



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102019010264-0 A2



(22) Data do Depósito: 20/05/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 01/12/2020

(54) **Título:** MISTURA DE ÓLEOS VEGETAIS (GLYCINE MAX, JATROPHA CURCAS L. E ACROCOMIA ACULEATA) COMO COLETOR PARA A FLOTAÇÃO DE MINERAIS

(51) **Int. Cl.:** B03D 1/004.

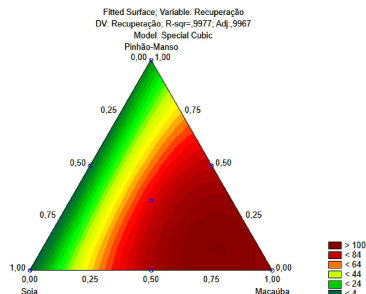
(52) **CPC:** B03D 1/004; B03D 2201/02; B03D 2203/06.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS.

(72) **Inventor(es):** ANDRÉ CARLOS SILVA; ELENICE MARIA SCHONS SILVA; ALEX MALÜE MACHADO; DIEGO VALENTIM CRESCENTE CARA.

(57) **Resumo:** A presente patente de invenção refere-se ao uso das misturas de óleos de macaúba, pinhão manso e soja como coletor na flotação de minérios. Mais precisamente, a invenção visa à aplicação de uma nova alternativa de reagente no processo de flotação, utilizando as misturas dos óleos supracitados como coletores, possibilitando o beneficiamento de minérios com a utilização de reagentes naturais. Os óleos utilizados possuem vários ácidos graxos em sua composição, com maior incidência dos ácidos oleico, linoleico e palmítico. Testes de microflotação realizados utilizando as misturas dos óleos, em composições binárias e terciárias como coletores para apatita mostram resultados de recuperação semelhante, e em alguns casos superiores, a coletores sintéticos atualmente utilizados industrialmente. Os testes em diferentes pH's e concentrações dos óleos, em misturas binárias e terciárias, mostraram que os óleos podem atuar como coletor chegando a mais de 95% de recuperação de apatita, valores compatíveis com as recuperações obtidas em práticas industriais.

Figura 1 – Superfície de resposta para a recuperação da apatita (% mássica) com a variação da proporção dos óleos.



RELATÓRIO DESCRITIVO

Mistura de óleos vegetais (*Glycine max*, *Jatropha curcas* L. e *Acrocomia aculeata*) como coletor para a flotação de minerais

[001] O sistema de reagentes de flotação é fator determinante na eficiência do processo de separação sólido/líquido. O uso de reagentes tem por finalidade aumentar as diferenças entre as características originais das superfícies dos minerais presentes na amostra. Desta maneira, possibilita-se a separação, uma vez que quanto mais distintas forem as superfícies das espécies a serem separadas, maior a probabilidade de êxito no processo. O potencial dos ácidos graxos como agentes coletores na flotação é reconhecido na literatura. Os coletores aniônicos classificam-se em sulfidrílicos ou oxidrílicos. Dentro do grupo de coletores oxidrílicos destacam-se, dentre outros, os carboxílicos, grupo ao qual pertencem os ácidos graxos. Nesse sentido, os óleos vegetais, ricos em ácidos graxos, têm sido objeto de estudo de pesquisadores que investigam seus potenciais como coletores na flotação.

[002] A macaúba (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira rústica, pertencente à família Arecaceae, sendo amplamente distribuída em todas as regiões do Brasil (principalmente na savana brasileira). A espécie é uma palmácea de ocorrência natural em toda a zona tropical da América Latina. Sua exploração econômica ocorre tanto em sistemas extrativistas quanto em cultivos racionais, com produtos e usos diversos como farmacológico, nutracêutico, madeireiro, artesanal, forrageiro, alimentício e combustível. Estima-se que sua produtividade de óleo se aproxima à da palma africana (*Elaeis guineensis*), produzindo cerca de cinco toneladas de óleo por hectare, sendo esta a cultura com maior produtividade de óleo por hectare.

[003] O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é encontrado em várias regiões do Brasil, principalmente Norte e Nordeste, e nos estados de Minas Gerais e Goiás. Seu crescimento é bastante rápido, podendo atingir mais de 5 m de altura e seus frutos são do tipo cápsula contendo, via de regra, três castanhas. As castanhas têm de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 1 a 1,3 cm de largura, apresentam teor de óleo variando entre 22 e 48% e representam entre 53 e 79% do peso do castanha. Devido à sua toxicidade não é uma castanha comestível o que o torna economicamente

viável para outros fins que não o alimentício.

[004] A soja (*Glycine Max*) se apresenta como uma das maiores culturas utilizadas como fonte de óleo vegetal no Brasil. O óleo de soja é usado na produção de biocombustíveis e na alimentação humana, entre outros. O teor de óleo na soja está em torno de 20%. Já sua composição em ácidos graxos apresenta grande predomínio de ácido linoleico, seguido de oleico e palmítico. Esta cultura traz benefícios do ponto de vista econômico, uma vez que é produzida em larga escala.

