

SELETIVIDADE NA SEPARAÇÃO ENTRE A CAULINITA E HEMATITA POR FLOTAÇÃO

O.M.S. Rodrigues¹, D. C. Rocha², A.E.C.Peres³, C. A. Pereira², A. Curi²

¹Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, 31270-90. email: otaviamartins@yahoo.com.br

²Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
R. Diogo Vasconcelos, 122, Ouro Preto, MG, 35400-000. e-mail: dani-cd@hotmail.com

³Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, 31270-90. email: aecperes@demet.ufmg.br

RESUMO

Em um cenário geral, pode-se considerar que os depósitos mais ricos de minério de ferro já foram explorados. Atualmente existem depósitos com elevadas quantidades de minerais de ganga, entre eles, quartzo e caulinita. Estudar métodos de separação destes minerais é essencial para continuar suprindo a demanda mundial pelo ferro. Estudos a respeito de separação do quartzo são bastante comuns e a separação deste mineral é uma realidade alcançada em escala industrial, o mesmo não acontece em relação à caulinita. Diante deste quadro, justifica-se o estudo de condições que permitam a separação de caulinita em minérios de ferro. Há registros de que os minérios de ferro australianos têm apresentado altos teores de alumina como consequência da presença de caulinita. Os altos teores de alumina acarretam prejuízos para os processos siderúrgicos, como aumento da viscosidade da escória e da taxa de consumo de coque. O objetivo deste trabalho foi encontrar condições de seletividade para a separação entre caulinita e hematita a partir de testes de microflotação. Testaram-se dois coletores: Flotigam EDA e Flotigam 2835. De modo geral, observou-se que a resposta da caulinita é bem semelhante à da hematita na presença dos coletores, ambos apresentam maior recuperação em pH igual a 10. A presença de amido favoreceu a seletividade da separação entre caulinita e hematita em pH igual a 10 utilizando-se Flotigam EDA como coletor. A melhor condição de seletividade para a separação dos dois minerais com Flotigam 2835 ocorreu em pH igual a 4 sem o uso de depressor.

PALAVRAS-CHAVE: microflotação; seletividade; caulinita; hematita.

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário geral, pode-se considerar que os depósitos mais ricos de minério de ferro já foram explorados. Atualmente existem depósitos com elevadas quantidades de minerais de ganga, entre eles, quartzo (SiO_2) e caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). Estudar métodos de separação destes minerais é essencial para continuar suprindo a demanda mundial. Estudos a respeito de separação do quartzo são bastante comuns e a separação deste mineral é uma realidade alcançada em escala industrial, o mesmo não acontece em relação à caulinita. Diante deste quadro, justifica-se o estudo de condições que permitam a separação de caulinita em minérios de ferro. Há registros de que os minérios de ferro australianos têm apresentado altos teores de alumina como consequência da presença de caulinita (Ma et al., 2009). Os altos teores de alumina acarretam prejuízos para os processos siderúrgicos, como aumento da viscosidade da escória e da taxa de consumo de coque.

Araujo et al. (2003) afirmaram que a caulinita presente no minério de ferro não é influenciada pela operação de flotação, ou seja, não tende a se concentrar no flotado ou afundado, como é o caso de hematita ou gibbsita que se destinam ao concentrado (afundado) e do quartzo que se destina ao flotado. A massa de caulinita é simplesmente particionada para o flotado ou afundado de acordo com o fluxo de polpa.

Magriotis et al. (2010) mostraram, através de isotermas de adsorção, que em pH 10 há maior adsorção de Flotigam EDA (EDA) na superfície de caulinita considerando-se toda a faixa de pH. Esta informação concorda com os resultados apresentados por Rodrigues (2009) que mostram uma maior elevação do potencial zeta e recuperação do mineral na presença de EDA em pH igual a 10.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes de microflotação foram realizados em tubo de Hallimond modificado com volume de 300 mL. Adaptou-se ao tubo um extensor para minimizar os efeitos de arraste mecânico dos minerais. O gás, N_2 , utilizado para geração de bolhas, foi introduzido no tubo de Hallimond por uma placa porosa na vazão de 50 mL/min. A massa de mineral em cada teste de microflotação foi de 1g, na granulometria de $-212 \mu\text{m} +75 \mu\text{m}$.

