

## Otimização estatística da síntese de biodiesel a partir de óleo de girassol em rota metílica

Com a poluição causada pelo petróleo, foi necessário a busca por novas fontes de energia com intuito de mitigar a elevada emissão de gases de combustão, assim os biocombustíveis são fontes renováveis com fácil obtenção da matéria-prima principal. Objetivou-se avaliar a influência de alguns parâmetros e sua relação com o rendimento mássico e a caracterização físico-química dos biodieséis sintetizados a partir do óleo de girassol. Para isso foi utilizado a metodologia de planejamento experimental, modificando as variáveis de razão molar, percentual de catalisador e tempo reacional, a síntese ocorreu em temperatura de 60°C e foi analisado as propriedades para verificar a conformidade com a agência Nacional do Petróleo. Como resultado, mostrou-se satisfatório, o rendimento de um biodiesel apresentou acima de 90% além de ser aprovado na caracterização dos parâmetros físico-químicos de acordo com os padrões da ANP. O estudo das variáveis que interferem diretamente no rendimento apresentou conformidade quando comparado a outros autores. Conclui-se que, estudos nesta área devem ser constante, aumentando o número de publicações e incentivando a produção e a melhoria nos processos de síntese.

**Palavras-chave:** Óleo de girassol; Planejamento experimental; Biodiesel.

## Statistical optimization of biodiesel synthesis from sunflower oil in the methyl route

With the pollution caused by oil, it was necessary to search for new energy sources in order to mitigate the high emission of combustion gases, so biofuels are renewable sources with easy obtaining of the main raw material. The objective was to evaluate the influence of some parameters and their relationship with the mass yield and the physicochemical characterization of biodiesels synthesized from sunflower oil. For this, the experimental planning methodology was used, modifying the variables of molar ratio, percentage of catalyst and reaction time. The synthesis took place at a temperature of 60°C and the properties were analyzed to verify compliance with the National Petroleum agency. As a result, it was satisfactory, the biodiesel yield was above 90% in addition to being approved in the characterization of physical-chemical parameters in accordance with ANP standards. The study of variables that directly affect performance was consistent when compared to other authors. It is concluded that studies in this area must be constant, increasing the number of publications and encouraging production and improvement in synthesis processes.

**Keywords:** Sunflower oil; Experimental planning; Biodiesel.

Topic: **Química Agrícola e Ambiental**

Received: **05/09/2022**

Approved: **22/09/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Laurênio Ferreira Lopes 

Universidade Federal Fluminense, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7975241272806141>  
<http://orcid.org/0000-0001-6048-7373>  
[laurenio\\_lopes@id.uff.br](mailto:laurenio_lopes@id.uff.br)

Carlos Michel dos Anjos dos Santos 

Universidade Federal Fluminense, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1537581004224945>  
<http://orcid.org/0000-0003-3051-4988>  
[michel.automacao6@live.com](mailto:michel.automacao6@live.com)

Leomário Guedes do Nascimento 

Universidade Federal Fluminense, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7587689788687196>  
<http://orcid.org/0000-0002-5340-2359>  
[leomario.contato@gmail.com](mailto:leomario.contato@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.009.0001

### Referencing this:

LOPES, L. F.; SANTOS, C. M. A.; NASCIMENTO, L. G.. Otimização estatística da síntese de biodiesel a partir de óleo de girassol em rota metílica. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.9, p.1-14, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.009.0001>

## **INTRODUÇÃO**

O aumento do número de veículos proporciona um tráfego intenso nos centros urbanos, este “excesso é um dos principais responsáveis pelos altos níveis de emissões atmosféricas como monóxido e dióxido de carbono, óxido de nitrogênio, material particulado e os compostos orgânicos voláteis que em níveis superiores estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores” (ESCUCIATTO et al., 2016; RIBAS et al., 2016) , tornam o ar impróprio e nocivo à saúde, “podendo agravar ou a formar novas doenças, gerando impactos negativos no que se refere à perspectiva econômica e social. Queda da produtividade agrícola, aumento de custos dos sistemas de saúde, além de prejudicar os ecossistemas ” (DAPPER et al., 2016; CAMPOS et al., 2017). O uso de biocombustíveis, em especial, o biodiesel representa uma alternativa potencial ao uso de diesel mineral, conforme Ramos et al. (2017), destacou que biodiesel pode ser classificado como qualquer “combustível alternativo, de natureza renovável, que possa oferecer vantagens socioambientais ao ser empregado na substituição total ou parcial do diesel de petróleo em motores de ignição por compressão interna (motores do ciclo Diesel)” e por ter “características físico-químicas semelhantes, contribuir com a redução de poluentes (efeito de uma combustão mais limpa) e incentivar a agricultura e o desenvolvimento rural” (GUIMARÃES et al., 2018).

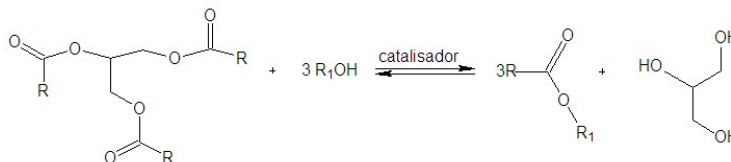
Biodiesel é uma alternativa energética que com sua versatilidade permite que ele seja obtido por meio das mais variadas fontes de oleaginosas em diferentes regiões do mundo. “Os principais empecilhos em relação à produção de biodiesel são atribuídos ao custo da matéria-prima, à competição com a produção de alimentos e à sua estabilidade à oxidação” (SUOTA et a., 2018).

Estudar a síntese de biodiesel a partir de novas fontes oleaginosas pode atenuar os custos de produção que hoje é tão dependente do uso do óleo de soja, que já possui uma cadeia produtiva bem estabelecida. “O óleo de girassol tem uma capacidade de se adaptar a diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo, além disso, é um cultivo econômico, rústico e que não requer maquinário especializado” (CORIOLANO et al., 2014). Para Ventura et al. (2010) “o girassol apresenta boa tolerância à seca e ao calor, podendo tornar-se uma importante alternativa para o Semiárido brasileiro”. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência das variáveis na reação de transesterificação do óleo de girassol. Nesse trabalho foi utilizado o planejamento fatorial com o intuito de selecionar a melhor condição experimental, além de estudar a caracterização físico-química dos biodieseis.

