

APLICABILIDADE DOS ÓLEOS DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) E BABAÇU (*ORBIGNYA PHALERATA*) NA FLOTAÇÃO DE APATITA, CALCITA E QUARTZO

ALVES, A.S.¹, COSTA, D.S.², MEIRELES, A.C.³, QUEIROZ, R.D.S.⁴, PERES, A.E.C.⁵

¹Universidade Federal do Pará. arturalves@ufpa.br

²Universidade Federal do Pará. denilson@ufpa.br

³Universidade Federal do Pará. anderson.meireles@maraba.ufpa.br

⁴Universidade Federal do Pará. rajendraqueiroz@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Minas Gerais. aecperes@demet.ufmg.br

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a aplicabilidade dos óleos extraídos da semente do maracujá (*Passiflora edulis*) e do coco babaçu (*Orbignya phalerata*) como reagentes coletores na flotação dos minerais: apatita, calcita e quartzo. A opção por esse óleos se deu por apresentarem diferentes composições em ácidos graxos (no óleo de maracujá predominam os ácidos insaturados e no babaçu os saturados). Os ensaios de microflotação dos minerais apatita, calcita e quartzo foram realizados em duplicata utilizando tubo de Hallimond modificado com emprego de extensor de altura para evitar o arraste excessivo. As condições dos ensaios foram: pH 9,5 (aproximadamente); vazão de ar de 40,0 cm³/min; e tempos de condicionamento e flotação de 4 e 1 minuto, respectivamente. A massa do mineral foi de 1 g, com granulometria entre 300 e 106 µm. O coletor obtido a partir do óleo de maracujá apresentou melhor desempenho que o coletor de babaçu, sugerindo-se que os ácidos graxos insaturados são os responsáveis pelo maior poder de coleta das partículas.

PALAVRAS-CHAVE: microflotação; óleos amazônicos; coco babaçu; maracujá.

ABSTRACT

The main objective of this investigation was to evaluate the feasibility of using oils extracted from passion fruit seed (*Passiflora edulis*) and babaçu coconut (*Orbignya phalerata*) as collectors in the flotation of the minerals: apatite, calcite and quartz. The option for these oils was the fact that they present different compositions in fatty acids (unsaturated acids prevail in the passion fruit seed oil and saturated acids are more abundant in the babaçu oil). Duplicate microflotation experiments were performed in a modified Hallimond tube adapted with a height extender to prevent excessive entrainment. The experiments conditions were: pH 9.5 (approximately); air flowrate of 40.0 cm³/min; conditioning and flotation times of 4 minutes and 1 minute, respectively. The mineral mass was 1 g in the size range between 300 and 106 µm. The collector extracted from passion fruit seed oil presented better performance than the babaçu oil collector, suggesting that unsaturated fatty acids are responsible for enhanced particles collection.

KEYWORDS: microflotation; amazonic oils; babaçu coconut; passion fruit.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia possui quantidade considerável de espécies vegetais cujas propriedades as qualificam como fortes candidatas a serem utilizadas como reagentes na flotação de minérios. Essas espécies têm como características principais a alta disponibilidade na floresta amazônica e o fato de ainda não serem industrialmente aproveitadas em quantidade significativa. Além disso, na contramão da indústria mineral, que tem servido como ilustração negativa dentro dos padrões mundiais de preservação ambiental, tais insumos são provenientes de fontes renováveis e biodegradáveis, o que evitaria problemas de agressão ambiental. A utilização desses insumos também agregaria valor às espécies amazônicas, contribuindo, assim, com o desenvolvimento socioeconômico da região.

Atualmente, a maior preocupação de pesquisas que se apropriam de vegetais e seus óleos, como unidades de análise, está voltada à produção de energia limpa e biodiesel. E é na década atual em que as pesquisas de diversas frentes, utilizando esses produtos, ganham destaque, sobretudo na área mineral, que é um dos sustentáculos da economia nacional. A Amazônia, assim, por sua singularidade florística e por ser um bioma em cujas terras maracujazeiros e babaçuais desenvolvem-se fartamente, torna-se o centro das atenções e um potencial celeiro de novas descobertas científico-econômicas.

Para a indústria mineral, seria de grande valia a utilização das espécies amazônicas em escala industrial. Esta inovação promoveria a harmonia entre o desenvolvimento e a conservação ambiental, respondendo, assim, às exigências da sociedade brasileira e internacional quanto à mitigação dos problemas ambientais que afetam o planeta.

