

CONTRIBUIÇÃO NA MELHORIA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DO ÓLEO DE FRITURA EM OPERAÇÃO EM INDÚSTRIA DOMISSANITÁRIA

Ivan Xavier Lins, Mohand Benachour, Flávia Moura de Moraes
Universidade Federal de Pernambuco, ivanxavierlins@hotmail.com

RESUMO

Estimativas apontam que um litro de óleo de fritura descartado de forma inadequada contamina cerca de 20 mil litros de água. Por se tratar de um resíduo com capacidade de se tornar matéria-prima em diversos processos, a busca por novas técnicas para tratar este resíduo de forma mais eficiente, vem crescendo em todo o país, além de ser de suma importância ambiental. O presente resumo, realizado em uma indústria domissanitária, Recife/PE, teve como objetivo o desenvolvimento de técnicas de tratamento físico-químicos em óleo residual de fritura, coletados no estado de Pernambuco, envolvendo as seguintes etapas: gradeamento, para separação óleo de fritura bruto/particulados, e decantação, para separação do óleo de fritura pré-tratado (após gradeamento)/água. Pretende-se com o óleo tratado e as águas oriundas das operações unitárias de separação líquido/sólido e líquido/líquido, valorizá-los na forma de matérias primas para produção sustentável do sabão em barra e para alimentação das caldeiras de geração de vapor. Melhorias foram efetuadas tanto na etapa de gradeamento, permitindo reduzir a quantidade dos particulados no óleo de fritura bruto, passando de 20% para 35% (v/v). Quanto na etapa de decantação de óleo de fritura pré-tratado/água, realizada em escala industrial, houve um aumento dos rendimentos de recuperação dos óleos passando de 59% para 70% (v/v), depois das modificações propostas no processo de separação em escala industrial de óleo de fritura pré-tratado/água, respectivamente. As modificações propostas, frutos da nossa contribuição durante o projeto, envolveram a redução das aberturas da grade de separação de óleo de fritura bruto/particulados (etapa de gradeamento) e inclinação aumentando sua capacidade quanto a saturação da tela e desenvolvimento de testes laboratoriais (em funil de separação) de recuperação de óleo do sistema óleo/emulsão/água que nortearam a melhoria do processo de separação óleos pré-tratados/água em tacho industrial (25 m³), obtendo um aumento na recuperação de óleo de 53,1% para 73%.

PALAVRAS-CHAVE: Óleos de fritura, Separação sólido/líquido, Separação óleo/água, Meio ambiente, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O aumento do uso do óleo de cozinha, frequentemente utilizado em frituras, cujo excesso de consumo pode causar danos a saúde humana e ao meio ambiente se descartado de modo inadequado (pelo ralo das pias), provocando assim o entupimento das tubulações nas redes de esgoto, aumentando em até 45% os seus custos de tratamento (TIWARI, 2018). Apesar de pesquisas já terem demonstrado que um litro de óleo de cozinha que rejeitado para o corpo hídrico contamina cerca de 20.000 litros de água, só agora os ambientalistas concordam que não existe um modelo de descarte ideal do produto, mas sim, alternativas de reaproveitamento do óleo de fritura para a fabricação de biodiesel, sabão e etc. (FILHO, 2018).

Os principais óleos e gorduras vegetais comercializados são: óleo de soja, canola, amendoim, girassol, óleo de milho, de arroz, de uva, óleo ou gordura de coco de babaçu, óleo ou gordura de coco, óleo ou gordura de palma, de palmiste, óleo de gergelim, óleo misto ou composto, óleo vegetal saborizado e azeite saborizado, óleo de oliva, azeite de dendê (CAMARGO, 2016).

Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente a sua poluição. Historicamente, o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu ao longo dos rios devido à disponibilidade de água para abastecimento e a possibilidade de utilizar o rio como corpo receptor dos dejetos. O fato preocupante é o aumento tanto das populações quanto das atividades industriais e o número de vezes que um mesmo rio recebe dejetos urbanos e industriais, a seguir servindo como manancial para a próxima cidade ribeirinha (WU, 2018).