## **REVISÃO TEÓRICA**

O biodiesel é um biocombustível renovável que durante a “combustão libera gás carbônico, maior responsável pelo efeito estufa, porém esse gás é consumido pelas próprias plantas oleaginosas” (GALINA et al., 2010), apresentando um caráter ambiental, mitigando os efeitos dos gases de exaustão e substituindo parcialmente o petróleo, combustível fóssil considerado como um dos principais responsáveis pela poluição e alteração climática. Para sua síntese existem diversas rotas reacionais, porém a mais utilizada é o “processo de transesterificação, Figura 1, onde os triglicerídeos encontrados em diversos tipos de óleos e gorduras

reagem com o álcool geralmente metanol ou etanol produzindo ésteres e glicerina” (PEREIRA et al., 2018).



**Figura 1:** Reação geral de transesterificação de triglicerídeos. "R" representa grupamentos alquila contendo em média de 18 a 22 carbonos e R1 é o grupamento alquila utilizado como agente de transesterificação.

O biodiesel é uma mistura de com designação BX, onde X é o teor em volume de biodiesel, com caráter experimental em 2004 e a Lei nº 11.097/2005 introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira, em 2008, o combustível passou a ser comercializado obrigatoriamente na proporção de 2%, a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014 dispõem de percentuais na adição de diesel no biodiesel. Segundo Costa et al. (2020) “entre 2005 e 2017 foram produzidos mais de 29 bilhões de litros de biodiesel no Brasil, números que consolidam o país como segundo maior produtor e consumidor, antecedido pelos Estados Unidos”.

Na produção do biodiesel no País “a soja continua sendo o principal insumo, equivalendo a aproximadamente 70% do total. A segunda matéria-prima usada pelas usinas é a gordura bovina, totalizando 16,8%. Outros materiais graxos somam 16,8%. O óleo de algodão tem participação discreta em torno de 1,3%” (COSTA et al., 2020). A diversidade de matérias-primas é um fator importante e determinante conforme Lima (2018) “o Brasil possui uma grande variedade de sementes e frutos oleaginosos que podem ser cultivados em diferentes regiões do país, sendo assim, há a possibilidade de utilizar vários tipos de óleos vegetais”. “Devido ao rápido crescimento do uso de biodiesel no mercado, este ainda apresenta altos custos de produção inerentes ao processo industrial e em relação ao custo da matéria-prima. Atualmente a rota convencional utiliza os óleos refinados, o que resulta em 70% do custo de produção de biodiesel” (GAMA et al., 2010).

Segundo Ramos et al. (2017) “outras matérias-primas apresentaram uma importância marginal. Mesmo assim, há certa variabilidade, por esta razão, a composição química em ácidos graxos do biodiesel nacional é relativamente variável”. “Assim, podem-se prever algumas propriedades do biodiesel conhecendo as propriedades do óleo que será utilizado. Para esta finalidade, muitos parâmetros físicos e/ou químicos são monitorados como acidez, densidade, viscosidade, entre outros” (ALMEIDA et al., 2011). A Agência Nacional do Petróleo (ANP) em sua resolução nº 45 de 2014 (ANP, 2014) “dispõe tanto das propriedades físico-químicas a serem analisadas, quanto limites das mesmas, permitindo que as indústrias produtoras e os órgãos de pesquisas utilizem tais parâmetros para avaliar bateladas ou lotes de biodiesel a partir de métodos analíticos” (HYPPOLITO et al., 2021).

Neste contexto, a viscosidade cinemática e a massa específica assumem importante posição dentre as propriedades físico-químicas do biodiesel, pois estão relacionadas à injeção do combustível no motor de combustão. Conforme Lôbo et al. (2009), “a alta viscosidade ocasiona heterogeneidade na combustão do biodiesel, devido à diminuição da eficiência de atomização na câmara de combustão, ocasionando a deposição de resíduos nas partes internas do motor. “Por outro lado, quando apresenta baixa viscosidade

pode colaborar com o desgaste dos componentes do sistema de injeção e prejudicar sua pulverização, fazendo com que o jato de combustível não penetre o suficiente na câmara de combustão, reduzindo a potência, a eficiência do motor e aumentando as emissões de poluentes” (DAPIEVE, 2015). Já a massa específica aumenta conforme “o aumento da cadeia carbônica do alquiléster, no entanto, este valor decrescerá quanto maior for o número de insaturações presentes na molécula. A presença de impurezas também poderá influenciar na densidade do biodiesel como, por exemplo, o álcool ou substâncias adulterantes” (LOBO et al., 2009).

“A percentagem de água presente no combustível também afeta a qualidade podendo acelerar os processos de deterioração, saturar os sistemas filtrantes e prejudicar as reações de combustão, além do crescimento microbiano” (MELO, 2012). “Como o biodiesel apresenta certo grau de hidrosopicidade, o teor de água deverá ser monitorado durante o armazenamento” (LOBO et al., 2009).

O alto índice de acidez pode causar deposição de sedimentos no motor e desgaste da bomba e filtro de combustível. Para Vieira et al. (2017) “o elevado teor de ácidos graxos livres (AGL) contidos em determinados óleos vegetais pode influenciar quantitativa e qualitativamente no processamento de biodiesel. Matérias-primas contendo acidez maior que 0,5% de AGL não são adequadas para a reação de transesterificação tradicional”. Cada oleaginosa possui quantidades diferentes de ácidos graxos, “os ácidos graxos saturados tendem a sofrer solidificação com a redução da temperatura ambiente, enquanto os insaturados tendem a ser oxidados pela exposição às condições de manuseio do óleo. Sendo assim, não existe matéria-prima ideal e o ajuste das propriedades tem sido realizado pela mistura de matérias-primas e, pelo uso de aditivos” (RAMOS et al., 2017).

