

PRÉ-TRATAMENTO DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA ELEVÇÃO DO pH E DIMINUIÇÃO DE SÓLIDOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL.

Daniel Sena MARINS ¹

Mara Eliza SANTOS ²

¹ Tecnólogo em Biocombustíveis (ULT), Mestrando em Bioenergia (UEPG).
(daniel.gelk@hotmail.com)

² Licenciada em Química, Tecnóloga em Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. (maraeds@hotmail.com)

RESUMO: O biodiesel é um combustível líquido conhecido por reter capacidade de substituir o diesel mineral, atualmente, a produção do biodiesel no Brasil é inviável em virtude da falta de tecnologia e matéria-prima. Neste contexto, a reciclagem de óleo residual de fritura vem sendo eficaz para o setor bioenergético, contribuindo como um novo recurso de matéria-prima de grande escala para produção deste biocombustível. Toda matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil requer um nível de qualidade antes de ser utilizado nas etapas de produção, atendendo os parâmetros qualitativos estabelecidos pela ANP. Um dos pré-tratamentos de óleo residual de fritura pode ser efetuado através de evaporação de arraste. Naturalmente, o óleo utilizado em fritura expõe pH ácido e materiais sólidos proveniente de resíduos de alimentos. O pré-tratamento tem por objetivo neste trabalho reduzir a acidez e eliminar concentrações de materiais sólidos afim de alcançar resultados físico-químicos favoráveis para produção de biodiesel. Os resultados obtidos apontam que o processo de evaporação de arraste é um processo opcional tecnicamente competente, aumentando o valor de pH e diminuindo sólidos. As análises de índice de iodo, índice de peróxido, e índice de saponificação resultaram valores agradáveis, porém o índice de acidez resultou valor elevado, apontando péssimo resultado consequente desta técnica de estudo. É necessário estudar novamente a metodologia empregada neste trabalho para obter um melhor resultado no índice de acidez e teor de umidade para produção de biodiesel.

Palavras-chave: Evaporação por arraste. Parâmetros qualitativos. Recurso de matéria-prima.

PRE-TREATMENT OF FRUIT RESIDUAL OIL FOR pH ELEMENT AND SOLID DECREASE FOR BIODIESEL PRODUCTION.

ABSTRACT: Biodiesel is a liquid fuel known to retain capacity to replace mineral diesel, currently the production of biodiesel in Brazil is unfeasible due to the lack of technology and raw material. In this context, the recycling of residual frying oil has been effective for the bioenergy sector, contributing as a new resource of large-scale raw material for the production of this biofuel. All raw materials for biodiesel production in Brazil require a quality level before being used in the production stages, taking into account the qualitative parameters established by the ANP. One of the pre-treatments of frying residual oil can be carried out by drag evaporation. Of course, the oil used in frying exposes acidic pH and solid materials from food residues. The pre-treatment aims to reduce the acidity and to eliminate concentrations of solid materials in order to achieve favorable physicochemical results for biodiesel production. The results show that the drag evaporation process is an optional technically competent process, increasing the pH value and decreasing solids. The iodine index, peroxide index and saponification index were pleasant values, but the acidity index was a high value, indicating a very poor result due to this technique. It is necessary to study again the methodology employed in this work to obtain a better result in the acidity index and moisture content for biodiesel production.

Keywords: Drag evaporation. Qualitative parameters. Raw material resource.

1. INTRODUÇÃO

Devido aos problemas energéticos e ambientais a busca de fontes alternativas e renováveis de energia tem sido intensificada. Existem diferentes fontes de energia renováveis, uma dessas fontes é a biomassa, na qual são utilizadas para a produção de biodiesel. O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo. Em 2010, a produção nacional foi de 2,4 bilhões de litros. A partir de 2014, o governo brasileiro estabeleceu leis que exigem o acréscimo de 7% de biodiesel sobreposto ao diesel para sua comercialização, conhecido como B7 (PORTAL BRASIL, 2014).

O biodiesel é definido a nível internacional pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM) como um combustível composto de monoalquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais. Os mesmos podem ser produzidos por craqueamento, esterificação e transesterificação. O processo mais utilizado para produção de biodiesel é através

da reação de transesterificação de óleos vegetais na presença de álcool e catalisador. Os óleos vegetais utilizados na transesterificação podem ser provenientes de inúmeras matérias primas.

