

DEPRESSORES PARA CALCITA NA MICROFLOTAÇÃO DE APATITA

M. F. de Souza¹, G.M. Lopes², C. A. Pereira¹, M. S. Oliveira³

¹ Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
Morro do Cruzeiro, s/n, Departamento de Engenharia de Minas, Bauxita, Ouro Preto, MG, 35.400-000. e-mail: pereira@demin.ufop.br

² Departamento de Engenharia de Minas e Metalurgia, Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antonio Carlos, 6627, Campus da UFMG, Escola de Engenharia, Pampulha, Bloco 2, Belo Horizonte, MG, 31.270-901. e-mail: gil1203@gmail.com

³ Centro Federal de Educação Tecnologia de Minas Gerais - Cefet Araxá
Av. Ministro Olavo Drummond, 25, Bairro Amazonas, Araxá, MG, 38.180-510. e-mail: michelly@araxa.cefetmg.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a avaliação de diferentes depressores nos minerais puros apatita e calcita, através de testes de microflotação em tubo de Hallimond modificado. Os reagentes utilizados foram: oleato de sódio, como coletor aniônico; amido na proporção 5:1e carboximetilcelulose (CMC), como depressores; e hidróxido de sódio e ácido clorídrico, como reguladores de pH. Este trabalho foi desenvolvido em escala laboratorial e apresentou, dentre outros resultados, baixa efetividade da CMC e do amido como depressores nesse sistema mineral.

PALAVRAS-CHAVE: microflotação; apatita; depressores; calcita.

1. INTRODUÇÃO

O uso de fertilizantes aumentou expressivamente devido ao crescimento do consumo de alimentos pela população. Fez-se necessário, desta maneira, o desenvolvimento do setor de fertilizantes brasileiro para aperfeiçoar o beneficiamento da rocha fosfática, e assim aumentar a produção da indústria alimentícia e evitar a importação.

Em 2008, em torno de 83,8% da produção mundial de concentrado fosfático esteve centrada em sete países, destacando-se a China, os Estados Unidos, Marrocos, Rússia, Tunísia, Brasil e Jordânia. Os cinco primeiros países foram responsáveis por 76,5% do total de 167 milhões de toneladas de rocha produzidas no mundo (DNPM, 2009).

Segundo Oliveira (2007), os concentrados de rocha fosfática são produzidos a partir de depósitos de fosfato com origem sedimentar marinha, ígnea ou biogênica. Em termos mundiais, os depósitos sedimentares representam cerca de 85% e os ígneos 15%, sendo assim os mais importantes do ponto de vista econômico. No Brasil, os principais depósitos são de origem ígnea, cerca de 80% das reservas, e estão associados aos complexos carbonáticos com baixos teores (5% a 15% de P_2O_5) e complexidade mineralógica.

O Complexo Alcalino-Carbonático de Catalão/GO é constituído por vários tipos de minérios, são eles: oxidado, micáceo oxidado, micáceo de topo, micáceo médio, micáceo de base e o sílico-carbonatado. Os lavrados atualmente são o oxidado e os micáceos. O tratamento do minério fosfático sílico-carbonatado, o qual representa 45% da reserva, é de grande interesse, pois visa o aproveitamento da jazida (Oliveira, 2007).

De acordo com Oliveira (2007), o método de flotação é baseado na reatividade de superfície como propriedade diferenciadora, sendo possível separar materiais distintos presentes em fase aquosa através de bolhas de ar, onde as partículas hidrofóbicas ligam-se às bolhas e aquelas hidrofílicas permanecem em suspensão.

