

# ANÁLISE QUALITATIVA DO BIODIESEL DE ÓLEO DE FRANGO RESIDUAL ATRAVÉS DE MÉTODOS SIMPLES E DE BAIXO CUSTO

Wellinton dos Santos Ciconello; Letícia Ledo Marciniuk

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, lmarciniuk@utfpr.edu.br*

**Resumo:** O óleo residual extraído de carcaças e vísceras de frango foi utilizado como matéria prima para síntese de biodiesel neste trabalho. Realizou-se a reação de transesterificação com álcool etílico via catálise homogênea básica, sendo as condições reacionais utilizadas: 30 min de agitação constante à temperatura ambiente, razão molar de óleo de frango:álcool etílico 1:15 e 5 % de catalisador (m/m). O rendimento mássico da reação, 83%, foi calculado a partir da massa molar do óleo de frango e do biodiesel, estimados pelas porcentagens de ácidos graxos presentes nesse óleo, de acordo com dados da literatura. A confirmação da síntese do biodiesel foi realizada através de análises qualitativas simples e de baixo custo, como teste de miscibilidade em álcool etílico, viscosidade e cromatografia de camada delgada.

**Palavras-chave:** Biodiesel, óleo de frango, viscosidade, cromatografia de camada delgada.

## Introdução

O suprimento de toda energia consumida atualmente ainda é, em sua maior parte, dependente dos combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural (OLIVEIRA et al., 2018). Diversas fontes alternativas e renováveis de energia podem ser utilizadas com o intuito de minimizar essa dependência energética. Entre elas, destacam-se o aproveitamento dos raios solares, a força proveniente das ondas, ventos e marés, assim como o uso da biomassa contida em resíduos florestais, agrícolas e industriais (AYRES & AYRES, 2012). Os biocombustíveis têm sido amplamente estudados, uma vez que podem substituir o consumo de petróleo no setor de transportes. Conceitualmente, são compostos obtidos a partir de biomassa renovável e que podem ser utilizados para gerar energia (GOLDEMBERG, 2009).

Um dos processos mais utilizados atualmente para síntese do biodiesel é a reação de transesterificação, na qual se obtém uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos (biodiesel), que pode ser obtida a partir de diferentes tipos de óleos e álcoois de cadeia curta, como metanol ou etanol, na presença de catalisadores para acelerar a reação (CAETANO, 2003).

Óleos ou gorduras residuais, como os usados em fritura ou provenientes de abates de aves, podem ser utilizados como matéria prima de baixo custo para produção de biodiesel, além de evitar seu descarte inadequado e o agravamento de problemas sociais e ambientais.

Segundo Tomiello (2014), os restos do abate de frangos correspondem a 30% do peso do animal abatido, sendo em torno de 2 a 2,5%

correspondentes a gordura abdominal e 10% de peso em pele, altamente rica em gordura. Com o aumento da demanda da carne de frango, consumida principalmente em corte, a gordura retirada da cavidade abdominal tem sido considerada um subproduto, o que possibilitaria seu potencial uso como matéria prima para produção de biodiesel (CENTENARO et al., 2008).

Neste trabalho, utilizou-se o óleo extraído de carcaças e vísceras de frango como matéria prima para reação de transesterificação com álcool etílico via catálise homogênea básica. O monitoramento da síntese de biodiesel e da glicerina – subproduto da reação – foi realizado através de análises simples e de baixo custo, como teste de miscibilidade em álcool etílico, viscosidade e cromatografia de camada delgada.

## **METODOLOGIA**

### **Extração e fracionamento do óleo residual de frango**

O fracionamento de óleos e gorduras é uma forma de processamento na qual os triglicerídeos são separados em frações de ponto de fusão e composições diferenciadas. Trata-se de um processo de modificação reversível que envolve uma cristalização parcial seguida da separação por filtração das frações sólidas e líquidas (CENTENARO et al., 2008).

As carcaças e vísceras de frango utilizadas como matéria prima residual para produção de biodiesel foram primeiramente aquecidas até fervura com pequena quantidade de água, sendo a parte sólida filtrada e descartada. O óleo extraído foi então mantido à temperatura de 15°C por 24 h e posteriormente, colocado em estufa a 80°C por mais 24 h. À temperatura ambiente, pode-se observar o fracionamento da amostra em duas fases, sendo uma líquida e outra sólida.

