

## Comparação da eficiência do tratamento de óleo residual de fritura com hipoclorito de sódio e carvão ativado

Comparative study of the efficiency of residual cooking oil treatment with sodium hypochlorite and activated charcoal

Comparación de la eficiencia del tratamiento de aceite residual de fritura con hipoclorito de sodio y carbón activado

Recebido: 25/03/2024 | Revisado: 03/04/2024 | Aceitado: 05/04/2024 | Publicado: 08/04/2024

**Gabriel de Freitas Lopes**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6640-9792>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: [gabrielflopes16@gmail.com](mailto:gabrielflopes16@gmail.com)

**Juliana Gomes Rosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5247-3622>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: [juliana.rosa@ifes.edu.br](mailto:juliana.rosa@ifes.edu.br)

### Resumo

O Brasil apresenta grande destaque na produção de sementes oleaginosas como a soja, em que grande parte é utilizada para a produção de óleo para fritura de alimentos. A crescente utilização desses óleos traz grande preocupação com o ambiente, já que sua reutilização torna-se mais difícil a cada reaquecimento no processo de fritura. Pesquisas apontam que um litro de óleo residual de fritura (ORF), despejado em corpos hídricos, contamina cerca de vinte mil litros de água e uma forma de minimizar este impacto ambiental é reciclar o ORF para a produção de produtos derivados como sabão e biodiesel. O trabalho teve como objetivo o tratamento do ORF com métodos de clarificação convencionais, como o tratamento com hipoclorito de sódio (NaClO), carvão ativado (CA) e os dois tratamentos combinados para avaliar os parâmetros de umidade, índice de acidez, índice de saponificação (IS) e matéria insaponificável (MI<sub>ns</sub>) do resíduo tratado e ainda realizar a melhor forma de descarte do efluente gerado no tratamento com NaClO. Conclui-se que os tratamentos empregados, apesar de serem métodos de clarificação, também são eficientes na melhoria dos parâmetros citados e podem conferir melhor qualidade geral ao ORF. Entre as amostras analisadas, verificou-se que a melhor forma de tratamento, em termos de ganho de qualidade, foi o tratamento combinado, com NaClO e CA, que proporcionou redução de todos os parâmetros avaliados conferindo qualidade para o ORF e, conseqüentemente, um possível ganho de qualidade para o produto derivado possível de ser fabricado.

**Palavras-chave:** Óleo residual de fritura; Hipoclorito de sódio; Carvão ativado; Sabão; Biodiesel.

### Abstract

Brazil stands out for its production of oilseeds such as soybeans, which is largely used in the development of cooking oil. The increasing use of these oils brings great concern for the environment, as their production becomes more difficult with each reheating during the frying process. Research shows that one liter of Residual Frying Oil (RFO), dumped into water bodies, contaminates around twenty thousand liters of water, one way to minimize this environmental impact is recycling the RFO to produce derivative products such as soap and biodiesel. The goal of this paper was treating the RFO with conventional clarification methods, such as treatment with sodium hypochlorite (NaClO), activated carbon (AC) and the two combined treatments to evaluate the parameters of humidity, acidity index, saponification index (SI) and unsaponifiable matter (UnsM) from the treated waste and also implement the best way to dispose of the effluent generated in the treatment with NaClO. This work finds that the treatments used, despite being clarification methods, are also efficient in improving the aforementioned parameters and can provide better overall quality to the RFO. Among the samples analyzed, it was found that the best treatment, in terms of quality improvement, was the combination of the treatments with NaClO and AC, which provided a reduction in all evaluated parameters, conferring quality to the RFO and, consequently, a possible gain in quality for the derived product that can be manufactured.

**Keywords:** Residual cooking oil; Sodium hypochlorite; Activated carbon; Soap; Biodiesel.

### Resumen

Brasil destaca-se en la producción de semillas oleaginosas como la soja, de las cuales gran parte se utiliza para la producción de aceite para freír alimentos. El creciente uso de estos aceites genera una gran preocupación ambiental,