A poluição origina-se devido as perdas de energia, produtos e matérias-primas, ou seja, devido à ineficiência dos processos industriais. O ponto fundamental é compatibilizar a produção industrial com a conservação do meio ambiente que nos cerca. Somente a utilização de técnica de controle não é suficiente, mas é importante a busca incessante da eficiência industrial, sem a qual a indústria torna-se obsoleta e é fechada pelo próprio mercado. A eficiência industrial é o primeiro passo para a eficiência ambiental (GAGOL, 2015).

A poluição pelos efluentes líquidos industriais deve ser controlada inicialmente pela redução de perdas nos processos, incluindo a utilização de processos mais modernos, arranjo geral otimizado, redução do consumo de água incluindo as lavagens de equipamentos e pisos industriais, redução de perdas de produtos ou descarregamentos desses ou de matérias primas na rede coletora. A manutenção também é fundamental para a redução de perdas por vazamentos e desperdício de energia (WU, 2018).

Após a otimização do processo industrial, as perdas causadas pela poluição hídrica devem ser controladas utilizando-se sistemas de tratamento de efluentes líquidos (GAGOL, 2015).

Os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados a partir dos seguintes fatores: a legislação ambiental regional; o clima; os custos de investimento; os custos operacionais; a quantidade e a qualidade do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes industriais; a qualidade do efluente tratado; a segurança operacional relativa aos vazamentos de produtos químicos utilizados ou dos efluentes; explosões; geração de odor; a interação com a vizinhança; confiabilidade para atendimento à legislação ambiental; possibilidade de reuso dos efluentes tratados (WU, 2018).

Óleos e graxas entram em contato com água em muitos processos industriais. A energia dissipada pelo processo, a presença de substâncias surfatantes e partículas sólidas fazem com que o óleo se apresente de várias formas nos efluentes líquidos. As formas mais comuns são: livre, disperso, emulsificado e dissolvido (MOTTA, 2015).

Segundo Silva (2018) e pode-se classificar a presença de óleo em solução aquosa sob quatro formas distintas: livre, disperso, emulsificado e solubilizado. O óleo livre representa as dispersões grosseiras constituídas por gotas com diâmetro superior à 150 μm . Este tipo de dispersão é facilmente removido por meio de processos convencionais de separação gravitacional. O óleo disperso, normalmente com diâmetros de gota entre 50 e 150 μm , também pode ser removido por processos gravitacionais. Finalmente, o óleo pode também estar solubilizado na água (200 mg/L) sendo extremamente difícil a sua remoção, requerendo o uso de processos químicos especiais tais como, a extração com solventes, e/ou o emprego do tratamento biológico.

Um decantador é uma unidade de separação gravimétrica comum na qual a separação de líquidos imiscíveis ou parcialmente imiscíveis é realizada (Figura 2). Amplamente utilizado em vários processos contínuos, por exemplo, como uma unidade de separação óleo/água, em um processo de tratamento de águas residuais, como uma unidade de separação de biodiesel/água. Existem vários fatores que afetam a eficiência de separação de um decantador, sendo necessária uma diferença de densidade suficiente entre dois líquidos, Parâmetros operacionais como composição da alimentação e taxa de alimentação aproximadamente constantes (CHONWATTANA, 2018).

Independente da forma como o óleo se apresenta, o descarte ou reinjeção da solução oleosa só é permitido depois que o óleo e os sólidos em suspensão são removidos. As concentrações máximas de óleo e sólidos permitidas nos efluentes depende da legislação de cada país (MIGUEL, 2014). No Brasil, de acordo com a resolução no 393 do CONAMA (2007), indica que o valor de óleo no efluente é de até 29 mg/L.

O presente Artigo teve como objetivos desenvolver melhorias nos processos físicos e físico-químicos do tratamento de óleos de fritura coletados no Estado de Pernambuco para inserção no processo de produção de sabão em barra em uma indústria domissanitária.

