

## PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA

LUCIANO FRANCISCO FLORES ROSA<sup>1</sup>, MARLUCI MELLO DE SOUZA<sup>2</sup>, PAOLA LAMBERTY<sup>3</sup>, MAURÍCIO GAMMERTT ROHNELT<sup>4</sup> e BETHANIA BROCHIER<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando Eng. Química, UNISINOS, São Leopoldo-RS, [lucianoffrosa@gmail.com](mailto:lucianoffrosa@gmail.com);

<sup>2</sup> Eng. Química, UNISINOS, São Leopoldo-RS, [marlucims@unisinis.br](mailto:marlucims@unisinis.br);

<sup>3</sup> Graduanda Eng. Química, UNISINOS, São Leopoldo-RS, [paolalamberty@gmail.com](mailto:paolalamberty@gmail.com);

<sup>4</sup> Eng. Químico, UNISINOS, São Leopoldo-RS, [mauriciogammertt@gmail.com](mailto:mauriciogammertt@gmail.com);

<sup>5</sup> Dra Prof. Eng. Química, UNISINOS, São Leopoldo-RS, [bethaniab@unisinis.br](mailto:bethaniab@unisinis.br).

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Com o advento de novas tecnologias limpas e renováveis nos últimos anos, junto à necessidade de reversão de quadro ambiental crítico proveniente do uso exacerbado de combustíveis fósseis, originou-se cenário favorável para desenvolvimento de iniciativas sustentáveis de transformação de resíduos em biocombustíveis tais como o biodiesel. No presente trabalho, estudou-se a produção de biodiesel a partir de óleo de soja, cujo processo de transesterificação se deu a partir de metanol e etanol com hidróxido de sódio. Após decantação posterior à reação de transesterificação, observou-se a formação de duas fases (característico da síntese de biodiesel) somente na reação com o etanol. O biocombustível foi caracterizado por meio da análise de parâmetros mínimos: pH, ponto de fulgor, massa específica e viscosidade cinemática a 40 °C. Comparando os resultados de caracterização obtidos para o biodiesel (pH 7,63; ponto de fulgor de 134 °C; massa específica de 870 kg/m<sup>3</sup>; viscosidade cinemática a 40°C de 5,23 mm<sup>2</sup>/s) produzido com etanol, constatou-se que tais parâmetros apresentaram valor acima do limite mínimo estabelecido pela resolução vigente da ANP. Adicionalmente, o biodiesel sintetizado apresentou rendimento satisfatório de 86,14% e custo total da fração obtida de R\$ 3,36. Comprovou-se, portanto, a possibilidade de síntese de biodiesel em conformidade com padrões mínimos, ensejando novos estudos que vislumbrem a otimização de sua produção e escalonamento do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** biocombustível. biodiesel. óleo de soja. energia renovável. sustentabilidade.

### BIOFUEL PRODUCED FROM SOYBEAN OIL

**ABSTRACT:** With the advent of new clean and renewable technologies in recent years and the need to reverse the critical environmental situation resulting from the excessive use of fossil fuels, a favourable scenario has emerged for the development of sustainable initiatives to transform waste into biofuels, such as biodiesel. In the present work, the production of biodiesel from soybean oil was studied, using methanol and ethanol with sodium hydroxide in the transesterification process. At the end of the decantation time after the transesterification reaction, the formation of two phases (characteristic of biodiesel synthesis) was observed only in the reaction of oil with ethanol. The biofuel was characterized by analysing the following minimum parameters: pH, flash point, specific mass and kinematic viscosity at 40 °C. Comparing the characterization results obtained for biodiesel (pH = 7.63; flash point = 134 °C; specific mass = 870 kg/m<sup>3</sup>; kinematic viscosity at 40°C = 5.23 mm<sup>2</sup>/s) produced with ethanol, it was found that such parameters presented a value above the minimum limit established by ANP Resolution. Additionally, the synthesized biodiesel presented a satisfactory mileage of 86.14% and the total cost of the fraction obtained was 3.36 BRL. Therefore, with this experimental study, the possibility of synthesizing biodiesel in accordance with minimum standards was proved, allowing for new studies that envisage the optimization of its production and scaling of the process.

