AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL DE ÓLEO DE SOJA

EVALUATON OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE PRODUCTION OF BIODIESEL FROM SOYBEAN OIL

Giovanna Ferreira Sincerre Vida, Kauãn Morales Gabriel, Vitor da Silva Rosa, Nelize Maria de Almeida Coelho

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Química
E-mail para contato: gv214639@alunos.unisanta.br

RESUMO – *Diante da crescente busca por alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis, o biodiesel, produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais, se destaca como uma solução viável, especialmente no Brasil, que apresenta ampla disponibilidade de matérias-primas. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da temperatura na produção de biodiesel a partir de óleo de soja, utilizando o processo de transesterificação com metanol e hidróxido de potássio como catalisador. A metodologia envolveu testes experimentais em sete temperaturas (30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C e 60°C), realizados em triplicata, totalizando 21 ensaios. Após a reação, o biodiesel foi purificado por lavagens sequenciais com soluções ácida, salina e água destilada, seguidas de secagem com sulfato de sódio anidro. Os resultados mostraram rendimentos variados, com destaque para maior consistência nos testes a 60 °C. Fatores como agitação inadequada e presença de água influenciaram negativamente na separação de fases e na eficiência do processo, indicando que o controle rigoroso dessas variáveis é essencial. Conclui-se que a temperatura, dentro da faixa analisada, não afetou significativamente o rendimento, sendo recomendada a ampliação da faixa térmica e repetição dos testes para uma melhor compreensão dos resultados.*

Palavras-chave: Biodiesel; Óleo de soja; Produção; Temperatura; Eficiência.

ABSTRACT – *Given the growing demand for sustainable alternatives to fossil fuels, biodiesel - produced from vegetable oils and animal fats - stands out as a viable solution, especially in Brazil, which has abundant raw materials. This study aimed to evaluate the influence of temperature on the production of biodiesel from soybean oil using the transesterification process with methanol and potassium hydroxide as a catalyst. The methodology involved experimental tests at seven temperatures (30°C, 35°C, 40°C, 45°C, 50°C, 55°C e 60°C), conducted in triplicate, totaling 21 trials. After the reaction, the biodiesel was purified through sequential washes with acidic, saline, and distilled water solutions, followed by drying with anhydrous sodium sulfate. The results showed varied*

yields, with more consistent outcomes at 60 °C. Factors such as inadequate agitation and the presence of water negatively affected phase separation and process efficiency, highlighting the importance of strict control over these variables. It was concluded that temperature, within the analyzed range, did not significantly affect the yield, and it is recommended that future studies explore higher temperature ranges and repeat the tests to obtain more accurate parameters and better understand possible sources of error.

Keywords: Biodiesel; Soybean oil; Production; Temperature; Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

Diante da crescente necessidade de adotar práticas sustentáveis nos âmbitos ambiental, sociopolítico e econômico, o biodiesel surge como uma alternativa promissora para substituir os combustíveis fósseis (SUAREZ, 2007). No Brasil, a produção de biocombustíveis não apenas diminui a dependência do petróleo, mas também amplia as oportunidades para o agronegócio, ao aproveitar óleos vegetais e gorduras animais frequentemente descartados (KRAUSE, 2008). O país se destaca por sua biodiversidade e elevada produtividade agrícola, além do expressivo crescimento da pecuária, que em 2023 atingiu quase 239 milhões de cabeças abatidas, reforçando a oferta de matérias-primas para a fabricação de biodiesel (IBGE, 2023).

O biodiesel é classificado como uma mistura composta por alquilésteres de cadeia linear, obtida por meio da transesterificação, uma reação química entre triglicerídeos, álcoois de cadeia curta (como o metanol ou etanol) e um catalisador (LÔBO, 2009; SILVA et al., 2020). Esse processo é reversível e a presença de álcool aumenta o rendimento da conversão, promovendo a transformação de óleos e gorduras em ésteres. Durante a reação, que ocorre em reatores com agitação controlada e temperatura regulada para evitar a formação de sabões, o produto final se separa em duas fases: uma superior, contendo o biodiesel, e outra inferior, composta por glicerina, o subproduto da reação, devido à diferença de densidade entre ambos (VALLE, 2009; FERREIRA, 2014; SILVA, 2017).