O Brasil apresenta um amplo território e tecnologia para plantio de culturas oleaginosas, como: soja, canola, amendoim, algodão, dendê, mamona, pinhão-manso, entre outras. Sendo que a cultura mais utilizada na produção de biodiesel é a soja. (GUIMARÃES et al., 2014). Os estudos mais recentes e inovadores neste setor bioenergético tem como atração a aplicação de microalgas e óleos residuais como fontes de matérias primas. Um dos mais importantes apelos para produção de biodiesel a partir destes novos recursos é que este tipo de cultivo e produção não deslocará as tradicionais áreas de cultivo voltadas para a alimentação humana, no qual é uma das principais críticas à produção de biodiesel a partir de plantas oleaginosas (MENEZES et al., 2013).

As matérias-primas como óleo e gorduras residuais tem interessado aos produtores e usinas de biodiesel devido ao custo/benefício, e também devido ao impacto causado pelo descarte dos mesmos ao meio ambiente.

De acordo com Dib (2010) e Guimarães (2014), o reaproveitamento do óleo residual de fritura objetivando uma melhor adaptação na demanda de produção de biodiesel, pode ser uma vantagem a ser estudada. Entretanto, para que ocorra este reaproveitamento é essencial efetuar pré-tratamento sobre o óleo proveniente de fritura, empregando práticas e métodos desde uma simples filtração até o processo conhecido como clarificação (PATRÍCIO; HOTZA; JÚNIOR, 2014).

As taxas de conversão de óleos e gorduras residuais para biodiesel são bastante promissoras e rentáveis. Neste contexto, alguns municípios e cidades do Brasil conseguem produzir e utilizar biodiesel a partir de óleos e gorduras residuais proveniente de indústrias e empresas alimentícias conveniadas entre elas. Apesar da produção deste biocombustível ser de baixa escala, consegue de certa forma influenciar questões ambientais, sociais e econômicas sobre as determinadas regiões (ALVARENGA; SOARES, 2010).

Um dos pré-tratamentos é a evaporação por arraste, no qual eleva o valor do pH, removendo materiais sólidos tornando o óleo residual com composição físico-química aprimoradas (IA, IS, II, IP) buscando melhores conversões na reação de transesterificação. Este método de pré-tratamento é o centro do levantamento deste trabalho em razão do melhor controle, qualidade e preparo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A ênfase deste trabalho é baseada segundo estudos teóricos de Silva e Puget (2009), e Ceriani (2005), relacionada com metodologias adaptadas de Watanabe et al (2006) para o tratamento do óleo residual de fritura.

As análises para verificação dos parâmetros de qualidade do óleo residual de fritura antes e após o tratamento foram executadas conforme metodologia descrita no IAL (2005) e para determinação do Índice de Iodo foi utilizada a Metodologia modificada de Friedman (ARICETTI, 2009).

Os tratamentos utilizados pelos autores acima comprovaram rendimentos favoráveis de tratamento e qualidade sobre óleos vegetais *in natura* e óleos residuais, com o propósito de pré-qualificação para produção de biodiesel.

A matéria prima, o óleo residual de fritura utilizado neste trabalho foi obtido de moradores e comércio local do município de Jaguariaíva – PR.

Todas as análises apresentadas neste trabalho foram efetuadas nos laboratórios de pesquisa 1, 6 e 7 da faculdade União Latino-Americana de Tecnologia campus FAJAR, no município de Jaguariaíva-PR.

2.1 QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

Análises de índices de acidez, saponificação, peróxido e iodo são essenciais para certificar e comprovar a qualidade e característica da composição química e física do óleo residual. As análises da qualidade química do óleo foram realizados em triplicata depois da filtragem convencional e após do processo de evaporação por arraste, a fim de comparar sua eficiência e qualidade estatisticamente pelo teste de Tukey (IAL, 2005; SILVA E PUGET, 2010; CERIANI, 2005; ARICETTI, 2009).

Com a teoria de Silva e Puget (2009) e Ceriani (2005), efetuou-se o processo de pré-tratamento com arraste a vapor de Watanabe et al (2006) adaptada pelo autor deste trabalho.

2.2 CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA

O óleo empregado como função de matéria-prima para este trabalho, encontrava-se misturada com diversos óleos residuais nos quais foram fornecidos por moradores do município de Jaguariaíva – PR, em que exerciam exclusivamente para fritura de alimentos.

O óleo residual apresentava diversas características devido a sua aplicação em cozinha. O material exercia materiais solúveis proveniente de resíduos alimentícios, recendências de alimentos e forte coloração correspondente a diversas elevações de temperatura. Nota-se visualmente que o óleo alterou sua composição química quando comparado a óleos de cozinha comerciais.

A Figura 1 demonstra o aspecto visual do óleo residual comparado a dois processos de filtração qualitativa.

Figura 1 – Aspecto do óleo residual de fritura, óleo filtrado com papel de filtro e pano de prato, respectivamente.



Fonte: O autor.

