

MINI USINA DIDÁTICA DE BIODIESEL DA UFRB - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4131

Luciano sergio hocevar - lucianohocevar@ufrb.edu.br
UFRB Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Resumo: *O biodiesel foi inserido na matriz energética nacional em 2004 e ainda é objeto de estudos, pesquisas e desenvolvimento tecnológico. O presente trabalho consistiu na construção de uma planta piloto de bancada para produzir biodiesel de forma didática. A construção foi feita com materiais acessíveis e disponíveis para compor um conjunto capaz de produzir biodiesel em pequena escala mas em condições reais. Este trabalho está dividido em duas partes: na primeira, relata as condições teóricas para a produção, em qualquer escala, de biodiesel a partir de matéria-prima adequada. Na segunda, descreve o processo de construção do reator de bancada, formando um conjunto didático destinado à produção de biodiesel por transesterificação alcalina com metanol e utilizando óleos e gorduras residuais de fritura - OGRF como matéria-prima. A ideia é que, a partir dessa construção, o conjunto possa receber contribuições sucessivas das próximas turmas, aprimorando o processo de produção do biodiesel e o aprendizado prático e didático, incorporando elementos das mais variadas disciplinas que compõem os cursos de Engenharia.*

Palavras-chave: *Biodiesel, Ensino de Engenharia, learning-by-doing*

MINI USINA DIDÁTICA DE BIODIESEL DA UFRB – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

1 INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais têm sido utilizados como combustíveis no Brasil desde a década de 1920 (BRASIL, 1985), com pesquisas no Instituto Nacional de Tecnologia, no Instituto de Óleos do Ministério da Agricultura e no Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais, que registrou em 1950 estudos sobre o uso dos óleos de ouricuri, mamona e algodão em motores diesel de seis cilindros.

A partir dos anos 1970, com o Primeiro Choque do Petróleo, pesquisas sobre óleos vegetais foram impulsionadas em projetos como Pró-Óleo¹, OVEG² e INTOL³, cujos resultados que serviram de base para a implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB lançado em 2004, que organizou a cadeia produtiva, definiu linhas de financiamento, estruturou a base tecnológica, editou o marco regulatório e estipulou metas físicas para produção de biodiesel (PNPB, 2004). Em 2008 a adição de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo passou a ser legalmente obrigatória no Brasil (B2). Em 17/03/2023 o CNPE aprovou resolução aumentando para 12% a mistura de biodiesel ao diesel (B12) vendido no Brasil; para 13% (B13) em abril/2024; 14% (B14) em abril/2025 e 15% (B15) em abril/2026 (MME, 2023).

2 PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE OGRF – ÓLEOS E GORDURAS RESIDUAIS DE FRITURAS

Adotamos neste trabalho a sigla OGRF - Óleos e Gorduras Residuais de Frituras para designar matérias graxas provenientes de resíduos dos processos de frituras, cujas características diferem dos demais OGR (Hocevar, 2012), uma vez que a sigla OGR - Óleos e Gorduras Residuais, define matérias graxas provenientes de rejeitos de qualquer natureza, não fazendo distinção entre vegetais, animais ou industriais, nem de qual processo foram originados, se de tratamento de esgoto, de fritura ou qualquer outro.

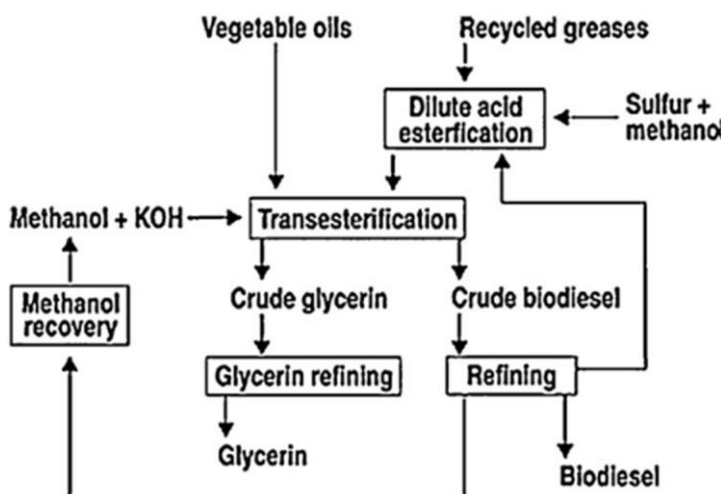
O processo de transesterificação para a produção de biodiesel consiste na reação de material lipídico com metanol e catalisador (KOH) em pressão atmosférica (P=1atm), aquecido a temperatura de 60°C e mantido sob agitação (300 R.P.M.) durante 60 minutos, quando pode ser adicionado um agente terminador da reação (NH₄Cl 5%), como ilustrado pela Figura 1 mostrada a seguir.

¹ Pró-Óleo: Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, criado pelo Conselho Nacional de Energia, em 1980.

² Programa OVEG: Programa Nacional de Alternativas Energéticas Renováveis de Origem Vegetal, instituído pela Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio (STI/MIC), em 1980.