OBJETIVO

O referido trabalho teve como objetivo desenvolver melhorias no que diz respeito aos processos físicos bem como os físico-químicos do tratamento aplicado ao óleo de fritura coletado no Estado de Pernambuco, Região Nordeste brasileira, para viabilizar a separação em três estágios água, óleo e impurezas com intensificação do processo produtivo do sabão em Indústria química de produtos domissanitário.

METODOLOGIA

A metodologia proposta apresenta as diferentes etapas empregadas na separação do óleo de fritura bruto (contendo material sólido particulado) e na separação do óleo de fritura pré-tratado/água. Esse material foi concebido inicialmente em escala laboratorial, em seguida partindo para aplicação em escala industrial.

Processo Atual de Tratamento do Óleo de Fritura

A seguir apresentamos na figura 1, o fluxograma onde as etapas são descritas, percorrendo o caminho do óleo de fritura, desde sua coleta até a fabricação do produto domissanitário sustentável, neste caso, o sabão em barra e reuso da água de separação em caldeiras de geração de vapor e de irrigação dos jardins localizados nos arredores interiores da indústria.

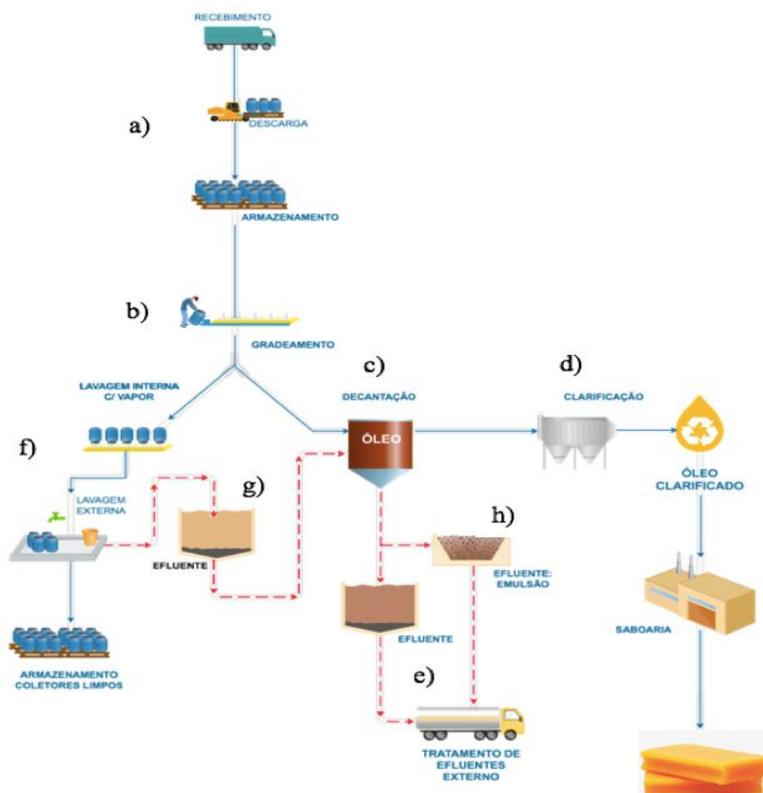


Figura 1: Fluxograma do recebimento e tratamento do óleo residual de fritura. Fonte: Autor do Trabalho.

O fluxograma mostrado acima, consiste nas etapas descritas: a) coletar o óleo de fritura em estabelecimentos que geram óleo de forma direta (bares, restaurantes, cantinas) ou indiretamente (pontos de entrega voluntários (PEV)); b) remover as impurezas na forma de partículas sólidas > 5 mm por separação através da passagem do óleo bruto por um gradeamento; c) separar a água contida no óleo pós-gradeamento em um decantador alimentado por um fluxo de vapor de água visando desestabilizar a emulsão água/óleo e separação posterior de água (fase inferior), partículas orgânicas (fase intermediária) e óleos (fase superior) por diferença de densidade; d) remover o odor e cor do óleo decantado (fase superior) empregando um filtro prensa. O óleo resultante desse processo segue como matéria-prima para produção de sabão sólido; e) encaminhar a água proveniente da decantação (teor de óleo significante) para estação de tratamento das águas oleosas externa; f) lavar os coletores (confeccionados com PVC) de óleos de fritura; g) misturar a água oleosa (proveniente da lavagem dos coletores) com a água oleosa da etapa de decantação, para envio para estação de tratamento; h) armazenar as suspensões orgânicas (< 5 mm), advindas do gradeamento, no tanque de armazenamento para tratamento externo a unidade fabril.

