA

Na determinação de potencial zeta foram usados os equipamentos Zeta Sizer Nano Series-Malven e o medidor de pH Digimed modelo DM-22.

Amostras dos minerais, galena e esfalerita com graus de pureza de 96,3% e 95,1%, respectivamente, foram previamente pulverizadas até alcançar uma granulometria adequada à análise. A pulverização foi feita no pulverizador de tungstênio, o qual foi cuidadosamente limpo com quartzo.

Os ensaios foram realizados de acordo com os seguintes passos:

- preparar 250mL de suspensão (0,1%) do mineral em questão; usando água destilada;
- retirar uma alíquota de 20mL, mantendo a solução sob agitação;
- adicionar 10⁻³ M de KCl (solução eletrolítica), e condicionar por 1 minuto;
- modular o pH com soluções de NaOH e HCl, previamente preparadas com água destilada;
- com o auxílio de uma seringa, retirar por volta de 0,75mL e encher a cubeta para análise no zetâmetro;
- inserir a cubeta no compartimento próprio do zetâmetro e iniciar a análise.

O valor do potencial zeta representa a média de 10 valores medidos pelo aparelho, o qual calcula a mobilidade eletroforética das partículas e converte esta para potencial zeta mediante a equação de Smoluchowski. Logo após, curvas de potencial zeta (pz) foram construídas em função do pH, para determinação do PIE.

A influência dos reagentes: amil xantato, isopropil xantato, sulfeto de sódio, sulfato de sódio e sulfato de cobre também foram estudadas. O procedimento foi de acordo com o seguinte passo:

- Antes da adição da solução eletrolítica adicionar 1mL da solução (0,01Mol/l) do reagente a ser estudado. Condicionar por 2 minutos e repetir os passos seguintes. Logo após, traçar as curvas de pz x pH.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um melhor entendimento do comportamento das partículas de esfalerita e galena em meio aquoso, foram realizadas medições do potencial zeta na presença de CuSO₄, sulfeto de sódio, sulfato de sódio e dos coletores isopropil xantato e amil xantato, para avaliar o efeito desses reagentes sobre o potencial zeta dos minerais em questão.

As figuras 2 e 3 apresentam os resultados obtidos nas medições de potencial zeta da esfalerita e da galena, respectivamente, somente na presença de cloreto de potássio como eletrólito na concentração de $10^{-3}M$.

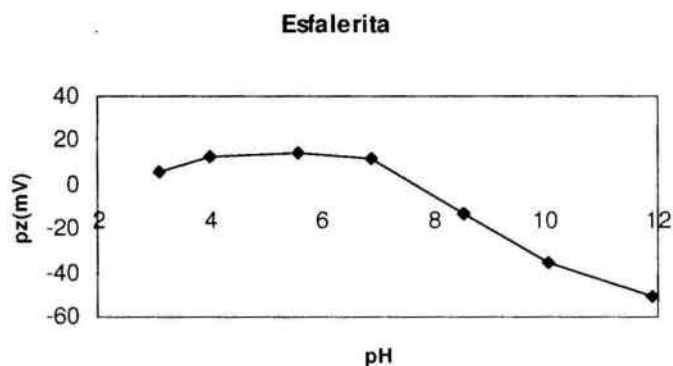


Figura 2. Variação do Potencial Zeta da esfalerita em função do pH na presença de KCl.

As partículas de esfalerita apresentaram um ponto isoelétrico (PIE) em $pH = 7,8$; observando-se também que para valores de pH inferiores ao do PIE os valores de potencial zeta foram unicamente positivos, enquanto que para valores superiores a este potencial medido foram negativos.

Fuerstenau et al. (1974) afirmaram que a presença de alguma espécie metálica, ou outros contaminantes podem ocasionar a oxidação mineral. Essa oxidação leva a formação tanto do enxofre elementar quanto do óxido-hidróxido de zinco na superfície da esfalerita, o que pode explicar o alto PIE encontrado. Healy e Moignard (1976) associaram a variação do PIE da esfalerita, também, à diferenças de características das amostras.

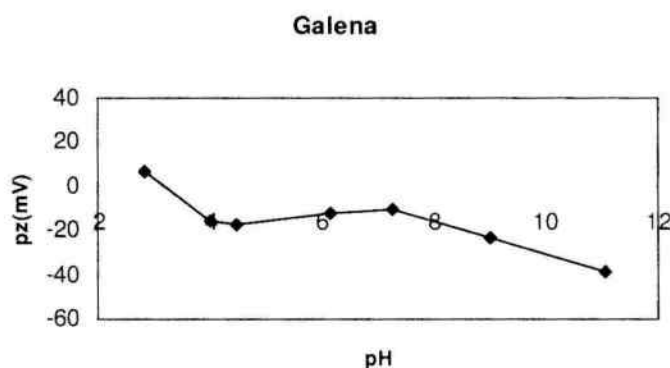


Figura 3. Variação do potencial zeta da galena em função do pH na presença de KCl.

