

IDEAU

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE UMA BLENDA DE
ÓLEOS DE SEMENTE DE NIM E DE RESÍDUOS DE PEIXES
PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE ENERGIA
RENOVÁVEL**

**BIODIESEL PRODUCTION FROM A BLEND OF NEEM SEED
OILS AND FISH WASTE FOR THE SUSTAINABLE
DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY**

**PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE UNA MEZCLA DE
ACEITES DE SEMILLAS DE NEEM Y DESECHOS DE PESCADO
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE ENERGÍAS
RENOVABLES**

Adriana Carla de Oliveira Lopes

Doutora em Materiais, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió,
Alagoas, Brasil. E-mail: carla.oliveira.lopes@gmail.com

Carlos Daniel Clemente Gomes

Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Penedo, Alagoas, Brasil. E-mail: carlos.clemente@arapiraca.ufal.br

Alzenira dos Santos de Deus Oliveira

Graduanda em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Neópolis, Sergipe, Brasil. E-mail: alzenirasdo@gmail.com

Douglas Felipe Nogueira Rocha

Graduado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Penedo, Alagoas, Brasil. E-mail: feldoug@gmail.com

Jessé Marques da Silva Junior Pavão

Doutor em Agronomia/Fisiologia Vegetal, Centro Universitário CESMAC (CESMAC),
Maceió, Alagoas, Brasil. E-mail: jesse.marques@cesmac.edu.br

Alfredo Leandro Borie Mojica

Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Universidade Federal de Alagoas
(UFAL), Penedo, Alagoas, Brasil. E-mail: alfredo.mojica@penedo.ufal.br

DOI:10.55905/reiv6n2-001

Submitted on: 6.1. 2026| Accepted on: 6.30. 2026| Published on: 7.2.2026

Nehemias Anastacio Santos da Silva

Mestre em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Aracaju, Sergipe, Brasil. E-mail: nehemias.silva@penedo.ufal.br

Karyna de Franca Dantas

Graduado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio
de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: karynnadantas@gmail.com

Samile da Silva Gama

Graduado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Lagoa da Canoa, Alagoas, Brasil. E-mail: samiledasilvagama@gmail.com

Éllen Patrícia de Albuquerque Cavalcante

Especialista em Engenharia de Operações e Logística, Faculdade UNINASSAU
Arapiraca, Arapiraca, Alagoas, Brasil. E-mail: ellenpaty27@gmail.com

Luís Cláudio Trajano Oliveira

Especialista em Gestão Pública, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Marechal Deodoro, Alagoas, Brasil. E-mail: luislcto@hotmail.com

José Carlito de Amorim Filho

Graduado em Engenharia Elétrica, Centro Universitário CESMAC (CESMAC),
Maceió, Alagoas, Brasil. E-mail: jcarlito_filho@yahoo.com.br

Wallace Calixto dos Santos

Graduado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
São Sebastião, Alagoas, Brasil. E-mail: wallace.santos@arapiraca.ufal.br

Maria Nazare Gomes de Oliveira

Graduado em Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Alagoas (UFAL),
Penedo, Alagoas, Brasil. E-mail: maria.nazare@arapiraca.ufal.br

Rayane Mayara Tenório Malaquias

Graduado em Engenharia de Produção, Igreja Nova, Alagoas, Brasil.
E-mail: rayane.malaquias2016ft@gmail.com

RESUMO

Os resíduos de peixes costumam ser considerados sobras da produção industrial e em feiras de pescados, sendo frequentemente descartados de maneira inadequada. O óleo desses resíduos possui uma alta capacidade para a produção de biodiesel, devido ao seu alto teor de ácidos graxos saturados, o que o torna uma matéria-prima de grande abundância. O óleo bruto de peixe proveniente das partes descartadas de peixes marinhos é considerado uma fonte alternativa de matéria-prima de baixo custo para a produção de biodiesel. A semente de nim, por sua vez, possui até 50% de óleo e apresenta grande potencial para a fabricação de biodiesel. Portanto, visando reduzir o impacto ambiental e o desperdício, além de levar em conta aspectos sociais e

econômicos, este artigo tem como objetivo propor uma rota alternativa viável baseada no desenvolvimento sustentável para o uso de resíduos de peixe e do óleo de nim. Isso é feito por meio da utilização de uma mistura desses óleos na produção de biodiesel. Como metodologia, foi adquirido o óleo de nim comercial e coletaram-se os resíduos de peixes em feiras de pescado, em seguida foram realizados experimentos, via reação de transesterificação, em escala de bancada, a partir de uma blenda 1:1 destes óleos. Os resultados indicaram que é viável produzir biodiesel usando uma mistura de óleos provenientes de resíduos de peixe e de nim. Amostras de biodiesel com conversão superior a 50% foram obtidas, e as condições ideais para esse processo também foram determinadas.