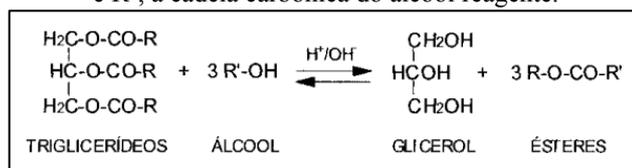
Apenas a fração líquida do óleo de frango foi utilizada como material de partida para a reação de transesterificação, sendo a mesma homogeneizada e mantida em estufa a 80°C por 24h. Analisaram-se seus índices de acidez e de saponificação, sendo as metodologias e cálculos baseados nos métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz.

### **Síntese do biodiesel**

A reação de transesterificação foi realizada nas seguintes condições reacionais: razão molar óleo de frango: álcool etílico 1:15; 5 % de catalisador homogêneo básico, hidróxido de potássio; 30 min de reação à temperatura ambiente.

Em seguida, o produto foi transferido para um funil de separação, sendo o mesmo lavado com solução aquosa de cloreto de sódio. Após decantação e separação da glicerina, subproduto da reação, como mostra a Figura 1, o biodiesel foi mantido em estufa a 80°C por 24h a fim de evaporar-se o excesso de álcool.

**Figura 1:** Representação da reação de transesterificação, onde R representa a cadeia carbônica dos ácidos graxos e R', a cadeia carbônica do álcool reagente.



Fonte: NETO, 2000.

## Análises qualitativas para confirmação da síntese do biodiesel

### a) Teste de miscibilidade em álcool etílico

Durante a reação de transesterificação, a mistura reacional foi analisada quanto à sua miscibilidade frente ao álcool etílico. Para isso, utilizaram-se tubos de ensaio contendo 1 mL de álcool etílico hidratado e foram adicionados 1 mL da mistura reacional, em diferentes intervalos de tempo, até completar-se os 30 min reacionais.

### b) Viscosidade

O produto da reação após etapa de purificação e secagem (biodiesel) e o material de partida (fração líquida do óleo de frango residual) foram analisados em Viscosímetro Brookfield Programável LVDVII, com uma rotação de 100 RPM, estando às amostras a 38°C. A viscosidade dinâmica foi convertida à viscosidade cinemática (a partir de cálculos utilizando-se as densidades do óleo e do biodiesel) para melhor comparação com os dados da literatura. Segundo a norma ASTM D6751 - método analítico D 445 (LÔBO, FERREIRA e CRUZ, 2009), permite-se um intervalo de viscosidade cinemática entre 1,9 e 6,0 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> para biocombustíveis do ciclo Diesel.

### c) Cromatografia em camada delgada (CCD)

As placas cromatográficas foram obtidas de fontes comerciais, Sílica G/UV<sub>254</sub> (0,20 mm), nas quais foram realizadas as seguintes aplicações: (a) fração líquida do óleo do frango (material de partida), (b) produto da reação após purificação e secagem (biodiesel), (c) glicerina comercial e (d) subproduto da reação (contendo a glicerina). A placa foi colocada dentro de

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

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

um béquer para eluir em uma solução de éter de petróleo e etanol (2:1). Para a revelação das manchas na placa cromatográfica utilizou-se cuba de iodo.

## RESULTADOS

### Propriedades do óleo de frango

Quando comparado a outras fontes de origem animal, o óleo do frango apresenta uma baixa concentração de ácido graxos saturados, podendo ser considerado como um semilíquido à temperatura ambiente e ser chamado de “óleo” ou “gordura” (CENTENARO et al., 2008). Durante seu processo de fracionamento, este óleo pode ser separado em duas frações, como mostra a Figura 2.

**Figura 2:** Separação das frações do óleo de frango: oleína (fase superior) e estearina (fase inferior).



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

A fase superior é líquida à temperatura ambiente e pode ser chamada de oleína, devido à elevada concentração de ácidos graxos insaturados, como oléico e linoléico. A fase inferior pode ser chamada de estearina. Ela se cristaliza à temperatura ambiente devido a maior concentração de ácidos graxos saturados, como esteárico e palmítico (CHIU; GRIMALDI e GIOIELLI, 2007).

Apenas a fração superior foi utilizada como material de partida para a síntese do biodiesel, não prejudicando assim as propriedades físicas desejáveis ao biocombustível sintetizado, como ponto de névoa, baixo entupimento do motor e ponto de fluidez.