Para analisar as variáveis e entender o quão elas interagem entre si, é necessário realizar um processo matemático dos ensaios, “o planejamento experimental é uma ferramenta muito importante na análise de dados. Seu principal objetivo é verificar quais variáveis são importantes em um determinado experimento, de forma a otimizá-lo para que se obtenha condições operacionais favoráveis economicamente” (BUENOS et al., 2010; SILVA et al., 2013). “Outra vantagem do planejamento fatorial é que todas as variáveis são estudadas simultaneamente. Quando se utiliza um planejamento 2<sup>k</sup>, k significa a quantidade de fatores analisados em 2 níveis” (SILVA et al., 2013). “O efeito principal de um fator é definido como a média da diferença entre as respostas causadas por esse fator quando em seu nível mais alto e as respostas causadas quando em seu nível mais baixo” (MELO et al., 2011). O modelo de regressão geral é apresentado abaixo na equação 1.

$$y(x_1, x_2, x_3) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 + e \text{ Equação 1}$$

Para modelar o resultado apresentando uma fácil interpretação, “a partir dos valores de rendimento obtidos para cada experimento, empregando o software Statistic®, foi possível realizar a análise do gráfico de Pareto, onde os efeitos das variáveis estudadas que influem com maior efetividade encontram-se em barras mais extensas” (PAGAN et al., 2016).

## METODOLOGIA

A produção de biodiesel foi realizada em escala de bancada no Laboratório do Centro Universitário Anhanguera de Niterói, Niterói, RJ. Para isso, utilizou metanol (CH<sub>3</sub>OH) com 99,8% de pureza da marca Exodus, óleo de girassol não refinado da marca Giroil obtido em mercado varejista, e hidróxido de sódio (NaOH) em Micro Pérola P.A. com 99,2% de pureza da marca Neon, como catalisador alcalino. O estudo das variáveis envolveu um planejamento fatorial 2<sup>3</sup>, totalizando 24 experimentos, realizados em triplicata, para avaliar a influência das variáveis independentes: tempo de reação, razão molar e catalisador, no rendimento da reação. Para a construção de planilhas e gráficos, foi utilizado o software Excel<sup>®</sup> e o software Statistic<sup>®</sup> (versão 10) para calcular a variância (ANOVA) e o diagrama de pareto, além de obter os resultados dos efeitos e interações das variáveis que influenciam o rendimento.

Com o método de catálise homogêneo, solubilizou-se o hidróxido de sódio em metanol, formando metóxido de sódio, seguido de aquecimento até 60°C ± 2°C. Após atingir a temperatura, o óleo, previamente aquecido, foi adicionado ao Erlenmeyer e misturado a solução, mantendo a temperatura constante até o tempo reacional desejado, Figura 1. As variáveis razão molar (álcool: óleo), percentual de catalisador e tempo de reação, foram modificados a cada ensaio, conforme a Tabela 1. Após a reação, os produtos (ésteres metílicos e glicerol) foram colocados para decantação por 24 horas. Ao remover o glicerol, iniciou-se a etapa de purificação, utilizando água a uma temperatura de 60°C ± 2°C, até que o resíduo apresentasse transparente e o pH próximo de 7,0. A continuar, o biodiesel foi seco em estufa a 110°C por 2 horas, para remoção de vestígios de água e filtrado a vácuo para eliminar quaisquer resíduos de glicerina. Então pode-se calcular o rendimento mássico de acordo com a Equação 2.



**Figura 2:** Descrição visual das etapas de síntese de biodiesel metílico em escala de bancada.

$$\text{Rendimento mássico} = \frac{\text{massa do biodiesel}}{\text{massa da biomassa}} \times 100 \text{ Equação 2}$$

Onde:

Massa do biodiesel: massa de biodiesel experimental, em gramas;

Massa da biomassa: massa de óleo vegetal, em gramas.

**Tabela 1:** Planejamento Experimental 2<sup>3</sup>.

Variáveis	Metanol	
	-1	+1
% Catalisador	0,2	0,6
Razão Molar	1:2	1:6
Tempo de reação (min)	30	60

Conforme determinação, foi caracterizado algumas propriedades físico-químicas do biodiesel de acordo com as normas brasileiras, americanas e europeias, como é apresentado pela resolução N° 45 de 25 de agosto de 2014 da ANP. O índice de acidez conforme Rossi et al. (2018) “representa a massa necessária de um hidróxido alcalino para neutralizar os ácidos graxos livres. O valor é resultado em miligramas de hidróxido alcalino por grama de amostra analisada”. “Em um Erlenmeyer de 125 mL, foram colocados 2 g da amostra do biodiesel. Em seguida, foram adicionados 25 mL da solução neutra de éter etílico/ etanol (2:1). Adicionaram-se três gotas de fenolftaleína 1%, que foi titulada com solução KOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> até a predominância de uma coloração rósea” (OLIVEIRA et al., 2018). Assim, o índice de acidez foi determinado pela Equação 3, onde valores não devem ultrapassar o limite de (mg KOH g<sup>-1</sup>) 0,50.

$$IA = \frac{V \times Fc \times N \times P.M.}{m_{amostra}} \text{Equação 3}$$

Onde:

V: Volume de KOH usado na titulação da amostra, em mililitros;  
 Fc: fator de correção da solução de KOH, 1,057;  
 N: Normalidade da solução de KOH, 0,1;  
 P.M.: peso molecular do KOH, 56,11;  
 m<sub>amostra</sub>: massa da amostra, em gramas.



Figura 3: Análise titrimétrica do índice de acidez de uma amostra de biodiesel.

A massa específica foi determinada utilizando-se um “picnômetro calibrado com massa previamente conhecida. O picnômetro foi preenchido com 50 mL de biodiesel a 20°C, e foi determinada a massa do conjunto. Utilizou-se a Equação 4 para se obter a massa específica” (HYPPOLITO et al., 2021). O limite de aprovação dado pela norma ABNT NBR 7148 está entre 850,0 – 900,0 (kg m<sup>-3</sup>).

$$\rho = \frac{mpb - mp}{Vp} * 100 \text{Equação 4}$$

Onde:

ρ: massa específica do biodiesel = kg.m<sup>-3</sup>;  
 mpb: Massa do picnômetro com biodiesel (g);  
 mp: Massa do picnômetro vazio (g);  
 Vp: volume que o fluido ocupa no picnômetro em m<sup>3</sup>.



Figura 4: Método da Picnometria.