Como coletores utilizaram-se Flotigam EDA (EDA), uma éter monoamina, e Flotigam 2835 (2835), uma éter diamina. Ambos os coletores foram fabricados pela Clariant. As concentrações de coletores utilizadas na investigação da flotabilidade da hematita (Fe_2O_3) e da caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) foram 1×10^{-5} mol/L, 5×10^{-5} mol/L e 1×10^{-4} mol/L para os valores de pH 4, 6, 8 e 10. Os modificadores utilizados para correção de pH foram NaOH e HCl diluídos. Como depressor o reagente utilizado foi amido gelatinizado com soda cáustica na faixa de concentração de 10 a 400 mg/L.

O tempo de coleta foi definido através do estudo cinético da flotação dos minerais. Neste estudo utilizaram-se os coletores na concentração de 1×10^{-4} mol/L e pH igual a 10. O estudo cinético indicou 5 minutos como o tempo ótimo de coleta para verificar a flotabilidade dos minerais com EDA e 2835.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Flotigam EDA

A figura 1 apresenta as curvas de recuperação de caulinita e hematita em função do tempo de coleta utilizando Flotigam EDA (EDA), 1×10^{-4} mol/L, como coletor. A partir dos resultados definiu-se 5 minutos como o tempo ótimo de coleta para os dois minerais, uma vez que o aumento no tempo de coleta não resulta em elevação da recuperação dos minerais.

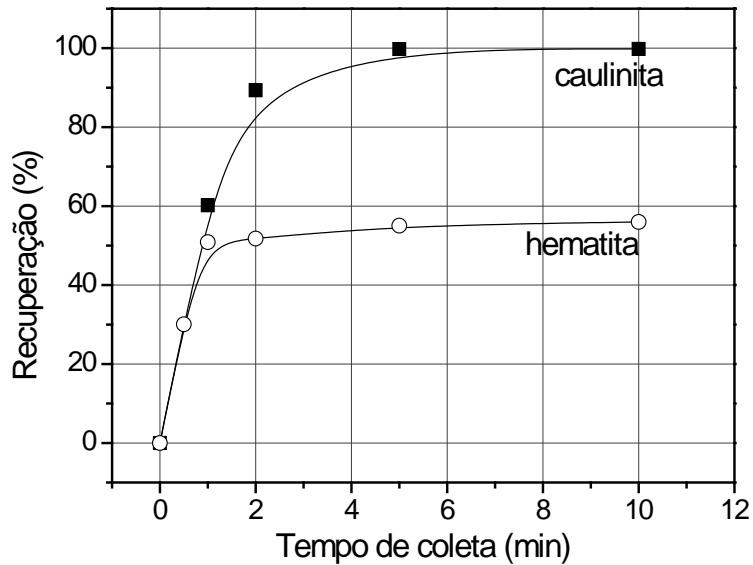


Figura 1: Flotabilidade de caulinita e hematita com EDA, 1×10^{-4} mol/L, em função do tempo de coleta.

Avaliou-se a flotabilidade de caulinita e de hematita em função do pH e da concentração de coletor (1×10^{-4} mol/L, 5×10^{-5} mol/L e 1×10^{-5} mol/L). Pode-se observar, na figura 2, que o reagente EDA não desempenhou bem a função de coletor de hematita e que o aumento do pH favoreceu a recuperação deste mineral. Comparando os resultados de flotabilidade de hematita (figura 2) com as curvas de recuperação de caulinita com EDA, apresentadas na figura 3, verifica-se não houve uma condição de seletividade para separação dos dois minerais sem o uso de depressor na faixa de pH estudada.