ya que su reutilización se dificulta con cada recalentamiento en el proceso de fritura. Investigaciones señalan que un litro de aceite residual de fritura (ORF), vertido en cuerpos de agua, contamina alrededor veinte mil litros de agua y una forma de minimizar este impacto ambiental es reciclar el ORF para producir productos derivados como jabón y biodiesel. El objetivo del trabajo fue tratar el ORF con métodos de clarificación convencionales, como el tratamiento con hipoclorito de sodio (NaClO), carbón activado (CA) y ambos tratamientos combinados para evaluar los parámetros de humedad, índice de acidez, índice de saponificación (IS) y materia insaponificable (MIns) del residuo tratado y también realizar la mejor forma de desechar el efluente generado en el tratamiento con NaClO. Se concluye que los tratamientos empleados, aunque son métodos de clarificación, también son eficientes en la mejora de los parámetros mencionados y pueden proporcionar una mejor calidad general al ORF. Entre las muestras analizadas, se encontró que la mejor forma de tratamiento, en términos de ganancia de calidad, fue el tratamiento combinado, con NaClO y CA, que proporcionó una reducción de todos los parámetros evaluados, confirmando calidad al ORF y, por lo tanto, una posible mejora de calidad para el producto derivado que podría ser fabricado.

**Palabras clave:** Aceite residual de fritura; Hipoclorito de sodio; Carbón activado; Jabón; Biodiesel.

## 1. Introdução

O Brasil possui grande destaque na produção de soja, sendo assim uma cultura de grande relevância para o agronegócio do país, responsável pelo aumento das exportações que contribui para a economia nacional (Liszbinski *et al.*, 2021). De acordo com dados de 2016, a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE) prevê que a produção de soja no país alcance 164,9 milhões de toneladas até 2030, alcançando dessa forma 19,9 toneladas de óleo, das quais 61,3 % podem ser destinados para a produção de biodiesel.

Segundo Fiatkoski e colaboradores (2020), entre os resíduos orgânicos, o óleo residual de fritura (ORF) vem aumentando consideravelmente, causando a preocupação com o ambiente, já que a sua reutilização fica dificultada conforme o reaquecimento realizado durante o processo de fritura.

O ORF torna-se um potencial poluente, agravando em grandes estragos à natureza. Caso este resíduo tenha um destino correto, podem chegar através dos esgotos, em rios e mares. Este resíduo é insolúvel e mais leve que a água, capaz de criar uma película de óleo na superfície da água, causando poluição dos corpos hídricos dificultando o seu tratamento para consumo e também criando uma barreira que dificulta a passagem de luz e afeta na oxigenação da água prejudicando a fauna e flora aquática (Sousa *et al.* 2021). Outra forma incorreta de descarte é o seu despejo em aterros, uma vez que impermeabiliza o solo, contribuindo para a ocorrência de enchentes. (Rangel, 2021).

Apesar de pesquisas apontarem que um litro de óleo residual de fritura (ORF), lançado em um o corpo hídrico, contamina cerca de vinte mil litros de água, só agora os ambientalistas concordam que não há uma norma de descarte ideal do resíduo, porém existe a possibilidade de reciclagem do ORF para a produção de biodiesel, sabão, etc (Ramirez, 2014).

O desenvolvimento de pesquisas por mecanismos ou processos que diminuam e evitem poluição e contaminação dos recursos naturais, vem sendo adotado devido os danos que o ORF tem causado ao meio ambiente. Países como Estados Unidos, China e África do Sul já estabelecem políticas de reaproveitamento e reciclagem deste resíduo, com o intuito de preservar a natureza e valorizar este resíduo com a produção de produtos de valor agregado, como o sabão e o biodiesel (Ducles, 2022).

No Brasil é obrigatória a adição de biodiesel ao óleo diesel derivado de petróleo. O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou a quantidade mínima obrigatória de incorporação de biodiesel ao óleo diesel derivado do petróleo de 12 % a partir do mês de abril de 2023, e o aumento para 15 % de forma progressiva até 2026 (Verdêlio, 2023).

Na década de 90, com a evidenciação do fabrico de biodiesel em larga escala e várias outras categorias de processos químicos para a obtenção de novos produtos a partir desse tipo de resíduo, intensificou-se a coleta seletiva desses óleos. O que pode agregar valores social e ambiental e reduzir impactos sobre o ambiente. Após a coleta, tais resíduos podem ser empregados no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, como na produção de detergentes, amaciantes de roupa, sabonetes, resinas para tintas, rações para animal, glicerina e lubrificantes para motores (Dab, 2010).