As viscosidades foram feitas utilizando um viscosímetro do tipo Cup Ford (Tech Vision Ltda), atendendo aos padrões das Normas ASTM D1200 e ABNT NBR5849. Avaliando o orifício para obter uma equação correspondente relacionada a cada orifício, Tabela 2. Pela norma ABNT NBR 10441, para limite de aprovação no intervalo de 3,0 – 6,0 (mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>).

**Tabela 2:** Expressão para viscosidade cinemática.

Orifício	expressão da viscosidade cinemática (v)	Equação
2	$v = 1,44 * (t - 18,0)$	5
3	$v = 2,31 * (t - 6,58)$	6
4	$v = 3,85 * (t - 4,49)$	7
5	$v = 12,1 * (t - 2,00)$	8
6	$v = 14,92 * t - 15,56$	9
8	$v = 31,40 * t - 40,14$	10

Onde: t é o tempo expresso em segundos.

Para análise do teor de água foram utilizadas “cápsulas de porcelana lavadas submetidas à secagem em estufa por 1 hora, a 110°C, esfriadas em dessecador e pesadas, (m1). adicionou-se cerca de 5 g da amostra (MA) nas cápsulas, repetindo o processo anterior e obtendo-se (m2)” (SILVA et al., 2019). Os valores foram adicionados na Equação 11 para o cálculo do teor de umidade, U (%). Em normas brasileiras não existe um limite, porém as normas D6304; EN/ISO12937, apresentam um valor máximo de 200 teor de água (mg kg<sup>-1</sup>).

$$U (\%) = \frac{[(m1-MA)-m2]}{MA} * 100 \text{ Equação 11}$$

Onde:

m1: massa inicial, gramas;

MA: massa da amostra, gramas;

m2: massa final, gramas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 apresenta os rendimentos de cada reação ( $\eta$ ), a média ( $\bar{x}$ ), o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV), com valores menores que 10% indicando que as amostras possuem resultados homogêneos, com dispersão menos acentuada.

**Tabela 3:** Análise dos resultados experimentais do biodiesel metílico.

Biodiesel	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_3$	$\bar{x}$	S	CV (%)
B1	75,20	74,20	75,30	74,90	0,61	0,81
B2	55,10	55,50	56,19	55,60	0,55	0,99
B3	85,25	86,10	84,90	85,42	0,62	0,72
B4	78,70	79,46	79,15	79,10	0,38	0,48
B5	84,50	86,10	84,80	85,13	0,85	1,00
B6	64,80	65,70	65,10	65,20	0,46	0,70
B7	92,80	92,60	93,29	92,90	0,36	0,38
B8	87,24	86,45	86,60	86,76	0,42	0,48

O biodiesel B7 (92,90%) possui o maior rendimento mássico, na amostra foi utilizado valores mínimos de catalisador, porém acompanhado de altos valores de razão molar (massa de álcool) e tempo, este foi um fator determinante para que a quantidade de catalisador não prejudicasse o processo reacional, como ocorreu no B2 (55,60%), com nível mais baixo de razão molar e elevado percentual de catalisador, os ácidos graxos livres presentes da oleaginosa, “reagem preferencialmente com íon hidróxido, levando à formação de sabões e evitando a formação de íons alcóxido, que são os nucleófilos essenciais à reação” (RAMOS et al.,

2017), diminuindo o percentual mássico.

Para Silva et al. (2018), “O processo de transesterificação se deu com o uso do álcool metílico, catalisador NaOH a 1%, tempo reacional de 20 minutos, temperatura de 45°C e razão molar de 6:1, apresentaram os rendimentos de 75,69% (maracujá), 90,63% (soja), 83,46% (coco)”.

Conforme Luz et al. (2015) “Em reação etanoica com catálise básica NaOH em 30 minutos de reação e 50° C, os biodieseis de canola, coco, girassol, milho e soja tiveram rendimentos mássicos de: 72,61%, 66,86%, 71,28%, 71,40%, 72,51%, respectivamente”.

De acordo com Freitas et al. (2022), a Tabela 4, apresentam diversos artigos com diferentes rendimentos utilizando óleo de girassol como fonte oleaginoso.

**Tabela 4:** Informações sobre os artigos que tratam sobre a produção de biodiesel a partir do óleo de girassol.

Nome dos Autores	Título	Ano	Resultado
EBRAHIMI et al.	Transesterification of waste cooking sunflower oil by porcine pancreas lipase using response surface methodology for biodiesel production	2017	Conforme o estudo, o rendimento máximo de biodiesel em condições ideais foi de 75%.
PIRSAHEB et al.	Biodiesel production from sunflower oil using electrochemical reaction as a green, low-cost and room temperature method: Modeling and optimization by RSM	2017	Conforme o estudo, o rendimento máximo da produção de biodiesel (81%) foi obtido nas condições ótimas: tensão de 35 V, razão molar CH <sub>3</sub> OH / óleo de 18, teor de água de 2% e tempo de reação de 3 h.
ALAEI et al.	Magnetic and reusable MgO/MgFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> nanocatalyst for biodiesel production from sunflower oil: Influence of fuel ratio in combustion synthesis on catalytic properties and performance	2018	Os resultados mostraram que na reação de produção de biodiesel em determinadas condições, verificou-se que o catalisador tem grande potencial para produzir biodiesel e foi obtida conversão máxima de 91,2%.
QASIM	Modified Nanostructure MgO Superbasicity with CaO in Heterogeneous Transesterification of Sunflower Oil	2019	De acordo como o estudo, o rendimento máximo de biodiesel foi de 97%, com razão molar de 25%, temperatura de reação de 65 °C e pressão atmosférica.
GHAVAMI et al.	Potassium compounds-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> catalyst synthesized by using the solgel urea combustion method for transesterification of sunflower and waste cooking oils	2020	Os resultados mostraram que o rendimento experimental da produção de biodiesel foi de 88,74% para o óleo de girassol e 82,01% para o óleo de cozinha usado.
SALMASI et al.	Transesterification of sunflower oil to biodiesel fuel utilizing a novel K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /Talc catalyst: Process optimizations and kinetics investigations	2020	Os resultados mostraram que o maior rendimento da produção de biodiesel foi de 98,4%, com o catalisador com 40% em peso de K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> calcinado a 823 K, de modo que apresentou a maior atividade catalítica.
JALALMANESH et al.	Biodiesel Production from Sunflower Oil Using K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Impregnated Kaolin Novel Solid Base Catalyst	2021	De acordo com o estudo, o maior rendimento de biodiesel sobre o catalisador K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> / caulim foi de aproximadamente 95,3 ± 1,2%.