Palavras-chave: Biodiesel. Óleo de Nim. Resíduos de Peixes. Blendas de Óleos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Fish waste is often considered leftover from industrial production and fish markets, frequently being disposed of improperly. The oil from this waste has a high potential for biodiesel production due to its high content of saturated fatty acids, making it a highly abundant raw material. Crude fish oil from discarded parts of marine fish is considered a low-cost alternative raw material source for biodiesel production. Neem seed, in turn, contains up to 50% oil and shows great potential for biodiesel production. Therefore, aiming to reduce environmental impact and waste, as well as considering social and economic aspects, this article aims to propose a viable alternative route based on sustainable development for the use of fish waste and neem oil. This is done through the use of a mixture of these oils in biodiesel production. As a methodology, commercial neem oil was acquired and fish waste was collected from fish markets. Subsequently, bench-scale transesterification experiments were carried out using a 1:1 blend of these oils. The results indicated that it is feasible to produce biodiesel using a mixture of oils from fish waste and neem. Biodiesel samples with conversion rates greater than 50% were obtained, and the ideal conditions for this process were also determined.

Keywords: Biodiesel. Neem Oil. Fish Waste. Oil Blends. Sustainability.

RESUMEN

Los residuos de pescado suelen considerarse desechos de la producción industrial y de los mercados de pescado, y con frecuencia se eliminan de forma inadecuada. El aceite de estos residuos tiene un gran potencial para la producción de biodiésel debido a su alto contenido en ácidos grasos saturados, lo que lo convierte en una materia prima muy abundante. El aceite de pescado crudo, obtenido de las partes desechadas de los peces marinos, se considera una fuente de materia prima alternativa de bajo costo para la producción de biodiésel. La semilla de neem, por su parte, contiene hasta un 50 % de aceite y muestra un gran potencial para la producción de biodiésel. Por lo tanto, con el objetivo de reducir el impacto ambiental y los residuos, así como considerando

los aspectos sociales y económicos, este artículo propone una ruta alternativa viable, basada en el desarrollo sostenible, para el aprovechamiento de los residuos de pescado y el aceite de neem. Esto se logra mediante el uso de una mezcla de estos aceites en la producción de biodiésel. Como metodología, se adquirió aceite de neem comercial y se recolectaron residuos de pescado en mercados pesqueros. Posteriormente, se realizaron experimentos de transesterificación a escala de laboratorio utilizando una mezcla 1:1 de estos aceites. Los resultados indicaron que es factible producir biodiésel a partir de una mezcla de aceites de residuos de pescado y neem. Se obtuvieron muestras de biodiésel con tasas de conversión superiores al 50%, y también se determinaron las condiciones ideales para este proceso.

Palabras clave: Biodiesel. Aceite de Neem. Desechos de Pescado. Mezclas de Aceites. Sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação energética e ambiental impulsionou o desenvolvimento de fontes de combustível renováveis e sustentáveis de baixo custo (Sá et al., 2024; Ülgen et al., 2025). Atualmente, o biodiesel é considerado um combustível renovável e sustentável de próxima geração, produzido a partir de lipídios vegetais ou animais (Fukuda et al., 2001; Lopes, 2008; Ülgen et al., 2025). Recursos não comestíveis podem fornecer uma fonte alternativa sem competir com outros usos alimentares (Lopes, 2008; Adepoju, 2020).

O mercado de peixe e a indústria de processamento geram enormes quantidades de resíduos descartados, aproximadamente um terço do peixe, como cabeça, vísceras, cauda, pele, fígado, olhos, barbatanas, etc., o que é considerado uma perda. O óleo de peixe marinho extraído de partes descartadas de peixes marinhos foi identificado como uma fonte potencial abundante e barata de biodiesel (Miriam et al., 2017; Lopes e Rocha, 2021).

A semente de *Azadaracta indica*, popularmente conhecida como nim, possui 50% de óleo e é uma oleaginosa minoritária com considerável potencial. O óleo de neem geralmente é amargo e não comestível (LAPOINTE et al., 2014; Adepoju, 2020).

Neste estudo, resíduos de peixe descartados em feiras do pescado e óleo

de nim obtido comercialmente foram utilizados como matéria-prima de baixo custo para a produção de biodiesel.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A biomassa representa uma fonte relevante de energia e colabora para o suprimento energético global. A princípio, as espécies vegetais e algas eram as principais matérias-primas para a produção de biodiesel, mas agora o foco foi mudado para animais e peixes, incluindo seus resíduos. Óleos e gorduras são majoritariamente produzidos por plantas, como soja, mamona, girassol, canola, algodão, milho, microalgas e macroalgas marinhas (Lopes, 2008).