Processo Proposto para Tratamento do Óleo de Fritura

A seguir apresentamos a figura 2, onde trazemos, através do fluxograma ilustrativo, o processo de tratamento do óleo de fritura. Esse processo foi proposto após testes efetuados em escala laboratorial, em que pode ser visualizado uma melhoria dos rendimentos de separação líquido/sólido e líquido/líquido imiscíveis.

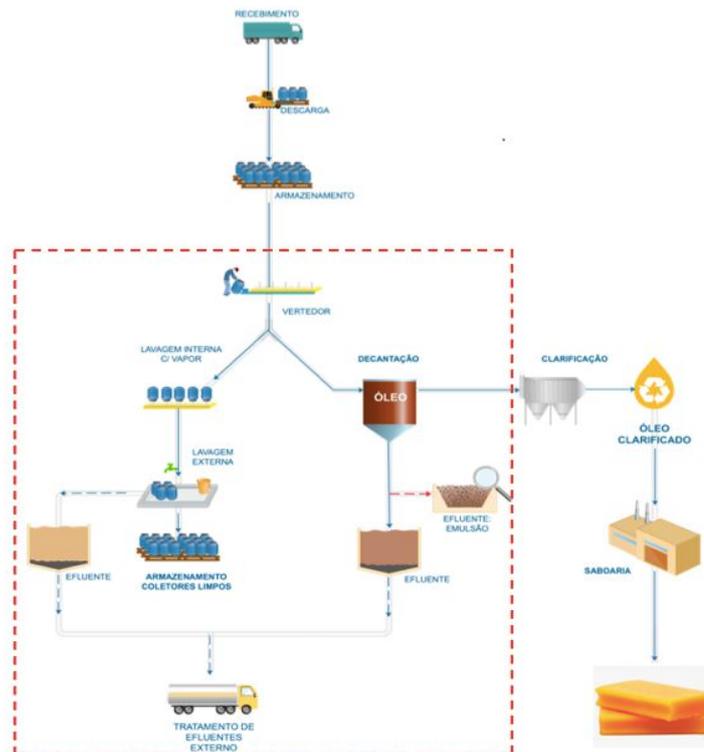


Figura 2: Fluxograma do recebimento e tratamento do óleo proposto. Fonte: Autor do Trabalho.

O fluxograma proposto na figura acima apresenta melhorias nas etapas b e c, as demais etapas, a, d, e, f não apresentaram modificação.

Na etapa b), o processo de remoção de sólidos suspensos presente no tratamento, envolve o uso de uma peneira plana com abertura de 5 mm, por onde o óleo escoar. Por conta da quantidade e do tipo de particulado que vem no óleo bruto, a peneira plana satura rapidamente, logo essa peneira sofreu uma modificação, que passa a ser uma chapa perfurada com furos de 3,2 mm. A tela utilizada no processo de gradeamento, é do tipo malha inox de 5,08 mm, bitola de 18 BWG, área aberta de 64%, tendo como área utilizada 2 m², representada nas figuras 3 e 4.

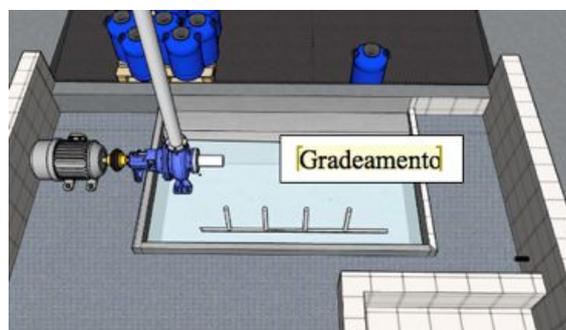


Figura 3: Gradeamento 5mm de abertura. Fonte: Autor do Trabalho.



