

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO RESIDUAL

Natália A.A de M.*, Thiago F. de O.**, João V.F.C.B.****, Amanda S.P.****

- *Engenharia de Energia, Universidade Federal de Alagoas- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BR 104 Km 85 s/n, Rio Largo, 57.100-000, Alagoas, Brasil, natalia_angelita@hotmail.com
- **Engenharia de Energia, Universidade Federal de Alagoas- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BR 104 Km 85 s/n, Rio Largo, 57.100-000, Alagoas, Brasil, thiagoferrobr@gmail.com
- ***Engenharia de Energia, Universidade Federal de Alagoas- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BR 104 Km 85 s/n, Rio Largo, 57.100-000, Alagoas, Brasil, joaovincent-franco@hotmail.com
- ****Engenharia de Energia, Universidade Federal de Alagoas- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, BR 104 Km 85 s/n, Rio Largo, 57.100-000, Alagoas, Brasil, amanda.peiter@ctec.ufal.br

<https://doi.org/10.34637/cies2020.1.4087>

RESUMO

A demanda por energia cresce mais a cada ano e com isso aumenta a poluição. O biodiesel existe como uma alternativa ao diesel derivado do petróleo. Biodiesel é obtido por uma reação de transesterificação entre um óleo vegetal ou gordura animal e um álcool de cadeia curta. O óleo de soja residual é uma alternativa de utilização de um resíduo para produção desse biocombustível. O presente estudo traz o desenvolvimento de um software que vem a ser apoio na produção de biodiesel a partir do óleo residual. Foram feitas reações para produção de biodiesel a partir do óleo de soja residual alterando as variáveis: tipo de catalisador (KOH e NaOH), razão molar óleo:metanol (1:5 e 1:7) e tempo de reação de reação (40 min e 1h). O maior rendimento de óleo em biodiesel de 97,30% foi obtido na reação utilizando a razão molar óleo:metanol de 1:7, KOH como catalisador na temperatura de 50°C por 1h. O software coleta do usuário a massa do óleo, dispendo com isto o catalisador a ser utilizado, quantidade de massa do catalisador e álcool, tempo reacional, temperatura e porção necessária ou não de HCl para posterior purificação.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo de Soja Residual, Biodiesel, Python

ABSTRACT

The demand for energy grows more each year and with it increases pollution. Biodiesel exists as an alternative to diesel derived from petroleum. Biodiesel is obtained by a transesterification reaction between a vegetable oil or animal fat and a short-chain alcohol. Residual soybean oil is an alternative to using a residue to produce this biofuel. The present study brings the development of software that comes to support the production of biodiesel from residual oil. Reactions were made for the production of biodiesel from residual soy oil by changing the variables: type of catalyst (KOH and NaOH), molar ratio oil: methanol (1: 5 and 1: 7) and reaction time of reaction (40 min and 1h). The highest oil yield in biodiesel of 97.30% was obtained in the reaction using the oil: methanol molar ratio of 1: 7, KOH as a catalyst at a temperature of 50°C for 1h. The software collects the mass of the oil from the user, thereby providing the catalyst to be used, the amount of mass of the catalyst and alcohol, reaction time, temperature and the necessary portion or not of HCl for further purification.

KEYWORDS: Residual Soybean Oil, Biodiesel, Python

INTRODUÇÃO

O crescimento massivo da população, acompanhado do desenvolvimento tecnológico e do consumo crescente do petróleo, tem como decorrência o aumento demorado da poluição e a necessidade por oferta de energia em constante crescimento. Devido a isso a economia mundial necessita de fontes alternativas de energia. O biodiesel existe como alternativa ao diesel. Biodiesel pode ser obtido a partir da reação de transesterificação, na qual os triglicerídeos presentes nos óleos vegetais ou gorduras animais reagem com álcool de cadeia curta na presença de um catalisador para obter os ésteres de ácidos graxos.

