

## **RESÍDUO DE ÓLEO DE FRITURA DE ALGODÃO SAPONIFICADO APLICADO À FLOTAÇÃO DE MINERAIS**

Luan Ribeiro de Macedo<sup>1</sup>; Kyvia Maria Nascimento de Araújo<sup>1</sup>; Iasmim Ariane Silva<sup>2</sup>;  
Sarah Rachel Lourenço da Costa<sup>3</sup>; José Yvan Pereira Leite<sup>4</sup>.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do  
Norte, e-mail: luanribeiro.macedoo@gmail.com*

**Resumo:** Os óleos vegetais são utilizados nos processos de frituras na área de alimentos e estes produzem elevados níveis de resíduos em função da sua utilização. Estes apresentam riscos à saúde humana e ao meio ambiente, bem como geram problemas nas estações de tratamento de água com aumento nos custos operacionais. Com o objetivo de conhecer a quantidade de resíduos de fritura de óleo de algodão proveniente de restaurantes de comida japonesa nos principais municípios do Estado do Rio Grande do Norte foi efetuado um levantamento do número destes nas cidades de Apodi, Caicó, Currais Novos, Natal, Mossoró, Parnamirim, Santa Cruz, Nova Cruz, Goianinha, Touros, São Miguel do Gostoso e Tibau do Sul. O óleo de algodão é uma mistura de ácidos carboxílicos e quando é submetido ao processo de fritura sofre reações químicas que modificam sua composição, aumentando a quantidade de ácidos graxos livres. Este trabalho objetiva verificar a obtenção de um coletor a partir do resíduo de óleo de fritura de algodão, tendo em vista sua aplicação na separação mineral. Os ácidos carboxílicos, em particular o ácido oleico é utilizado como coletor no processo de flotação que é amplamente usado pela indústria mineral. Para investigar a aplicabilidade deste reagente coletor foram realizados ensaios de microflotação em tubo de Hallimond modificado com amostras de Barita, Calcita e Quartzo. Os testes de microflotação apresentaram % de flotabilidade positivos.

**Palavras-chave:** Flotação, Barita, Calcita, Óleo de Algodão, Resíduo de Fritura.

### **Introdução**

Dentre os óleos vegetais produzidos no Brasil, o óleo de Algodão é o segundo mais consumido pela sociedade na indústria alimentícia. Assim, gera uma produção alta de resíduos de óleo de fritura e conseqüentemente danos ao meio ambiente, afetando pessoas, fauna e flora. Quando são descartados no solo, eliminam a vegetação e microrganismos, sendo capaz de atingir o lençol freático e prejudicando poços de região de entorno. Além disso, geram problemas significativos de contaminação de águas residuárias e conseqüentemente encarece o processo nas estações de tratamento de água.

A indústria mineral faz uso intensivo de reagentes nos processos de flotação, sendo assim os resíduos podem ser uma alternativa para a obtenção de coletores não convencionais aplicados a flotação de minerais.

Os óleos são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana. Estes estão dentro da classe dos lipídeos e são ésteres formados a partir de ácidos graxos, mostrados em forma líquida. Quimicamente, os lipídeos se classificam quanto a sua solubilidade em meio apolar. Esses ácidos podem ser chamados de

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

[www.conadis.com.br](http://www.conadis.com.br)

ácidos carboxílicos e, geralmente, são monocarboxílicos com cadeia carbônica longa (CURI, 2002).

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 espécies do 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).

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 mineral, maior será a aversão do mineral 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. A substância capaz de adsorver-se à superfície do mineral e torná-la hidrofóbica é denominada coletor e o mecanismo de adsorção e geração de hidrofobicidade é denominado coleta (CHAVES, 2010).

A barita é um sulfato de bário ( $BaSO_4$ ), em estado puro contém 58,8% de bário e 41,2% de sulfato e é um mineral de alta densidade,  $4,5g/cm^3$ . 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 (DNPM, 2016).