Figura 4: Gradeamento (5mm de abertura) para remoção de particulados. Fonte: Autor do Trabalho.

A fim de evitar a saturação da tela foram realizados testes em outro tipo de grade, onde foi levado em conta a eficiência de escoamento, saturação e limpeza da tela. Para o presente projeto foi proposto a utilização de chapas perfuradas inox de 3,2 mm, 3 mm de espessura, área aberta de 40,35%, com área utilizada 5 m², e inclinação de 45º, como mostrado no desenho esquemático das figuras 5 e 6, respectivamente.

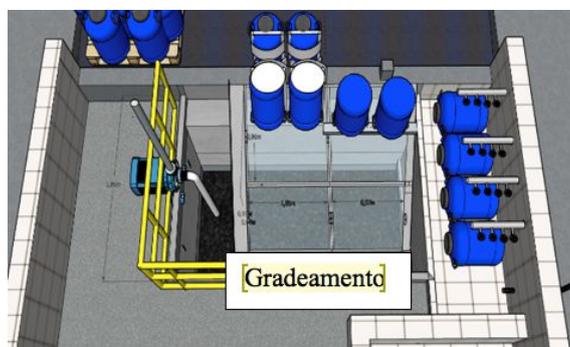


Figura 5: Gradeamento inclinado (45º) 3,2 mm de abertura, para remoção de particulado sólido. Fonte: Autor do Trabalho.

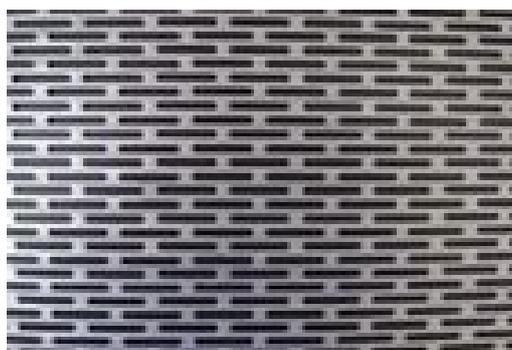


Figura 6: Tela com perfurações em chapa metálica utilizada no gradeamento de 3,2 mm de abertura. Fonte: Autor do Trabalho.

Na etapa c), a separação de sólidos presentes no óleo, é realizada por meio de uma decantação. Conforme adotado na indústria, o óleo de fritura bruto coletado é introduzido em um tanque industrial fechado (tacho) de 25 m³, adicionando-se percentuais adequados de substâncias químicas, a separação das fases, óleo, água e emulsão é observada.



Figura 7: Tacho industrial. Fonte: Autor do Trabalho.

Visando reproduzir o esquema de separação por decantação das 3 fases citadas acima em escala laboratorial, foi usado bquer 1 L para mistura e agitação contendo os óleos de fritura e respeitando a adição de produtos químicos nas suas proporções utilizadas no tanque de decantação industrial. Numa etapa seguinte, foi usado um funil de 500 mL, para decantação respeitando o tempo de residência utilizado de 48 horas, conforme mostrado na Figura 8. Vale ressaltar que o óleo de fritura (após gradeamento) era inicialmente misturado com efluente da lavagem dos coletores. Uma amostra do óleo, sem a adição do efluente da lavagem dos coletores, foi submetida ao processo de separação em escala laboratorial, em um bquer de 1 L e seguindo o mesmo procedimento que foi aplicado a resultante da mistura do óleo de fritura (após gradeamento) e o efluente gerado na lavagem dos coletores. Após 48 horas de repouso, foi obtida uma separação de fases no funil, apresentada na Figura 9.



Figura 8: Óleo misturado com efluente da lavagem dos coletores. Fonte: Autor do Trabalho.



Figura 9 – Óleo sem mistura com efluente da lavagem dos coletores. Fonte: Autor do Trabalho.

Com base nos resultados obtidos em escala laboratorial (no funil), o processo industrial foi alterado, o efluente da lavagem dos coletores não mais será misturado ao óleo de fritura.