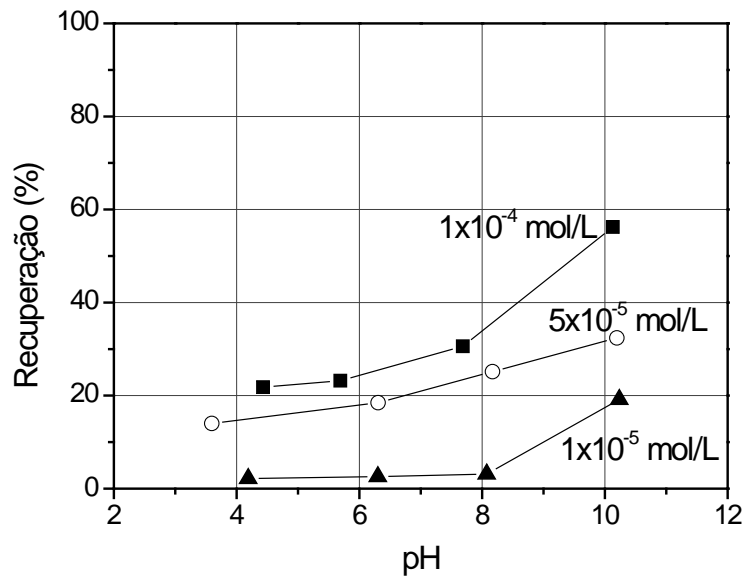


Figura 2: Flotabilidade de hematita, em função do pH e da concentração de EDA.

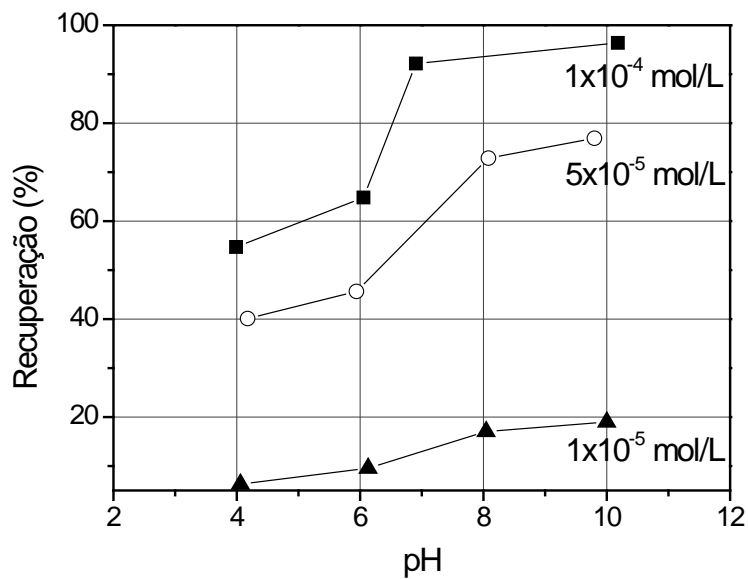


Figura 3: Flotabilidade de caulinita, em função do pH e da concentração de EDA.

Procurando favorecer a seletividade no sistema avaliou-se o desempenho de amido em pH igual a 10, na faixa de concentração entre 10 mg/L e 400 mg/L. A presença de amido favoreceu a seletividade no sistema, como mostra a figura 4.

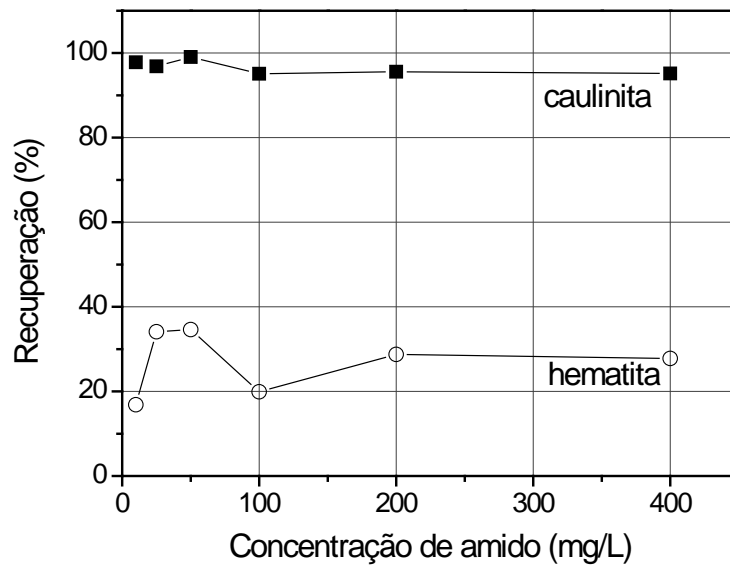


Figura 4: Flotabilidade de caulinita e hematita, em função da concentração de amido, com EDA (1×10^{-4} mol/L) em pH igual a 10.