A investigação das propriedades físico-químicas do óleo de frango é fundamental para o controle de sua qualidade e averiguação do estado de conservação do mesmo. Os resultados de índice de acidez e índice de saponificação foram: 0,59 mg KOH.g<sup>-1</sup> e 199,1 mg KOH.g<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes resultados foram próximos aos encontrados na literatura para o óleo de frango. Seu baixo índice de acidez possibilita que o mesmo seja utilizado na reação de transesterificação via catálise básica sem nenhum tratamento prévio, o que normalmente não acontece com a maioria das gorduras de origem

animal ou óleos residuais usados em fritura (ROSSI et al., 2018).

A massa molar média da fração oleína do óleo de frango pode ser calculada ( $856,4 \text{ g.mol}^{-1}$ ) levando-se em consideração a percentagem de cada ácido graxo presente nesta fração, de acordo com dados cromatográficos relatados por Chiu et al. e apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Composição e percentagem dos ácidos graxos presentes na fração oleína do óleo de frango.

Ácido graxo		Fórmula molecular	Percentagem (%)	Massa molar ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
Ácido mirístico	14:0	$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	0,80	228,2
Ácido palmítico	16:0	$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	24,50	256,39
Ácido palmitoléico	16:1	$\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_2$	7,80	254,38
Ácido Esteárico	18:0	$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	3,50	284,45
Ácido oléico	18:1	$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$	43,80	282,43
Ácido linoléico	18:2	$\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$	18,60	280,42
Ácido linolênico	18:2	$\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$	1,00	278,41

Fonte: CHIU, GRIMALDI e GIOIELLI, 2007.

### Síntese de biodiesel

De modo análogo ao calculado para o óleo de frango, a massa molar média do biodiesel pode ser calculada, sendo de  $300,8 \text{ g.mol}^{-1}$ . A partir dos dados teóricos e da massa real de biodiesel obtida após a lavagem e secagem do biodiesel, pode-se calcular o rendimento mássico da reação de transesterificação, sendo este de 83%. A conversão do óleo de frango em biodiesel pode ser monitorada e confirmada através de análises qualitativas simples e de baixo custo.

#### a) Teste de miscibilidade em álcool etílico

Diferentemente dos óleos e gorduras, o biodiesel é miscível em álcoois de cadeia curta, como metanol e etanol. Desta forma, pode-se monitorar a formação do biodiesel através do aumento da miscibilidade da amostra em álcool etílico. O início e término da reação (após 30 min reacionais) podem ser observados na Figura 2.

**Figura 3:** Registro da mistura reacional vertida em álcool etílico antes e após 30 min de reação.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Observou-se que ao final do tempo reacional de 30 min, o produto era totalmente miscível em álcool etílico hidratado, sendo um primeiro indício para a formação do biodiesel.

Este teste, apesar de muito simples, pode ser um importante aliado durante a síntese do biodiesel, direcionando e avaliando a eficiência dos parâmetros reacionais utilizados na mesma.

### b) Viscosidade

Os valores de viscosidade dinâmica e cinemática do material de partida da reação de transesterificação e do biodiesel (após lavagem e secagem) estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores de viscosidade e densidade para o óleo de frango (fração oleína) e biodiesel.

	Viscosidade dinâmica (cP)	Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> /s)	Densidade (g.cm <sup>3</sup> )
Óleo de frango	157,2	20,46	0,76
Biodiesel	17,5	2,03	0,86

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

É possível observar que a viscosidade cinemática do óleo de frango é cerca de 10 vezes maior do que a do biodiesel. Isso pode ser explicado ao analisar-se a reação de transesterificação, no qual ocorre a quebra da molécula do triglicerídeo em três frações menores de ésteres etílicos de ácido graxo (biodiesel) e glicerol, como mostra a Figura 1.

Em relação ao diesel convencional os óleos vegetais ou gorduras animais apresentam valores de viscosidade bastante elevados, podendo excedê-lo em até 100 vezes, como no caso do óleo de mamona (NETO, 2000).

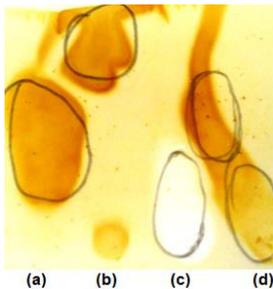
Desta forma, constatou-se que o biodiesel de óleo residual de frango sintetizado neste trabalho estava de acordo com a norma ASTM D6751 (método analítico D 445), estando sua viscosidade entre 1,9 e 6,0 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>. Ao comparar-se as viscosidades cinemáticas do óleo de frango e do biodiesel com a viscosidade do óleo diesel de petróleo (entre 2,0 e 4,0 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>), verificou-se valores próximos entre os dois últimos combustíveis, podendo o biodiesel sintetizado neste trabalho ser adicionado ao óleo diesel sem maiores implicações para os motores do ciclo diesel, no que diz respeito à viscosidade (ANP).