No entanto, a separação de fosfatos e carbonatos, classificados como levemente solúveis, é difícil devido, principalmente, à semelhança das suas propriedades químicas de superfície. Quando minerais semissolúveis (novo acordo ortográfico), como a apatita e os carbonatos, dissolvem-se parcialmente em meio aquoso e interagem entre si, dependendo da força iônica do meio, ocorre a precipitação das espécies em solução bem como na superfície dos minerais (Amankonah e Somasundaran, 1985; Somasundaran *et al.*, 1985). A baixa seletividade no processo de flotação de apatita em relação aos carbonatos tem sua explicação no fato de que os coletores normalmente utilizados (ácidos graxos saponificados) são adsorvidos na superfície da apatita em função da presença do íon cálcio de sua composição, íon também presente na composição da calcita. Por esta razão, os coletores utilizados agem sobre esses carbonatos, induzindo sua flotação, concomitantemente à apatita (Zheng e Smith, 1997).

De acordo com Hanna e Somasundaran (1976), devido à grande quantidade de substituições e aos diversos meios de formação, a composição química das apatitas e, portanto, suas propriedades de superfície, variam muito de um minério para outro, ou seja, de depósito pra depósito. Por este fato, pode-se notar diferentes respostas à flotação de apatitas de diversas localidades.

Na tentativa de melhorar a seletividade na flotação de apatita e carbonatos, as variáveis manipuláveis são: concentração de reagente, tempo de condicionamento, tempo de flotação, grau de aeração, e grau de agitação dentro da célula (Feasby, 1966).

O presente trabalho tem como objetivo o estudo de alguns depressores orgânicos na microflotação de apatita com ganga calcítica proveniente do Complexo-Alcalino Carbonático de Catalão, utilizando tubo de Hallimond modificado e variando alguns parâmetros de flotação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste estudo são oriundas do Complexo Alcalino-Carbonático de Catalão. A purificação dos minerais foi efetuada pelo Laboratório de Caracterização Tecnológica da USP (LCT-POLI-USP), e amostras puras de apatita e calcita na faixa de -38+300 μ m foram obtidas devido à cominuição, peneiramento, separação magnética e separação densitária.

Os reagentes utilizados foram:

- Oleato de sódio, saponificado a partir de ácido oléico, com peso molecular de 282,47 g/mol, como coletor aniônico, proveniente da Dinâmica;
- Amido de milho convencional, não modificado, popularmente conhecido como Maizena;
- Carboximetilcelulose (CMC) fornecido pela Murta Especialidades Químicas, de referência Devencel S/tipo SC 25 kg. As CMCs A e B pertencem aos seguintes lotes, respectivamente: 5-039/10 e 5-038/10;
- Hidróxido de sódio;
- Ácido clorídrico.

Primeiramente, foram efetuados testes para avaliar a flotabilidade dos minerais puros com duas concentrações de oleato de sódio, 4×10^{-5} M e 1×10^{-4} M (melhor o X em vez do ponto), na ausência de depressores. Para a preparação do sabão de ácido oléico 10g/L, pesou-se na balança de precisão (Digimed) 1g do ácido em um béquer de 100 mL, adicionou-se 10 mL de água deionizada e 1,7 mL de NaOH 10% p/v, agitou-se por cerca de 10 minutos no agitador magnético.

A preparação do amido de milho na razão 5:1, 10g/L, foi efetuada pesando-se 1g do depressor em um béquer de 100 mL, adicionou-se 10 mL de água deionizada e 5 mL de NaOH 5% p/v com agitação manual de 5 minutos. As soluções de CMC foram preparadas pela solubilização de 1g de reagente em 10 mL de água deionizada com agitação manual de 5 a 10 minutos. O CMC A foi aquecido para facilitar a solubilização. Em seguida as soluções de oleato de sódio, amido e ambas carboximetilceluloses foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL, aferidas e diluídas de acordo com a concentração final desejada.

Utilizou-se o medidor de pH Digimed e NaOH 1% p/v para estabilizar o pH das soluções na faixa alcalina. Os testes foram realizados com pH 9, 10 e 11. Os testes de microflotação foram realizados em tudo de Hallimond modificado de 240mL de volume, em temperatura ambiente, e com auxílio de um agitador magnético. Utilizou-se 0,8g de mineral para cada experimento, 20mL de coletor e 20mL de depressor, água deionizada no mesmo pH que as soluções até que o volume no tubo atingisse 230mL.