**KEYWORDS:** Biofuel. Biodiesel. Soybean oil. Renewable energy. Sustainability.

## INTRODUÇÃO

A busca por fontes alternativas de energia, mais limpas e renováveis tem aumentado nos últimos anos, sendo o biodiesel umas das opções mais exploradas na atualidade. Inicialmente, como aditivo ou até como substituto ao diesel nos setores de transportes e geração de energia em todo mundo, a fim de minimizar os impactos ambientais (KNOTHE *et al.*, 2006). Diante de toda essa situação, o futuro acena para a possibilidade de grandes mudanças na fabricação e utilização de biodiesel no Brasil. A soja é uma das matérias-primas mais produzidas e abundantes no país, dando a origem na produção de óleo de soja. O grande aumento do número de unidades de produção de biodiesel vem do grande incentivo governamental existente (DIB *et al.*, 2010).

De acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo), a definição de Biodiesel, como sendo “um combustível para motores a combustão interna com ignição por compressão, de fonte renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil” (BRASIL, 2004). Destaca-se política energética do aumento gradual do teor de biodiesel no óleo diesel, estando este valor em 10% no mês de agosto de 2021, valor inferior aos 13% previstos, devido ao aumento no preço da soja.

O biodiesel apresenta uma série de vantagens ambientais tais como isenção de enxofre, de compostos aromáticos e baixa emissão de monóxido de carbono e particulados. É constituído quimicamente por ésteres metílicos ou etílicos (dependendo do reagente utilizado no processo de catalise) de ácidos graxos de cadeia longa, os quais são obtidos, respectivamente, pelo processo de transesterificação dos triglicerídeos com metanol ou etanol. (BRASIL, 2004).

Este trabalho teve como objetivos a produção de biodiesel utilizando óleo vegetal de origem da soja, através do processo de transesterificação por catálise alcalina, realizando comparativo de eficiência entre a utilização dos álcoois metanol e etanol, além de mensurar o rendimento e estabelecer os custos de produção do produto final. Ao final avaliar a adequação do produto aos padrões de qualidade estabelecidos pela ANP.

## MATERIAL E MÉTODOS

A produção de biodiesel consistiu em quatro partes. A primeira parte do procedimento experimental teve por objetivo obter a mistura A, compreendida por 40 g de etanol (teste 1) e 0,6 g de hidróxido de sódio. Na sequência, ocorreu a pesagem de 120 g de óleo vegetal e o aquecimento dele até 55 °C. A mesma solução foi preparada utilizando-se metanol como variável de comparação (teste 2).

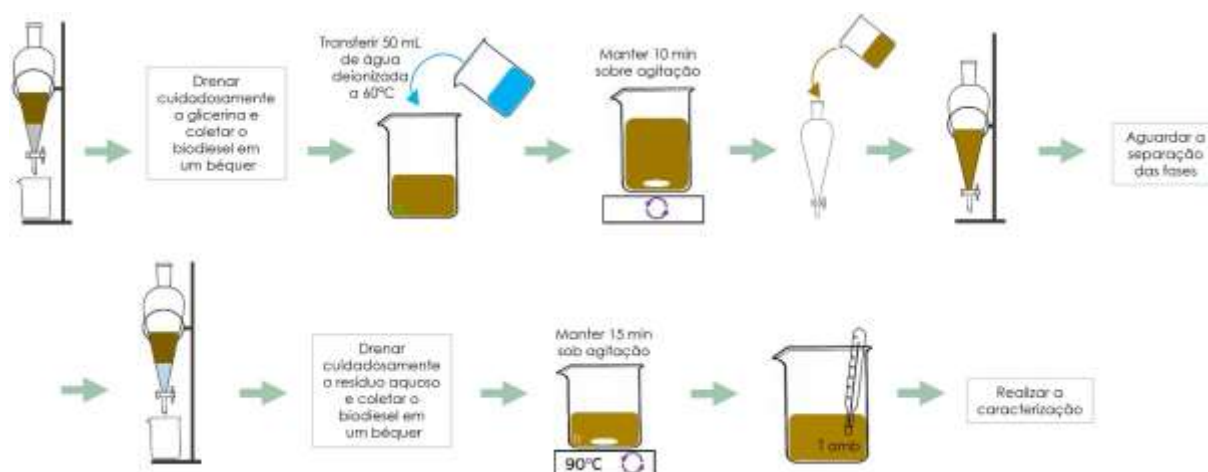
Ao atingir a temperatura necessária, a solução A foi adicionada sobre o óleo e essa mistura foi mantida sobre aquecimento e agitação por 30 minutos. Após ocorrer a reação de transesterificação, a agitação e o aquecimento foram cessados e ocorreu o processo de separação do óleo e da glicerina em uma pera de decantação, conforme a Figura 1.