A transesterificação tem sido amplamente aceita como um método para converter óleos vegetais em combustíveis com características mais alinhadas ao diesel convencional. Esse procedimento é fundamental na fabricação de biodiesel, uma vez que diminui a viscosidade dos óleos vegetais ou de origem animal, tornando-a semelhante aos níveis presentes no óleo diesel de base fóssil (Lopes, 2008; Ülgen *et al.*, 2025).

O tambaqui, a tilápia e o salmão são especialmente reconhecidos como os melhores peixes gordurosos para a fabricação de biodiesel. Os resíduos de pescado ou seus subprodutos presentes na natureza, bem como os gerados pela indústria de processamento e feiras de pescado, constituem uma parte considerável do pescado original (Figura 1). O descarte desses materiais acarreta impactos econômicos e ambientais. Ademais, os restos de peixe descartados no ambiente contribuem para uma parcela considerável de todos os resíduos biológicos, o que se tornou uma questão séria em nível global (Alfio *et al.*, 2020).

Figura 1 - Feira de pescado.



Fonte: Autores (2026).

Por outro lado, o Nim (*Azadirachta indica*) é uma árvore nativa da Índia, bastante conhecida por suas características terapêuticas. A medicina emprega diversas partes da planta, incluindo sementes, folhas, flores (Figura 2a) e frutos (Figura 2b). Entre todos esses elementos, a semente de nim apresenta a maior concentração de óleo, podendo atingir até 50% (Kumar, *et al.*, 2013; Adepoju, 2020). Esse óleo já é empregado comercialmente como inseticida, lubrificante e na medicina para tratar várias doenças (Kumar *et al.*, 2013; Sá *et al.*, 2024).

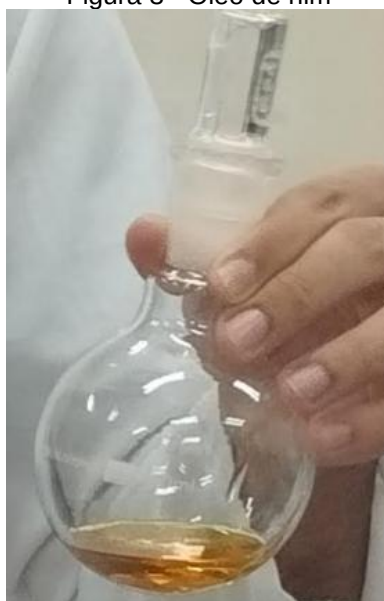
O óleo de nim (Figura 2) possui quatro ácidos graxos saturados importantes: ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico e ácido linoleico (Kumar *et al.*, 2013; Adepoju, 2020).

Figura 2 - Flores (a) e fruto de Nim (b).
(a)



Fonte: Moraes *et al.* (2008).

Figura 3 - Óleo de nim



Fonte: Autores (2026).

O presente estudo pretende considerar aspectos relacionados à viabilidade da produção de biodiesel a partir da mistura (blenda) de óleos de nim e resíduos de peixe, analisando também as variáveis que afetam a conversão do óleo dessa mistura em biodiesel.

3 METODOLOGIA

A seguir, serão apresentadas as etapas para o processo de produção do

biodiesel a partir da blenda de óleos de nim e de resíduos de peixe.

3.1 OBTENÇÃO DOS ÓLEOS

O óleo de nim foi obtido comercialmente já o óleo de peixe foi obtido a partir dos resíduos de peixes descartados nas feiras da cidade de Penedo/AL (Figura 4). A metodologia de Lopes e Rocha (2021) foi empregada para extrair óleo dos resíduos de peixes. Para extrair o óleo, os resíduos destes pescados foram colocados em béckers e aquecidos em banho-maria a 65 °C por cerca de 1 hora e 30 minutos.

Figura 4 - Coleta de Resíduos de peixes nas feiras da cidade de Penedo/AL



Fonte: Autores (2025)

Foi preparada a blenda de óleos de nim e de macroalgas marinhas na proporção 1:1 em volume.

A blenda de óleos de nim e de óleo de peixe foi caracterizada via cromatografia gasosa (CG) para a obtenção da sua massa molecular, uma vez que esta é fundamental para os cálculos estequiométricos, cálculos estes usados para a obtenção das massas do etanol e do catalisador NaOH, utilizados nas reações de transesterificação. A massa molecular, obtida via cromatografia gasosa, da blenda de óleos foi de 825,8 g/mol.

A quantidade desta blenda óleos foi fixada em 70 g (gramas) e adicionada a um balão de fundo redondo, bem como a quantidade do catalisador básico hidróxido de sódio (NaOH), utilizado para aumentar a velocidade de reação, o mesmo foi utilizado na quantidade de 1% em peso com relação a massa da blenda utilizada, já quantidades de etanol anidro (álcool utilizado nas reações)

seguiram os valores da matriz de planejamento de experimentos, de acordo com o intervalo de estudo das variáveis óleo/álcool etanol (1:4-1:12). O catalisador foi adicionado ao álcool gerando uma mistura homogênea, a qual foi adicionada a blenda iniciando a reação de transesterificação, conforme Figura 5. As reações de transesterificação (Figura 5), bem como os processos de purificação (Figura 6) do biodiesel foram realizados segundo a metodologia de Lopes (2008).