Não deve haver espaço entre o número e sua unidade!

Os tempos de condicionamento foram de 7 minutos para o oleato de sódio e 5 minutos para os depressores e o tempo de flotação foi de 1 minuto. A intensidade da agitação foi determinada de tal maneira que gerasse a maior agitação possível com o mínimo de arraste dos minerais. O gás empregado nos testes foi o nitrogênio com vazão de 30 mL/min. Efetuou-se a filtração do flotado e afundado com papel filtro Qualy, com espessura de 205 μm , e após a secagem na estufa a 100° C. O resfriamento por pelo menos 12 horas antes de pesagem fez-se necessário devido às condições climáticas instáveis.

Por fim, efetuou-se o cálculo da porcentagem de material flotado, considerando a massa total obtida da soma dos dois produtos, flotado e afundado.

Antes de cada teste as duas partes do tubo e a barra magnética foram lavadas intensamente com água de torneira e posteriormente com água deionizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado dos ensaios efetuados com coletor e na ausência de depressores está representado nas Figuras 1 e 2.

Sugiro tirar o título de dentro do gráfico, pois já está escrito na legenda. Eu mudei nesse gráfico. Se gostarem, mudem os outros.

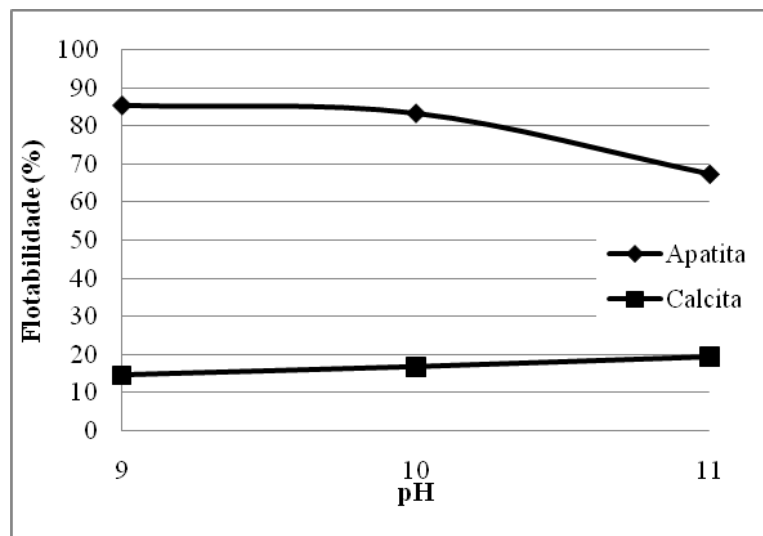


Figura 1 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $4 \cdot 10^{-5}$ M.

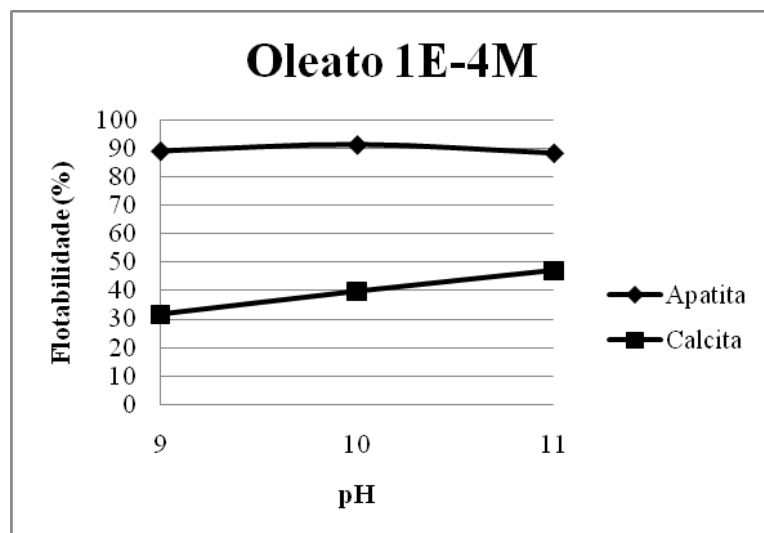


Figura 2 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$.

