

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A concentração de finos de cromita através da adaptação realizada no SMIF para um sistema a úmido indicou a possibilidade de recuperação de 75% e aumento do teor de Cr_2O_3 no produto magnético de 8 para 20%.

A adição dos surfatantes comerciais *KE-883B* e *SCO-40* à uma suspensão de partículas de cromita natural, em valor de pH 3,0, promoveu a hidrofobização dos finos, favorecendo sua agregação.

Na sequência do trabalho serão utilizadas as melhores condições de agregação hidrofóbica seletiva, visando manter em dispersão os demais minerais. A seguir, serão realizados ensaios de separação magnética no SMIF a úmido.

BIBLIOGRAFIA

1. WANG, Y., Forssberg, E. Recent activities in magnetic separation in Sweden. *Magnetic and Electrical Separation*, v.7, p.1-18, 1995.
2. Parsonage, P. Principles of mineral separation by selective magnetic coating. *Int. J. of Min. Proces.*, v.24, p. 269-293, 1988.
3. Russell, A. Magnetic separation - an ever more exacting science". *Ind. Min.*, pp. 39-47, march 1992.
4. Somasundaran, P. Principles of flocculation, dispersion and selective flocculation. In: SOMASUNDARAN, P. (ed.). *Fines Particles Processing*. 1980. (AIME, Ch. 48).
5. Parsonage, P. Extension of range and sensitivity of laboratory isodynamic magnetic separator to fine sizes. *Trans. Inst. Min. Metall., Sect. C. Min. Process. Extr. Metall.*, v.88, C.1, 82-86, 1979.

Estudo das Propriedades Electrocinéticas de Partículas de Ouro

Flávia Neves David

Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia Química, UFRJ

Marisa B. M. Monte

Orientadora, Engenharia Química, M. Sc.

RESUMO

As propriedades electrocinéticas das partículas de ouro foram avaliadas através do efeito da concentração de eletrólitos inorgânicos e do surfatante amil xantato de potássio (AXP) no potencial zeta das partículas de ouro. Verificaram-se o comportamento indiferente dos íons monovalentes, o controle fundamental que os íons H^+ e OH^- exercem no potencial dessas partículas, assim como a afinidade química do íon xantato pela superfície deste metal.

1. INTRODUÇÃO

O entendimento dos mecanismos responsáveis pela geração de carga na interface sólido/solução é a base para o desenvolvimento tecnológico de muitos processos, que dependem das características físico-químicas da superfície dos sólidos (1).

A flotação é uma importante aplicação da físico-química de superfícies, pois os minerais podem ser separados seletivamente de uma polpa de minério moído, contendo, entre outros, surfatantes que ajustam e controlam as propriedades superficiais desses sólidos para uma separação efetiva. Ou seja, o surfatante é adsorvido seletivamente na superfície do sólido, recobrimo-a com um filme hidrofóbico (2). Por outro lado, a adição de outros reagentes específicos e/ou a presença de determinadas espécies minerais dissolvidas na polpa podem exercer uma ação depressora ou ativadora na superfície mineral, inibindo a ação posterior do surfatante (coletor). Na etapa seguinte, por dispersão de uma fase gasosa na célula de flotação, as partículas

hidrofóbicas prendem-se às bolhas de ar, enquanto que as hidrofílicas permanecem na polpa (2).

Para que ocorra a migração do surfatante e de outras espécies presentes na solução para a superfície da partícula, é necessária a existência de algum tipo de afinidade da partícula pela substância em questão. Pode-se ter a ação de forças eletrostáticas, forças moleculares tipo Van der Waals, de hidratação ou ligação química (2). De uma forma geral, os íons presentes na solução podem ser apenas atraídos para as vizinhanças das partículas por forças eletrostáticas. Quando o íon apresenta uma afinidade especial pela superfície, com exceção da contribuição de natureza eletrostática, considera-se que a adsorção é do tipo específica (3). É importante ressaltar que a denominada adsorção específica pode corresponder tanto a uma adsorção física como a uma adsorção química, dependendo do tipo de ligação interatômica ou residual envolvida (4).

Esses fenômenos que ocorrem na interface sólido-líquido podem ser avaliados através dos efeitos eletrocinéticos das partículas em suspensão. Embora as medidas de potencial eletrocinético tenham sido freqüentemente utilizadas para a compreensão dos mecanismos físico-químicos de importantes sistemas de flotação, pouco se tem estudado sobre as propriedades eletrocinéticas de partículas de ouro. Além disso, a técnica de flotação vem aumentando sua participação no setor industrial como uma importante etapa do processamento de minérios auríferos. De fato, a flotação pode ser, também, empregada com minérios em que a maior parte do ouro liberado apresenta-se na forma de partículas muito finas, tornando-se de suma importância o controle de seu comportamento físico-químico em soluções aquosas.