As principais reservas mundiais estão localizadas na China, Índia e Marrocos, estes responsáveis por 66% da produção mundial em 2015. Além disso, a barita é insumo básico para 3 setores industriais, 1) fluido de perfuração de petróleo e gás; 2) sais químicos de bário (sulfato, hidróxido, peróxido, óxido, cloreto, etc.); 3) preparação de tintas, pigmentos, vernizes, vidros, papel, plásticos. O consumo aparente de barita beneficiada em 2015 é cerca de 49 kt (mil toneladas), uma variação de 2% em relação ao registrado em 2014. Em 2015, a produção de barita bruta (minério contido –  $BaSO_4$ ) no Brasil foi de 173 mil toneladas, sendo que a produção beneficiada foi de 20.894,95 t que resultaram em 17.760 t de contido de barita ( $BaSO_4$ ). As exportações brasileiras de barita em 2015 incluem bens primários (baritina e witherita) e compostos químicos (sulfato de bário com teor e peso  $\geq 97$ , outros sulfatos de bário e carbonato de bário), os quais totalizaram 4.020 toneladas, aumento de 181% em

relação a 2014. Os principais destinos dos produtos primários de bário foram a Argentina, México, Uruguai, Angola, Venezuela, Bolívia e Paraguai (DNPM, 2016).

A produção de barita remonta ao início da década de 1930, quando apenas a barita de alto teor foi extraída (isto é, mais de 80% de BaSO<sub>4</sub>). O método de beneficiamento foi exclusivamente lavra, dimensionamento e separação por gravidade. Os estudos de flotação foram iniciados no início dos anos 50, quando a flotação de barita foi realizada a partir de um minério relativamente complexo e método de separação não era aplicável. Atualmente, vários produtores de barita usam flotação para recuperar a barita do depósito de rejeito e minério complexo que contém sílica, fluorita, calcita, celestina e outras impurezas.

Este trabalho objetiva quantificar os resíduos de óleo de fritura de algodão proveniente de restaurantes de comida japonesa dos principais municípios do estado do Rio Grande do Norte e verificar o uso como coletor de flotação aplicado a indústria mineral.

## **Materiais e Métodos**

Para a realização dos testes de microflotação em tubo de Hallimond modificado, foram coletadas amostras de Barita, Calcita e Quartzo, originados respectivamente das regiões de: Jucurutu/RN e Currais Novos/RN (Mina Brejuí e Mina Ubaeira).

O resíduo de óleo de fritura de algodão (óleo fry Base Algodão – 14,5kg) foi coletado em um restaurante japonês em Natal-RN, localizado no Bairro de Lagoa Nova, o qual foi submetido à temperatura de 200° C por 24 horas.

A quantidade de resíduo médio gerado mensal por este restaurante foi determinada pela equação:  $R = R_d \times 30$ , onde R é o resíduo total mensal em m<sup>3</sup>, R<sub>d</sub> é o resíduo diário e 30 é o número de dias no mês.

O consumo de óleo de algodão nos restaurantes foi estimado através de levantamento nos principais municípios do RN no aplicativo Ifood, Google maps e mídias sociais.

Para ser utilizado como reagente coletor dos minerais de Barita, Calcita e Quartzo, este resíduo de fritura de óleo de algodão foi saponificado com NaOH e água destilada da seguinte maneira: Pesou-se 1,0 g de Hidróxido de Sódio em um recipiente em uma balança analítica e sucessivamente foi adicionado 1 ml de água destilada e 5,5 ml do óleo de fritura de algodão medidos por uma pipeta e diluídos até solidificar. Após esse processo pesou-se 0,5g do óleo de fritura de algodão saponificado com o NaOH e colocado em um Balão de Erlenmeyer com

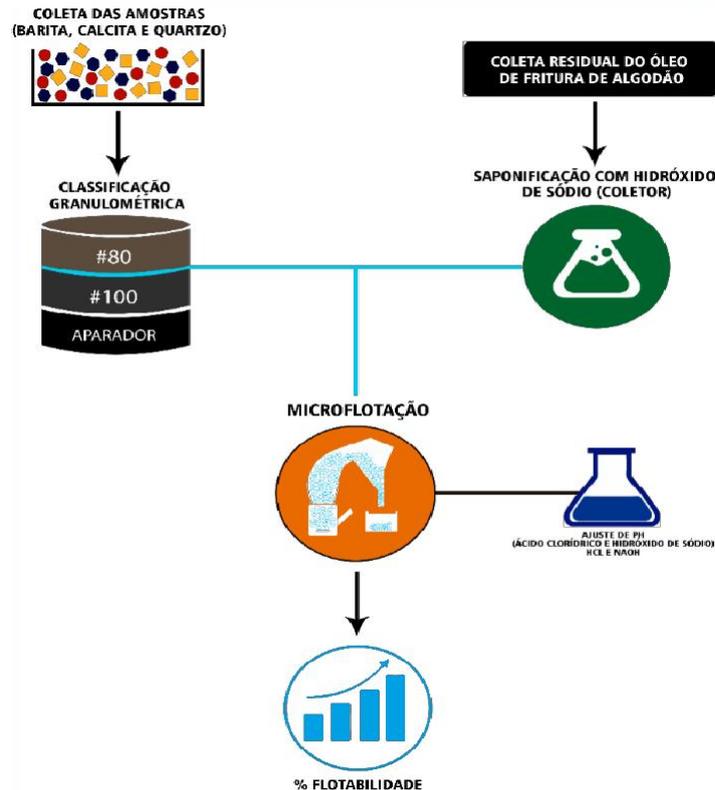
500 ml de água destilada e foi realizado o mesmo procedimento com 1,0g, 2,0g, 4,0g e em seguida foram levados a um agitador magnético, deixando o composto em forte agitação até diluir totalmente.