De acordo com o gráfico apresentado nas Figuras 1 e 2, a seletividade diminui inversamente ao aumento do pH da solução. É importante observar que a apatita flota com mais intensidade com solução de oleato de sódio $1.10^{-4}M$. Desta maneira, os seguintes testes foram realizados com oleato de sódio $1.10^{-4}M$, com o intuito de deprimir a calcita e flotar a apatita em pH 9 e 10.

Os resultados dos testes realizados com coletor oleato de sódio $1x10^{-4}M$ e amido de milho estão representados nas Figuras 3 e 4, abaixo.

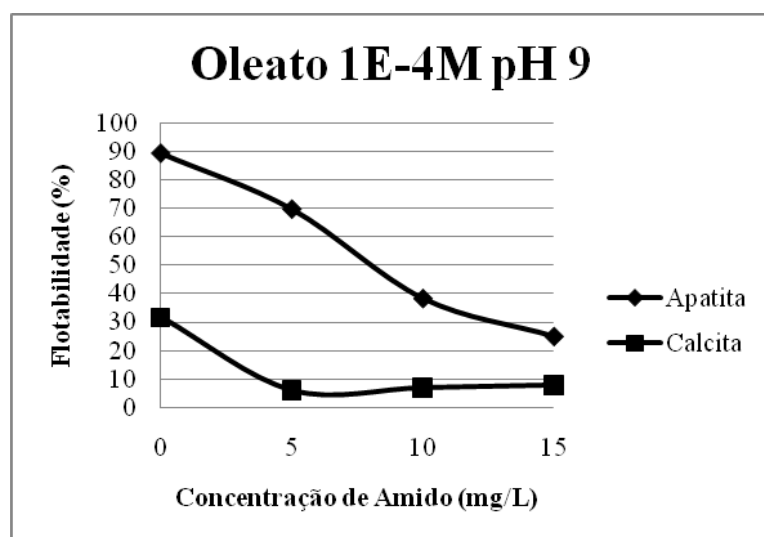


Figura 3 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$, variando a concentração de amido, em pH 9.

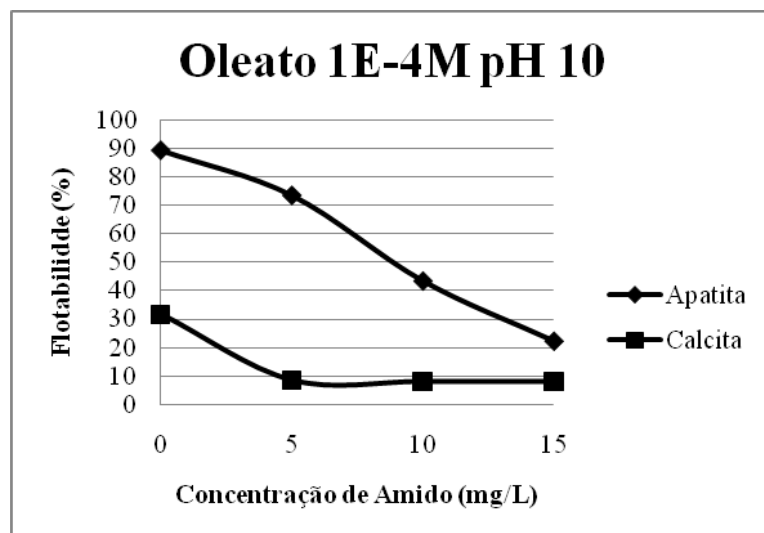


Figura 4 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$, variando a concentração de amido, em pH 10.

A maior seletividade observada é com 5 mg/L de amido, em ambos pHs, cerca de 65%, ou seja, 5% a mais do que na ausência do depressor.