2. OBJETIVO

Neste trabalho foram avaliados o efeito da concentração de alguns eletrólitos (KOH, NaNO₃, KCl, HCl, CaCl₂ e FeCl₃) no potencial zeta das partículas de ouro, assim como a influência do valor de pH e da concentração de amil xantato de potássio, um coletor freqüentemente usado no processamento de minérios de ouro por flotação.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

Partículas finas de ouro foram obtidas através da redução de compostos de Au (III) dissolvidos (HAuCl₄) em presença de um agente redutor inorgânico (bissulfito de sódio). A análise dessas partículas através do microscópio eletrônico de varredura, acoplado ao sistema de energia dispersiva de raios X (MEV-EDS), revelou a ausência de elementos contaminantes. A característica regular e a forma esférica das mesmas podem ser observadas na Figura 1, a qual apresenta a micrografia obtida através do MEV. O tamanho médio das partículas (2,88 µm) foi determinado através do equipamento Sedigraph 5100, estando próximo ao estimado no MEV. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. Durante o preparo das suspensões foi utilizada água purificada, obtida através do equipamento Labconco (modelo 90005-01).

3.2 Métodos

As medidas de mobilidade eletroforética das partículas de ouro foram realizadas em um equipamento Mark II da Rank Brothers, em montagem segundo célula plana com eletrodos de platina. No preparo das suspensões utilizou-se cerca de 0,05 g da amostra, variando-se a espécie do eletrólito e sua concentração. Durante o tempo de condicionamento da suspensão (5 min) foi efetuada a medida do valor de pH, não sendo verificado variação do seu valor (pH 5), quando se estudou o efeito da concentração dos eletrólitos KCl, NaNO₃, CaCl₂, FeCl₃ na mobilidade eletroforética das partículas de ouro. Nos experimentos em que o pH da suspensão era uma das variáveis estudadas, utilizou-se KOH e HCl como reguladores de pH. O resultados experimentais foram expressos em potencial zeta, o qual foi calculado utilizando-se a equação de Smoluchowski:

$$\zeta = 12.83 \mu_e$$

estando o potencial zeta (ζ) expresso em mV e a mobilidade μ_e em $\mu\text{m s}^{-1}/\text{V cm}^{-1}$.

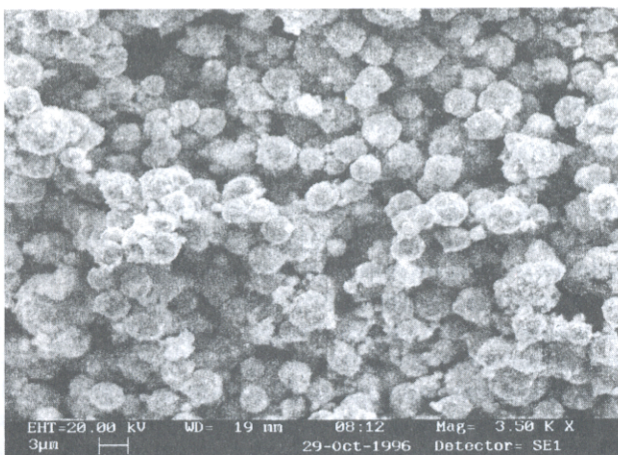


Figura 1 - Micrografia das partículas de ouro obtida através do microscópio eletrônico de varredura (MEV)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a variação do potencial zeta das partículas de ouro em função do tipo e concentração de eletrólito. Pode-se observar que as partículas de ouro apresentam potenciais menos negativos na presença das soluções de KCl e NaNO₃ do que as que foram condicionadas nas soluções de KOH, indicando que o íon OH⁻ interage mais intensamente com a superfície metálica do que os íons Cl⁻ e NO₃⁻. Por outro lado, o aumento da concentração dos cátions H⁺, Ca²⁺ e Fe³⁺ resulta na diminuição do potencial negativo do metal, sendo esse efeito mais pronunciado para o cátion trivalente. De fato, observa-se a reversão do potencial zeta do metal para uma concentração de cloreto férrico próxima de 2x10⁻⁵ M.

A variação do potencial zeta das partículas de ouro em função do valor do pH e da concentração de KCl é apresentada na Figura 3. As partículas de ouro apresentam ponto isoelétrico (extrapolado) em valor de pH aproximadamente 2, sendo este valor independente da concentração de KCl. A diminuição dos valores absolutos de potencial zeta com o aumento da concentração de KCl é consistente com o acúmulo de contra-íons no Plano Externo de Helmholtz e com a compressão da dupla camada elétrica (5).

O efeito acentuado que o pH exerce sobre o potencial zeta dessas partículas sugere que os íons H⁺ e OH⁻ são íons determinantes do potencial para esse sistema.