2.2.1 pH

Com utilização do pHmetro MICRONAL modelo B474, determinou-se o valor do pH das três diferentes amostras de óleo com padrão de calibração (solução tampão).

2.2.2 Umidade

A determinação de umidade presentes nas amostras de óleo foram realizadas em triplicata em estufa BIOPAR, conveniente para esterilização e secagem.

Pesou-se exatamente 5mL de óleo em béquer, seguida de aquecimento com temperatura de 105°C por 24 horas. (IAL, 2005).

Após aquecimento, pesou-se novamente as amostras e calculadas o teor de umidade das amostras, conforme a eq. (1) abaixo:

$$\text{Umidade} = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

N = Variação do peso após aquecimento.

P = Peso inicial da amostra.

2.2.3 Índice de acidez (IA)

A realização do índice de acidez é uma análise essencial, pois possibilita determinar o estado de conservação física do óleo residual na etapa inicial do pré-tratamento, determinando o total de ácidos graxos livres presente na matéria prima para produção de biodiesel. Esta parte do pré-tratamento é realizado através da decomposição do óleo residual, alterando íons de hidrogênio. A decomposição dos glicerídeos é precipitada através de aquecimento, liberando sua rancidez seguida acompanhada de ácidos graxos livres (IAL, 2005).

Primeiramente, pesaram-se amostras em triplicata de aproximadamente 2g (1,9+/-2,1)g de óleo residual de fritura em um erlenmeyer de 125 mL. Logo após, adicionou-se ao erlenmeyer 25 mL de solução éter-álcool (2:1) neutra e três gotas

de indicador fenolftaleína. Com auxílio de uma bureta, titulou-se com solução de NaOH 0,1M até o aparecimento de coloração rósea.

Em seguida, calculou-se o índice de acidez com os dados fornecidos da titulação e aplicada na eq. (2) matemática abaixo: (IAL, 2005).

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{V \times F \times 5,61}{P} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

V= número de mL de solução de NaOH gasto na titulação.

F= fator da solução de NaOH.

P= número de gramas da amostra.

2.2.4 Índice de saponificação (IS)

Logo após, pesou-se amostras em triplicata de aproximadamente 4,5g (4,4+/-4,6)g do óleo residual filtrado em erlenmeyer, e adicionado 50mL de solução alcoólica de KOH a 4%. Com auxílio de bico de bunsen e do condensador, ferveu-se levemente o óleo residual por 2 horas em banho-maria até atingir completa saponificação. Depois de resfriar, foi adicionado 1mL de fenolftaleína e titulado com solução de HCl 0,5M até desaparecer a coloração rósea (IAL, 2005).

Com os dados estatísticos obtidos do processo de titulação, realizou-se o cálculo do índice de saponificação através da eq. (3) abaixo.

$$\text{Índice de Saponificação} = \frac{28,06 \times F \times (B-A)}{P} \quad \text{Eq.(3)}$$

Onde:

F= fator da solução de HCl.

B= Volume gasto na titulação branco.

A= volume gasto na titulação da amostra.

P= número de gramas da amostra.

2.2.5 Índice de peróxido (IP)

Pesou-se aproximadamente 5g (4,9+/-5,1)g de óleo residual em um frasco erlenmeyer de 250mL. Após a pesagem, adicionou-se 30mL de solução ácido acético-clorofórmico (3:2) e 0,5mL de KI saturado, deixado em repouso por mínimo

de 1 minuto. Depois, acrescentou-se 30mL de água e titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,01N em agitação constante, até quase desaparecer a coloração amarelada. Em seguida, adicionou-se 2mL de solução de amido indicador amido 1% e titulado até o desaparecimento completo da cor azulada (IAL, 2005).

Com a eq. (4) transcrita abaixo, calculou-se o índice de peróxido através dos dados adquiridos pelas titulações.

$$\text{Índice de Peróxido} = \frac{(A-B) \times N \times F \times 1000}{P} \quad \text{Eq.(4)}$$

Onde:

A= número de mL da solução de tiosulfato de sódio gasto em titulação da amostra.

B= número de mL da solução de tiosulfato de sódio gasto em titulação em branco.

N= Normalidade da solução de tiosulfato de sódio.

F= Fator da solução de tiosulfato de sódio.

P= número em grama da amostra.

2.2.6 Índice de iodo (II)

Após filtragem convencional, foi pesado aproximadamente 0,1 (0,10+/- 0,16)g de óleo residual em frasco erlenmeyer. Depois, foi acrescentado 15 mL de álcool etílico em agitação constante, por 2 minutos. Depois, foi acrescentado 20mL de solução etanólica de iodo 0,1M, tampado, com agitação constante por 5 minutos. Adicionou-se 200mL de água destilada, em agitação lenta durante mais 5 minutos. Titulou-se com tiosulfato de sódio 0,1M até o aparecimento fraco da cor amarela. Acrescentou ao titulado 2mL de solução de indicação de amido 1% até o aparecimento da branca leitosa (ARICETTI, 2009).