O diesel é um combustível fóssil produzido pela destilação do petróleo, o qual é constituído, basicamente, por uma mistura de hidrocarbonetos. Alguns compostos presentes no diesel apresentam, também, enxofre e nitrogênio em sua estrutura, sendo selecionados de acordo com as características de ignição e de escoamento adequadas ao funcionamento dos motores diesel. É um produto inflamável, volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte característico. A emissão de gases tóxicos por veículos automotivos é a maior fonte de poluição atmosférica. Nas cidades, esses veículos são responsáveis pelas emissões de gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NOx), dióxido de enxofre (SO₂), hidrocarbonetos (HC), chumbo, fumaça e particulados (Christoff, 2006).

A busca por fontes renováveis de energia cresce a cada dia, devido principalmente aos problemas energéticos e ambientais. Um combustível renovável proveniente da biomassa é o biodiesel. O processo mais utilizado para produção de biodiesel é a reação de transesterificação de óleos ou gorduras animais na com álcool primário, metanol ou etanol, na presença de um catalisador. Os óleos utilizados na transesterificação podem ser provenientes de inúmeras matérias-primas, mas a soja ainda é a cultura mais utilizada. As matérias-primas como óleo e gorduras residuais tem interessado aos produtores e usinas de biodiesel devido ao custo/benefício, e também devido ao impacto causado pelo descarte dos mesmos ao meio ambiente (Marins e Santos, 2017).

O óleo de cozinha descartado de forma incorreta tem o poder de contaminar água, solo e atmosfera. Como exemplo, a cada litro que é rejeitado sem, pelo menos, um pré-tratamento nas redes de esgoto, um milhão de litros de água é poluído; nos oceanos forma-se uma barreira causando a deficiência na entrada de luz e oxigenação da água, prejudicando a biota e facilitando a presença de enchentes; além disso, a sua decomposição emite gás metano, que tem sua principal influência nos gases de efeito estufa, o qual resulta no aquecimento irregular da terra. Como se não bastasse, a poluição do ar, as mudanças climáticas e a geração de resíduos tóxicos resultantes do uso do diesel e de outros derivados de petróleo têm um significativo impacto na qualidade do meio ambiente (Holanda, 2004).

Diante deste cenário, nota-se a necessidade de solucionar os danos causados à biota, através do despejo indevido do óleo residual nas redes de esgoto, por meios cada vez mais práticos e mais acessíveis com custos cada vez mais reduzidos. A produção de combustível não convencional a partir do óleo de fritura se torna uma alternativa visto que vem a mitigar os prejuízos causados pelo rejeito irregular desse óleo, além de ser uma opção de renda para os pequenos produtores alimentícios que podem vender esse óleo para fornecedores de biodiesel. As pesquisas têm se concentrado no desenvolvimento de novos insumos básicos, de caráter renovável, para a produção de combustíveis que possam substituir os derivados de petróleo, o que coloca a biomassa em um papel de destaque, em razão da sua natureza renovável, ampla disponibilidade, biodegradabilidade e baixo custo (Suarez *et al.*, 2007).

O uso de ferramentas computacionais obteve crescimento no Brasil para as áreas industriais, empresariais e pesquisa. Na educação o avanço é gradativo desde seu início em meados de 1970, com grande aceitação do ensino superior e sendo estimulado na educação básica (Oliveira, 2020), onde no mundo tem seu avanço exponencial. A linguagem de programação Python direciona não somente programações com o intuito de desenvolvimento de software, ou com âmbito empresarial, é também uma boa ferramenta no processo de ensino e aprendizagem (Oliveira e Silva Junior, 2019).

Python, linguagem de programação de alto nível com alta eficiência na integração de sistemas, criada em 1991 por Guido von Rossum, é uma linguagem de programação com comandos fáceis de aprender, formato de programação separada em endentação para marcar blocos facilitando ao programador a visualização daquilo que está sendo programado.

Na programação em Python, para obter melhor visualização gráfica e interatividade com o usuário, existem múltiplos ambientes de desenvolvimento integrado (IDE), que possibilitam a programação, com destaque de cores, sinalizações, e automação de comandos, dentre estes interpretadores está o Pycharm (Fig. 1), usados neste trabalho.