Os resultados dos testes de microflotação com coletor e CMC A estão representados pelas Figuras 5 e 6, e com CMC B pelas Figuras 7 e 8.

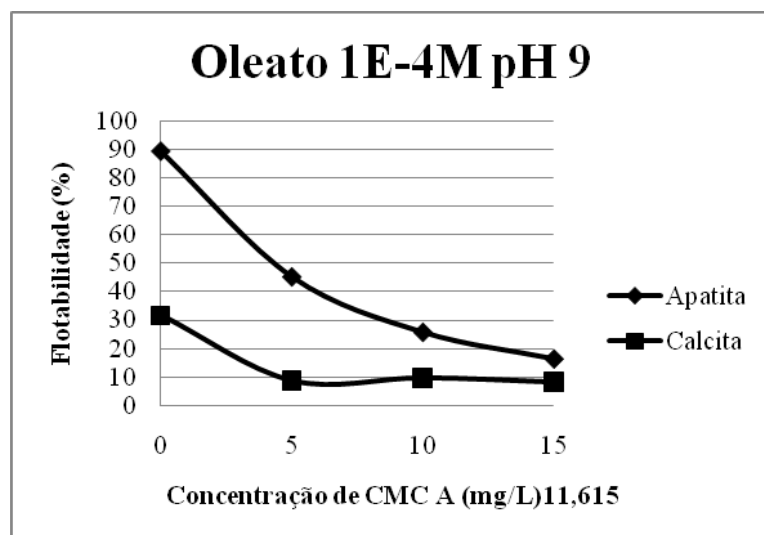


Figura 5 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$, variando a concentração de CMC A, em pH 9.

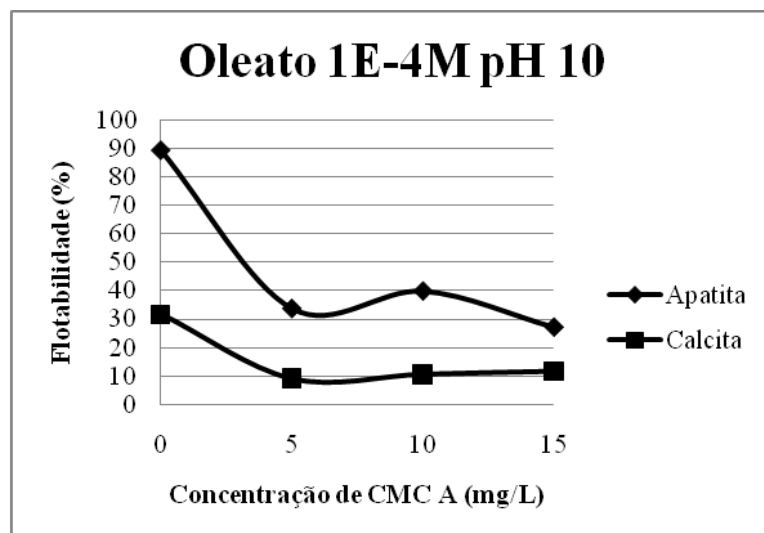


Figura 6 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$, variando a concentração de CMC A, em pH 10.

De acordo com os gráficos apresentados acima, a CMC A não se mostrou efetiva na faixa de pH e nas concentrações de depressor estudadas.

A CMC B não alterou a seletividade do sistema até a concentração 5 mg/L e, com o aumento da concentração até 15 mg/L, a carboximetilcelulose não se mostrou efetiva.