De acordo com Christoff (2006), a utilização do ORF para a produção de produtos derivados é vantajosa, uma vez que não há necessidade de um processo de extração do óleo, a matéria-prima não possui custo por se tratar de um resíduo e evita o impacto ambiental já que o ORF não é descartado inadequadamente.

Desta forma, visando à reciclagem do resíduo para a fabricação de produtos derivados, o tratamento e a caracterização do ORF tornam-se indispensáveis para obtenção de um produto de melhor qualidade e estabilidade. Visto isso, o tratamento do resíduo com hipoclorito de sódio (NaClO) e carvão ativado (CA) foi proposto neste trabalho, como uma forma de melhorar a qualidade do ORF, que é a principal matéria-prima para a produção desses produtos mencionados.

De acordo com Justino e colaboradores (2011), o tratamento de purificação do ORF com NaClO e água fervente, promove uma interação do reagente com o resíduo, removendo a impureza presente no mesmo. Devido às propriedades do NaClO e a sua afinidade com a água, esta solução tem a capacidade de aglomerar as impurezas presentes no ORF sem a ele se misturar. A adsorção é um processo de separação, em que as partículas presentes numa fase fluida são atraídas para a zona interfacial de um sólido, por exemplo, o carvão ativado, devido à existência de forças atrativas (Gonçalves & Figueiredo, 2020). Com o uso de adsorventes, existe a possibilidade de reduzir a acidez do ORF (Neto & Freitas, 1996), assim como os ácidos graxos livres e umidade são componentes removidos quando submetidos à adsorção (Vicali, 2013).

O trabalho teve como objetivo o tratamento do ORF com métodos de clarificação convencionais, como o tratamento com hipoclorito de sódio (NaClO), carvão ativado (CA) e os dois tratamentos combinados para avaliar os parâmetros de umidade, índice de acidez, índice de saponificação (IS) e matéria insaponificável (MIns) do resíduo tratado e ainda realizar a melhor forma de descarte do efluente gerado no tratamento com NaClO.

## 2. Metodologia

Este artigo tem como base um estudo experimental (Gil, 2017) por meio de métodos quantitativos (Pereira, 2018). A Figura 1 apresenta o fluxograma experimental que está dividido entre a coleta e o preparo da amostra de óleo, o tratamento do ORF com NaClO e CA e a análise de parâmetros de qualidade em cada amostra de óleo antes e após o tratamento (Köche, 2011).

**Figura 1** - Fluxograma experimental.



Fonte: Elaboração própria (2023).

O ORF foi adquirido em residências no Bairro República, no município de Vitória - ES. Como os moradores possuem o hábito de comer alimentos fritos em óleo de soja, garantiu-se uma amostra composta predominantemente por tal óleo. Inicialmente os óleos armazenados em garrafas plásticas foram filtrados para um galão de 5 litros, previamente higienizado e exposto à temperatura ambiente para secagem.

Procedeu-se a filtração com algodão para retirar as sujidades e impurezas provenientes dos alimentos e garantir a homogeneização das amostras. O ORF foi então submetido a uma segunda filtração com o uso de papel de filtro qualitativo, uma vez que o papel não desprende partículas como o algodão, evitando-se, assim, que essas partículas fossem incorporadas ao óleo. O material foi filtrado para garrafas tipo PET, devidamente higienizada e identificada, as quais foram submetidas aos tratamentos propostos.

O tratamento do ORF foi realizado de acordo com metodologias de clarificação já existentes na literatura. De acordo com a metodologia utilizada por Justino e colaboradores (2011) o ORF foi tratado com hipoclorito de sódio (NaClO) e água fervente e a adsorção do ORF com carvão ativado (CA) foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Schneider (2017), fazendo-se os ajustes das proporções dos reagentes utilizados. Devido o aspecto turvo da amostra tratada com NaClO apresentado na Figura 2, em decorrência do excesso de reagentes, o tratamento combinado consistiu na purificação do óleo fazendo o uso dos dois métodos já descritos, ou seja, o tratamento com o NaClO seguido do tratamento de adsorção com CA.

**Figura 2** - Amostras obtidas após tratamento.



Fonte: Autoria própria (2023).

Os tratamentos foram realizados em triplicata, para obtenção de um volume de amostra suficiente para a realização da avaliação dos parâmetros de qualidade, obtendo o rendimento das amostras após a verificação do volume final de óleo na proveta após a filtração. Após a execução dos respectivos tratamentos, foi possível obter as amostras ilustradas na Figura 2.