Os ensaios de microflotação foram feitos com o tubo de Hallimond modificado, variando o pH da flotação com o Ácido Clorídrico e Hidróxido de sódio e concentração do coletor.



**Figura 1 - Tubo de Hallimond.** Fonte: Autores

Os minerais utilizados foram Barita, Calcita e Quartzo e usou-se 1g de mineral por ensaio, na fração entre 0,15-0,18 mm. Os tempos de condicionamento e flotação foram de um minuto. Após os ensaios de flotação o produto flotado foi secado em estufa até peso constante em 105° C. A flotabilidade foi determinada a partir da relação entre a massa flotada após secagem na estufa e a massa total da amostra. A metodologia da execução da pesquisa está apresentada na Figura 2.



**Figura 02 - Fluxograma simplificado das operações.**

Fonte: Autores.

## Resultados e Discussão

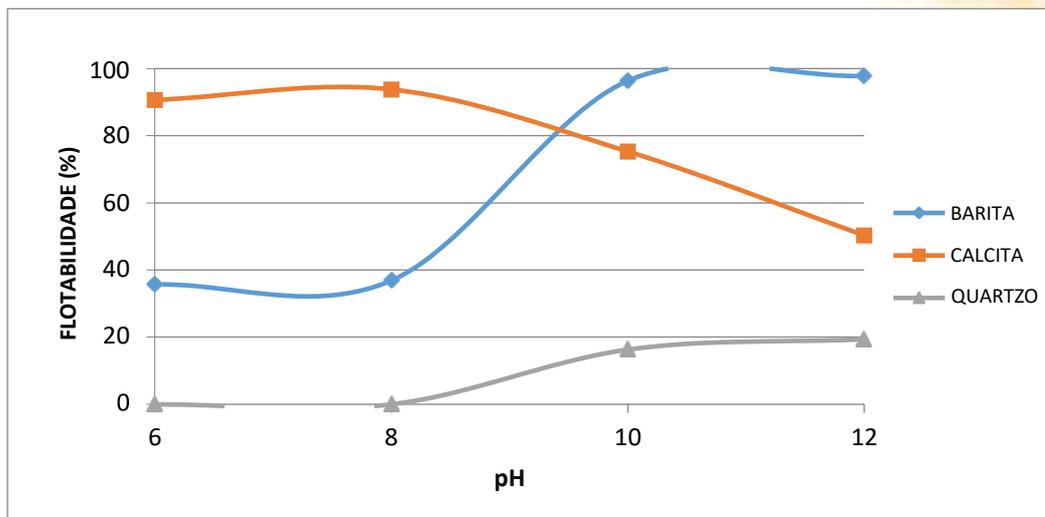
O levantamento identificou 75 restaurantes nos seguintes municípios: Apodi, Caicó, Currais Novos, Natal, Mossoró, Parnamirim, Santa Cruz, Nova Cruz, Goianinha, Touros, São Miguel do Gostoso e Tibau do Sul.

A Quantificação dos resíduos de óleo de fritura de algodão coletado em um restaurante em Natal/RN foi de 0,072m<sup>3</sup> por mês.

Conhecendo a quantidade de resíduo gerado por este restaurante e considerando os 75 restaurantes do Estado do RN, estima-se que são gerados 5,4m<sup>3</sup> do óleo de algodão de fritura residual no RN por mês.