Além disso, este trabalho serve de incentivo para outros que abordem a utilização de recursos naturais na indústria mineral, pois o desafio de transformar o capital natural da Amazônia em ganhos econômicos e sociais de maneira ambientalmente sustentável é singular. Não existe um “modelo” a ser copiado, pois não há sequer um país tropical desenvolvido com economia baseada em recursos naturais diversificados e somente ciência, tecnologia e inovação poderão mostrar o caminho de como utilizar o patrimônio natural sem destruí-lo.

2. METODOLOGIA

Os óleos vegetais utilizados neste trabalho foram extraídos da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) e do coco-babaçu (*Orbignya phalerata*). O óleo de maracujá foi obtido por prensagem mecânica e o óleo de babaçu foi adquirido numa feira localizada na cidade de Belém (PA).

Os óleos foram hidrolisados (saponificados) a quente (86°C) usando manta aquecedora e refluxo. Foram colocados 5 g da espécie vegetal e 100 mL de solução alcoólica de NaOH 2% (m/v) em um balão de 250 mL e a saponificação ocorreu durante uma hora para garantir a reação completa.

Os minerais utilizados nos ensaios de flotabilidade em tubo de *Hallimond* foram apatita, calcita e quartzo, cujos difratogramas estão mostrados nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

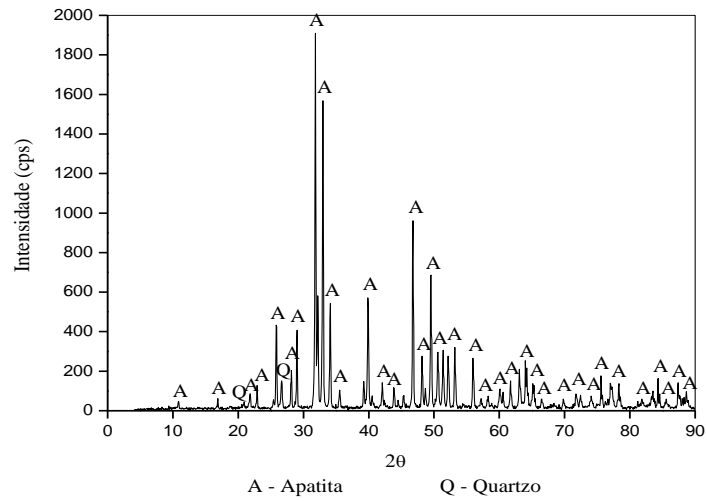


Figura 1. Difratoograma da amostra de apatita.

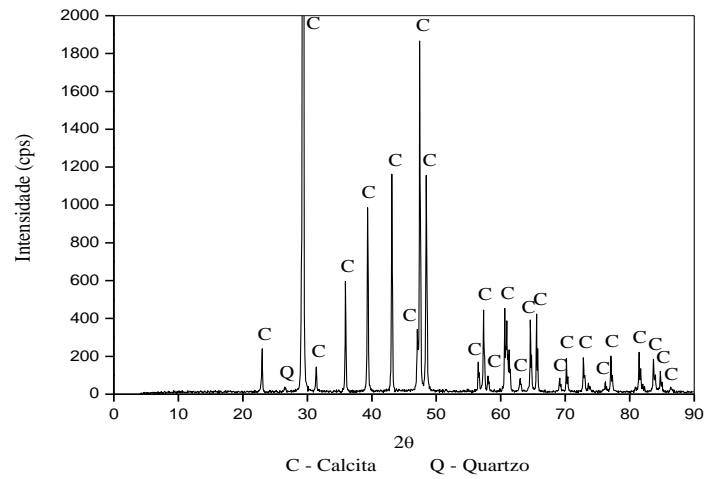


Figura 2. Difratoograma da amostra de calcita.

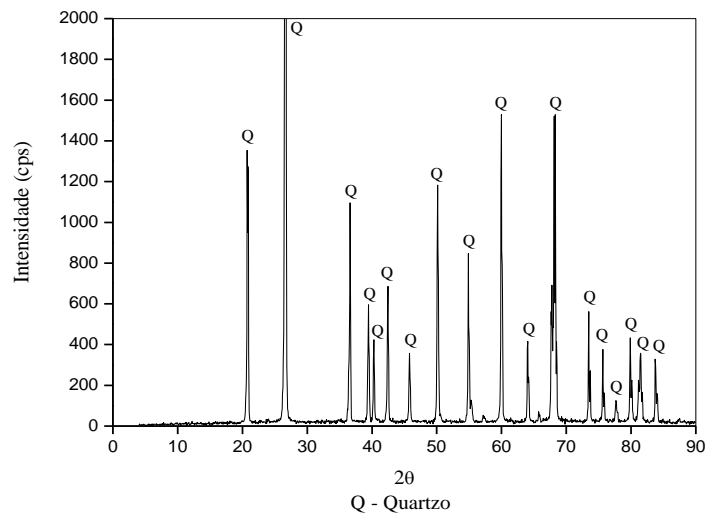


Figura 3. Difratoograma da amostra de quartzo.