Feito o tratamento do ORF e após a obtenção das amostras tratadas com cada método descrito anteriormente, as mesmas foram submetidas às análises de umidade, índice de saponificação, matéria insaponificável (Moretto & Fett, 1998) e índice de acidez (Zenebon *et al.*, 2008), com o intuito de avaliar os parâmetros de qualidade e relacioná-los posteriormente com o tipo de tratamento proposto, comparando-os com os limites de qualidade do Quadro 1, que detalha as propriedades do óleo de soja refinado de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que servem como base teórica e de comparação para avaliação dos parâmetros obtidos neste presente trabalho.

**Quadro 1** - Parâmetros estabelecidos para o óleo de soja segundo MAPA, Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006.

Parâmetros de Qualidade	Limites de Qualidade
Umidade (%)	< 0,80 %
Índice de Acidez (mg KOH.g <sup>-1</sup> )	0,3
Índice de Saponificação (mg KOH.g <sup>-1</sup> )	189 a 195
Matéria Insaponificável (g/100g)	≤ 1,50%

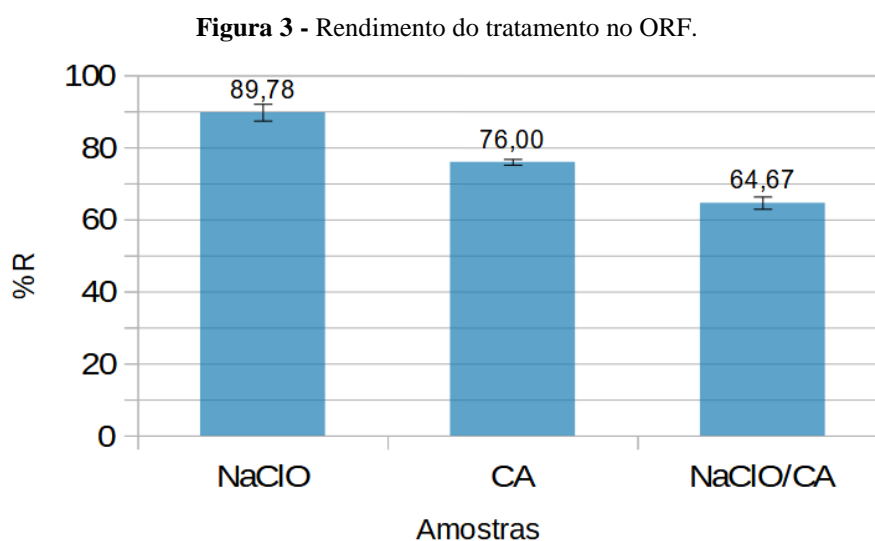
Fonte: Adaptado de Carvalho. A. (2017).

As amostras de efluente foram misturadas considerando que todo o material representa um efluente total que pode ser neutralizado uma única vez. Feita a mistura, submeteu-se o efluente a uma titulação potenciométrica com tiosulfato de sódio 0,5 M, fazendo o uso de um pHmetro previamente calibrado com tampão de pH 7 e 4. Após a neutralização do efluente, o mesmo foi diluído com água destilada e levado a bombona do descarte do laboratório.

### 3. Resultados e Discussão

A partir dos métodos analíticos apresentados anteriormente para caracterização das amostras de ORF antes e após a realização dos tratamentos propostos neste presente trabalho, os resultados serão apresentados abaixo.

A Figura 3 apresenta o rendimento, expresso em (% v/v), dos três tratamentos propostos. Pode ser observada a queda no rendimento de acordo com o procedimento de purificação realizado.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Pode-se observar que o maior rendimento foi alcançado para a amostra tratada apenas com NaClO e correspondeu a  $89,78 \pm 2,32$  %. Menores rendimentos observados foram para o ORF tratado com CA e para aquele submetido ao tratamento combinado, sendo esses iguais a  $76,00 \pm 0,81$  % e  $64,67 \pm 1,70$  %, respectivamente. A principal perda de massa e conseqüentemente, perda no rendimento, está relacionada ao processo de filtração, considerando que uma grande quantidade do óleo fica retida no adsorvente, na vidraria e no papel de filtro. Algumas possíveis formas de perda de massa do ORF durante o procedimento de purificação podem ser observadas na Figura 4.