[005] A invenção tem por objetivo o uso das misturas dos óleos de pinhão manso, macaúba e soja como coletores na flotação de minérios com o objetivo de prover uma nova fonte de ácidos graxos que possa unir as qualidades de cada um dos óleos empregados e dar origem a reagentes com capacidade de coleta similar ou aos utilizados industrialmente, mas que sejam de origem natural e, portanto, menos impactantes do ponto de vista ambiental e que sejam economicamente competitivos.

PROBLEMAS QUE O INVENTO RESOLVEU OU VANTAGENS QUE APRESENTA

[006] O invento traz nova alternativa de reagentes coletores para o processo de flotação de minerais, através da mistura dos óleos extraídos da macaúba, do pinhão manso e da soja, em proporções binárias e terciárias. Cada um desses óleos possui um perfil lipídico característico que atuam de forma mais eficiente na coleta dos minerais do que cada óleo utilizado individualmente.

[007] Os resultados de recuperação de minerais com as misturas de óleos de macaúba, pinhão manso e soja como coletores, nos testes de microflotação realizados em tubo de Hallimond, foram semelhantes, nas mais altas concentrações, quando comparados ao coletor industrial utilizado atualmente.

[008] Apresenta-se, portanto, uma nova gama de reagentes para a utilização em processos da mineração, gerando vantagens para a indústria através da redução de custos, aliado a uma produção mais sustentável, ambientalmente, uma vez que esses óleos se degradam através da ação de microrganismos. Ressalta-se que, dado o potencial de extração dos óleos e a eficiente atuação da mistura como reagente coletor na flotação, o invento contribui com a utilização mais ampla de materiais abundantes no país, contribuindo inclusive para a preservação de espécies nativas, como a macaúba.

O ESTADO DA TÉCNICA

[008] Os reagentes comumente utilizados como coletores são sintéticos. Os coletores industriais aniônicos, como por exemplo, os ácidos graxos são produzidos de tal forma que sua composição seja basicamente formada por um único ácido graxo, geralmente o ácido oleico. No entanto, outros ácidos graxos possuem poder de coleta semelhante ou superior ao ácido oleico. Essa eficiência está diretamente relacionada à presença de ligações insaturadas na estrutura química do ácido graxo.

[009] O diferencial da invenção é a utilização de um novo coletor na flotação, a mistura dos óleos de macaúba, pinhão manso e soja, constituindo um reagente que ainda não é aplicado industrialmente, mas que apresentou resultados semelhantes ou superiores ao coletor industrial e com um perfil lipídico diferenciado, de tal forma que a composição dos ácidos graxos presentes seja mais eficiente.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[010] Os óleos empregados na pesquisa foram: óleo de soja comercial da marca Soya, óleo da polpa da macaúba (adquirido da Cooperativa de Produtores Associação Riacho Dantas) e óleo da semente de pinhão-manso (cedido pela Embrapa Agroenergia). Realizou-se uma filtragem prévia do óleo de pinhão-manso. Os demais óleos foram utilizados tal como adquiridos. A fim de comparar a eficiência do novo coletor proposto, ensaios de flotação utilizando-se um coletor industrial (Flotigam 5806, fornecido pela Clariant) foram realizados.

[011] Para serem empregados como coletores no processo de flotação, há a necessidade de se realizar uma saponificação dos mesmos, a qual foi realizada com uma solução alcalina de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração de 10%. Essa metodologia é a mesma proposta pela Clariant, uma das empresas que fornece um dos coletores atualmente empregados industrialmente. Uma vez que o coletor é um sabão de ácido graxo, o mesmo atua também como espumante, conferindo estabilidade às bolhas. Dessa forma, não houve a necessidade do uso de um reagente espumante nos ensaios de flotação. Uma vez que o objetivo era verificar a eficiência do coletor

para minerais puros, não se utilizou reagentes depressores nos ensaios de flotação.

[012] Os testes de microflotação foram realizados em tubo de Hallimond modificado utilizando-se 1,0 g de apatita pura. A concentração do coletor utilizada em todos os testes foi de 2,5 mg/L. Utilizou-se pH = 8 nos ensaios e seu ajuste foi realizado através da adição de solução de NaOH a 5%.

[013] A injeção de ar foi realizada por bomba de compressão de ar. A vazão de ar foi medida com a utilização de um rotâmetro. O volume de solução coletor/água utilizado foi de 320 mL, o qual corresponde à capacidade do tubo de Hallimond. Antes do início da microflotação, os minerais foram submetidos ao condicionamento com o coletor por um tempo de 7 minutos, sob agitação constante. O tempo de flotação utilizado foi de 1 minuto. Todos os testes foram realizados em triplicata, sob as condições apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis empregadas nos ensaios de microflotação.