O índice de iodo foi determinado através do cálculo matemático empregado conforme a eq. (5) abaixo:

$$\text{Índice de Iodo} = \frac{(B-A) \times F \times 12,69}{P} \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

B= mL gasto em titulação do branco.

A= mL gasto da titulação da amostra.

M= Molaridade da solução de Na₂S₂O₃.

P= número de gramas da amostra.

2.3 VAPOR DE ARRASTE NO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Com auxílio de manta aquecedora, balão de fundo chato, suporte universal, garras, rolha e mangueira, ferveu-se 100mL de água destilada em um tempo de 15 minutos. A água em estado gasoso foi adicionada diretamente exclusivamente ao óleo com colaboração de uma mangueira, no qual encontrava-se submersamente a matéria a ser tratada.

A Figura 2 representa o processo de pré-tratamento por vapor de arraste de Watanabe et al (2010), adaptada pelo autor deste trabalho.

Figura 2 – Aparelhagem do pré-tratamento com arraste a vapor.



Fonte: O autor

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

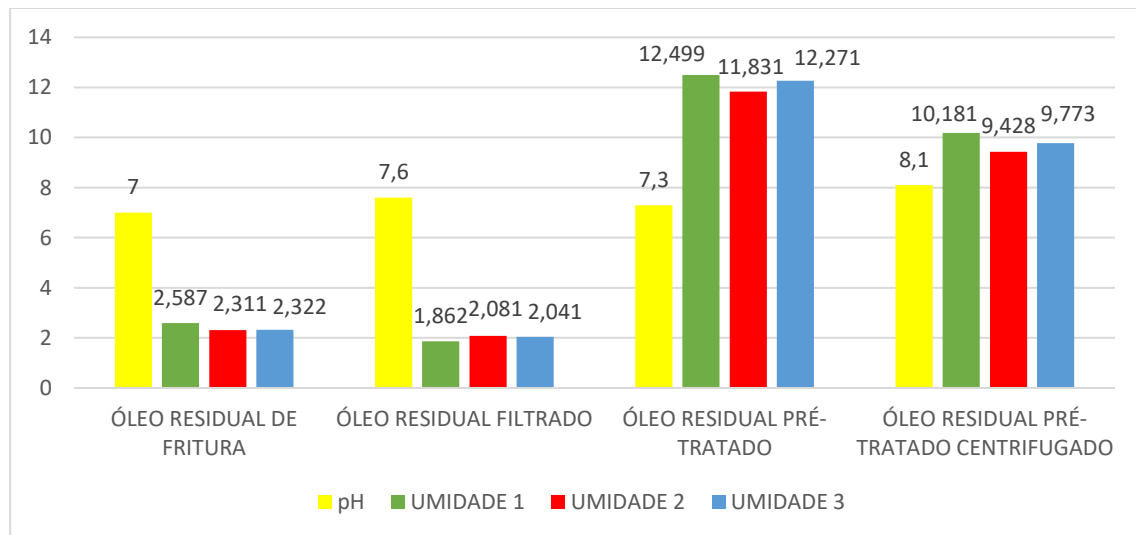
4.1 pH e UMIDADE

A determinação de pH do óleo residual bruto apresentou valor de 7,0 e do óleo residual filtrado 7,6. O valor de pH do óleo pré-tratado é de 7,3, após centrifugação, resultou valor pH igual a 8,1.

A umidade no óleo residual bruto exibe média de 2,41%. Entretanto, após a filtragem qualitativa obteve 1,99% de média de umidade. Já o óleo residual após processo de pré-tratamento expõe valores mediais de 12,20% e após centrifugação, obteve-se 9,78%.

A Figura 3, demonstra um gráfico de valores de pH e análises em triplicata de umidade do óleo residual bruto, óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado.

Figura 3 – Gráfico de valores de pH e análises em triplicata de determinação de umidade (em %) de óleo residual bruto, óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado e centrifugado.



Fonte: O autor

A Tabela 1 apresenta o teste de Tukey, no qual foi aplicado nas amostras de umidade ao nível de 5% de significância. Estatisticamente, o teor de umidade no óleo residual bruto e filtrado não diferem entre si, porém a umidade do óleo tratado aumentam muito, causando diferenças significativas antes e depois da centrifugação.