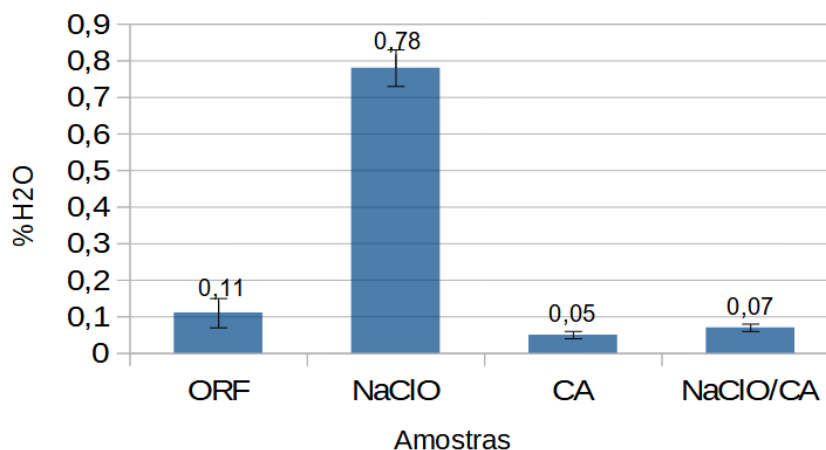
**Figura 4** - Possíveis causas de perda de massa.



Fonte: Elaboração própria (2023).

A Figura 5 apresenta os resultados de umidade, expressa em porcentagem, das amostras de ORF antes e após o tratamento. Pode-se observar que a amostra de ORF pura, apresentou umidade de  $0,11 \pm 0,04$  %, apresentando-se abaixo do limite de  $0,80$  % estabelecido pelo MAPA para o óleo de soja (Quadro 1). Essa umidade é proveniente do processo de fritura em que o óleo absorve umidade da atmosfera e do produto.

**Figura 5** - Resultados de umidade das amostras de óleo.

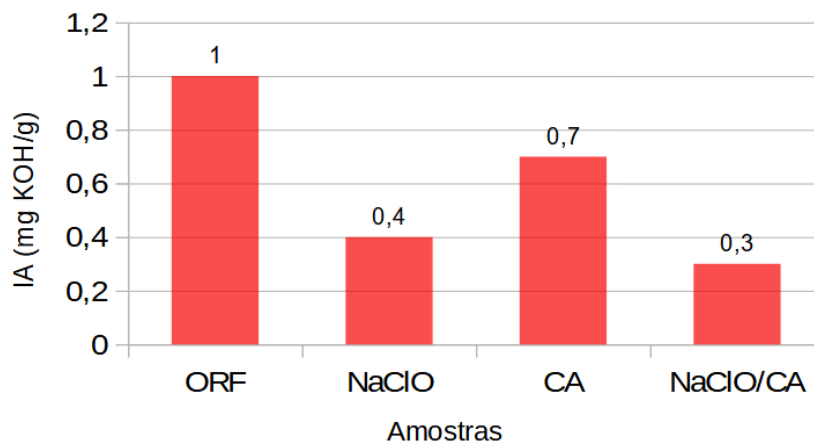


\*Valor de referência:  $< 0,80$  % (MAPA, 2006). Fonte: Elaboração própria (2023).

A amostra de ORF tratada com CA apresentou uma umidade de  $0,05 \pm 0,01$  %, proporcionando uma redução de umidade. Já para a amostra tratada com NaClO, observou-se um acréscimo de umidade, sendo o seu valor correspondente a  $0,78 \pm 0,05$  %. Desse modo, quando é considerado o desvio padrão, a amostra encontra-se acima do limite expresso no Quadro 1. Em contrapartida, a amostra submetida ao tratamento combinado apresentou uma expressiva redução da sua umidade, sendo ela igual a  $0,07 \pm 0,01$  %, pois o CA foi capaz de adsorver tanto uma parcela da umidade naturalmente presente no ORF como a umidade incorporada pelo tratamento com NaClO e água fervente.

A Figura 6 apresenta os resultados do índice de acidez (IA), expressos em ácido oleico. Analisando a amostra de ORF sem tratamento, nota-se um elevado IA, na ordem de  $1,0$  mg KOH.g<sup>-1</sup>. Este valor encontra-se fora do limite estabelecido para o óleo de soja, que é de  $0,3$  mg KOH.g<sup>-1</sup> (Quadro 1). Isso se deve à decomposição dos glicerídeos e liberação de ácidos graxos, processo que é acelerado pelo aquecimento no processo de fritura.