Fonte: Freitas et al. (2022)

A Tabela 5 apresenta o delineamento do planejamento experimental, onde as variáveis são combinadas conforme cada ensaio.

**Tabela 5:** Delineamento do planejamento experimental 2<sup>3</sup>.

Biodiesel	% Cat.	RM	t (min)
B1	-	-	-
B2	+	-	-
B3	-	+	-
B4	+	+	-
B5	+	+	+
B6	+	-	+
B7	-	+	+
B8	-	-	+



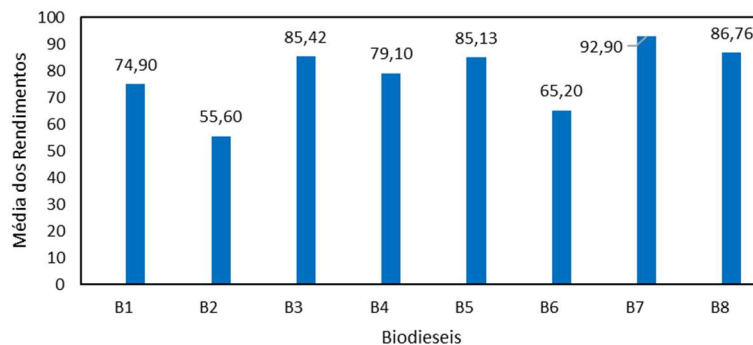
Para uma interpretação mais detalhada sobre as diferenças médias de rendimento é importante a realização do teste de Tukey, que serve como complemento para estudo da análise de variância. “Para isso, utilizou-se o software Sisvar 5.6, ao nível de significância de 95% ( $p \leq 0,05$ ) conforme a Tabela 6. Pelo teste, os resultados mostraram que houve diferença significativa entre as amostras de biodiesel” (PIGHINELLI et al., 2008).

**Tabela 6:** Análise estatística para o rendimento mássico.

Biodiesel	Rendimento em massa
B1	74,90 a3
B2	55,60 a1
B3	85,42 a6
B4	79,10 a4
B5	85,13 a5
B6	65,20 a2
B7	92,90 a8
B8	86,76 a7

Médias de mesma letra e número, não diferem entre si ao nível de 95% ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Ao apresentar o gráfico de coluna, Figura 4, comparando os rendimentos médios dos diferentes tipos de biodieseis, em geral, a produção via metílica teve uma proximidade nos valores, acima de 70% na maioria dos experimentos com exceção no B2 e B6. “Mas só a partir da realização do teste t e construção do diagrama de Pareto, pode-se chegar a uma conclusão sobre as melhores condições experimentais” (ARRUDA et al., 2017).



**Figura 4:** Gráfico de coluna para a análise da média dos rendimentos.

A Tabela 7, apresenta o efeito das variáveis, com interações de 1ª e 2ª ordem, sobre o rendimento da reação de transesterificação ao nível de significância de 95% ( $p \leq 0,05$ ), assumindo os valores com efeitos consideráveis estatisticamente.

**Tabela 7:** Análise estatística dos efeitos ao nível de significância de 95% para metanol.

Média	Coefficiente	P
	78,12	$\beta_0$ 0,001
x1	-6,45	$\beta_1$ 0,010
x2	7,92	$\beta_2$ 0,008
x3	4,37	$\beta_3$ 0,015
x1x2	3,34	$\beta_{12}$ 0,019
x1x3	-0,06	$\beta_{13}$ 0,055
x2x3	-0,06	$\beta_{23}$ 0,080

x1, x2 e x3 são os efeitos de interação de 1ª ordem; x1x2, x1x3 e x2x3 são os efeitos de interação de 2ª ordem.

A Tabela 8 apresenta uma análise estatística ao nível de significância de 5%, “temos 5 chances em 100 de rejeitarmos uma hipótese que deveria ser aceita, isto é, há uma confiança de 95% de que tenhamos

tomado uma decisão correta” (LOUREIRO et al., 2011), dentro deste limite os valores  $p > 0,05$  foram descartados, desprezando seu efeito sobre o rendimento da reação de transesterificação, simplificando a tabela para os que possui efeito considerável. “O valor-p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. O valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, o que significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes” (FERREIRA et al., 2015).

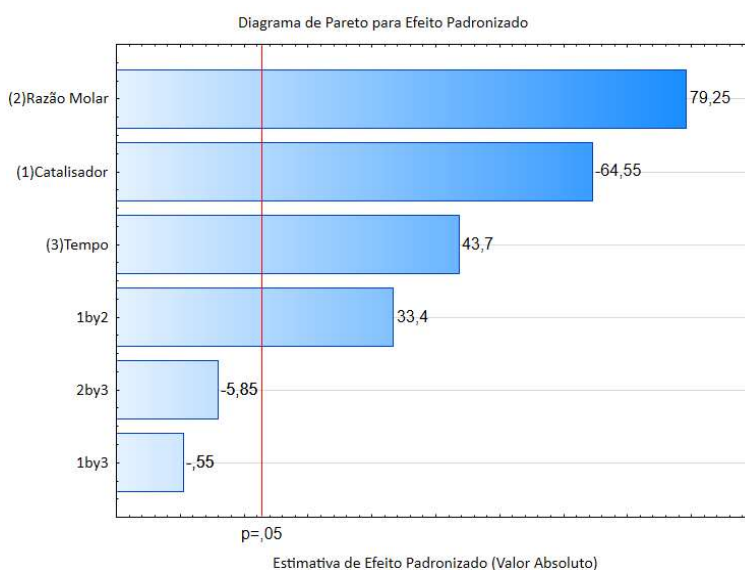
**Tabela 8:** Análise estatística dos efeitos ao nível de significância de 95% para metanol.