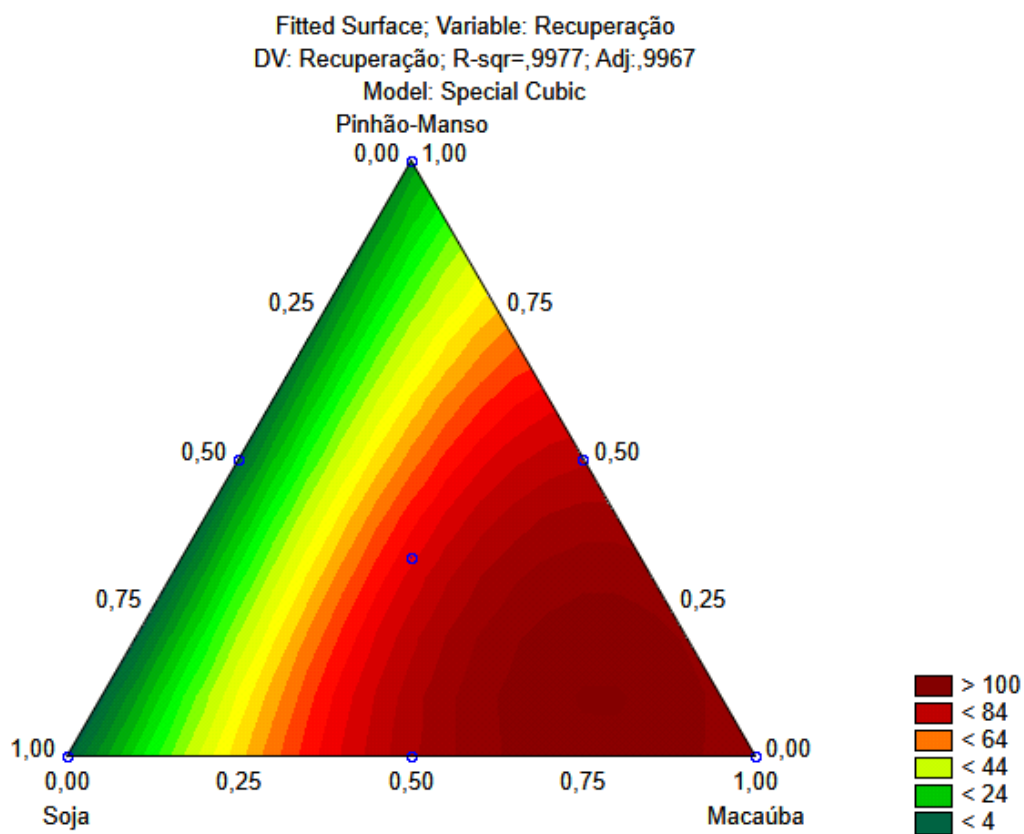
Variáveis	Valores
Vazão de ar (cm ³ /min)	40
Pressão (psi)	10
Tempo de condicionamento (min)	7
Tempo de flotação (min)	1
Massa do mineral (g)	1
Tamanho das partículas (#)	100
Dosagem do coletor	2,5 mg/L
pH	8,0

[014] Os resultados dos testes de microflotação são apresentados na Figura 1. Pode-se observar, pela densidade de resposta obtida nos experimentos, que a zona de maior recuperação se encontra próxima à mistura dos três óleos, sendo que, o possível ponto teórico de maior recuperação estaria no centro dessa zona, tendendo mais para uma maior quantidade de óleo de macaúba. A recuperação máxima obtida para a apatita foi de 95%. Isso mostra que a mistura tem grande potencial para serem aplicadas como reagentes coletores para minerais.

REIVINDICAÇÕES

- 1. Mistura de óleos vegetais (*Glycine max*, *Jatropha curcas* L. e *Acrocomia aculeata*) como coletor para a flotação de minerais** caracterizada pelo uso de mistura dos óleos de soja, macaúba e pinhão-manso na flotação de minérios, em composições binárias e terciárias, variando a dosagem de 1 mg/L a 50 g/L; O uso da mistura dos óleos saponificados como coletor na flotação de apatita revelou recuperações de mineral superiores a 95%, revelando potencial de aplicação na recuperação de minerais por flotação; A mistura dos óleos é inédita, de origem natural, sustentável, menos impactante do ponto de vista ambiental e mais barata que reagentes sintéticos.

Figura 1 – Superfície de resposta para a recuperação da apatita (% mássica) com a variação da proporção dos óleos.



RESUMO**Mistura de óleos vegetais (*Glycine max*, *Jatropha curcas* L. e *Acrocomia aculeata*)
como coletor para a flotação de minerais**

A presente patente de invenção refere-se ao uso das misturas de óleos de macaúba, pinhão manso e soja como coletor na flotação de minérios. Mais precisamente, a invenção visa à aplicação de uma nova alternativa de reagente no processo de flotação, utilizando as misturas dos óleos supracitados como coletores, possibilitando o beneficiamento de minérios com a utilização de reagentes naturais. Os óleos utilizados possuem vários ácidos graxos em sua composição, com maior incidência dos ácidos oleico, linoleico e palmítico. Testes de microflotação realizados utilizando as misturas dos óleos, em composições binárias e terciárias como coletores para apatita mostram resultados de recuperação semelhante, e em alguns casos superiores, a coletores sintéticos atualmente utilizados industrialmente. Os testes em diferentes pH's e concentrações dos óleos, em misturas binárias e terciárias, mostraram que os óleos podem atuar como coletor chegando a mais de 95% de recuperação de apatita, valores compatíveis com as recuperações obtidas em práticas industriais.