**Figura 6** – Resultados de IA das amostras de óleo.

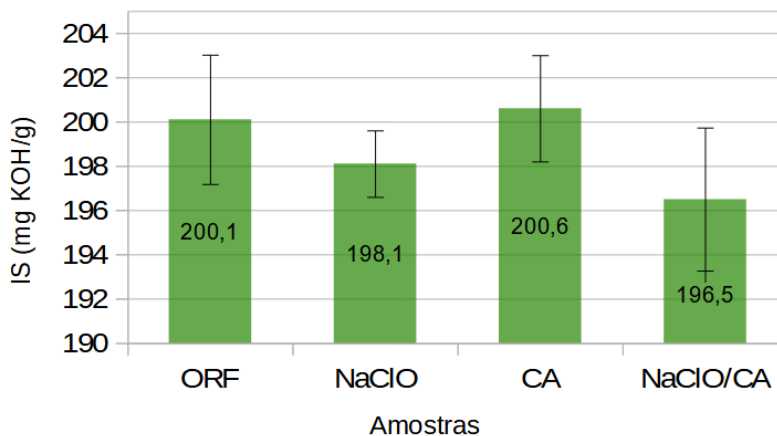


\*Valor de referência: 0,3 mg KOH.g<sup>-1</sup> (MAPA, 2006). Fonte: Elaboração própria (2023).

De modo geral, os tratamentos propostos ocasionaram a redução do IA nas amostras. O ORF tratado com CA, apresentou redução no IA para 0,70 mg KOH.g<sup>-1</sup>, porém ainda fora dos parâmetros estabelecidos no Quadro 1. Em contrapartida, observando a amostra tratada com NaClO e aquela submetida ao tratamento combinado, é notório a redução do IA, sendo os valores observados de 0,40 mg KOH.g<sup>-1</sup> e 0,30 mg KOH.g<sup>-1</sup>, respectivamente. A diminuição no valor do índice de acidez pode implicar em uma significativa redução dos ácidos graxos livres, resultante da neutralização desses compostos mediante a aplicação da base (NaClO) durante o processo de tratamento. Sendo assim, o tratamento combinado, possibilitou a recuperação da qualidade do ORF em termos do IA, após a adsorção do excesso dos reagentes, mantendo o IA dentro dos parâmetros estabelecidos no Quadro 1.

A Figura 7 apresenta os resultados de índice de saponificação (IS) das amostras submetidas aos três tratamentos propostos. Como pode ser observado, o IS para o ORF e para a amostra tratada com CA apresentam-se acima do limite desejado para o óleo de soja como disposto no Quadro 1. Isso decorre da presença de teores mais elevados de triglicerídeos com ácidos graxos de cadeia curta, provenientes da quebra de cadeias carbônicas no processo de deterioração do óleo de soja durante o processo de fritura. Esse resultado indica também que esses triglicerídeos com ácidos graxos de cadeias curtas não foram removidos no tratamento com CA.

**Figura 7** - Resultados de IS das amostras de óleo.



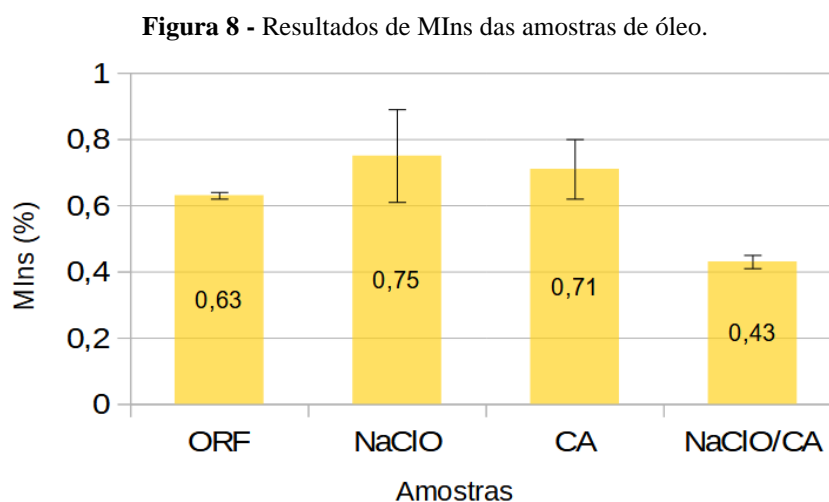
\*Valor de referência: 189 a 195 mg KOH.g<sup>-1</sup> (MAPA, 2006). Fonte: Elaboração própria (2023).