As partículas de galena apresentaram um ponto isoelétrico (PIE) de 3,3; observando-se também que acima desse pH, os valores de potencial zeta são unicamente negativos. Healy e Moignard (1976) mostraram valores de PIE's da galena variando de pH's 2,4 a 4,0. O minério sulfetado de chumbo pode mudar sua carga superficial devido à adsorção de íons metálicos, o que explica essa variação.

As figuras a seguir apresentam os resultados de medidas de potencial zeta após a adição de reagentes e os compara com as medidas para o mineral em presença apenas de cloreto de potássio.

A figura 4 apresenta curvas de medidas de potencial zeta, após adição de $CuSO_4$, e mostra a mudança do PIE. Foram encontrados dois pontos de reversão de potencial zeta nos pH's 6,5 e 8,2; observando-se também uma reversão da carga na faixa de pH entre 3 e 7. Estes resultados confirmaram a afirmação de Healy e Moignard (1976) de que a adição de cobre leva a uma significativa mudança no potencial zeta e reversão da carga. Eles observaram após adição de cobre valores de pH de reversão de carga de 6,2 e 9. Provavelmente a quimissorção de Cu^{2+} é responsável por essa mudança.

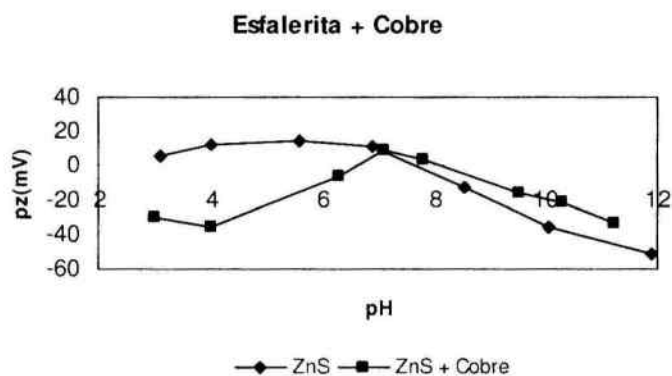


Figura 4. Curvas de potencial zeta da ZnS na presença e na ausência de Sulfato de cobre.

A figura 5 compara a curva do potencial zeta da esfalerita antes e depois da adição do coletor amil xantato de potássio, porém não foi possível a identificação do PIE.

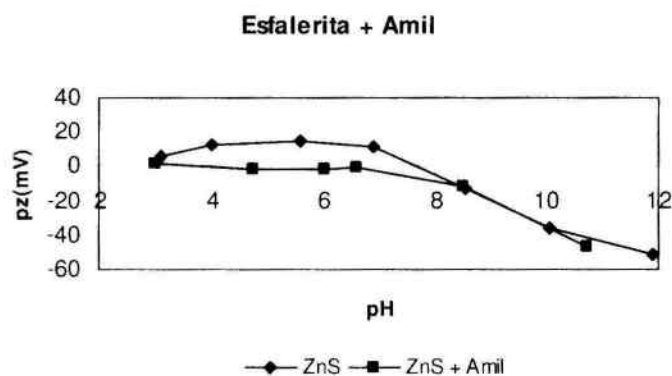


Figura 5. Curvas de potencial zeta da ZnS, na presença e na ausência de amil xantato de potássio.

A adição de sulfito de sódio levou a mudança do PIE para o pH=5. Abaixo desse pH a curva se mostrou positiva enquanto que acima ocorreu uma reversão da carga da esfalerita sem adição de reagentes como mostrado na figura 6.

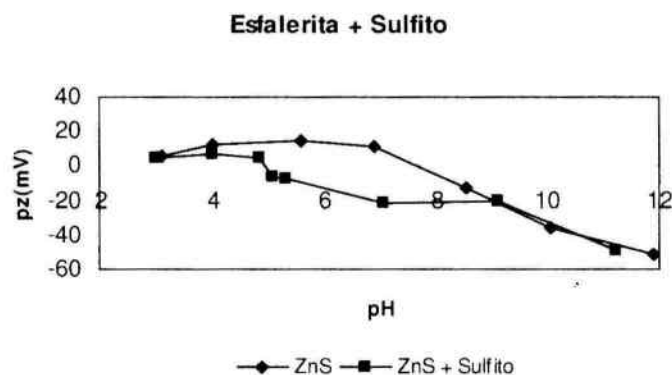


Figura 6. Curvas de potencial zeta da ZnS na presença e na ausência de sulfito de sódio.

A adição de sulfeto de sódio levou à diminuição dos potenciais zeta de partículas de esfalerita. Após o pH 3,38 houve uma total inversão na curva de medidas de potencial zeta. Uma redução do PIE ocorreu, passando para o pH 3,7 como pode ser visto na figura 7.

A figura 8 mostra a curva de valores de potenciais zeta de partículas de esfalerita quando adicionados o ativador sulfato de cobre e o coletor amil xantato. A curva após essa adição não apresentou PIE e manteve-se em toda faixa de pH com valores de potencial zeta negativos.