As características do biodiesel são significativamente determinadas pelas propriedades específicas dos ésteres de ácidos graxos. Ésteres formados a partir de ácidos graxos saturados exibem elevado ponto de névoa, maior viscosidade e maior tendência a causar entupimento nos bicos injetores dos motores. Por outro lado, os ésteres derivados de ácidos graxos com múltiplas

insaturações possuem menor viscosidade e são mais suscetíveis à oxidação (SANTOS et.al., 2014; KNOTHE, 2005).

Desta forma, entendendo que as propriedades influenciam na obtenção do biodiesel, o presente trabalho visa avaliar como a temperatura pode influenciar na produção de biodiesel de óleo de soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico deve-se descrever claramente o tipo de pesquisa realizada (experimental, simulação, estudo de caso ou revisão de literatura) e detalhar os procedimentos adotados. Para trabalhos experimentais, explique os métodos de coleta e análise de dados, incluindo as variáveis, o grupo de estudo e as técnicas utilizadas. Em simulações, descreva os modelos computacionais ou matemáticos e os processos de validação. Para estudos de caso, apresente a seleção e a abordagem do caso, incluindo a contextualização e a análise detalhada. Em revisões de literatura, explique os critérios de seleção dos estudos, as bases de dados consultadas e o processo de análise e síntese dos dados encontrados. Em todos os casos, a metodologia deve ser descrita de forma a permitir a replicabilidade do estudo e justificar sua adequação para responder às questões de pesquisa propostas.

O presente projeto de iniciação científica tem por base ser um estudo experimental a partir de parâmetros colhidos na literatura que abordaram, especificadamente, quantidades de reagentes para ser possível produzir o biodiesel, a melhor temperatura de obtenção do mesmo e o melhor método a ser adotado.

De acordo com Geris e aliados (2007), entende-se que a transesterificação é a melhor rota a ser escolhida para a produção do biodiesel, assim como o uso do metanol como álcool de cadeia curta, hidróxido de potássio como catalizador da reação e temperatura de análise de 45°C.

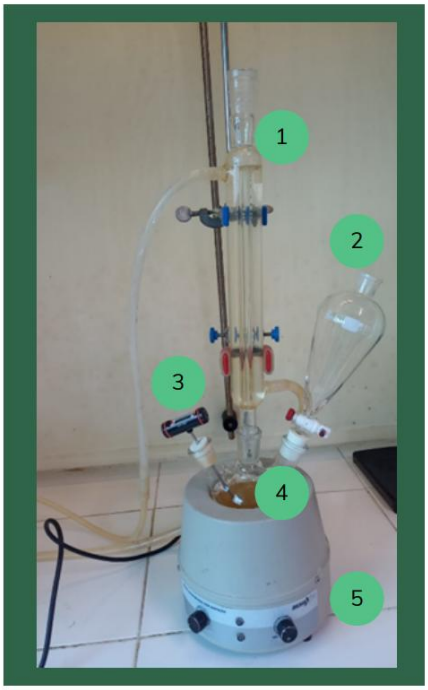
Pelo estudo apresentado, a purificação do biodiesel é dada através de três etapas de lavagem, sendo essas com solução ácida, solução salina e água destilada. Por fim, utiliza-se o sulfato de sódio anidro para remover traços de umidade possivelmente presentes no biodiesel.

2.1 Prática experimental

A partir da estrutura de análise mencionada anteriormente, desenvolveu-se para este estudo um processo operacional em escala laboratorial.