O tratamento com NaClO e o tratamento combinado proporcionaram uma redução no IS. Este fenômeno pode ser

explicado devido à interação da solução de NaClO com as impurezas presentes no óleo, considerando a sua polaridade, assim como a polaridade das pequenas cadeias carbônicas provenientes das quebras de ligações.

Nota-se na Figura 7 a variação do desvio-padrão. Este fato não desqualifica a eficiência de tratamento completo, porém é necessária uma melhor observação do dado para uma possível produção de um produto derivado. Em outras palavras, este desvio-padrão deve ser considerado no balanço de massa dos reagentes envolvidos na reação. A redução do IS pode ser considerada um ganho de qualidade para o óleo, uma vez que implica na redução dos reagentes utilizados para reciclagem desse resíduo e produção de produtos derivados, como, por exemplo, a produção de sabão.

Na Figura 8 são apresentados os resultados de matéria insaponificável (MIns) das amostras submetidas aos três tratamentos propostos.



\*Valor de referência: < 1,50 g/100 g (MAPA, 2006). Fonte: Elaboração própria (2023).

Ao comparar os dados da Figura 8 com os valores de referência para MIns apresentados no Quadro 1, o parâmetro estabelecido como limite para MIns, é abaixo de 1,5%. Os resultados apresentam-se dentro do limite aceitável de MIns para o óleo de soja. A matéria insaponificável presente no ORF pode ser proveniente dos resíduos de alimento incorporados ao óleo durante o processo de fritura, que dessa forma aumentaria a sua MIns, que em sua maioria é removida no processo de filtração do óleo e posteriormente no seu tratamento.

É possível observar na Figura 8 um acréscimo de MIns no ORF tratado com NaClO em relação ao ORF não tratado. Isso pode ser decorrente da incorporação de água e NaClO ao ORF durante o tratamento, uma vez que essa umidade podem ser considerados como MIns. Já para o tratamento do ORF com CA, observa-se um aumento da MIns em relação ao ORF não tratado. E, por fim, analisando a MIns apresentada pelo ORF tratado com NaClO e CA, é possível observar uma redução maior que 68 % em relação ao ORF não tratado e aproximadamente 28 % abaixo do limite estabelecido pelo MAPA para o óleo de soja. Desta forma, entende-se que o tratamento combinado, foi efetivo na remoção de impurezas que não podem ser saponificadas, conferindo assim melhor qualidade ao ORF que, quando usado para a produção de produtos derivados, é capaz de atribuir melhor qualidade ao produto final.

Considerando o efluente total a ser neutralizado para posterior descarte. Após a mistura, o pH do efluente apresentou-se em torno de 8,23, e após a adição de 39 mL da solução de tiosulfato de sódio 0,5 M, o mesmo foi neutralizado até o pH 7,05. Este volume apresentou-se elevado, e para reduzir o consumo de reagente, poderia ser utilizado uma solução titulante a 1 M. Após a neutralização e diluição, o efluente pode ser descartado na bombona do laboratório, ou ainda, se tratando de uma solução nestas condições, o efluente poderia ser descartado diretamente na pia.



#### 4. Considerações Finais

Disposto dos resultados obtidos no presente trabalho e das discussões realizadas pode-se reforçar o fato de que os tratamentos de clarificação de óleos residuais de fritura também são eficientes quando avaliados os demais parâmetros de qualidade do óleo.

Embora tais métodos de tratamento acarretem um acréscimo no custo total do produto em comparação com a utilização de óleos não residuais, devido ao investimento em insumos, eles se mostram viáveis para a eliminação de impurezas que comprometem a qualidade do óleo a ser reutilizado. Além disso, possibilitam a reciclagem de um resíduo que é gerado em larga escala e enfrenta desafios significativos em seu descarte adequado, transformando-o em produtos derivados como sabão e biodiesel.

Ainda assim, apesar do custo para conferir melhor qualidade a esse principal reagente para fabricação de tais produtos, os resíduos gerados são de fácil descarte após neutralização e diluição.