Figura 1. Reação de transesterificação de óleo de soja com álcool e hidróxido de sódio.



Após a separação das fases tem-se a fase superior rica em biodiesel e a fase inferior com glicerina. O biodiesel foi coletado e lavado com água deionizada a 60 °C. A mistura foi deixada sob agitação por 10 minutos para garantir homogeneidade. Então, foi feita uma nova decantação na pera. Em seguida, removeu-se o biodiesel, que foi colocado sob agitação e aquecimento (90 °C) por 15 minutos para garantir remoção completo do resíduo aquoso. Uma vez seco, o biodiesel foi caracterizado. O procedimento segue o fluxograma exposto na Figura 2.

Figura 2. Finalização do processo de obtenção de biodiesel.



Para o cálculo do custo de produção do biodiesel, foram levantados os custos de aquisição dos reagentes químicos utilizados, do óleo vegetal, além do valor pelo fornecimento de energia elétrica. Os custos dos reagentes e do óleo foram levantados em agosto de 2021 com fornecedores locais. O valor da energia elétrica foi utilizado o da cidade de São Leopoldo fornecido pela RGE Sul e o custo da água, apesar de no processo ter se utilizado água destilada, a fins de cálculo utilizou-se o valor cobrado pelo SEMAE pela água potável para todo município de São Leopoldo. Para estimar o valor do custo de produção do biodiesel utilizou-se a Equação 1. Para fins de cálculo financeiro, considerou-se somente a síntese bem sucedida, com o etanol. Para calcular o rendimento do processo, usou-se a Equação 2.

Equação 1

$$\text{Custo de produção} = \text{Custo}_{\text{reagentes}} + \text{Custo}_{\text{água}} + \text{Custo}_{\text{energia}}$$

Equação 2

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Massa de Biodiesel produzido}}{\text{Massa de óleo vegetal utilizado}} * 100$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o tempo de decantação, observou-se a formação de duas fases (característico da síntese de biodiesel) somente na reação do óleo com o etanol. Na pêra de separação com o sistema de reação com metanol não houve separação e formou-se apenas um sistema homogêneo gelificado conforme evidenciado na Figura 3 à esquerda, portanto, não se obteve biodiesel desta configuração e não há resultados para tal, descartando-se assim o sistema gelificado. À direita na Figura 3, tem-se o biodiesel obtido após o processo de separação e lavagem.

Figura 3. Decantação do Biodiesel sintetizado (esquerda) e biodiesel final (direita).



A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) regula a qualidade e os parâmetros normativos brasileiro, e para a produção de biodiesel, possui uma portaria específica que regulamenta e estabelece os padrões mínimos de fornecimento deste combustível. A Norma regulamentadora é a RANP 45 de 2014 que engloba a resolução ANP N° 45, de 25.08.2014 - DOU 26.08.2014, totalmente dedicada à formulação de Biodiesel, desta há 24 parâmetros a serem monitorados e controlados no fornecimento deste biocombustível. Na Tabela 1, são apresentados os resultados para a caracterização do biodiesel obtido na síntese com etanol, bem como os limites estabelecidos pela legislação.