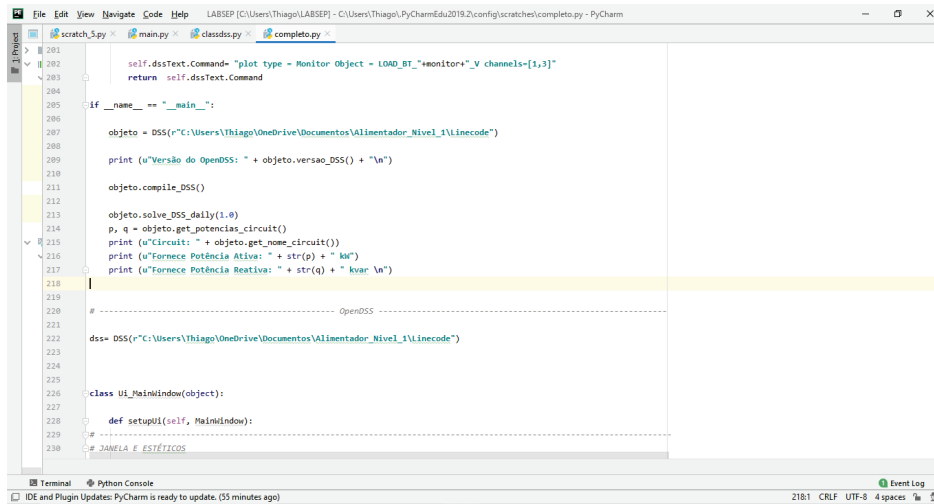


Fig. 1. Interface Pycharm

De acordo com a demanda por alternativas cada vez mais ambientalistas com preços que mantenham a concorrência monetária no mercado, o presente estudo traz o desenvolvimento de um software que vem a ser apoio na produção de biodiesel a partir do óleo residual.

METODOLOGIA

Foram realizados testes para produção de biodiesel a partir do óleo de soja residual utilizando metanol com álcool. Os testes foram conduzidos na região metropolitana de Maceió, Alagoas, no laboratório do núcleo de Engenharia de Energias Renováveis no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado no município de Rio Largo, Alagoas.

Para determinação das condições experimentais que maximizassem a síntese do biodiesel resultante da reação foi realizado um planejamento experimental fatorial completo com 2 níveis e 3 variáveis. As variáveis estudadas nessa etapa foram: tipo de catalisador, razão molar óleo/álcool e tempo de reação (Tabela 1). Os parâmetros fixos foram: temperatura (50 °C), tipo de álcool (metanol) e quantidade de catalisador (1,5%). Os parâmetros do estudo realizado foram utilizados para o desenvolvimento do software para diferentes variáveis na produção de biodiesel a partir de óleo de residual.

Tabela 1. Níveis dos parâmetros utilizados no planejamento fatorial completo

Variável	-1	+1
Catalisador	KOH	NaOH
Razão molar óleo:álcool	1:5	1:7
Tempo	40 min	1h

A partir das variáveis definidas foi possível construir a matriz do planejamento completo 2^3 conforme (Tabela 2).

Tabela 2. Planejamento completo 2^3

Experimento	Catalisador	Razão molar	Tempo
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1

O biodiesel em estudo foi obtido a partir do óleo de soja oriundo do restaurante universitário do Centro de Ciências Agrárias da UFAL através da reação de transesterificação. Os reagentes utilizados foram: óleo de soja residual, álcool metílico absoluto P. A. e catalisador homogêneo (KOH ou NaOH). A reação foi realizada num agitador magnético com temperatura controlada através de um banho.

Inicialmente o catalisador foi adicionado ao álcool até ficar homogêneo e em seguida a mistura é acrescentada ao óleo na temperatura determinada. Este momento é o início da reação. Após decorrido o tempo da reação, o biodiesel foi colocado em um funil de separação para separar a glicerina produzida (Fig. 2), onde passou por uma lavagem inicial com solução ácida e em seguida foram feitas lavagens com água destilada até que o pH estivesse entre 5 e 7. Por fim o biodiesel foi colocado na estufa para tirar qualquer umidade que estivesse presente.