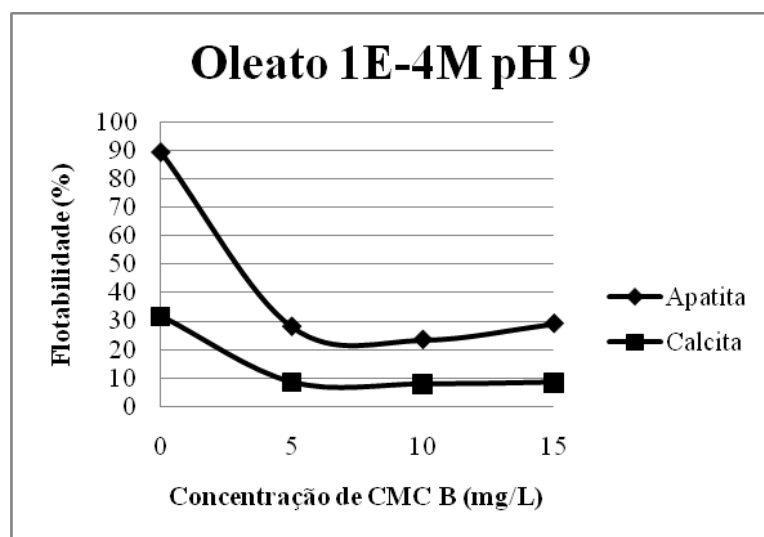


Figura 7 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio $1.10^{-4}M$, variando a concentração de CMC B, em pH 9.

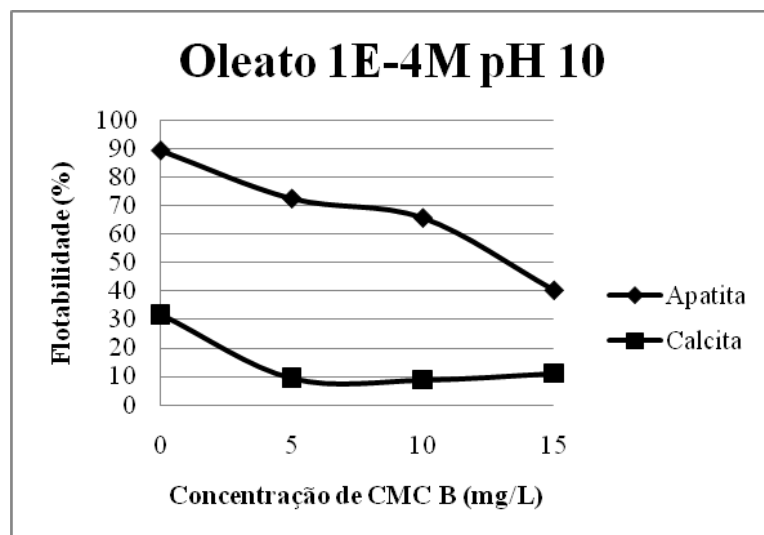


Figura 8 – Comparação da flotabilidade de calcita e apatita em oleato de sódio 1.10^{-4} M, variando a concentração de CMC B, em pH 10.

4. CONCLUSÕES

Esta investigação mostrou que dentre os reagentes utilizados para depressão da ganga carbonática do minério fosfático sílico-carbonatado de Catalão, o amido de milho convencional e a carboximetilcelulose A, foram pouco efetivos, enquanto a CMC B não se mostrou efetiva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ananthapadmanabhan, K. P. & Somasundaran, P. Surface precipitation of inorganics and surfactants and its role in adsorption and flotation. *Colloids and Surfaces*, v.13, p.151-167, 1985.

DNPM. Fosfato - Economia Mineral do Brasil. Brasília, 2009.

Feasby, D. G. Investigation of Hallimond-tube flotation of low grade phosphate material. Progress Report Minerals Research Laboratory, Lab. No.1869, book 212, December, 1966.

Hanna, M. S. & SOMASUNDARAN, P. Flotation of Salt-Type Minerals. Flotation, A. M. Gaudin Memorial volume, Aime, New York, p.197-272, 1976.

Oliveira, M. S. Minério Fosfático Sílico-Carbonatado: Estudo Fundamental. Tese de Doutorado. (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 206 p., 2007.

Zheng, X. & Smith, R. W. Dolomite depressants in the flotation of apatite and cellophane from dolomite. *Minerals Engineering*, v.10 (5), p.537-545, 1997.