3.2. Flotigam 2835

A figura 5 apresenta a evolução na recuperação de hematita e caulinita em função do tempo de coleta. Analisando-se os resultados definiram-se 5 minutos como o tempo ótimo de coleta para avaliar a flotabilidade dos dois minerais em função da concentração de Flotigam 2835 (2835).

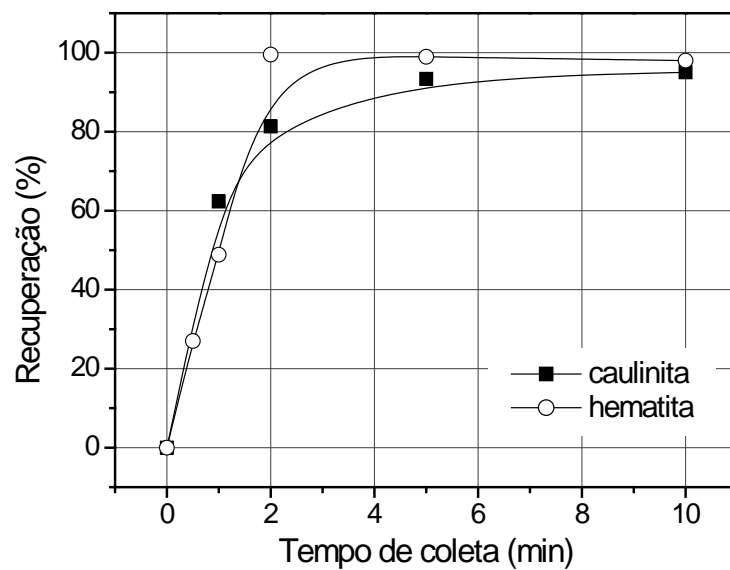


Figura 5: Flotabilidade de caulinita e hematita com 2835, 1×10^{-4} mol/L, em função do tempo de coleta.

A figura 6 apresenta os resultados dos testes de microflotação de caulinita em função da concentração de coletor e do pH. Observou-se que a presença de 2835 na concentração de 1×10^{-4} mol/L proporcionou excelentes valores de recuperação de caulinita, especialmente em pH igual a 10. A figura 7 apresenta os resultados de recuperação de hematita com 2835 nas três concentrações testadas. Analisando-se as curvas referentes à concentração de 1×10^{-4} mol/L de 2835 verifica-se que há seletividade para a separação de caulinita e hematita em pH igual a 4, no entanto, a seletividade decresce com a elevação do pH. Em pH igual a 10 não é possível realizar a separação sem o uso de depressor. Adicionou-se amido ao sistema objetivando favorecer a seletividade da separação em pH igual a 10, no qual se realiza a operação industrial de flotação de minério de ferro. A presença de amido na faixa de concentração estudada (entre 10 mg/L e 400 mg/L), não conferiu seletividade à separação em pH igual a 10, uma vez que ele exerceu uma ação depressora maior sobre a caulinita do que sobre a hematita. Utilizando-se o coletor 2835, a melhor condição de seletividade ocorreu em pH igual a 4 sem o uso de depressor, na qual observou-se uma janela de seletividade de aproximadamente 70%.