O reator utilizado foi elaborado a partir de uma manta aquecedora e agitadora, sobre a qual foi disposto um balão de três vias de 250 mL. Acoplado ao balão havia um condensador na saída do meio, um termômetro (analógico ou digital) na saída a esquerda e um funil de separação de 250 mL, como observado na Figura 1.

Figura 1 – Reator operacional em escala laboratorial



1. Condensador.
2. Funil de separação.
3. Termômetro digital
4. Balão de três vias.
5. Manta magnética e aquecedora.

Após a montagem da unidade foi realizada a produção do biodiesel a partir de 100 mL de óleo de soja (medidos em proveta), que são adicionados ao balão do sistema. Em seguida ao aquecimento até a temperatura de análise, colocou-se no funil de separação a mistura de 40 mL de metanol com 1,5 g de hidróxido de potássio, abrindo a válvula e permitindo o contato da mistura com o óleo. Cabe ressaltar que o óleo deve ser mantido em agitação a todo instante, essencialmente no momento em que a mistura é adicionada, além de permanecer regulando a temperatura do teste e tempo de reação, que no caso foi de 20 minutos.

Após ser produzido o biodiesel este deve ser depositado em um funil de separação de 250 mL para que seja possível ocorrer a separação, através da diferença de densidade, entre o biodiesel e o produto indesejado, glicerol. No funil o biodiesel fica na parte superior e o glicerol na parte inferior.

Como o presente estudo visa analisar a influência da temperatura no processo de produção do biodiesel, foram realizados testes em triplicata para as temperaturas de 30, 35, 40, 45, 50, 55 e 60°C, resultando em um total de 21 ensaios experimentais.

Por fim, realizou-se a purificação do biodiesel a partir de três lavagens:

- A 1ª lavagem foi realizada com 50 mL de solução ácida (199 mL de água destilada + 1 mL de ácido clorídrico 37%), agitando brandamente e separando por decantação em funil de separação de 250 mL, sendo a parte superior de interesse.
- A 2ª lavagem foi realizada com 50 mL de solução salina (199 mL de água destilada + 20 g de cloreto de sódio), agitando brandamente e separando por decantação em funil de separação de 250 mL, sendo a parte superior de interesse.
- A 3ª lavagem foi realizada com 50 mL de água destilada, agitando brandamente e separando por decantação em funil de separação de 250 mL, sendo a parte superior de interesse.

Por fim, foi adicionado o sulfato de sódio anidro para retirar traços de umidade que ainda poderiam estar presentes no biodiesel obtido das lavagens. Assim, após agitação com baqueta de vidro, fez-se a filtração a vácuo.Vale mencionar que para identificar a eficiência do processo foi feito o cálculo do rendimento, como mostra a Equação (1), a cada teste.

$$\eta = \frac{massa\ de\ biodiesel\ obtido\ tratado}{massa\ de\ óleo\ medida\ inicialmente} \times 100 \qquad (1)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos processos de obtenção e purificação do biodiesel, mencionados no tópico anterior, obtiveram-se dados que foram organizados em tabelas para uma melhor visualização e comparação, elas estão dispostas abaixo como Tabela 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Tabela 1 – Experimento realizado a 45ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
88,49	-	59,95	67,75	0,88	-	7
88,21	70	59,66	67,63	0,88	0,85	6
87,47	50	43,38	49,59	0,87	0,87	5

Tabela 2 – Experimento realizado a 30ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
88,19	-	-	-	0,88	-	-
88,28	70	59,54	67,44	0,88	0,85	5
88,58	81	68,64	77,49	0,89	0,85	5

Tabela 3 – Experimento realizado a 35ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
88,95	69	58,38	65,63	0,89	0,85	5
88,56	86	75,87	85,67	0,89	0,88	5
89,06	89	75,39	84,65	0,89	0,85	5

Tabela 4 – Experimento realizado a 40ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
87,46	75	63,46	72,56	0,88	0,85	5
87,37	88	74,47	85,24	0,88	0,85	5
88,10	50	40,80	46,31	0,89	0,82	5