### c) Cromatografia em camada delgada

A eficiência da síntese e purificação do biodiesel foi monitorada utilizando CCD para avaliar se o produto final possuía traços do material de partida. A análise qualitativa da placa cromatográfica sugeriu que a conversão dos

triglicerídeos em ésteres etílicos de ácidos graxos foi bastante eficaz, visto a presença de mancha única na placa de sílica, sem vestígios do material de partida. O subproduto da reação de transesterificação contendo a glicerina também foi analisado por CCD, como mostra a Figura 4.

**Figura 4:** Placa cromatográfica de sílica gel com aplicações de: (a) óleo de frango; (b) biodiesel; (c) glicerina comercial; (d) subproduto da reação contendo glicerina; eluídas em solução de éter de petróleo e etanol (2:1) e revelada em cuba de iodo.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

A glicerina é uma molécula altamente polar, por este motivo observou-se uma elevada retenção do produto comercial na sílica, Figura 4 (c) e (d). Observou-se, porém, que o subproduto da reação contendo a glicerina não estava puro, sendo possível visualizar traços de óleo de frango – material de partida da síntese – o que pode ter acarretado em um menor rendimento de biodiesel. O produto desejado, no entanto, estava puro, o que pode ser constatado na Figura 4 (b).

## CONCLUSÃO

O fracionamento do óleo de frango residual resultou na separação de duas frações: oleína, que é totalmente líquida, devido à alta concentração de ácido oleico e a estearina, que apresenta elevada concentração de ácidos graxos saturados e se cristaliza à temperatura ambiente. A fase líquida foi utilizada como material de partida na síntese do biodiesel e a partir da percentagem de ácidos graxos em sua composição (valores da literatura) foi possível estimar as massas molares do óleo de frango, biodiesel e conseqüentemente, o rendimento teórico da reação, sendo estes:  $856,4 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $300,8 \text{ g.mol}^{-1}$  e 83%, respectivamente.

As condições reacionais utilizadas na reação foram: razão molar óleo de frango: álcool etílico de 1:15, 5 % (m/m) de catalisador homogêneo básico, KOH, 30 min de agitação constante à temperatura ambiente. Para confirmação da conversão do óleo de frango em biodiesel utilizaram-se métodos simples e de baixo custo como a miscibilidade em álcool etílico, viscosidade e CCD. Verificou-se que a

viscosidade do produto formado foi cerca de 10 vezes menor do que o do material de partida e próximo ao valor do óleo diesel de petróleo. As placas cromatográficas mostraram que a purificação do biodiesel foi eficiente e foi possível separá-lo com êxito do glicerol. Este último, no entanto, apresentou traços de óleo não reagido, podendo justificar a perda de rendimento da reação, uma vez que os cálculos foram realizados em função da quantidade de óleo de frango utilizada como material de partida.

## REFERÊNCIAS

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>  
Acesso em: 02 jul. 2018.

AYRES, Robert U.; AYRES, Edward H. Cruzando a fronteira da energia: dos combustíveis fósseis para um futuro de energia limpa. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CAETANO, T. Estudo da miscibilidade de etanol com componentes do diesel e biodiesel. Dissertação (Engenharia de Processos) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 91. 2003.

CENTENARO, Graciela S.; FURLAN, Valcenir J. M.; SOUZA-SOARES, L. A.; Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. Ciências Agrárias, Londrina, 2008.

CHIU, M. C.; GRIMALDI, R.; GIOIELLI, L. A., Fracionamento a seco da gordura de frango em escala piloto. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Campinas, v. 43, n. 3, p. 421-434, set. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985.

LÔBO, I. P; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S.; Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

NETO, P. R. C. et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química nova**, **23(4) (2000)**, Cidade, v. 23, n. 4, p. 531-537, jan. 2000.

OLIVEIRA, R.D.S. et al. Adsorção de contaminantes do biodiesel por fibras de bagaço modificadas na superfície. **Química Nova**, v. 41, n. 2, p. 121-128, 2018.

ROSSI, G.Z., et al. Technical analysis of biodiesel production from residual fry oil. **The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC**, v.4, n.1, 2018.