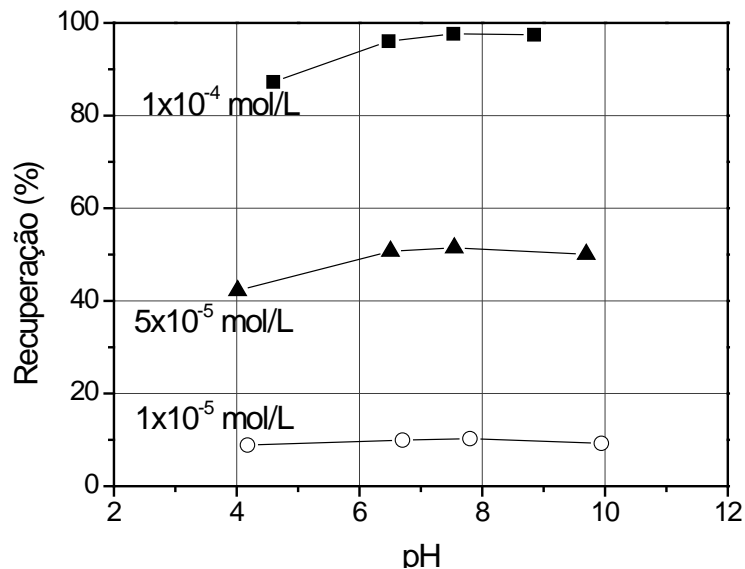


Figura 6: Flotabilidade de caulinita, em função do pH e da concentração de 2835.

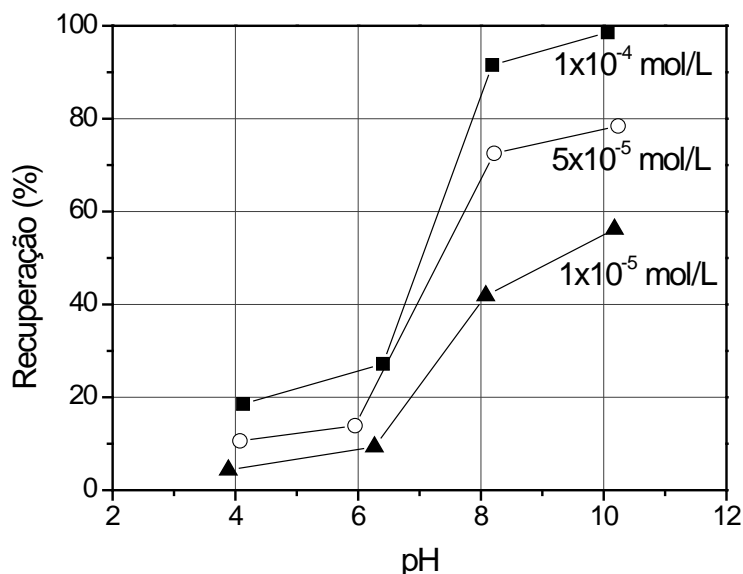


Figura 7: Flotabilidade de hematita, em função do pH e da concentração de 2835.

4. CONCLUSÕES

Os resultados dos testes de microflotação indicaram que a separação de caulinita e hematita é possível em pH igual a 10 utilizando-se Flotigam EDA como coletor e amido como depressor. Tal condição é muito favorável, uma vez que se assemelha bastante com a prática industrial de concentração de minério de ferro por flotação reversa. No entanto, utilizando-se o coletor Flotigam 2835 não se obteve seletividade para a separação em pH igual a 10, mesmo com a inserção de amido no sistema. Utilizando o coletor 2835 a melhor condição de seletividade correu em pH igual a 4 sem o uso de depressor.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, A. C.; Amarante, S. C.; Souza, C. C.; Silva, R. R. R. Ore mineralogy and its relevance for iron ores methods in processing of Brazilian iron ores. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy (Trans. Inst. Min. Metall. C)*, volume 112, p. C54-C64, 2003.

Ma, X.; Bruckard, W. J.; Holmes, R. Effect of collector, pH and ionic strength on the cationic flotation of kaolinite. *International Journal of Mineral Processing*, volume 93, p. 54-58, 2009.

Magriotis, Z. M.; Leal, P. V. B.; Sales, P. F.; Papini, R. M.; Viana, P. R. M. Adsorption of etheramine on kaolinite: A cheap alternative for the treatment of mining effluents. *Journal of Hazardous Materials*, volume 184, p. 465-471, 2010.

Rodrigues, O. M. S.; Martins, L. V. F.; Viana, P. R. M.; Araujo, A. C. Investigação da cinética de flotação de caulinita e do quartzo e sua implicação na flotação reversa de minérios de ferro. In: 64º Congresso da ABM, 2009, Belo Horizonte, Brasil. Anais.