

FLOTABILIDADE DA BARITA USANDO OLEATO DE SÓDIO E ÓLEO DE SOJA DE FRITURA SAPONIFICADO

Vitoria Nayara de Lima Frutuoso^[1]; Arthur Moraes Rodrigues Cavalcanti Alves^[2]; Jose Yvan Pereira Leite^[3]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Natal Central

[2] INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - *Campus* Natal Central

[3] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Natal central

Palavras-chave: *Barita*

Licença:



Resumo

O processo de flotação é um atividade de separação de misturas de grande relevância dentro da industria. Ele consiste na análise das propriedades físico-químicas das substâncias em um sistema aquoso. A técnica consiste na aplicação de reagentes em solução aquosa com com material desejado e a formação de bolhas de ar que transportam a espécie até a superfície. Avaliar o comportamento do resíduo de fritura de óleo de soja saponificado como como reagente para a flotação da barita. O objetivo deste trabalho é encontrar um destino correte ao resíduo de fritura do óleo de soja, que usado de forma indevida pode gerar o entupimento da rede de esgoto e encarecer o processo de manutenção. A amostra de barita foi coletada no município Jucurutu/RN, tendo massa em torno 3,0 kg. Estas foram cominuídas, seguida de classificação entre 80-115 malhas. O produto menor do que 115 malhas foram utilizadas para a determinação da densidade (picnômetro) e do teor de BaO (fluorescência de raios X). As partículas entre 80 e 115 malhas foram utilizadas para a realização dos ensaios de flotação. Este trabalho foi realizado com amostras de resíduos fritura de óleo de soja coletado em Natal/RN. O óleo de soja proveniente de fritura foi saponificado com hidróxido de sódio. Nos ensaios de flotação foram otimizados o pH da solução e a concentração do coletor e comparados os resultados do óleo de fritura de soja saponificado com o oleato de sódio. O trabalho realizou análise do pH da solução entre os pH 6-12, tanto para o resíduo de óleo de soja saponificado como o oleato de sódio. A recuperação da barita identificada nas análises de pH demonstraram que o resíduo de fritura de óleo de soja saponificado teve a melhor flotabilidade em pH 10, enquanto o oleáto de sódio apresentou melhor resultado em pH 8. Estudos da determinação da concentração dos coletores (RFOSS e Oleato de sódio) foram efetuados entre $3,29 \times 10^{-6}$ e $1,31 \times 10^{-4}$, tendo a analisado que o melhor resultado foi de $3,29 \times 10^{-5}$ para o resíduo de fritura de óleo de soja e de $9,86 \times 10^{-5}$ para o oleato de sódio O resíduo de fritura de óleo de soja saponificado apresentou melhor resultado para a flotação de barita em pH 10 e concentração de $3,29 \times 10^{-5}$ para uma recuperação de 90,10%, enquanto o oleato de sódio apresentou pH igual a 8 e concentração $9,86 \times 10^{-5}$ para uma recuperação de 94,05%. Isso indica que o resíduo de fritura de óleo de soja pode ser utilizado em flotação. A realização deste trabalho deseja colaborar com os estudos feitos na área de flotação, e assim apresentar os dados do uso do resíduo de fritura de óleo de soja saponificado na flotabilidade da barita.

Introdução

Os ácidos carboxílicos são comumente usados em processos de flotação, sendo um dos principais reagentes para flotação de minerais semi-solúveis, que os caracterizam como um importante produto para a indústria e do processo de flotação (VIANA, 2005).

A flotação é um processo de separação de misturas heterogêneas que explora as diferenças nas características de superfície entre as espécies presentes no sistema aquoso. Após tratamento com reagentes, tais diferenças de superfícies entre as espéciesdo sistema tornam-se aparentes e, para o processo de flotação ter início é necessário que a bolha de ar seja capaz de atacar espécies de interesse e, transportá-la até a superfície (LEITE, 2007).