Fig. 2. Separação de fases

A determinação do rendimento foi via cromatografia gasosa. Os gases de arraste utilizados foram hidrogênio, nitrogênio e ar sintético. O padrão interno utilizado foi a trioctanoato de glicerina (tricaprilina), na concentração de 0,8g/10 mL de hexano. As amostras de biodiesel tinham massa aproximada de 0,15 g e eram diluídas em 1 mL da solução de padrão (tricaprilina e hexano), sendo injetado no equipamento cromatógrafo 1 μ L da amostra. As injeções foram feitas em duplicata. O rendimento dos ésteres foi calculado com a Eq. 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{m_{\text{tricaprilina}} \times A_S \times f \times 100}{A_{\text{tricaprilina}} \times m_s}$$

Eq.1

Em que: $m_{\text{tricaprilina}}$ é a massa do padrão interno; A_S é a soma das áreas dos picos referentes aos ésteres contidos na amostra; f é o fator de resposta; $A_{\text{tricaprilina}}$ é a área do pico referente ao padrão interno; m_s é a massa da amostra.

Na interface do software é exigida a coleta da massa do óleo feito pelo usuário (Fig. 3), dispondo com isto o catalisador a ser utilizado, quantidade de massa do catalisador e solvente, tempo reacional, temperatura e porção necessária ou não de HCl.

O PyCharm foi escolhido para esta pesquisa devido à uso da biblioteca PyQt5. Fora utilizado como parâmetros para o desenvolvimento do software estudos realizados na Universidade Federal de Alagoas sobre diferentes variáveis na produção de biodiesel a partir de óleo de residual.

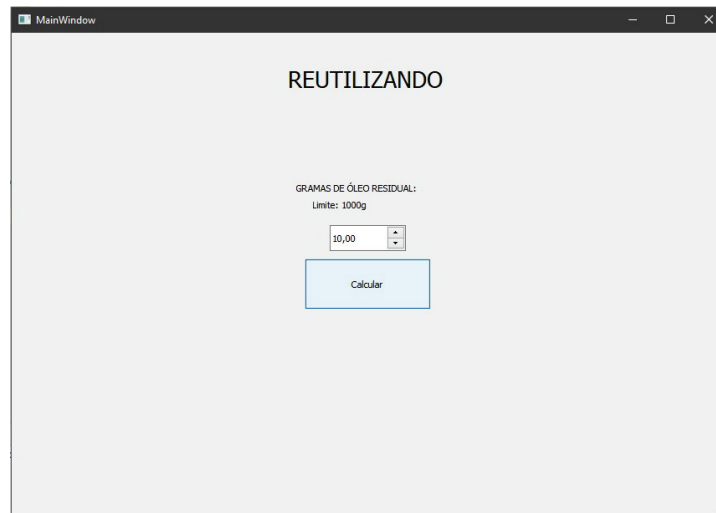


Fig. 3. Interface do software

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os resultados dos rendimentos médios em porcentagem obtidos nas corridas experimentais para cada reação.

Tabela 3. Rendimento de óleo em biodiesel obtido nos 8 experimentos

Experimento	Catalisador	Razão Molar	Tempo	R1 (%)	R2 (%)	Rendimento Médio (%)
1	KOH	1:5	40min	79,3	79,2	79,25
2	NaOH	1:5	40min	68,2	64,4	66,3
3	KOH	1:7	40min	87,4	84,9	86,15
4	NaOH	1:7	40min	72,2	69,3	70,75
5	KOH	1:5	1h	90,5	91,8	91,15
6	NaOH	1:5	1h	76,9	77,3	77,1
7	KOH	1:7	1h	96,8	97,8	97,3
8	NaOH	1:7	1h	87,2	88,7	87,95

Com os dados da Tabela 3, foi feito um gráfico para melhor verificar os dados de rendimento em cada experimento, Fig. 4.