Tabela 1 – Teste de Tukey aplicado ao teor de umidade

Amostras	Médias	Diferencial Significativo
Óleo Residual Bruto	2,41	C
Óleo Residual Filtrado	1,99	C
Óleo Residual Pré-tratado	12,20	A

**Óleo Residual Pré-tratado
Centrifugado**

9,78

B

Fonte: O autor

Retratando ao valor de pH das amostras da figura 7, Miyashiro et al., (2013) expressa que óleos vegetais residuais exibem naturalmente pH ácido, tendo como limite o valor 7,0 (neutro).

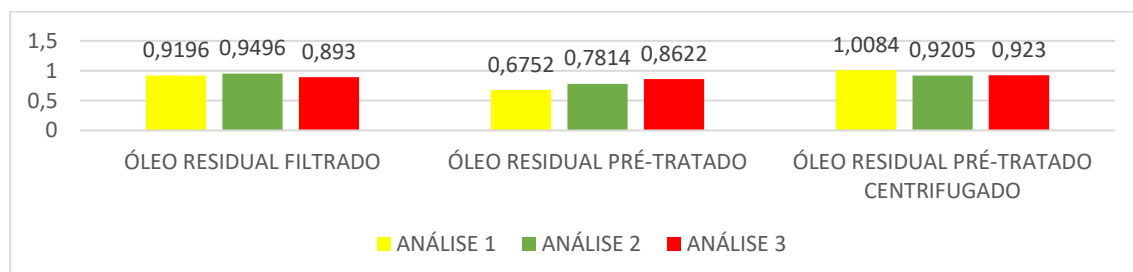
ANP (2014), cita que óleos exclusivos para produção de biodiesel devem extinguir todo teor de umidade antes de entrar em processo de produção. Quando houver umidade no momento da reação de transesterificação, haverá formação de sabão causada por hidrólise alcalina, proveniente da reação do triacilglicerol e o catalisador em presença de umidade. Mesmo nestas condições, a produção de biodiesel deve conter um máximo de 200mg/Kg de umidade.

4.2 ÍNDICE DE ACIDEZ (IA)

O índice de acidez do óleo residual após filtragem qualitativa exhibe médias de 0,92mg NaOH/g. Após processo de evaporação por arraste, o índice de acidez é determinado com média de 0,77mg NaOH/g, após centrifugar o mesmo óleo obteve-se média de 0,95mg NaOH/g de índice de acidez.

A Figura 4 exhibe o gráfico comparativo do índice de acidez entre o óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado, ambas realizadas em triplicatas.

Figura 4 – Gráfico de índices de acidez do óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado (em mg NaOH/g), ambas em triplicata.



Fonte: O autor.

A tabela 2 apresenta o teste de Tukey, no qual foi aplicado com nível de 5% de significância para calcular o rendimento de redução de índice de acidez. Estatisticamente, o óleo pré-tratado exibe valores diferentes significativos de índice de acidez mesmo após centrifugação, porém o índice de acidez do óleo residual filtrado não diferem do óleo pré-tratado, antes e depois da centrifugação.

Tabela 2 – Teste de Tukey aplicado em índice de acidez

Amostra	Média	Diferencial Significativo
Óleo Residual Filtrado	0,92	AB
Óleo Residual Pré-tratado	0,77	A
Óleo Residual Pré-tratado Centrifugado	0,95	B

Fonte: O autor

O índice de acidez do óleo residual filtrado e pré-tratado com evaporação de arraste e centrifugação exibiram valores próximos do recomendado para realizar reação de transesterificação, ou seja, inferiores a 1,0mg NaOH/g (MELO, 2010).

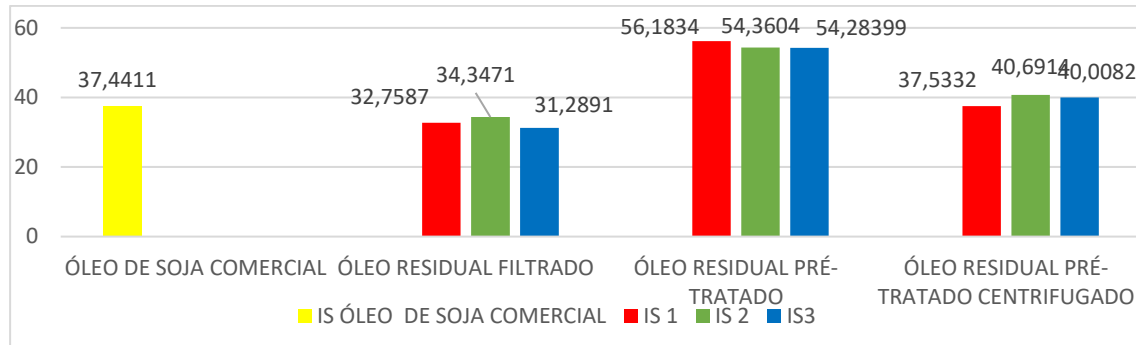
Referente ao óleo pré-tratado centrifugado, houve aumento do índice de acidez sobreposto da reação de partículas de água com ácidos graxos livres. De acordo com ANP (2014), resolução nº45 de 25/08/2014, óleos utilizados como matéria-prima para produção de biodiesel devem apontar valores iguais ou inferiores a 0,50mg NaOH/g em sua composição. Entretanto, Ferrari e Souza (2009), aprovam que o biodiesel obtém resultados semelhantes aos da ANP, quando o índice de acidez é igual ou próximo a 0,80mg NaOH/g.