O desenvolvimento das atividades minerais no século XXI, as jazidas apresentam teores cada vez mais

baixos, ou seja, surgem novos obstáculos para a indústria mineral. É necessário beneficiar minérios mais complexos que necessitam de processos com alto rendimento, assim é de extrema importância que a flotação se adeque as novas exigências e desse modo novos trabalhos de pesquisa são extrema importância (CALDARA, 2010).

A barita é um mineral é um sulfato de bário, e o Brasil detém cerca de 2,37% da produção deste mineral, o qual tem como principais produtos a China, Índia e Marrocos, que juntos detém cerca de 66% da produção mundial em 2015. Nesse ano o Brasil produziu 173 mil toneladas, onde 100% foi beneficiado no estado de Goiás pela empresa de Anglo American Fosfatos Ltda (DNPM, 2016).

A figura 1 exibe dados sobre a produção comercialização da barita no Brasil.

Discriminação		Unidade	2013 ⁽¹⁾	2014 ⁽²⁾	2015 ⁽³⁾
Produção	Barita bruta (minério contido – BaSO ₄)	(t)	34.942,60	3.389	173.284
	Concentrado de Barita (minério contido BaSO ₄) ⁽³⁾	(t)	0,00	0,00	17.760
Importação	Sulfato de Bário Natural (Baritina) ⁽²⁾	(t)	42.935	49.070	36.575
		(10 ³ US\$-FOB)	8.440	9.238	6.470
	Carbonato de Bário Natural (Witherita) ⁽³⁾	(t)	490	378	108
		(10 ³ US\$-FOB)	303	200	49
	Hidróxido de Bário	(t)	419	373	377
		(10 ³ US\$-FOB)	980	814	716
	Sulfato de Bário (teor em peso >= 97)	(t)	9.747	8.301	6.674
	(10 ³ US\$-FOB)	7.858	6.502	4.756	
	Outros Sulfatos de Bário	(t)	91	82	62
		(10 ³ US\$-FOB)	47	55	35
	Carbonato de Bário	(t)	7.292	5.767	6.705
		(10 ³ US\$-FOB)	3.397	2.551	2.952
Exportação	Sulfato de Bário Natural (Baritina) ⁽⁴⁾	(t)	648	1.409	3.981
		(10 ³ US\$-FOB)	274	469	1.685
	Carbonato de Bário Natural (Witherita) ⁽⁵⁾	(t)	23	20	39
		(10 ³ US\$-FOB)	29	24	32
	Sulfato de Bário (teor em peso >= 97)	(t)	33	2	0
	(10 ³ US\$-FOB)	45	3	0	
	Carbonato de Bário	(t)	14	2	0,1
		(10 ³ US\$-FOB)	30	3	0,3
Consumo Aparente ⁽⁷⁾	Barita beneficiada (1+2+3) – (4+5)	(t)	42.754	48.019	48.777
Preço Médio	Baritina / Witherita (Base importação)	(US\$-FOB/t)	197/618	188/529	177/454
	Baritina / Witherita (Base exportação)	(US\$-FOB/t)	423/1.260	333/1.200	423/820

Figura 1 - Principais características sobre a barita no Brasil, 2016. Fonte: DNPM/DIPLAM; MDIC/SECEX.

Problemática

O destino dos resíduos de fritura de óleos de fritura é um problema que vem preocupando as empresas de tratamento de esgoto há alguns anos, pois são destinados na rede de esgoto que causam o entupimento das tubulações e pode encarecer o processo de tratamento em até 45% (BIODISELBR,2007).

Pergunta(s)/Hipótese(s)

Tendo visto o problema que os resíduo de óleo de soja tem gerado para o meio ambiente foi estudado a possibilidade dele servir como coletor na flotação do mineral barita, que por sua vez tem grande importância na industrial mineral. Foi feito ensaios de microflotação da barita utilizando como coletor o resíduo saponificado e usando como parâmetro o oleato de sódio.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a possibilidade do uso dos resíduos de óleo de fritura como coletor para uso na flotação da barita, verificar os resultados da flotação da barita com resíduo de fritura do óleo de soja utilizado em residências, e assim comparar as repostas do elemento não convencional com o ácido oleico, reagente, comumente, usado na flotação. Assim seria encontrado um destino correto para esse resíduo.