³ Projeto INTOL, fruto da cooperação do governo do estado do Rio de Janeiro com o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), de São José dos Campos, pesquisou o uso de óleos vegetais de dendê (Intol-Dendê) e de amendoim (Intol-Amendoim) em mistura com o óleo diesel.

Figura 1 –Diagrama de Processo para produção de Biodiesel



Fonte: Shahid and Jamal, 2011.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

No experimento em escala de laboratório realizamos a transesterificação alcalina utilizando como matéria-prima OGRF obtido por doação dos alunos, após uso em suas próprias residências.

Os reagentes utilizados no processo foram metanol (99,8%) e hidróxido de potássio (KOH) P.A. Os materiais e a vidraria utilizados foram béquer, funil de separação, proveta, agitador magnético, garras, aro de sustentação e suporte universal. Para aquecimento foi utilizada placa da marca Allerbest, modelo ALL-AMA05.

Completada a reação a mistura foi mantida em repouso durante 24h em funil de separação, quando duas fases se formaram, com biodiesel na superior e glicerina na inferior.

Em seguida a mistura foi separada, mantendo-se o biodiesel, que foi lavado com água e novamente deixado em repouso por 24h, decantado e separado, descartando-se a água.

O processo de lavagem foi repetido três vezes, após as quais o biodiesel produzido foi aquecido a temperatura de 70°C durante 4 horas para eliminar a umidade residual.

4 A PROPOSTA DE UMA MINI USINA DIDÁTICA DE BIODIESEL

O componente curricular GCETENS553-Biocombustíveis do curso de Engenharia de Energias da UFRB é composto por teoria (68h) e prática (34h). Como conteúdo teórico contempla histórico, conceitos e uso de biocombustíveis no Brasil e no mundo. Como prática sempre produzimos biocombustíveis em laboratório, com os equipamentos e a vidraria disponíveis. Assim, podemos trabalhar com biodiesel, etanol e biomassa, por exemplo.

Sempre é proposto o projeto de desenvolvimento de um protótipo para fins didáticos, que permita passar do formato de laboratório para o de planta-piloto de bancada. Nesta oportunidade, após a produção de biodiesel com vidraria disponível em laboratório,

propusemos a construção de uma mini usina didática, com controle semi-automatizado pelo uso de Arduino.

Como premissa, seriam utilizados apenas materiais já disponíveis ou que pudessem ser adquiridos com facilidade e preço acessível. Assim, optamos por utilizar sucata (painel de madeira, tubo de PVC), material disponível no laboratório (pissetas, agitador, torniquetes, mangueira, funil de decantação, suporte universal), material comprado (aquecedor, "T", cap) e material colocado à disposição pelos integrantes do projeto (abraçadeiras, arduino).

O conjunto foi composto por três reservatórios, um para a matéria prima (TQ01), outro para o metanol+catalisador (TQ02) e o terceiro para decantação e lavagem (TQ03). Completa o conjunto proposto um reator (RR1).

Como reservatórios da matéria prima (TQ01) e do metanol+catalisador (TQ02) foram utilizadas pissetas de 500ml, conectadas ao reator por mangueira de silicone e conector tipo "T". O controle de vazão e abertura/fechamento foi feito por torniquetes operados manualmente. Nesta versão foi utilizado como Reator (RR1) uma seção de tubo de PVC, com comprimento de 30cm, DN 150mm e dois cap para fechamento de suas extremidades.

O fluido dentro do RR1 foi aquecido por aquecedor do tipo ebulidor de água, marca IMC Resistências Ltda. Mod. 104, potência de 1000W e tensão de entrada de 220v.

A agitação é feita por agitador marca FISATOM, Mod. 713-D e a temperatura controlada por sensor modelo DS18B20 conectado a Arduino Mega 2560.

O TQ03 – Reservatório de Decantação e Lavagem é um funil de decantação, onde o biodiesel é separado da glicerina e, posteriormente, lavado. A fixação do TQ03 é feita com um anel de sustentação acoplado a um suporte universal.

O conjunto, em sua versão de testes, é mostrado em sua simplicidade e funcionabilidade pela Figura 2.

Figura 2 –Versão de testes do projeto didático



Fonte: Próprios Autores, 2023.

5 BIOCOMBUSTÍVEIS COMO COMPONENTE CURRICULAR E A INCLUSÃO DE ALUNOS DA MATURIDADE

A cada semestre letivo, o professor do componente curricular GCETENS553-Biocombustíveis, Engenheiro Químico Luciano Hocevar, coloca vagas à disposição do Programa Universidade Aberta à Maturidade – PROMAT, como atividade de extensão.

O PROMAT UFRB propõe o desenvolvimento de ações integradas de ensino, extensão e pesquisa para adultos com mais de 45 anos de idade e que ainda não tenham curso universitário. É uma oportunidade que muitos têm de encontrarem-se com a vivência acadêmica em um momento de suas vidas que os coloca frente a uma nova possibilidade sobre seu futuro, quando muitas vezes já estão aposentados, outras vezes buscando novos rumos para suas vidas.

É um desafio que mescla alunos jovens e maduros, de vivência universitária regular e de extensão, com experiências de vida diferentes, conhecimentos práticos e teóricos diversos, idades variadas. Uma experiência positiva para todos.