Estimativas de Efeito: Rendimento (%): $R^2 = 0,99948$ : Metanol										
Fator	Efeito	Erro padrão	t(1)	P	-95% cnf. Limit	+95% cnf. Limit	Coef.	Erro padrão coef.	-95% cnf. Limit	+95% cnf. Limit
Média	78,12	0,10	781,20	0,001	76,85	79,39	78,12	0,10	76,85	79,39
x1	-12,91	0,20	-64,55	0,010	-15,45	-10,37	-6,45	0,10	-7,72	-5,18
x2	15,85	0,20	79,25	0,008	13,31	19,38	7,92	0,10	6,65	9,19
x3	8,74	0,20	43,70	0,015	6,20	11,28	4,37	0,10	3,10	5,64
x1x2	6,68	0,20	33,40	0,019	4,14	9,22	3,34	0,10	2,07	4,61

Desconsiderando a influência de variáveis abaixo do nível de significância de 5%, a Equação 8 define o trabalho de síntese do biodiesel etílico. Após a realização dos experimentos e a obtenção das respostas relacionadas a cada ponto experimental, é ajustada uma função matemática para descrever o comportamento das respostas de acordo com a variação dos níveis das variáveis estudadas (NOVAES et al., 2017).

$$y(x_1, x_2, x_3) = 78,12 - 6,45 x_1 + 7,92 x_2 + 4,37 x_3 + 3,34 x_1 x_2 \text{ Equação 3}$$

Na Figura 5, o diagrama de Pareto apresenta os efeitos de cada variável de primeira e segunda ordem com sua influência ao nível de significância de 95%, ou seja,  $p < 0,05$  para o rendimento da reação. “Os efeitos das variáveis estudadas estão apresentados no Gráfico de Pareto, em que as variáveis que influem com maior efetividade encontram-se em barras mais extensas” (PAGAN et al., 2016).



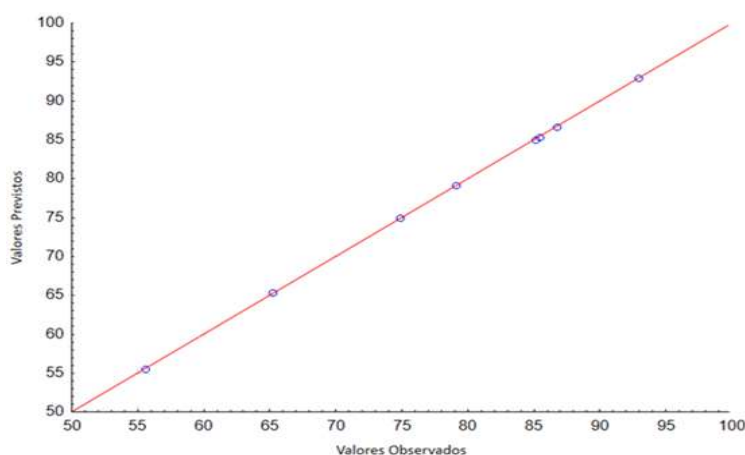
**Figura 5:** Diagrama de Pareto para efeito das variáveis no biodiesel metílico com intervalo de confiança de 95%.

Sobre os efeitos de primeira ordem apresentados no diagrama, observa-se que a variável que mais influenciou no aumento do rendimento foi a razão molar. O sinal positivo refere-se que ao passar do nível -

1 (1:2) para o +1 (1:6) aumenta o rendimento. O sinal negativo da variável catalisador, mostra que menores valores promovem maiores rendimentos na reação.

Percebe-se que o aumento do rendimento é diretamente proporcional ao aumento da quantidade de álcool, deslocamento do equilíbrio químico da reação de transesterificação, facilitando também a formação do íon alcóxido. “Observa-se também que maiores rendimentos também são observados para maiores tempos, diferente do efeito negativo encontrado para altos valores de catalisadores, favorecendo assim a reação de saponificação” (PAGAN et al., 2016).

Na figura 6 observamos a correlação entre os valores previstos pelo modelo e os observados experimentalmente. O gráfico apresenta uma homogeneidade, confirmando que houve formação de tendência na distribuição dos valores previstos pelo modelo, com isto, pode-se afirmar que a formação de resíduos possui valores não significativos.



**Figura 6:** Valores Previstos pelo modelo gerado comparado aos valores observados experimentalmente.

O gráfico apresenta coeficiente do valor de determinação  $R^2$  para rendimento é 0,99948, ou seja 99,94% da variabilidade nos dados foi contabilizada no modelo. Conforme Omar et al. (2011), um modelo é adequado se possuir pelo menos 0,75.

Conforme as normas a Tabela 9, apresenta os valores médios dos índices de acidez, massa específica, viscosidade cinemática e teor de umidade dos biodieseis metílicos, destes, as amostras B3, B4, B7 e B8 encontram-se dentro do limite de ( $\text{mg KOH g}^{-1}$ ) 0,50 máximo para o índice de acidez. “Uma possível solução para se diminuir o índice de acidez, seria submeter o biodiesel a uma etapa de transesterificação via catalise ácida, com o intuito de esterificar os ácidos graxos ainda presentes no meio” (MELO, 2012).

O trabalho de Suveges et al. (2014) utilizando uma razão molar de 1:5, obteve 0,14  $\text{mg de KOH g}^{-1}$ , valor dentro do padrão ANP.

Conforme Melo (2012) “o conhecimento da massa específica permite avaliar o funcionamento das bombas injetoras nos motores. Estas bombas dosam o volume de líquido injetado, variando a relação mássica ar/combustível, ocorrendo reações incompletas”. Assim os biodieseis B3, B4, B5 e B7 estão dentro dos limites estabelecidos pela ANP, a faixa de 850,0 e 900,0  $\text{kg m}^{-3}$ .

Souza et al. (2007), utilizando 1% como percentual de catalisador e razão molar de 1:6, obteve e 883,70  $\text{kg m}^{-3}$  e Suveges et al. (2014) o valor de 881  $\text{kg m}^{-3}$  com razão molar de 1:5 e Lewandoski et al. (2017)

nos testes de caracterização físico-química atingiu massa específica de 853,03 kg m<sup>-3</sup>, todos valores dentro do limite da ANP, o que apresentaram em comum, foram razões molares bem próximas um do outro.