O objetivo específico é analisar e otimizar as melhores condições para a flotação da barita, tendo em vista o pH do meio e a concentração do óleo de fritura saponificado, bem como comparar com o oleato de sódio que é comumente usado na flotação.

Justificativa

A geração de resíduos óleos de fritura esta mencionada na lei Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, a qual afirma que o destino correto dos resíduos sólidos deve ser praticado pela comunidade em geral, neste caso o resíduo de óleo de fritura se enquadra na lei em questão. Alternativas econômicas para os resíduos de óleos de fritura deve ser objeto de pesquisa.

Referencial teórico/Estado da arte

A industria mineral tem se modernizado com o passar das últimas décadas, tendo em vista a dificuldades em encontrar depósitos minerais com teor elevados. Os minérios de baixo teor levou a realização de pesquisa com o objetivo de encontrar métodos eficientes para concentrar estes minérios. Um dos métodos de separação que se destaca neste contexto é o de flotação, que consiste na separação de minerais em misturas heterogêneas. É um procedimento de dissociação que ocorre em uma suspensão em água, onde as partículas que serão flotadas percorrem um trajeto diferente das outras partículas da solução. Isso ocorre pela capacidade de algumas partículas se prenderem a bolhas de gás que geralmente são ar e essas bolhas se aglomeram formando uma espuma que escapa verticalmente onde o material desejado e retirado (LUZ; et al.; 2010).

Uma das características que é de suma importância na flotação é a hidrofobicidade, a qual é a capacidade de alguns minerais se acoplarem em bolhas de ar, quanto mais hidrofóbico for o material, maior será a aversão do material a água e materiais polares, e também será maior sua afinidade a materiais apolares como ar atmosférico e substâncias graxas. Outro fator importante é que estudos mostram que essa propriedade pode ser manipulada em alguns minerais com a introdução de algumas substâncias específicas, então, tem-se a conclusão que podemos transformar qualquer mineral em hidrofóbico sobre a presença de um reagente especial, também é possível dentro de uma solução com diferentes minerais, selecionar apenas um para que ocorra uma hidrofobia seletiva (LUZ et al., 2010).

A figura 2 apresenta um modelo de célula de flotação.

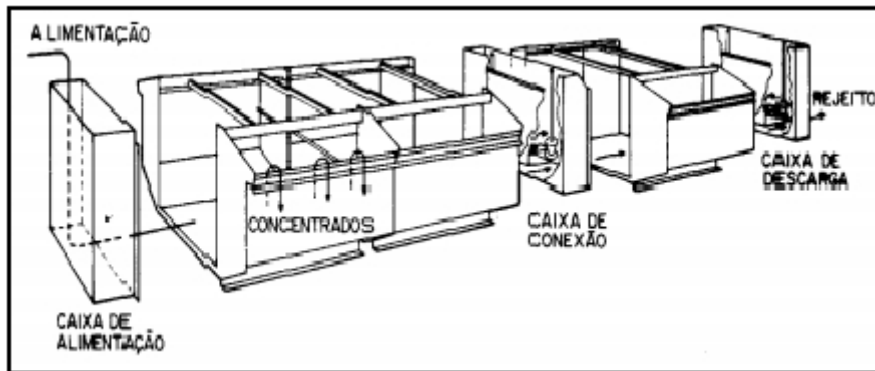


Figura 2 - Arranjo de célula de flotação . Fonte: CETEM, 2010.

Os óleos estão dentro da classe dos lipídeos e são ésteres formados a partir de ácidos graxos apresentados de forma líquida. Quimicamente, os lipídeos se classificam quanto a sua solubilidade em meio apolar. Esses ácidos podem ser chamados de ácidos carboxílicos e, geralmente, são monocarboxílicos com cadeia carbônica longa (CURI, 2002).