De acordo com os resultados obtidos por difração de raios-X e mostrados nas Figuras 1, 2 e 3 os minerais usados neste estudo estão praticamente puros e, portanto, apropriados para os ensaios de flotabilidade propostos.

Os ensaios de microflotação dos minerais apatita, calcita e quartzo foram realizados em duplicata utilizando tubo de *Hallimond* modificado com emprego de extensor de altura para evitar o arraste excessivo. As condições dos ensaios foram: pH 9,5 (aproximadamente); vazão de ar de 40,0 cm³/min; e tempos de condicionamento e flotação de 4 minutos e 1 minuto, respectivamente. A massa do mineral foi de 1 g, com granulometria entre 300 e 106 µm. A flotabilidade do mineral (em %) foi determinada a partir da relação entre a massa flotada e a massa total da amostra, descontando o arraste.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 4 e 5 mostram os resultados de flotabilidade dos minerais apatita, calcita e quartzo usando coletores obtidos a partir do óleos de maracujá e babaçu.

Pelas Figura 4 e 5 verifica-se que o coletor obtido a partir do óleo de maracujá apresentou melhor desempenho que o coletor de babaçu, evidenciado pelos valores das recuperações (flotabilidades) principalmente dos minerais apatita e calcita. Enquanto o coletor de maracujá atingiu a flotabilidade máxima da apatita na concentração de 5 mg/L, o coletor de babaçu atingiu a mesma flotabilidade com o dobro dessa concentração (10 mg/L). Isto pode ser atribuído ao fato de o óleo de maracujá possuir uma predominância de ácidos graxos insaturados em sua molécula 28% de ácido oleico e 48% de ácido linoleico (COSTA, 2012). Já o óleo de babaçu possui teores significativos de ácidos graxos saturados (45% de ácido láurico e 16% de ácido mirístico).

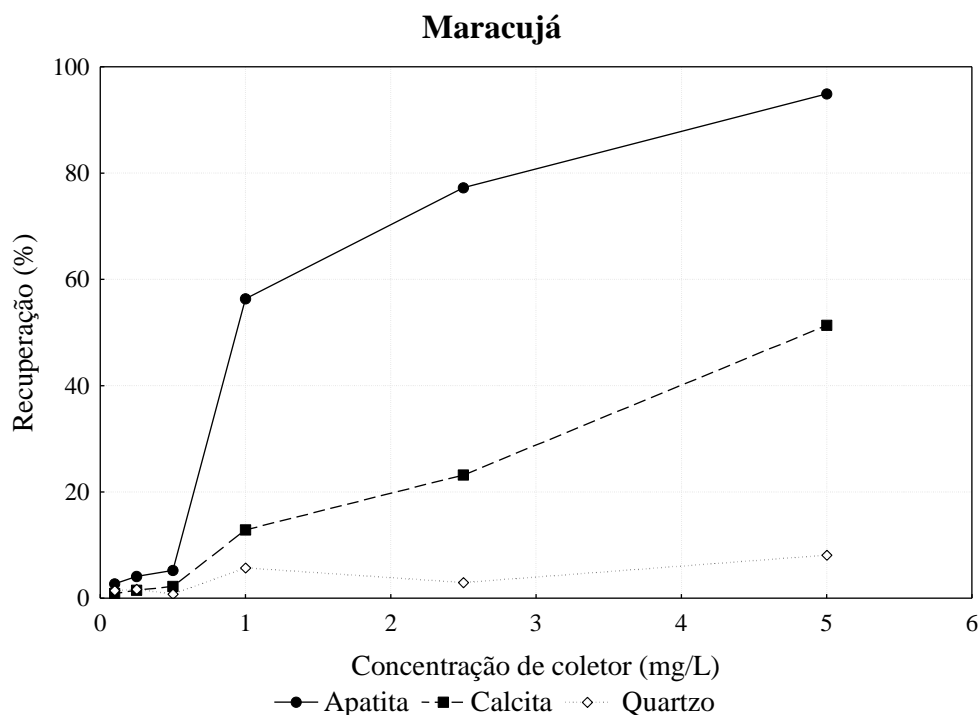


Figura 4. Flotabilidade da apatita, calcita e quartzo variando a concentração de coletor obtido do óleo de maracujá em pH 9,5.