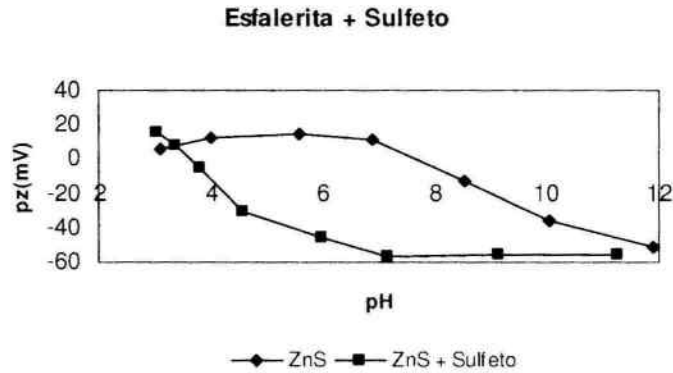


Figura 7. Curvas de potencial zeta da ZnS, na presença e na ausência de sulfeto de sódio.

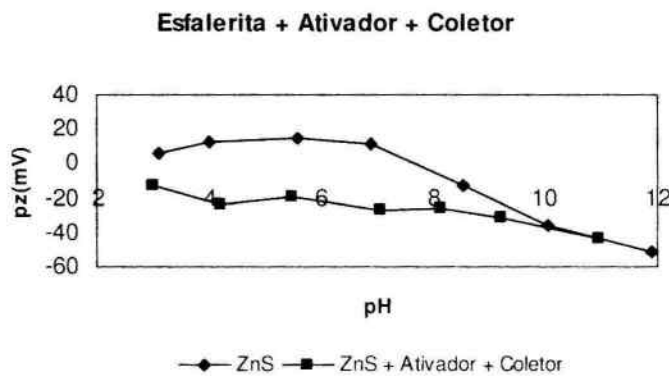


Figura 8. Curvas de potencial zeta da ZnS na presença e na ausência do ativador e do coletor.

As adições de sulfeto de sódio, sulfeto de sódio e isopropil xantato na superfície da galena levaram a valores de potenciais zeta negativos em toda faixa de pH analisada. Diferentemente da curva de potencial zeta sem adição de reagente, não foi observado PIE.. Essa comparação é mostrada na figura 9.

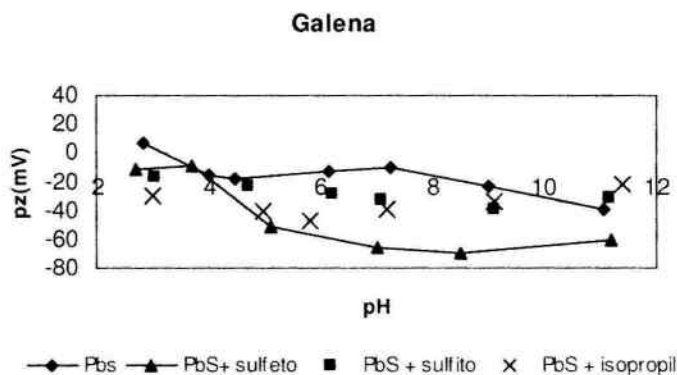


Figura 9. Curvas de potencial zeta da galena antes e após a adição de reagentes usados na flotação.

4. CONCLUSÕES

A adição de sulfito de sódio, isopropil xantato de potássio e sulfeto de sódio na superfície da galena leva a potenciais zeta negativos e não ocorrência de PIE.

A adição de sulfito de sódio, sulfato de cobre, amil xantato de potássio e sulfeto de sódio na superfície da esfalerita leva a potenciais zeta mais negativos e altera o PIE.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabello, M.L.R. Beneficiamento de rejeito de minério de zinco. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral. Universidade Federal de Ouro Preto, 79 p., 2007.
- Fuerstenau, D.W. & Raghavan, S. Some aspects of the thermodynamics of flotation. In.: Flotation, A.M. Gaudin Memorial Volume. Fuersteanau, M.C. (editor). AIME, New York, v.1, p.21-86, 1976.
- Fuerstenau, M.C., Clifford, K.L. & Kuhn, M.C. The role of zinc xanthate precipitation in sphalerite flotation. International Journal of Mineral Processing, v.1, p.307-318, 1974
- Gaudin, A.M. & Sun, S.C. Correlation between mineral behaviour in cataphoresis and inflotation. Trans AIME, p.169-347, 1946.
- Healy, T.W. & Moignard, M.S. A Review of Electrokinetic Studies of Metal Sulphides. In.: Flotation, A.M. Gaudin Memorial Volume. Fuersteanau, M.C. (editor). AIME, New York, v.1, p.275-297, 1976.
- Hukki, R.T., Palomaki, A. & Orivuori, E. An electrophoretic investigation CuSO₄ in flotation. Suomen Kemistilehti, 258B-42, 1952.