Para a viscosidade cinemática “escolheu-se o orifício 4 por permitir a medida em um tempo adequado, isto é, o escoamento não foi muito rápido, o que poderia causar erros na determinação do tempo, nem muito lento, de forma a demandar tempo desnecessário para uma determinação precisa de tempo” (DUARTE et al., 2017). Assim os biodieseis B3, B4, B7 e B8 apresentaram-se dentro do limite estabelecido pela ANP. Souza et al. (2007), utilizando 1% como percentual de catalisador e razão molar de 1:6, obteve viscosidade cinemática 4,703 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. Já Suveges et al. (2014), o valor de 5,4 mm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>.

Todas as amostras de biodieseis estão de acordo com a especificação máxima de 200 mg kg<sup>-1</sup> da norma ASTM D 6304 (2007). O que reduz possibilidade de biocorrosão do combustível.

**Tabela 9:** Valores médios dos índices de acidez, massa específica, viscosidade cinemática e teor de umidade dos biodieseis metílicos.

Biodiesel	IA médio (mg de KOH g <sup>-1</sup> )	Massa específica (kg m <sup>-3</sup> )	Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	Umidade (%)
B1	1,48 a6	913,00 a8	6,91 a6	60,74 a4
B2	1,54 a7	902,27 a5	6,14 a4	57,40 a3
B3	0,44 a2	860,17 a2	4,99 a2	80,77 a6
B4	0,30 a1	885,97 a3	5,37 a3	31,93 a1
B5	0,89 a4	882,57 a1	6,14 a4	40,88 a2
B6	1,18 a5	908,13 a6	6,52 a5	76,17 a5
B7	0,30 a1	899,30 a4	4,99 a2	86,15 a8
B8	0,59 a3	912,37 a7	4,60 a1	80,82 a7

Médias de mesma letra e número, não diferem entre si ao nível de 95% (p>0,05) pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

O resultado mostrou-se satisfatório, a caracterização dos parâmetros físico-químicos de alguns biodieseis apresentou consonância com os padrões da ANP. Os rendimentos obtidos de alguns não foram inferiores a 70%, porém um biodiesel destacou-se com rendimento acima de 90%, considerando um ótimo resultado. O estudo das variáveis que interferem diretamente no rendimento apresentou conformidade quando comparado a outros autores.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, I. M. C.. **Otimização da síntese de biodiesel de óleo de sementes de graviola**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

ALMEIDA, J. K. P.; NUNES, G. P.; TEIXEIRA, C. C. M.; RODRIGUES, D. P.; MELLO, J. R.. Caracterizações físico-químicas de óleos vegetais utilizados para produção de biodiesel com metodologias alternativas simples. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31. **Anais**. Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. Belo Horizonte, 2011.

ARRUDA, A. P.; FRAGA, I. M.; SOUSA, D. A.; ITOKAGI, D. M.; PEREIRA, C. S.; PEREIRA, N. G.. Planejamento fatorial para otimização das condições da reação de transesterificação alcalina do óleo de pequi (Caryocar brasiliense Cambess).

**Engevista**, v.19, n.1, p.132-145, 2017.

BUENOS, A. A.; JÚNIOR, A. A. S.; RODRIGUES, A. R.; TOKIMATSU, R. C.; BALESTRASSI, P. P.. Metodologia da superfície de resposta aplicada à medição de tensões em chapas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 6. **Anais**. Campina Grande, 2010.

CAMPOS, R. F. F.; COSTA, D. D.. Análise do impacto ambiental pela dispersão de poluentes atmosféricos, através da queima de resíduos. Analysis of the environmental impact by the dispersion of air pollutants, through the burning of waste. **InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.12, n.1, 2017.

COROLANO, A. C. F.; MELO, P. M. G.; LIMA, A. J. C.; ARAUJO, A. S.. Preparação de biodiesel de girassol e suas propriedades físico-químicas, uma alternativa ambiental aos

combustíveis fósseis. **Educação Ambiental**, v.21, n.79, 2022.

COSTA, A. S. V.; PEREIRA, C. A. F.. Análise técnico-social da produção de biodiesel no Brasil e no desenvolvimento agrícola do norte de Minas Gerais. **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v.10, p.789-809, 2020.

DAPIEVE, D. R.. **Análise da Influência da temperatura sobre propriedades físico-químicas de amostras de diesel, biodiesel e suas misturas**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R.. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, v.86, n.30, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>

ESCUCIATTO, E.; DZIEDIC, M.; VASCONCELOS, E. C.. A influência da renovação da frota de veículos na qualidade do ar na região central de Curitiba. **RBCIAMB**, n.42, p.2-11, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5327/Z2176-947820160198>

FERREIRA, D. F.. Sisvar: um guia para seus procedimentos Bootstrap em múltiplas comparações. **Ciênc. Agrotec. [conectados]**, v.38, n.2, p.109-112, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FREITAS, S. G. D.; FLORINDO, D. F.; RODRIGUEIRO, M. M. S.; NETO, M. M.; OLIVEIRA, K. S. M.; SANTOS, P. S. B.. Produção de biodiesel a partir do óleo de soja, milho, girassol e canola por transesterificação: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v.11, n.5, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27167>

GALLINA, A. L.; STROPARO, E. C.; CUNHA, M. T.; RODRIGUES, P. R. P.. A corrosão do aço inoxidável austenítico 304 em biodiesel. The corrosion of austenitic 304 stainless steel in biodiesel. **REM: R. Esc. Minas**, v.63, n.1, p.071-075, 2010.

GAMA, P. E.; GIL, R. A. S. S.; LACHTER, E. R.. Produção de biodiesel através de transesterificação in situ de sementes de girassol. **Quim. Nova**, v.33, n.9, p.1859-1862, 2010.