Os ácidos graxos são coletores usados na flotação com o comprimento de cadeia entre 8 e 18 carbonos devido ao fato de que abaixo de 8 carbonos as cadeias são muito fracas e a cima de 18 a solubilidade é muito baixa, eles são muito usados na flotação de fosfatos e fluorita no Brasil. Esses óleos funcionam em ambiente alcalino ou saponificado. Também existem reagentes que são adquiridos por sulfonação e sulfatação de ácidos graxos, geralmente, eles são usados na com minerais alcalinos terrosos como a barita (LUZ et al., 2010).

A barita é um sulfato de bário ($BaSO_4$) com 65,7% de BaO e 34,3 de SO_3 e é um mineral de alta densidade, 4,5 g/cm³ (PAPINI, 2007).

Os processos de beneficiamento desse material consistem na britagem, lavagem em classificador espiral e moagem, após isso é feita a flotação realizada, geralmente, com ácidos carboxílicos. Além disso é possível analisar uma perspectiva mais econômica desse mineral, que tem suas principais reservas encontradas na China e na Índia, aproximadamente, 62% da produção mundial. Ele também é comumente usado na indústria petrolífera, automobilística, têxtil e química, nesses segmentos ela é utilizada para fluídos de perfuração de petróleo, tintas, vidros, pigmentos, sais químicos de bário, entre outros (VILAÇA, 2015).

A barita apresenta resultados para a flotação superiores a 90% com oleato de sódio em pH entre 6-7, entretanto não flota em pH menor do que 5 devido apresentar ponto isoelétrico em pH 3,1 (REN et al., 2017).

Estudo comparativo do desempenho dos coletores AERO-845 e o óleo de mamona saponificado (OMS) foi realizado com amostras de barita (46,85 % BaO) em escala de laboratório usando célula de flotação tipo Denver, obtendo melhores resultados em pH 10 e concentrações dos coletores de 250 g/t (AERO-845) e 670 g/t (OMS) apresentado, respectivamente recuperações 98,25% e 90,2,5% (Leite, Dantas Neto, Dantas, 1993).

Materiais e Métodos/Metodologia

A amostra de barita foi coletada no município Jucurutu/RN, tendo massa em torno 3,0 kg. Estas foram cominuídas em gral de pistilo, seguida de classificação em peneira de 80 e 115 malhas. O material menor do que 115 malhas foram utilizadas para a determinação da densidade usando a técnica do picnometro e do teor de BaO usando técnica de fluorescência de raios X com o equipamento EDX-720 da Shimadzu.

As partículas entre 80 e 115 malhas foram usadas para a realização dos ensaios de microflotação usando tubo de Hallimond.

Este trabalho foi realizado a partir de 100 ml de amostras de óleo de soja usado em fritura coletado em residência em Natal/RN.

O óleo de soja proveniente de fritura foi saponificado com hidróxido de sódio usando a relação (5,5 ml de óleo de soja e 1,0 g de NaOH e 1 ml de água destilada). Para uso como coletor, este foi solubilizado em água, tendo em vista a concentração desejada.

Os ensaios de flotação foram avaliados o pH da solução e a concentração do coletor e comparados os resultados do óleo de fritura de soja saponificado com o oleato de sódio.

A flotabilidade da barita é apresentada na equação I.

$$\% f = mf/a * 100 \text{ (I)}$$

Onde mf massa flotada, a massa alimentada (1 g) e % f é a flotabilidade da barita.

O pHmetro de bancada utilizado foi com o Thermo Orion, sendo as ensaios de flotação as soluções foram reguladas com HCl e NaOH.

O fluxograma simplificado do processo se encontra apresentado na figura 3.