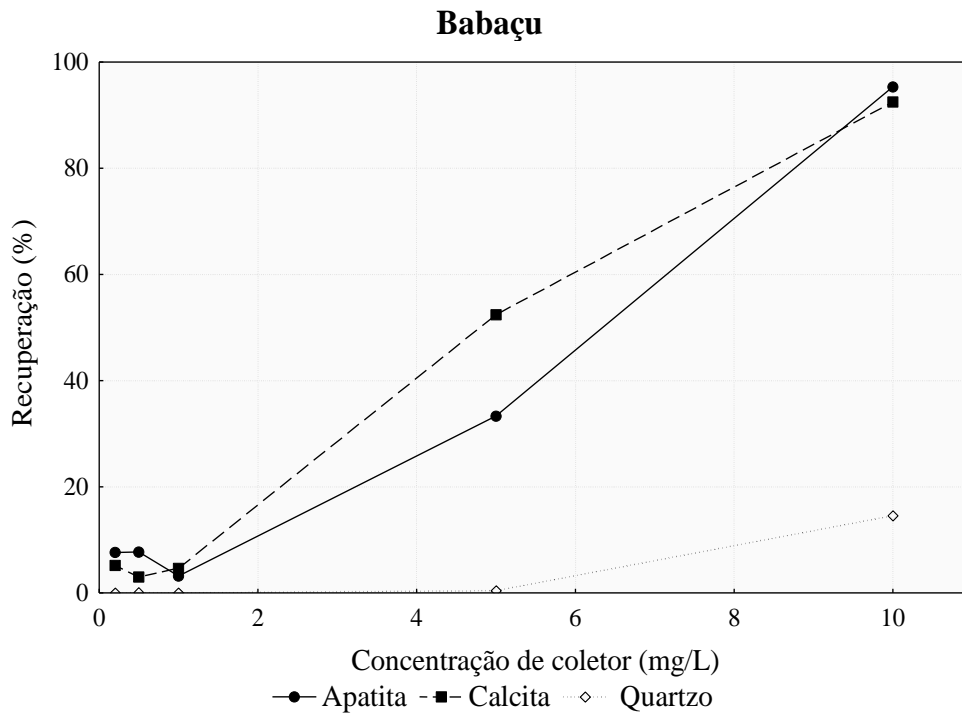


Figura 5. Flotabilidade da apatita, calcita e quartzo variando a concentração de coletor obtido do óleo de babaçu em pH 9,5.

Verifica-se ainda (Figuras 4 e 5) uma maior seletividade entre a apatita e calcita para o coletor de maracujá. Para os dois óleos não houve recuperação significativa do mineral quartzo.

Brandão (1988) estudou a adsorção de oleato de sódio através da técnica de espectrometria de infravermelho. Ele concluiu que o oxigênio do ar, quando dissolvido em meio aquoso, oxidava a dupla ligação da cadeia hidrocarbônica do oleato adsorvido na superfície do mineral, levando a uma polimerização parcial. As fortes ligações covalentes formadas entre cadeias vizinhas, juntamente com as ligações de van der Waals já existentes, tornavam o filme adsorvido extremamente estável, aumentando sua hidrofobicidade. Isso explicaria a superioridade dos ácidos graxos insaturados como coletores. Caires (1992) também demonstrou a superioridade do poder de coleta dos sais de ácidos graxos insaturados (oleato, linoleato e linolenato) em relação aos saturados (palmitato e estearato) para fluorita e apatita.

Pugh e Stenius (1985) obtiveram recuperação máxima de apatita primária de Gotemburgo (Suécia), na faixa intermediária de pH (aproximadamente entre 6,0 e 10,0), usando oleato de sódio na concentração de 21,28mg/L, obtido a partir da neutralização do ácido oleico puro. Para a calcita, altas concentrações de oleato foram requeridas (91,2mg/L) para obter aproximadamente a mesma recuperação da apatita. Barros *et al.* (2008) estudaram a recuperação de apatitas primárias e secundárias do depósito de Salitre, Patrocínio-MG (Brasil), em função da concentração de oleato de sódio, em tubo de Hallimond, em pH 10 e obtiveram recuperação máxima de apatita primária na concentração de 25mg/L de oleato de sódio.