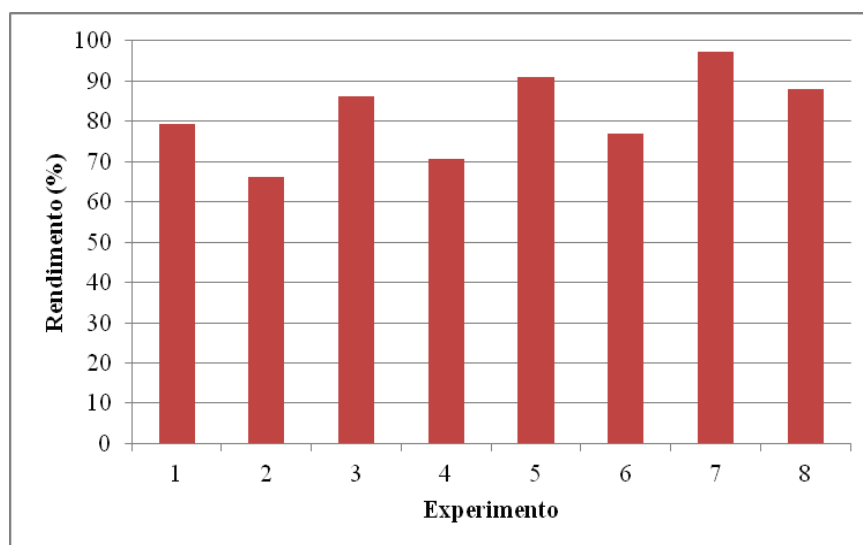


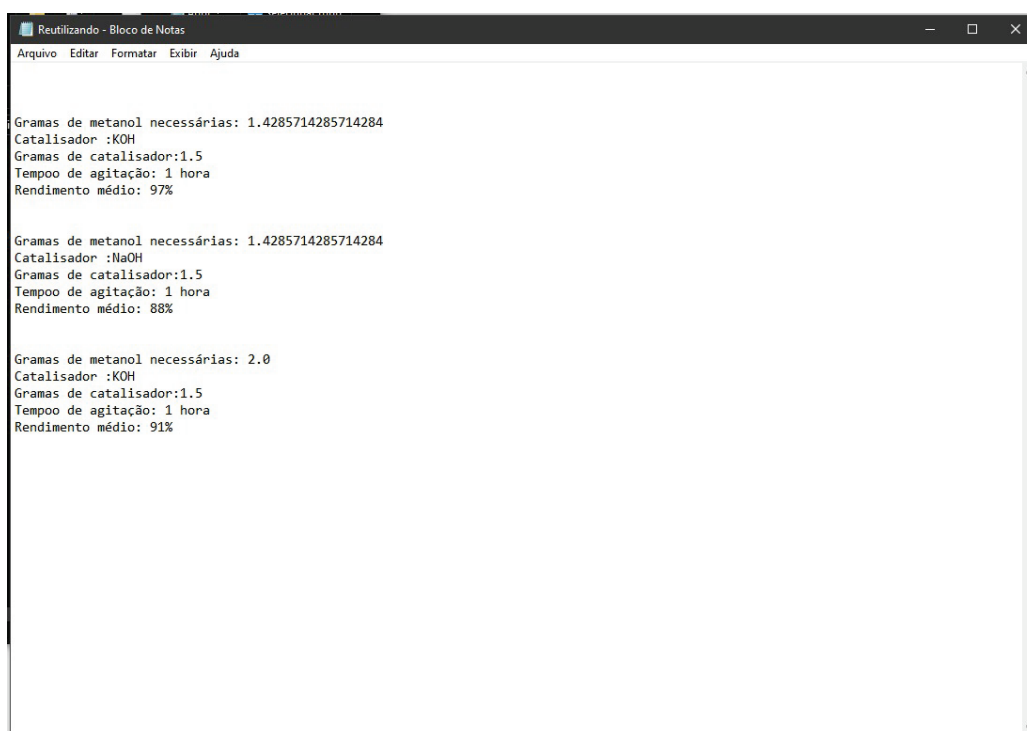
Fig. 4. Rendimentos médios obtidos nas corridas experimentais