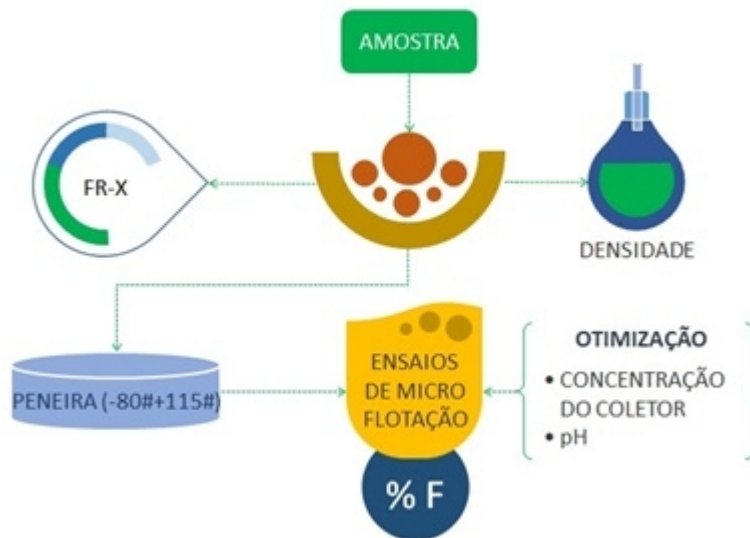


Figura 3 - Fluxograma simplificado das etapas do trabalho.. **Fonte:** Autores, 2018.

Resultados e Discussões

Os resultados de caracterização da barita estão apresentados na figura 4.

Densidade (g/cm ³)	Teor de BaO (%)
4,49	65,60

Figura 4 - Resultados da análise química e densidade. **Fonte:** Autores, 2018.

Utilizando o teor de óxido de bário e fazendo um balanço estequiométrico com este resultado, pode-se afirmar que a amostra apresentar teor de barita de 99,84% e a densidade mostra-se compatível com resultado o apresentado na literatura (PAPINI, 2007).

A figura 5 apresenta os cristais da barita usados no processo de flotação.



Figura 5 - Cristais de barita usados no processo de flotação. **Fonte:** Autores, 2018.

A figura 6 apresenta os resultados da flotabilidade do oleato de sódio e do óleo de soja de fritura saponificado em função do pH do meio. As concentrações dos coletores utilizados foram em $3,29 \times 10^{-6}$ mol/l.



Figura 6 - Flotação da barita usando o oleato de sódio e o óleo de soja de fritura saponificado em função do pH.. **Fonte:** Autores, 2018.

Os melhores resultados observados para a flotabilidade da barita foi o pH 8 para o ácido oleico e o pH 10 para o óleo de soja de fritura saponificado, com flotabilidade de 29,39% e de 22,09%, respectivamente. Nota-se que a partir do pH 10 o rendimento é reduzido

A figura 7 apresenta os resultados da flotabilidade do oleato de sódio e do óleo de soja de fritura saponificado em função da concentração dos coletores utilizados e com pH otimizado com os resultados obtidos no ensaio anterior. Ou seja, pH 8 para o oleato de sódio e pH 10 para o óleo de soja de fritura saponificado.