Tabela 1. Caracterização do Biodiesel sintetizado e comparativo à norma

<b>Parâmetro</b>	<b>Biodiesel sintetizado</b>	<b>Limite Resolução ANP</b>
pH	7,63	-
Ponto de Fulgor (°C)	134	100 (mínimo)
Massa Específica (kg/m <sup>3</sup> )	870	850-900
Viscosidade cinemática a 40° C (mm <sup>2</sup> /s)	5,23	3,0-6,0

Analisando somente os dados da Tabela 1, relevando a necessidade de analisar os outros 20 parâmetros, é possível afirmar que o combustível sintetizado atende os parâmetros mínimos para fornecimento, atendendo inclusive com superioridade aos valores normativos. O parâmetro de pH não é estipulado pela norma, pois há controle de outro parâmetro (índice de acidez frente a KOH), todavia, ao comparar com Miyashiro et al. (2011), atende a literatura que é neutro.

Os valores para cálculo de custo, bem como os resultados obtidos para o biodiesel transesterificado com etanol se encontram na Tabela 2. Tais resultados inferem nos cálculos de custo, assim como a Equação 2 e Equação 1, gerando a Tabela 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** com o balanço financeiro de produção.

Tabela 2. Custos equivalentes de síntese do biodiesel transesterificado com etanol

<b>Insumo</b>	<b>Preço</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo equivalente</b>
Hidróxido de Sódio	R\$ 42,28/kg	0,6 g	R\$ 0,025
Etanol	R\$ 19,95/L	40 g	R\$ 0,798
Óleo Vegetal	R\$ 10,33/L	120 g	R\$ 1,425
Água	R\$ 8,19/m <sup>3</sup>	300 mL	R\$ 0,002
Energia Elétrica	R\$ 0,517/kWh	2,15 kWh	R\$ 1,112
<b>Total</b>			<b>R\$ 3,362</b>

Tabela 3. Balanço financeiro

<b>Massa de Biodiesel produzida</b>	103,37 g
<b>Rendimento</b>	86,14%
<b>Custo total da fração</b>	R\$ 3,362 (BRL)
<b>Custo por grama</b>	R\$ 0,026 (BRL)

## CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, infere-se que a técnica de obtenção do biodiesel é viável economicamente e atrativa do ponto de vista ambiental. Não foi possível sintetizar o biodiesel com metanol, do qual carece de estudo, haja vista que a indústria adota este reagente, embora seja tóxico, pois é comumente um coproduto e, portanto, mais barato.

Há uma alta eficiência do processo, haja vista que o rendimento de produção atingiu o valor de 86,14% e valores baixos de síntese de R\$ 0,026/g, adendo a este baixo valor, há também o atrativo de a técnica não depender de complexos sistemas de síntese quando comparados com a obtenção de óleo diesel de forma convencional e ser ecologicamente atraente, pois pode-se sintetizar a partir de óleo usado.

A comparação dos parâmetros atende à norma estabelecida, todavia necessita ainda ser comprovada a sua qualidade em 20 outras análises mínimas necessárias que ficam pendentes se tomada a decisão de escalonamento e comercialização deste processo.

O grupo sugere como forma de aprimorar a atividade prática, sintetizar um volume maior de biodiesel, haja vista que no processo de aprendizagem ocorrem erros e fica limitada à fração a ser analisada pela natureza destrutiva de alguns parâmetros. Portanto, aumentar os parâmetros a serem analisados e testar outras condições de síntese, além do estudo do fornecimento de outro álcool e seu comportamento e avaliar a eficiência entre si.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Universidade do Vale do Rio dos Sinos pelo fornecimento dos reagentes e disponibilização de infraestrutura para realização deste estudo.

## **REFERÊNCIAS**

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2019. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, 2019. ISSN 1983-5884.
- BRASIL - ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Combustível. Resolução nº 42, de 2 de novembro de 2004. Regulamento Técnico, n.º 04/ 2004. Brasília: Diário Oficial da União.
- CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA - CNPE. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. RESOLUÇÃO ANP Nº 45, DE 25.8.2014 - DOU 26.8.2014. Estabelece a atribuição da ANP em especificar a qualidade do biodiesel. Brasília, 2014. Disponível em:<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2014/agosto&item=ranp-45-2014>. Acesso em: 8 nov. 2020.
- DIB, F.H. 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. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) 2010.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. Manual do Biodiesel. São Paulo: Blücher, 2006. 352 p.
- MIYASHIRO, S. C. et al. Produção de biodiesel a partir da transesterificação de óleos residuais. Revista Brasileira de Energias Renováveis, 2011.