Tabela 5 – Experimento realizado a 50ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
87,36	78	68,64	78,57	0,87	0,88	5
88,60	70	61,98	69,95	0,88	0,89	5
89,08	78	67,54	75,82	0,89	0,87	5

Tabela 6 – Experimento realizado a 55ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

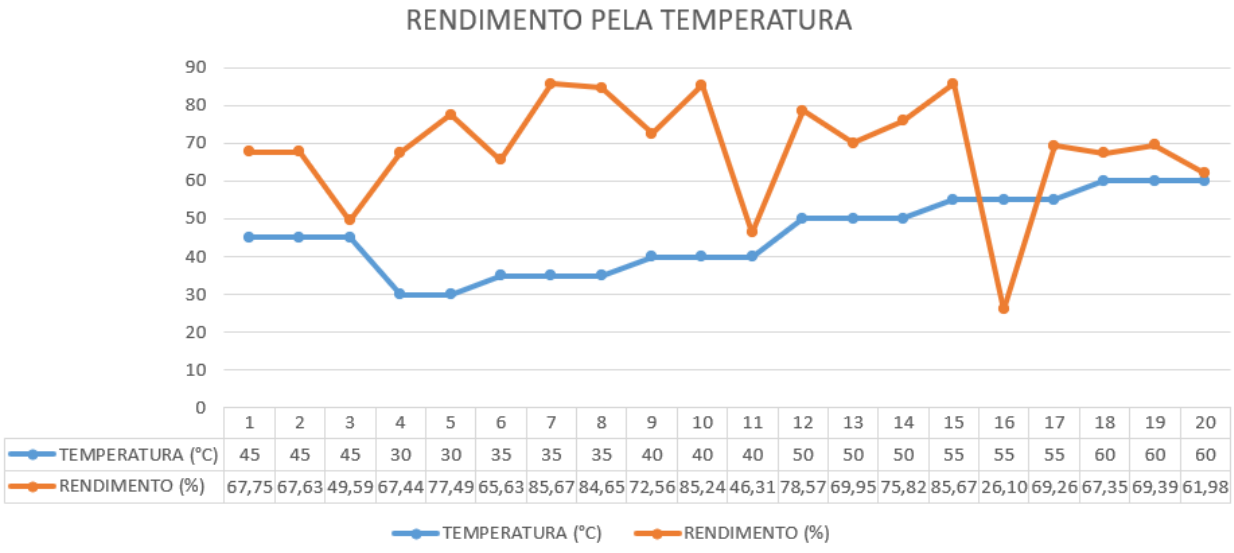
Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
88,62	86	75,92	85,67	0,89	0,88	5
87,10	27	22,73	26,10	0,87	0,84	5
87,29	69	60,46	69,26	0,86	0,88	5

Tabela 7 – Experimento realizado a 60ºC, em 20 minutos e com 100 mL de óleo de soja

Massa óleo de soja (g)	Volume biodiesel tratado (mL)	Massa biodiesel tratado (g)	Rendimento	Densidade óleo (g/mL)	Densidade biodiesel tratado (g/mL)	pH biodiesel tratado
89,29	68	60,14	67,35	0,89	0,88	5
88,84	70	61,65	69,39	0,89	0,88	5
89,47	63	55,45	61,98	0,89	0,88	4

A partir dos resultados obtidos, entende-se que em sua maioria as temperaturas apresentaram bons rendimentos, no entanto, averígua-se uma oscilação entre eles, somente a temperatura de 60ºC apresentou rendimentos mais próximos nos três testes feitos. Através do Gráfico 1 abaixo é possível averiguar a oscilação mencionada e a relação entre o rendimento e as temperaturas estudadas.