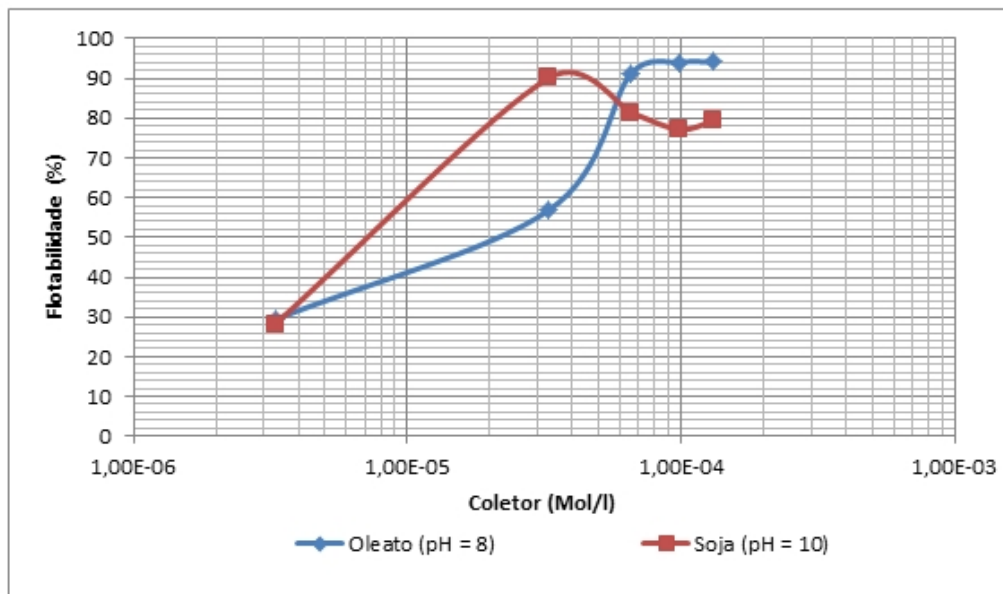


Figura 7 - Gráfico da flotabilidade da barita em função da concentração dos coletores. **Fonte:** Autores, 2018.

Para o oleato de sódio, tivemos um melhor rendimento a partir da concentração de 0,0001 mol/L, já para o resíduo do óleo saponificado temos um bom rendimento a partir de 0,00001 mol/L.

Considerações finais

O resíduo de fritura de óleo de soja saponificado apresentou melhor resultado para a flotação de barita em pH 10 e concentração de $3,29 \times 10^{-5}$ para uma recuperação de 90,1%, enquanto o oleato de sódio apresentou pH igual a 8 e concentração $9,86 \times 10^{-5}$ para uma recuperação de 94,05%. Concluindo que a utilização do resíduo de óleo de soja é possível para flotar a barita e com um bom rendimento.

Apoio

Diretória de Pesquisa e Inovação do Campus Natal Central do Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Agradecimento

Gostaria de expressar agradecimentos a Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal do Rio Grande do Norte e ao CNPq pela concessão das bolsas de Iniciação Científica

Referências:

ASTELLANELLI, Carlos Alessandro. **Estudo da viabilidade da produção do biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado, na cidade de Santa Maria**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, UFSM-RS, Santa Catarina, 2008.

Biodieselbr. **Reciclagem de óleo de cozinha**. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/reciclagem-oleo-cozinha-10-07-07.htm>>. Acesso em: 24 de jul.218.

CALDARA, J. A.. Abordagem sobre a aplicação da flotação em coluna em beneficiamento mineral. **Jornada de Iniciação Científica**. 2010.

Curi, R; Pompeia, C; Myasaka C.K; Procopio. J. **Entendendo a Gordura - Os Ácidos Graxos..** Barueri: Monele Ltda, 2002.

DNPM. **Sumário Mieral**. Brasília: DNPM, 2016.

LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina Alves. **Tratamento de Minérios**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

Leite, J. Y. P.; Dantas Neto, A. A.; Dantas, T. N. C..Leite, J. Y. P.; Dantas Neto, A. A.; Dantas, T. N. C.. Estudo comparativo do desempenho dos coletores AERO-845 e OMS na flotação da barita. p. 951 - 963. Congresso Ítalo-Brasileiro de Engenharia de Minas, II n., 1993, São Paulo. **Vol. II**. São Paulo: USP, 1993.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Brasília, 2010.

Papini, Rísia Magriotis, Araujo, Armando Corrêa de, Leite, Aline Pereira, Silva, Renata Corrêa da, . Estudo de rotas de concentração para amostras de barita. **Revista Escola de Mina**. 2007.

Ren, Z.; Yu, F.; Gao, H.; Chen, Z.; Peng, Y.; Liu, L. . Selective Separation of Fluorite, Barite and Calcite with Valonea Extract and Sodium Fluosilicate as Depressants. **Minerals**. 2017.

VIANA, Paulo Roberto de Magalhaães; ARAUJO, Armando Corre?a de; PERES, Anto?nio Eduardo Clark. . Adsorção de coletores aniônicos em silicatos.. **Revista Escola de Minas**. 2005.