4.3 ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO (IS)

Em amostras de óleo residual filtrado, o índice de saponificação obteve resultado medial de 32,79mg KOH/g. Porém, os valores de índices de saponificação proveniente do óleo residual pré-tratado apresenta média de 54,94mg KOH/g, e após centrifugação 39,41mg KOH/g.

A Figura 5 expressa o gráfico comparativo de análises de índice de saponificação em óleo de soja comercial, óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado.

Figura 5 – Gráfico de índice de saponificação do óleo de soja comercial e índices de saponificação em triplicata do óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado e centrifugado (em mg KOH/g).



Fonte: O autor.

A Tabela 3 apresenta o teste Tukey, no qual foi aplicado com nível de 5% de significância para comprovar rendimentos estatísticos. O teste calculado resultou variâncias significativas de índice de saponificação em todas as amostras.

Tabela 3 – Teste de Tukey aplicado ao índice de saponificação

Amostra	Média	Diferencial significativo
Óleo Residual Filtrado	32,79	C
Óleo Residual Pré-tratado	54,94	A
Óleo Residual Pré-tratado Centrifugado	39,41	B

Fonte: O autor

O índice de saponificação do óleo residual filtrado e do óleo pré-tratado centrifugado demonstra valores aproximados do óleo de soja comercial, do qual é capaz de executar reação de transesterificação sem saponificar.

Dias et. al (2010), diz que o índice de saponificação de óleo residuais varia de acordo com o tempo de fritura de alimentos estabelecidos. Em seu trabalho, o índice de saponificação aumentou após fritar alimentos

ANP (2014), resolução nº45 de 25/08/2014, não apresenta um valor fixo ou aproximado de índice de saponificação como referência qualitativa em óleos para

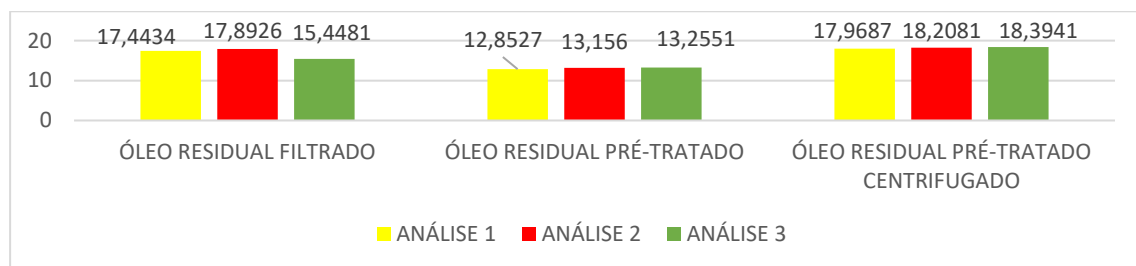
produção de biodiesel. Alves, Mozer e Marques (2010), também afirmam que a ANP não referenciam nenhum valor de índice de saponificação.

4.4 ÍNDICE DE PERÓXIDO (IP)

O índice de peróxido encontrado no óleo residual filtrado resultou média de 16,92Meq/Kg. Em amostras de óleo residual pré-tratado com evaporação de arraste, resultou média de 13,09Meq/Kg e após centrifugar 18,19Meq/Kg de índice de peróxido.

A figura 6 apresenta o gráfico comparativo de análises de índice de peróxido do óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado.

Figura 6 – Gráfico de Índices de peróxido do óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado (em Meq/Kg), ambas em triplicata.



Fonte: O autor.

A Tabela 4 apresenta o teste Tukey, no qual foi realizado a nível de 5% de significância. O índice de peróxido do óleo residual filtrado e óleo pré-tratado centrifugado resultou valores indiferentes entre si, porém o índice de peróxido do óleo pré-tratado apresenta diferença do óleo residual filtrado e pré-tratado centrifugado.