Gráfico 1 – Correlacionando o rendimento com as respectivas temperaturas



Ao longo do processo identificou-se que as agitações nas lavagens do biodiesel são extremamente cruciais para que ocorra, ou não, uma espécie de emulsificação da mistura, como foi o caso do primeiro teste a 30ºC, o qual foi desconsiderado. Dito isso, as lavagens foram feitas de modo em que agitação fosse mais branda, sem causar turbulência na mistura presente no Becker.

Cabe ressaltar que a presença de água também pode ocasionar na emulsificação do produto, ou seja, caso gotículas de água estejam em contato no processo de produção e nas lavagens com ácido clorídrico e cloreto de sódio, ocorrerá a formação de uma mistura branca e espessa.

Impurezas como ácidos graxos livres, água e fósforo podem estar presentes na matéria-prima. No entanto, para que não ocorra a formação de sabões reduzindo a eficiência da reação, esses compostos devem estar abaixo de 0,1% (para os ácidos graxos e água) e 10 ppm (para o fósforo) (DUNFORD, 2016).

Pang e aliados (2023), identificaram que o excesso de metanol viabiliza a transesterificação, todavia, uma razão molar alta pode acarretar na dissolução de glicerol no devido álcool, dificultado o processo de separação do biodiesel do mesmo, interferindo no rendimento final da reação.

Outra problemática envolvendo o metanol é a possibilidade desse não ser refinado, contendo impurezas como a água, a qual prejudica a miscibilidade entre o óleo e o metanol e acarreta na formação de sabão, reduzindo relevantemente o rendimento da reação (YINGQUN, 2015).

4 CONCLUSÃO

Através de todo o estudo desenvolvido, conclui-se que as temperaturas analisadas não afetaram, de forma considerável, a obtenção do biodiesel e que a presença ne água no processo reacional interfere negativamente. Assim, sugere-se para próximos estudos acerca do tema, fazer análises de temperaturas mais elevadas, ou, até mesmo, refazer os testes acima para se ter um melhor parâmetro dos possíveis erros presentes.

5 REFERÊNCIAS

DUNFORD, Nurhan Turgut. Biodiesel Production Techniques. **Oklahoma State University**, 2016.

FERREIRA, S. L. C. Química do biodiesel: reações e propriedades. ***Química Nova***, v. 37, n. 3, p. 452–460, 2014.

GERIS, Regina *et al.* Biodiesel de soja: reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**, v. 30, p. 1369–1373, 2007.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas) no Brasil**. 2023. Produção Agropecuária.

KNOTHE, G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. **Fuel Processing Technology**, 86: 1059, 2005.

KRAUSE, Laíza Canielas. **Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal**. 2008. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LÔBO, Ivon Pinheiro; FERREIRA, Sérgio Luis Costa; CRUZ, Rosenira Serpa da. Biodiesel: Parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, -, v. 6, n. 32. 2009.

PANG, Lewen et.al. Parameter optimization for the biodiesel of *Xanthoceras sorbifolium* oil and determination of fatty acid methyl ester. **BioResources** 18 (1), 844-854, 2023.

SANTOS, J. et.al. Estudo das propriedades oxidativas de biodieseis obtidos a partir da mistura dos óleos de babaçu, buriti, pequi, e pinhão manso. **54º Congresso Brasileiro de Química**, 2014.

SILVA, M. M. DA. **Análise exergética da produção do biodiesel por mistura binária de sebo bovino e óleo de soja**. 2017.

SILVA, V. T. et al. Óleo residual de fritura e sebo bovino: matérias-primas alternativas à produção de biodiesel. **Revista Técnico-Científica** do IFSC, v. 1, n. 10, p. 21–21, 2020.

SUAREZ, Paulo A.Z. et al. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 3-8, 01 nov. 2007.

VALLE, M. L. Produção de biodiesel: estudo de parâmetros e rendimento. **Revista de Energia e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 35–42, 2009.

YINGQUN, Ma et.al. Biodiesel production using unrefined methanol as transesterification agent and the research of individual effect of impurities. **Energy** 82, 361-369, 2015.