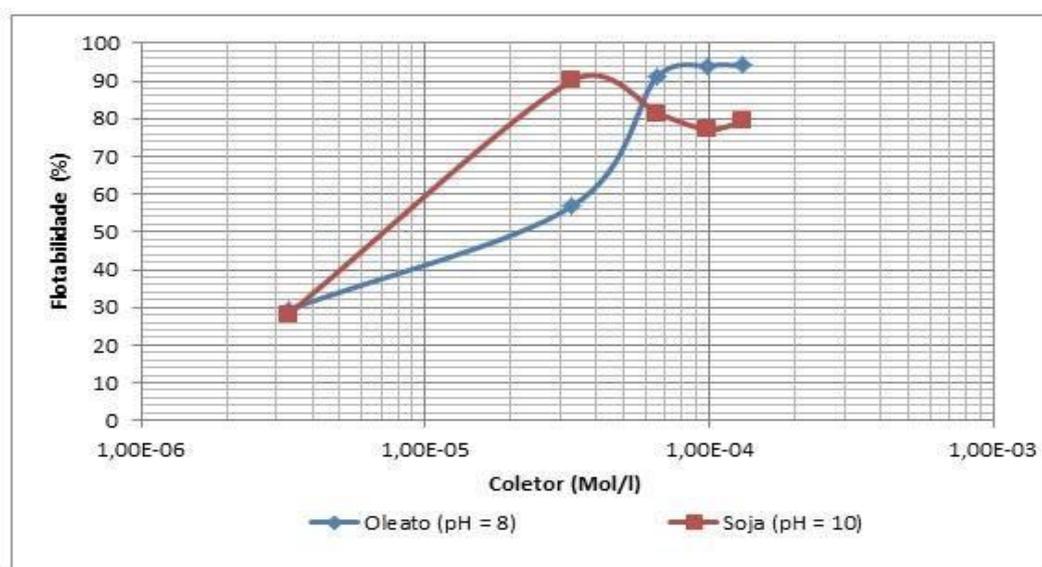
Estima-se que no RN são gerados 64,8m<sup>3</sup> por ano de resíduo de óleo de fritura de algodão e parte deles são vendidos a R\$ 0,70 Centavos para fabricantes de sabão.

O uso do resíduo do óleo de fritura de algodão na flotação pode ser uma alternativa de valorização econômica. A figura 3 apresenta os resultados do percentual de flotabilidade dos minerais em estudo em função do pH do meio.



**Figura 3 - Flotabilidade de barita, calcita e quartzo em função do pH do meio.**

Fonte: Autores.



**Figura 4 - Gráfico da flotabilidade da barita em função da concentração dos coletores.**

Fonte: (Frutuoso, Alves, Leite, 2018)

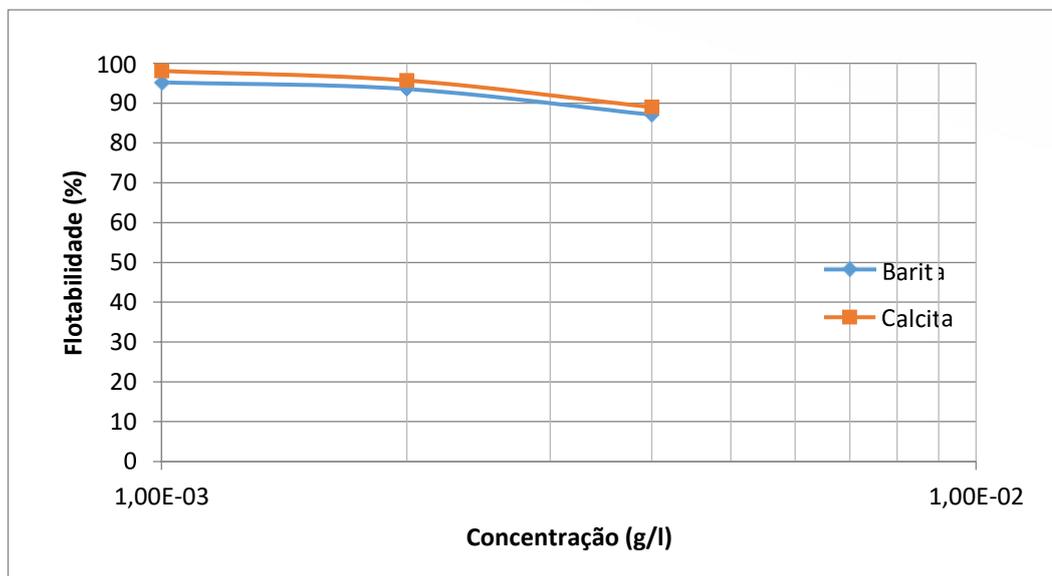
Observando a figura 3, verifica-se que apresentou resultados significativos para o % de flotabilidade utilizando concentração de  $1,25 \times 10^{-4}$  g/l do óleo residual de fritura. A barita apresentou melhor flotabilidade para a faixa de pH entre 10 e 12, tendo resultados de 96,36% e 97,79% respectivamente. A calcita, observa-se que a melhor flotabilidade foi para o pH 8 para uma recuperação de 93,76%, enquanto o quartzo mostrou melhor flotabilidade em pH igual a 12 com recuperação de 19,38%. A figura 04 mostra os resultados de recuperação de flotabilidade da barita utilizando como coletores o resíduo do óleo de fritura de soja saponificado e o Oleato de sódio. Observa-se que o resíduo de fritura de algodão em