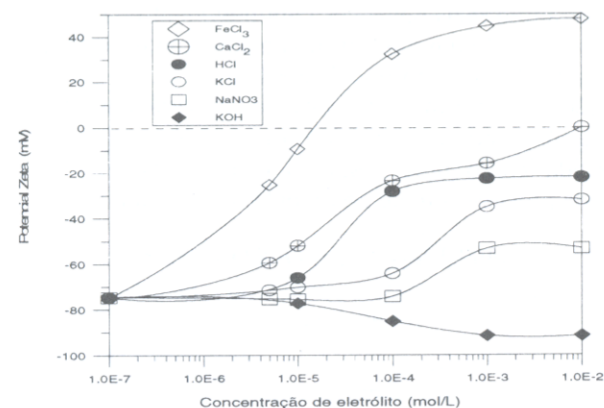


Figura 2 - Variação do potencial zeta das partículas de ouro em função da concentração dos eletrólitos, FeCl₃, CaCl₂, HCl, KCl, NaNO₃ e KOH

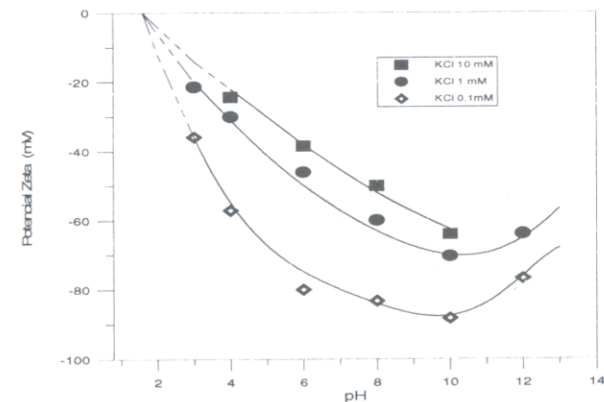


Figura 3 - Influência do valor de pH e da concentração de KCl no potencial zeta das partículas de ouro

A Figura 4 mostra o efeito da concentração de amil xantato de potássio, AXP, e do valor de pH no potencial zeta das partículas de ouro. Conforme pode ser observado, os valores de potencial zeta tornaram-se mais negativos com o aumento da concentração do AXP, indicando um mecanismo de adsorção específica (5). Esta tendência também foi observada por Gray et al.(6), que estudaram a adsorção de amil xantato de potássio em partículas finas de ouro ($< 10 \mu\text{m}$). A adsorção do íon xantato, X^- , pode ser também interpretada como uma adsorção competitiva com íons OH^- , sendo este processo similar ao modelo de troca iônica (5):

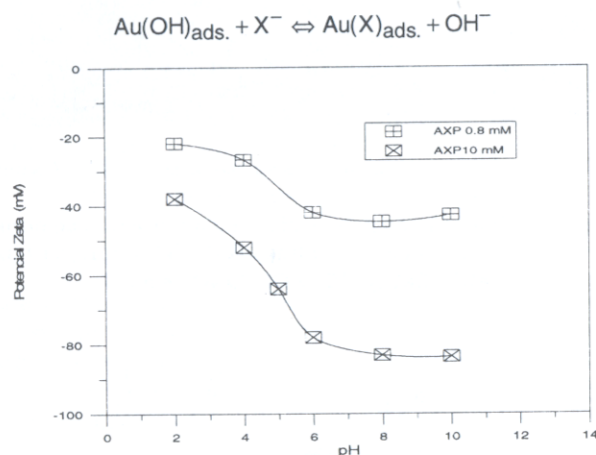


Figura 4 - Influência do valor de pH e da concentração de AXP no potencial zeta das partículas de ouro

5. CONCLUSÕES

No presente estudo, constatou-se que os íons monovalentes NO_3^- , Na^+ , K^+ e Cl^- controlam, em geral, a extensão da dupla camada elétrica e o valor do potencial zeta das partículas de ouro, mas não apresentam uma interação específica com a superfície (eletrólitos indiferentes). Por outro lado, observou-se que os íons H^+ e OH^- exercem um controle fundamental na carga superficial da partícula, podendo ser considerados íons determinantes do potencial. Além disso, constatou-se uma considerável afinidade do íon divalente Ca^{2+} pelas partículas de ouro, tornando-as menos negativas. O efeito do contra-íon Fe^{3+} foi reconhecido através de

sua capacidade de reverter o valor do potencial zeta do metal. Os resultados experimentais dos estudos eletrocinéticos das partículas de ouro na presença do amil xantato de potássio podem ser interpretados com o modelo de troca iônica ou com o modelo de adsorção específica.

BIBLIOGRAFIA

1. BOCKRIS, J.O.M. Modern electrochemistry 2: an introduction to an interdisciplinary area. Plenum, New York, p.679-688, 1973.
2. CHAVES, A.P., LEAL, L.S. Flotação. In: LUZ, A.B.; COSTA, L.; POSSA, M. et al. (eds). *Tratamento de Minérios* CETEM/CNPq, Cap. 9. Rio de Janeiro, 1995.
3. FUERSTENAU, D.W. Thermodynamics of surfaces, adsorption and wetting. In: KING, R.P. (ed) *Principles of flotation*. South African Institute of Mining and Metallurgy. 1982. 268p.Cap.3., p.31-51.
4. OLIVEIRA, J.F. Flotação da cassiterita: um estudo de seletividade em relação à fluorita e de alguns aspectos cinéticos incluindo eletroflotação de finos. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1986. (TESE D.Sc.), p.40.
5. HUNTER, R.J., Foundations of colloid science. New York: Oxford Science, 1991. v.2, C.12.
6. GRAY, S.R., LANGBERG, D.E., GRAY, N.B. Fine mineral recovery with hydrophobic magnetite. *International Journal Mineral Processing*. 1994. v.41, p.183.