Tabela 4 – Teste de Tukey aplicado ao índice de peróxido

Amostra	Média	Diferencial Significativo
Óleo Residual Filtrado	16,92	A

Óleo Residual Pré-tratado	3,09	B
Óleo Residual Pré-tratado Centrifugado	3,19	A

Fonte: O autor

Segundo ANVISA nº 482/1999, óleos comestíveis devem apresentar índice de peróxido iguais ou inferiores a 10Meq/Kg, todavia, o óleo residual pré-tratado não necessita de tratamento, pois indica índice de peróxido próximo de óleos comestíveis encontrados em comércios, expondo baixa degradação e oxidação devido sua composição química (MELO, 2010).

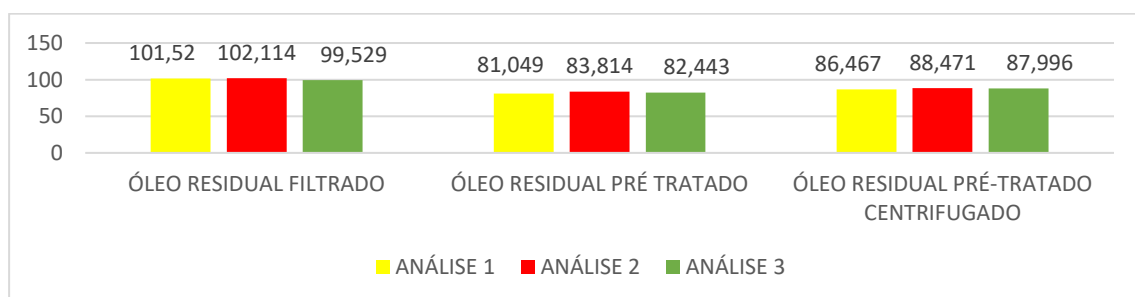
Segundo ANP (2014), resolução nº45 de 25/08/2014, não existe um valor fixo ou aproximado de índice de peróxido para ser seguido como parâmetro qualitativo.

4.5 ÍNDICE DE IODO (II)

Em amostras de óleo residual filtrado, os cálculos triplicados apresentam média de 101,05g I₂/100g de índice de iodo. A média da determinação de índice de iodo em amostras de óleo residual pré-tratado com evaporação de arraste foram de 82,43g I₂/100g. Após centrifugação, o óleo pré-tratado manifestou média de 87,64g I₂/100g de índice de iodo.

A Figura 7 expressa o gráfico comparativo de índice de iodo realizadas com amostras de óleo residual filtrado, óleo residual pré-tratado e óleo residual pré-tratado centrifugado.

Figura 7 – Gráfico de índices de iodo do óleo residual filtrado e óleo pré-tratado com evaporação de arraste e centrifugação (em g I₂/100g) em triplicata.



Fonte: O autor

A Tabela 5 apresenta o teste Tukey, no qual foi realizado com nível de 5% de significância. Estatisticamente, as três médias de índice de iodo apresentam diferenças significativas entre elas.

Tabela 5 – Teste de Tukey ao índice de iodo

Amostra	Médias	Diferencial significativo
Óleo Residual Filtrado	101,05	A
Óleo Residual Pré-tratado	82,43	B
Óleo Residual Pré-tratado Centrifugado	87,64	C

Fonte: O autor

O índice de iodo do óleo pré-tratado manifesta resultados eficientes, pois mesmo após o processo de evaporação de arraste o índice esteve dentro dos padrões de qualidade recomendada.

Segundo a ANP (2014), resolução nº45 de 25/08/2014, o índice de iodo não apresenta um valor ou número fixo ou aproximado de índice de iodo como referência qualitativa. Ferrari e Souza (2009) também afirmam que a ANP não especifica um valor qualitativo de índice de iodo, contudo, comprovam que o índice de iodo essencial para produção de biodiesel deve ser igual ou inferior a 120g I₂/100g, segundo a EN 14214.

5. CONCLUSÃO

O método de evaporação de arraste (vapor de arraste) adaptado neste trabalho, demonstrou eficiência estatal como meio de pré-tratamento de matéria-prima para produção de biodiesel, proporcionando decréscimo da presença de materiais sólidos e mudança do valor de pH, elevando de 7,0 para 8,1.

Pelo Teste de Tukey, esta técnica resultou valores de índice de acidez, índice de saponificação, índice de peróxido e índice de iodo satisfatórios para produzir biodiesel após processo de pré-tratamento, comprovando diferencial significativo devido a maior eficiência quando comparado com óleos residuais de fritura na ausência de pré-tratamento.