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

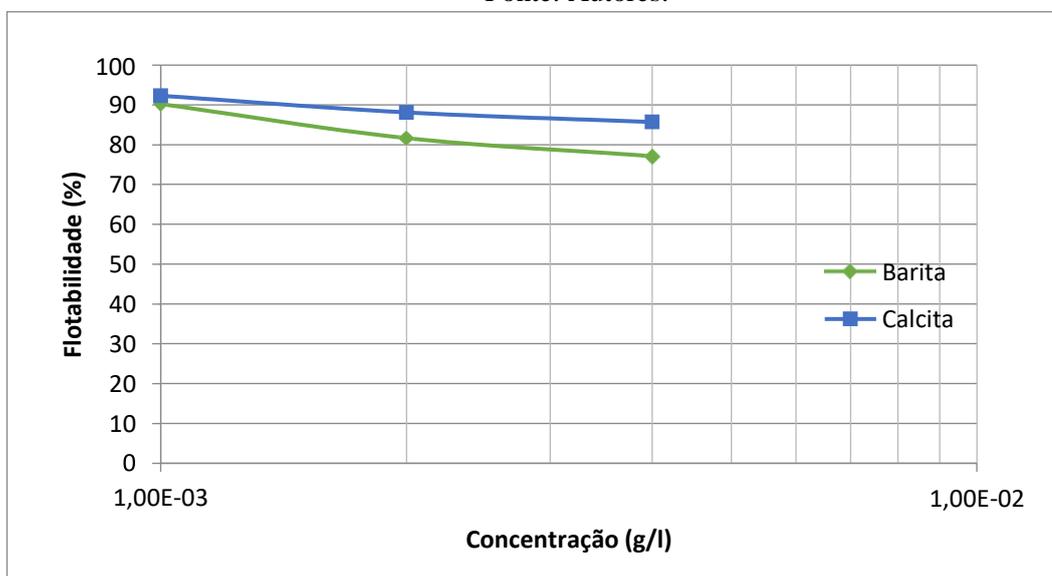
[www.conadis.com.br](http://www.conadis.com.br)

condições semelhantes, teve % de flotabilidade similar ao Oleato de sódio, o qual apresenta-se como coletor convencional aplicado a indústria mineral. Para melhor visualização dos resultados a figura 5a e 5b mostra o comportamento de flotabilidade em função das concentrações e do pH do meio.



**Figura 5a - % de flotabilidade em função das concentrações em pH 8.**

Fonte: Autores.



**Figura 5b - % de flotabilidade em função das concentrações em pH 10.** Fonte: Autores.

De acordo com os resultados das figuras 5a e 5b, o pH 8 foi o mais seletivo, uma vez que, nesse pH, observa-se que a concentração que iniciou foi de  $1,0 \times 10^{-3}$  e teve a maior recuperação de flotabilidade. Um % de flotabilidade de 98,1% de barita e 95,69% para calcita.

## Conclusão

Os resultados exploratórios em tubo de hallimond mostram que em concentrações mais baixas a uma elevação da flotabilidade. Dessa forma o resíduo de óleo de fritura de algodão saponificado apresenta-se como alternativa utilizando as melhores condições como coletor de flotação aplicado a indústria mineral. Substituindo os reagentes convencionais e diminuindo os custos e dando um descarte adequado a este resíduo.

## Referências

LEITE, J Y P. **Notas de aula de flotação**. IFRN. 2007. pp. 1-40.

CURI, Rui et al. **Entendendo a Gordura - Os Ácidos Graxicos**. Barueri: Editora Monele Ltda., 2002.

Chaves, A. P., Leal Filho, L. S., Braga, P. F. Flotação. In: **Tratamento de Minérios**. Rio de Janeiro: Cetem, 2010. Cap. 11. p. 465-513. Brasil.

FRUTUOSO, V N L; ALVES, A M R C; LEITE, J Y P. **Flotabilidade da Barita Usando Oleato de Sódio e Óleo de Soja de Fritura Saponificado**. 2018

Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral** / Coordenadores Lima, Thiers Muniz; Brasília, Carlos Augusto Ramos Neves: DNPM, 2016. Disponível em:

<<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016/view>>Acesso em: 25 nov.2018