Brandão *et al.* (1994) realizaram testes de microflotação em tubo de Hallimond com apatita pura usando como coletores sais de sódio (15,2mg/L) de ácidos graxos puros (palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico) em função do pH, conforme Figura 5.

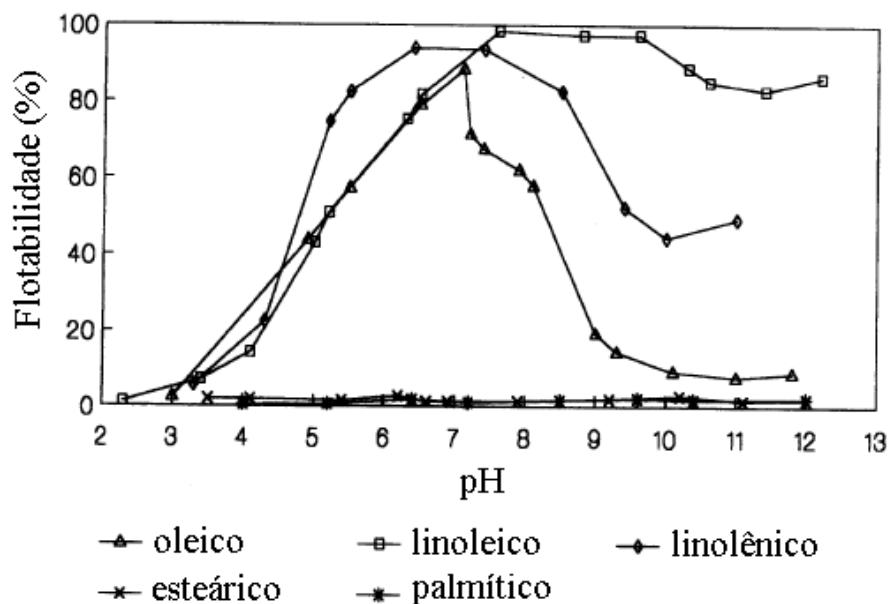


Figura 6. Microflotação do mineral apatita com sais de sódio de ácidos graxos puros (15,2mg/L) em função do pH (BRANDÃO *et al.*, 1994).

Na Figura 6 observa-se que os sais de ácidos graxos insaturados tiveram desempenho muito superior em relação aos saturados. Dentre os insaturados, o que apresentou alta flotabilidade (recuperação), em ampla faixa básica de pH, foi o sal obtido do ácido linoleico. O coletor de ácido oleico apresentou alta flotabilidade (recuperação) em uma faixa mais estreita de pH e o obtido do ácido linolênico apresentou comportamento intermediário aos anteriores.

4. CONCLUSÕES

O coletor de maracujá apresentou uma maior seletividade entre a apatita e calcita. Para os dois óleos não houve recuperação significativa do mineral quartzo. O coletor obtido a partir do óleo de maracujá apresentou melhor desempenho que o coletor de babaçu, sugerindo-se que os ácidos graxos insaturados são os responsáveis pelo maior poder de coleta das partículas.

5. REFERÊNCIAS

BARROS, L.A.F., FERREIRA, E.E., PERES, A.E.C. Floatability of apatites and gangue minerals of an igneous phosphate ore. *Minerals Engineering*, v. 21, p. 994-999, 2008.

BRANDÃO, P.R.G.; CAIRES, L.G.; QUEIROZ, D.S.B. Vegetable Lipid Oil-Based Collectors in the Flotation of Apatite Ores. *Minerals Engineering*. v. 7, n. 7, p. 917-925, 1994.

CAIRES, L.G. Óleos Vegetais como Matérias-Primas para Coletores. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 251 p., 1992.

COSTA, D.S. Uso de óleos amazônicos na flotação de minérios fosfáticos. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 176 p., 2012.

ALVES, A.S., COSTA, D.S., MEIRELES, A.C., QUEIROZ, R.D.S., PERES, A.E.C.

PUGH, R., STENIUS, P. Solution Chemistry Studies and Flotation Behavior of Apatite, Calcite and Fluorite Minerals with Sodium Oleate Collector. *International Journal of Mineral Processing*, v. 15, p. 193-218, 1985.