RESULTADOS

Inicialmente, o gradeamento do óleo de fritura bruto foi efetuada usando uma grade de 5 mm plana (Figura 4). Nestas condições, foi removido em torno de 20% (v/v) de todas as partículas presente nesse óleo. Visando a elevação da taxa de remoção dos particulados do óleo de fritura bruto, uma alteração foi proposta no sistema de gradeamento, reduzindo o tamanho das aberturas conforme apresentado na Figura 6. Com essa mudança, em resultados preliminares, a taxa de remoção das partículas sólidas atingiu um valor em torno de 35% (v/v), melhorando assim a eficiência desta etapa do processo.

Nos testes realizados em escala laboratorial foi observado que a mistura do óleo com o efluente da lavagem dos coletores, aumenta o percentual de fase emulsionada e diminui o percentual da fase oleosa se comparado com testes feitos sem a interferência do efluente na operação de decantação (Figura 8 e 9).

Quando se compara os resultados de recuperação de óleo em escala laboratorial para industrial se observa diferenças nos valores absolutos da taxa de recuperação, porém a tendência de elevação da taxa de recuperação de óleo de fritura, se confirma tanto na escala laboratorial quanto na industrial.

CONCLUSÕES

Ao efetuar modificações no gradeamento para aumentar a remoção de sólidos presentes nos óleos de fritura, foi reduzida a abertura da grade em 36%, assim a recuperação das partículas sólidas passou de 20% para 35% (v/v);

Ao separar o efluente da lavagem dos coletores, evitando que o mesmo se misturasse ao óleo, foi obtido um aumento no rendimento do óleo de 49% para 61%, e uma redução na geração de uma fase emulsionada em 72%, quando se opera em escala laboratorial (funil);

Ao extrapolar a escala industrial (tacho de 25 m³), a recuperação da fase oleosa passou de 53,1% para 71,0%, e uma redução na geração da fase emulsionada de 67%.

REFERÊNCIAS

1. Camargo, R. P. L., Carrim, A. J. I., Franco, P. I. B. M., Antoniosi Filho, N. R. **Assessment of the physicochemical suitability of oils and frying fats residuals for biodiesel production**, WASTECH, v. 4, n. 2, p. 1 – 8, 2016.
2. Chonwattana, W., Panjapornpon, C., Tawai, A., Dechakupt, T. **Model-based estimation and control of interface level in a two-phase vertical decanter: A case study of palm-oil/water system**, Computers & Chemical Engineering, v. 108, p. 372 – 381, 2018.
3. CONAMA. Resolução No 393 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2007.
4. Filho, S.; Miranda, A.; Silva, T. **Environmental and techno-economic considerations on biodiesel production from waste frying oil in São Paulo city**, Journal of Cleaner Production, v. 183, p. 1034-1042, 2018;
5. Gagol, M., Pryjazny, A., Boczka, G. **Effective method of treatment of industrial effluents under basic pH conditions using acoustic cavitation**, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, 2015.
6. Miguel, A., Franco, D. Logística reversa do óleo de cozinha usado, FAESP, v. 9, p. 3 – 13, 2014.
7. Motta, A. R. P., Borges, C. P., Kiperstok, A., Esquerre, K. **Utilização de coalescedor com leito de resinas de trocas catiônicas para pré-tratamento de óleo emulsionado em efluentes líquidos**, Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20 n. 2, p. 235 – 242, 2015.
8. Silva, M., Sad, L., Pereira, R., Corona, J., Bassane, F. **Study of the stability and homogeneity of water in oil emulsions of heavy oil**, FUEL, v. 226, p. 278 – 285, 2018.
9. Tiwari, A., Rajesh, V., Yadav, S. **Biodiesel production in micro-reactors: A review**, Energy for Sustainable Development, v. 43, p. 143 – 161, 2018
10. Wu, S., Wallace, S., Brix, H., Kuschik, P. **Treatment of industrial effluents in constructed wetlands: Challenges, operational strategies and overall performance**, Environmental Pollution, v. 201, p. 107 – 120, 2018.