O teor de umidade determinado na matéria-prima não é um fator favorável para esta técnica de pré-tratamento, motivando raciocinar novamente a metodologia empregada, analisando estudos e experimentos distintos objetivando melhores resultados na redução de umidade. Desta forma, sugere-se efetuar secagem no óleo residual pré-tratado antes de produzir biodiesel, pois evita níveis de saponificação no momento da reação de transesterificação.

Para melhorar a eficiência de pré-tratamento do óleo residual de fritura para produção de biodiesel por evaporação de arraste, recomenda-se adaptar adequadamente a metodologia processos que resultam na redução de umidade no término do tratamento da matéria-prima, sem que haja interferências em valores de pH e análises físico-químicas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Betânia Mara; SOARES, Marcos Antonio. Potencialidade de produção de biodiesel por óleos e gorduras residuais¹ na cidade de Itabira-MG. **Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p.721-729, 01 nov. 2010.

ALVES, I. L.; MOZER, F.; MARQUES, F. C. Produção De Biodiesel Utilizando Óleo De Soja Da Cantina Do Ifes, Campus Cachoeiro De Itapemirim-ES. Instituto Federal de Educação Científica e Tecnológica do Espírito Santo, Vitória, n. 1, p.12-13, jul. 2010.

ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 45, DE 25.8.2014 - DOU 26.8.2014. 2014. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/agosto/ranp_45_2014.xml>. Acesso em: 30 out. 2015.

ARICETTI, J. *Métodos titulométricos alternativos para a avaliação da qualidade do biodiesel*. 2010. 149 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Química – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CERIANI, Roberta. Simulação Computacional de Processos de Desodorização e Desacidificação de Óleos Vegetais. 2005. 248 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

DIAS, L. F. et al. Caracterização Físico-Química Do Óleo De Soja Utilizado Durante O Processamento Térmico Em Processo De Fritura Descontínua. 2010. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2010/trabalhos/10/10-366-8426.htm>>. Acesso em: 30 out. 2015.

DIB, Fernando Henrique. **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.** 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010. Disponível em: <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>. Acesso em: 22 abr. 2015.

FERRARI, Roseli Aparecida; SOUZA, Waleska Lemes de. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. Química Nova, São Paulo, v. 32, n. 1, p.120-126, 2009.

GUIMARÃES, Regina et al. Revista de Extensão e Iniciação Científica SOCIESC – REIS – Avaliação de tipos de pré-tratamento de óleo usado de fritura para produção de biodiesel. Revista de Extensão e Iniciação Científica, Florianópolis, v. 1, n. 1, p.23-27, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.sociesc.org.br/reis/index.php/reis/article/view/11>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos Para Análise de Alimentos. 4. ed. São Paulo: Barnaúba, 2005. 1000 p.

MELO, Maria Andrea Mendes Formiga. Avaliação das Propriedades Físicas de Óleos Vegetais Visando a Produção de Biodiesel. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Departamento Químico, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MENEZES, Rafael Silva et al. AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE MICROALGAS DULCÍCOLAS COMO FONTE DE MATÉRIA-PRIMA GRAXA PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL. **Química Nova**, Goiânia, v. 36, n. 1, p.10-15, 21 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n1/v36n1a03.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

MIYASHIRO, C. S.; OLIVEIRA, C. D.; TELEKEN, J. G. Produção De Biodiesel A Partir Da Transesterificação De Óleos Residuais. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, Palotina, v. 1, n. 1, p.67-76, jan. 2013.

PATRÍCIO, J. S.; HOTZA, D.; NONI JÚNIOR, A. de. Argilas adsorventes aplicadas à clarificação de óleos vegetais. **Química Nova**, Campinas, v. 26, n. 5, p.171-178, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v60n354/a02v60n354.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

PORTAL BRASIL. **Diesel com nova fórmula começa a ser vendido em postos de combustíveis**. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/07/diesel-com-nova-formula-comeca-a-ser-vendido-em-postos-de-combustiveis>>. Acesso em: 03 jul. 2014.

SILVA, Bruno Guzzo da; PUGET, Flávia Ferreira. Biodiesel: Gerenciamento Ambiental de Resíduo Oleoso Proveniente de Frituras. II Congresso Brasileiro de Engenharia Química e Iniciação Científica, Aracruz, v. 5, n. 2, p.120-127, 30 jul. 2009.

WATANABE, C. B. et al. Extração de Óleo Essencial de Menta (*Mentha arvensis* L.) Por Destilação de Arraste a Vapor e Extração com Etanol. 2006. Disponível em: <http://www.sbpmed.org.br/download/issn_06_3/artigo15_v8_n4.pdf>. Acesso em: 31 out. 2015.