Foi possível observar que os rendimentos médios não foram altos. Apenas para a reação 7 o rendimento foi acima de 96,5%, o mínimo permitido para a comercialização do biodiesel segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Ao observar o tipo de catalisador, verificou-se que o catalisador KOH levou a maiores rendimentos. O catalisador foi a variável que mais exerceu influência sobre os rendimentos. Analisando o tempo, as reações que duraram um maior tempo, 1h, obtiveram maiores rendimentos. Analisando agora a razão molar óleo/álcool, foi possível concluir que a maior razão molar levou a maiores rendimentos. Esses dados podem ser comprovados observando que o maior rendimento obtido foi para a reação com KOH, 1h e 1:7 óleo:álcool.

Com o auxílio da programação, obteve-se o resultado do software que tem a principal função de facilitar e mitigar os erros durante o processo de produção de combustíveis alternativos através do óleo residual.

Após o usuário ter inserido na interface do software a massa de óleo residual obtido, o programa fornece dados indispensáveis para a produção do biodiesel (Fig. 5).



```

Reutilizando - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

Gramas de metanol necessárias: 1.4285714285714284
Catalisador :KOH
Gramas de catalisador:1.5
Tempoo de agitação: 1 hora
Rendimento médio: 97%

Gramas de metanol necessárias: 1.4285714285714284
Catalisador :NaOH
Gramas de catalisador:1.5
Tempoo de agitação: 1 hora
Rendimento médio: 88%

Gramas de metanol necessárias: 2.0
Catalisador :KOH
Gramas de catalisador:1.5
Tempoo de agitação: 1 hora
Rendimento médio: 91%
    
```

Fig. 5. Dados fornecidos pelo software

CONCLUSÕES

O software desenvolvido é uma ferramenta eficaz e importante, principalmente, na produção de combustíveis alternativos em grande escala, mitigando erros através de cálculos necessários para seu desenvolvimento, diminuindo também o tempo gasto necessário para tais. Logo, terá um resultado positivo com o aumento da fabricação. É possível estimar o rendimento com as análises previamente realizadas em laboratório.

E a matéria-prima utilizada no estudo, que seria um resíduo, pode ser um potencial concorrente para a elaboração de biodiesel nos grandes centros, diminuindo o descarte desse óleo em lugar inapropriado e contribuindo com o meio ambiente através da produção de um biocombustível.

REFERÊNCIAS

Christoff, P. (2006). *Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial*. Estudo de caso: Guaratuba, Litoral Paranaense. Dissertação de mestrado, LACTEC, IEP, Curitiba.

Marins, D. S.; Santos, M. E. (2017). Pré-tratamento do Óleo Residual de Fritura para Elevação do pH e diminuição de sólidos para a produção de biodiesel. *Revista da União Latino-americana de Tecnologia*. 5, 1- 20.

Holanda, A. (2004). *Biodiesel e inclusão social*. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações.

Suarez, P. A. Z.; Meneghetti, S. M. P.; Meneghetti, M. R.; Wolf, C. R. (2007). Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica *Quim. Nova*. 30.

Oliveira, T. F. (2020). Uso de ferramentas computacionais no processo de aprendizagem no Brasil. *Jornal das Alagoas*. In Press.

Oliveira, T. F. de; Silva Junior, R. V. da. (2019). Ferramenta Jupyter Notebook no ensino do cálculo integral. *Anais do 1º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional da Região Nordeste - I ERMAC/NE*. Juazeiro(BA) UNIVASF, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/IERMACNE/212987-FERRAMENTA-JUPYTER-NOTEBOOK-NO-ENSINO-DO-CALCULO-INTEGRAL>>. Acesso em: 19/03/2020 20:03.