Entre as amostras analisadas, pode-se concluir que a melhor forma de tratamento em termos de ganho de qualidade foi a amostra submetida ao tratamento combinado, ou seja, tratada com o NaClO e CA. Essa amostra apresentou uma redução no índice de saponificação, que confere o uso de menor quantidade de reagente, seja a base para a saponificação ou o álcool para a transesterificação, por exemplo, para obtenção de sabão ou biodiesel, além de reduzir a matéria insaponificável que pode conferir melhor qualidade e estabilidade ao ORF, garantindo melhor qualidade para os produtos derivados citados.

Para estudos futuros, sugere-se a realização ensaios para avaliação de parâmetros de qualidade, como o índice de peróxido, índice de iodo e o teste de Kreis do ORF tratado para fins de sua reciclagem e obtenção de um produto derivado de melhor qualidade. Além disso, sugere-se a otimização do tratamento com o uso de adsorventes com maior granulometria, ou ainda adsorventes alternativos, que podem acarretar redução do tempo de adsorção e ainda conferir um melhor rendimento. E ainda é possível agregar, em trabalhos posteriores, a realização do tratamento e avaliação desses parâmetros citados no artigo com outros reagentes com as características do NaClO, como por exemplo, a solução saturada de cloreto de sódio (NaCl).

#### Referências

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49 de 22 de Dezembro de 2006. Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados; a Amostragem; os Procedimentos Complementares; e o Roteiro de Classificação de Óleos Vegetais Refinados. Brasília.
- Christoff, P. (2006). *Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba.
- Dib, F. H. (2010). *Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador*. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista.
- Ducles, O. (2022). *Impacto do óleo residual de fritura e a sua valorização para a indústria*. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu.
- Fiatkoski, M. V. et al. (2020, 02 a 04 Dezembro). Proposta de sistema de logística reversa de óleo de cozinha residual em centro urbano: estudo de caso em um bairro no município de Curitiba – PR. [Apresentação de Resumo]. *X Congresso de Brasileiro de Engenharia de Produção*. [https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/10082020\\_201000\\_5f7fa698858f2.pdf](https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/10082020_201000_5f7fa698858f2.pdf)
- Gonçalves, B. J. A., & Figueiredo, K. C. S. (2020). Adsorção de ácido acético em carvão ativado para o ensino de adsorção. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 6(5). 10.18540/jcecvl6iss5pp0704-0708
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (6a ed). Atlas
- Justino, A et al. (2011). A engenharia de produzir sabonetes com óleo vegetal: uma produção sustentável. *E-xacta*, 4(2), 19-28. <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v4i2.310>
- Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica*. Vozes.
- Liszbinsk, B et al. (2021). Produção de soja: perspectivas sociais e ambientais a partir do olhar do produtor. *Geosul*, 36(79), 347-371. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e74515>

Moretto, E., & Fett, R. (1998). *Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos*. Varela Editora e Livraria Ltda.

Neto, P., & Freitas, R. (1996). Purificação de óleo de fritura. *Boletim do CEPPA*, 14(2), 163-170. <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/download/14226/9550>

Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.

Rangel, K. N. (2021). *Ludicidade e ctsa no ensino médio: uma abordagem dos jogos educativos como mediador e divulgador da coleta e reciclagem do óleo residual de fritura*. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha.

Ramirez, I. H. A. (2014). *Reaproveitamento de óleo residual de cozinha como alternativa no Ensino em Química*. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Schneider, L. T. (2017). *Casca de arroz como agente adsorvente no tratamento de óleo residual*. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel.

Sousa, G. C. M. et al. (2021). Aplicações do óleo residual de fritura visando à mitigação de impactos ambientais: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 8(20), 1441-1457. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)082012](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)082012)

Verdêlio, A. (2023). *Mistura de biodiesel ao diesel passa a ser de 12% a partir de abril*. Agência Brasil, Brasília. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-03/mistura-de-biodiesel-ao-diesel-passa-ser-de-12-partir-de-abril>

Vicali, J. da S. O. (2013). *Qualidade de óleo de soja refinado embalado em PET (Polietileno Tereftalato) armazenado na presença e ausência de luz*. 68 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande.

Zenebon, O., Pascuet, N. S., & Tiglea, P. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4a ed.). Instituto Adolfo Lutz.