GUIMARÃES, C. C.; SANTOS, V. M. L.; CORTEZ, J. W.; SANOTS, L. D. P. G.. Redução da emissão de material particulado em função da inserção de misturas do biodiesel de soja e mamona ao diesel. Reduction emission of particulate matter as a function of insertion of biodiesel mixtures from soybean and castor bean in diesel. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.23, n.2, p.355-362, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522018168718>

HYPOLITO, M. L.; SOUZA, L. A.; SILVA, I. M.; SILVA, F. C.; LOPES, L. F.. Produção e caracterização das misturas do diesel com biodiesel de óleo de milho. Production and characterization of diesel mixtures with corn oil biodiesel. **Rev. Agro. Amb.**, v.14, n.4, 2021. DOI: <http://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n4e8872>

LEWANDOSKI, C. F.; JÚNIOR, E. S.; POZZO, D. M. D.; SANTOS, R. F.. Comparação dos parâmetros de qualidade e emissão de gases poluentes de biodiesel provindo de óleo de Girassol e óleo de fritura de girassol. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA ACTA IGUAZU, 2. **Anais**. 2017. p.133-139.

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

LUZ, C. S. C.; MAINIER, F. B.; MONTEIRO, L. P. C.. Comparação de oleaginosas para a produção de biodiesel. **ENGEVISTA**, v.17, n.2, p.232-239, 2015.

MELO, P. G.. **Produção e caracterização de biodieseis obtidos a partir da oleaginosa macaúba**. (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

OLIVEIRA, D. S.; SOUZA, L. D.; CALDEIRA, V. P. S.; PEREIRA, M. G. A.; NETO, M. M. S.; MOURA, T. M.. Análise das propriedades físico-químicas do biodiesel de girassol e do ecodiesel nas proporções B2.5, B7.5, B10, B25, B50 e B75, p. 527-536. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA, 5 & ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, 4. **Anais**. São Paulo, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5151/chenpro-5erq-fq7>

OMAR, W. N. N. W.; AMIN, N. A. S.. Optimization of heterogeneous biodiesel production from waste cooking palm oil via response surface methodology. **Biomass and Bioenergy**, n.35, p.1329-1338, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.049>

PAGAN, F. S.; LUZ, M. S.; FERREIRA, D. C.. Otimização estatística da produção de biodiesel de óleos residuais de fritura em rota etílica. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.13, n.24, 2016.

PEREIRA, R. G.; MORAES, J. O. M.; PARDAL, J. M.. The influence of soybean biodiesel and diesel on corrosion of SAE 1020 carbon steel. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.8, p.158-167, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.008.0014>

PIGHINELLI, A. L. M. T.; PARK, K. J.; RAUEN, A. M.; OLIVEIRA, R. A.. Otimização da prensagem de grãos de girassol e sua caracterização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.63-67, 2009.

RAMOS, L. P.; KOTHE, V.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; MUNIZ-WYPYCH, A. S.; NAKAGAKI, S.; KRIEGER, N.; WYPYCH, F.; CORDEIRO, C. S.. Biodiesel: Matérias-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis. **Rev. Virtual Quim.**, v.9, n.1, p.317-369, 2017. DOI: <http://doi.org/10.21577/1984-6835.20170020>

RIBAS, W. F.; BILOTTA, P.; JANISSEK, P. R.; FILHO, M. A. S. C.; NETO, R. A. P.. Influência do combustível (diesel e biodiesel) e das características da frota de veículos do transporte coletivo de Curitiba, Paraná, nas emissões de NOx. Influence of fuel (diesel and biodiesel) features and fleet vehicles transport group of NOx emissions in Curitiba, Paraná. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.21 n.3, p.437-445 437, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522016133868>

ROSSI, G. Z.; BORGES, I. R.; PEREGO, T. F.; TOLEDO, V. D. M.; FERREIRA, L. F. P.. Análise técnica da produção do biodiesel a partir do óleo de fritura residual. **The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC**, v.4, n.1, p.101-108, 2018.

SILVA, F. S. G.; SANTOS, H. R.; CARVALHO, J. O.; SILVEIRA, L. R. N.; PALMER, T. M.; BORTOLETO, G. G.. Análise

comparativa do biodiesel produzido a partir de óleo de algodão não refinado e refinado via rotas metílica e etílica.

**Bioenergia em Revista: Diálogos**, v.9, n.2, p.72-94, 2019.

SILVA, I. M.; PEREIRA, R. G.. Caracterização físico-química dos biodieseis dos óleos de coco, soja e maracujá obtidos por transesterificação utilizando ultrassom. **Natural Resources**, v.8, n.2, p.11-20, 2018. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2018.002.0002>

SILVA, T. A. R.; NETO, W. B.. Estudo da Redução da Acidez do Óleo Residual para a Produção de Biodiesel Utilizando Planejamento Fatorial Fracionado. **Rev. Virtual Quim.**, v.5, n.5, p.828-839, 2013.

SOUZA, L. A.. **Determinação do ponto de máximo rendimento para a produção de biodiesel por rota etílica a partir de óleo de soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biosistemas) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

SOUZA, W. L.; FERRARI, R. A.. Comparação físico-química de biodiesel de óleo de girassol lavado e destilado. In: SÉRIE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS:

DESENVOLVIMENTOS EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

**Anais**. 2007. p.24-29.

SUOTTA, M. J.; SIMIONATTOA, E. L.; SCHARFA, D. R.; MOTTA, V.; MOSERA, D.; OLIVEIRA, B. L.; PEDROSO, L. R. M.; WISNIEWSKI, A.; WIGGERS, V. R.; BOTTOND, V.; MEIER, H. F.. Avaliação de características de biodieseis de fontes alternativas submetidos a condições de armazenagem diferenciada. **Quim. Nova**, v.41, n.6, p.648-655, 2018.

SUVEGES, N.; S.; CAETANO, M. L. C. P.. Relação entre a termogravimetria e o índice de acidez do biodiesel de canola e de girassol expostos à condição de oxidação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20. **Anais**. Florianópolis: CentroSul, 2014.

VENTURA, D. A. M. F.; ALVES, K. B.; SANTOS, M. K. V. A.. Análise comparativa entre o biodiesel de girassol e o biodiesel de mamona. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA & I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 4. **Anais**. Campina Grande. 2010.

VIEIRA, J. S. C.; SOUSA, T. L.; ROSAS, L. S.; LIMA, A. L.; RONCONI, C. M.; MOTA, C. J. A.. Esterificação e transesterificação homogênea de óleos vegetais contendo alto teor de ácidos graxos livres. **Quim. Nova**, v.XY, n.00, p.1-7, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170148>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.