Participaram desta edição do projeto os alunos do PROMAT: Joilson Teles Viana, Jomar Homero da Silva e Juçara Linhares Macedo.

Figura 3 – A equipe do projeto (da esquerda para a direita: Joilson Teles Viana, Jomar Homero da Silva, Luciano Hocevar, Juçara Linhares Macedo e Clenilton de Sousa Alves).



Fonte: Joilson Teles Viana, 2023.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi composto por dois objetivos e um desafio, plenamente alcançados. O primeiro objetivo consistia em integrar alunos com vivências e idades diversas numa mesma turma, apresentando conteúdo único para discentes com idades, experiências de vida, conhecimentos teóricos e práticos distintos.

O segundo objetivo foi produzir biodiesel em escala de laboratório, desmistificando a idéia de que a tecnologia de modo geral, e a produção de biocombustíveis de modo

particular, está disponível apenas em escala industrial ou escala laboratorial com equipamentos sofisticados, caros e de difícil manuseio.

Ao longo do trabalho os alunos puderam perceber que o biodiesel pode ser produzido com recursos acessíveis, inclusive no que diz respeito a equipamentos e matérias-primas. Foram abordados conceitos teóricos sobre biodiesel, mostrando suas vantagens como fonte limpa e renovável de energia, a matriz energética e a geração de empregos. Quanto ao desafio, também alcançado, foi proposto construir um equipamento didático cujo funcionamento reproduzisse as etapas de produção de biodiesel, com mistura, reação de transesterificação, separação, lavagem e secagem. O produto foi materializado com sucesso, superando a ideia original ao incorporar uma etapa de controle de temperatura com uso de Arduino e programação.

Como resultado, além da satisfação de todos quanto ao alcance dos objetivos e à superação do desafio, fica uma planta-piloto didática, disponível para as próximas turmas reproduzirem o experimento no componente curricular Biocombustíveis e, também, para aperfeiçoarem o projeto, com novos objetivos e desafios a serem colocados e alcançados.

REFERÊNCIAS

ALCÁNTARA, Ramón *et al.* **Catalytic production of biodiesel from soy-bean oil, used frying oil and tallow.** Biomass and Bioenergy, v. 18, n. 6, 1 p. 515-527, June, 2000.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Lei nº 11.097, de 13.01.2005. Publicado no DOU em 14.01.2005.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial - STI / MIC. Óleos vegetais: experiência de uso automotivo desenvolvida pelo Programa OVEG I. Brasília. 1985. 344 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia - MME. 2004. Apresentação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. 2004. Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/programas/biodiesel/galerias/arquivos/biodiesel/Pres_MinistraME_06-12-04.pdf

BRASIL. Ministério das Minas e Energia - MME. 2023. CNPE aprova resolução que restabelece o aumento para 12% da mistura de biodiesel ao diesel a partir de abril. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cnpe-aprova-resolucao-que-restabelece-o-aumento-para-12-da-mistura-de-biodiesel-ao-diesel-a-partir-de-abril>. Acesso em 27/03/2023.

GERPEN, Jon Van.; KNOTHE, Gerhard. **Produção de Biodiesel.** In: KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J. Manual do biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

HOCEVAR, Luciano Sergio. **Análise Multivariada de Misturas de Óleos e Gorduras Residuais de Frituras Para a Produção de Biodiesel** / Luciano Sergio Hocevar. – Salvador, 2012. 215f.: il. ; 30 cm. Orientador: Prof. Dr. Leonardo Sena Gomes Teixeira. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, 2012.

KNOTHE, Gerhard; STEIDLEY, Kevin. R. **Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Influence of compound structure and comparison to petrodiesel fuel components.** Fuel, v. 84, issue 9, p. 1059-1065, June, 2005. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/download/14427/pdf>. Acesso em 29/03/2023.

SCHNAID, Fernando; ZARO, Milton e TIMM, Maria Isabel. **Ensino de Engenharia: do Positivismo das Mudanças para o Século XXI.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

SHAHID, Ejaz M.; JAMAL, Younis. **Production of biodiesel: A technical review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 4732–4745.

INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF MANUSCRIPTS TO THE SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE 51º BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING EDUCATION AND VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATION IN ENGINEERING – COBENGE 2023

Abstract: *Biodiesel was inserted into the national energy matrix in 2004 and is still the subject of studies, research and technological development. The present work consisted in the construction of a bench pilot plant to produce biodiesel in a didactic way. The construction was made with accessible and available materials to compose a set capable of producing biodiesel on a small scale but under real conditions. This work is divided into two parts: in the first, it reports the theoretical conditions for the production, in any scale, of biodiesel from adequate raw material. In the second, it describes the construction process of the bench reactor, forming a didactic set destined to the production of biodiesel by alkaline transesterification with methanol and using residual frying oils and fats - OGRF as raw material. The idea is that, from this construction, the set can receive successive contributions from the next classes, improving the biodiesel production process and the practical and didactic learning, incorporating elements of the most varied disciplines that make up the Engineering courses.*

Keywords: *biodiesel, doing by learning, engineering education*