Figura 5 - Reação de transesterificação para a produção do biodiesel



Fonte: Autores (2025)

Figura 6 - Processo de purificação do biodiesel



Fonte: Autores (2025)

Ao final do processo de lavagem com água, o pH do biodiesel encontrava-se com um valor muito semelhante ao da água destilada, o que indica que as impurezas consideradas (catalisador e glicerina formada) presentes no biodiesel foram eliminadas. Após neutralizar o pH, o biodiesel foi seco com a adição do sal sulfato de magnésio ($MgSO_4$) durante 24 horas. Depois desse período, o biodiesel foi submetido à filtração simples e enviado para análises cromatográficas, a fim de determinar sua conversão (%massa).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As conversões (%massa) da blenda de óleos de nim e de resíduos de peixe em biodiesel, foram obtidas por cromatografia gasosa (CG), e estão apresentadas na Tabela 1, na mesma também estão descritas as condições experimentais para a obtenção de cada conversão.

Tabela 1 - Resultados referentes as conversões da blenda de óleos de nim e de resíduos de peixe em biodiesel

Experimento	Temperatura de reação (°C)	Razão molar óleo/álcool	Média da conversão da blenda de óleos utilizada em biodiesel (%)
1	30	1:4	52,76
2	70	1:4	57,89
3	30	1:12	66,25
4	70	1:12	68,14

Fonte: Elaborada pelos próprios autores

O termo média da conversão é devido ao fato de que cada ensaio foi realizado em duplicata, foi feito, então, uma média aritmética das duas conversões obtidas.

Pode-se observar que todas as conversões obtidas foram acima de 50%, indicado a viabilidade de produção de biodiesel a partir da blenda utilizada. Além disso, pode-se constatar que há uma considerável influência do aumento da temperatura em relação ao aumento da conversão da Mistura de óleos utilizada em biodiesel. Esta considerável influência também pode ser observada quando ocorre o aumento na quantidade de álcool etanol.

Tais fatos podem ser explicados pela teoria do equilíbrio químico, que pode ser aplicada para reações reversíveis, como a reação de transesterificação do biodiesel. Esta teoria menciona que quanto maior a temperatura, para reação endotérmica (a qual absorve energia), o equilíbrio é deslocado no sentido de formação dos produtos da reação. A teoria do equilíbrio químico também menciona que quando a concentração do reagente aumenta, como foi o caso do aumento da quantidade em mols do reagente álcool (de 4 para 12 mols), o equilíbrio químico é deslocado para o sentido de formação dos produtos, aumentando assim a conversão do reagente em produto.

5 CONCLUSÃO

Diante deste trabalho, foi possível conhecer o processo de produção de biodiesel a partir da blenda de óleos de nim e de resíduos de peixes e sua importância para o desenvolvimento sustentável.

Percebeu-se também, que os resultados obtidos mostraram que o biodiesel pode ser produzido a partir do óleo de resíduos de peixes e do óleo de nim, com rendimentos acima de 50%, os resíduos de peixes que podem ser facilmente encontrado nas feiras de pescado ou nas indústrias.

Além disso, percebeu-se também que o emprego dos resíduos de peixes e da semente de nim para produção de biodiesel está relacionado com a sustentabilidade, que inclui os três pilares (econômico, social, ambiental), contribuindo para o melhor aproveitamento dos resíduos de peixes, pois a produção de biodiesel pode gerar empregos para a população, além de diminuir a emissão de dióxido de carbono e gases tóxicos, e contribuir com a economia brasileira.

Os resultados obtidos apontam considerável influência da temperatura de reação, bem como da quantidade de álcool utilizada na reação, com relação ao rendimento do biodiesel.

Desta forma, o presente artigo apresentou uma rota alternativa para o aproveitamento dos resíduos de peixes descartados nas feiras de pescado, bem como apresentou mais uma aplicação para o óleo extraído das sementes de nim, com resultados que enriquecem a literatura na área da biotecnologia.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Universidade Federal de Alagoas-UFAL e ao Instituto Federal de Alagoas-IFAL que apoiaram totalmente esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ADEPOJU, T.F. Optimization processes of biodiesel production from pig and nem (*Azadirachta indica* a.Juss) seeds blend oil using alternative catalysts from waste biomass. **Industrial Crops and Products**, v. 149, 2020.

ALFIO, Vincenzo Gabriele; MANZO, Cosimo; MICILLO, Raffaella. From fish waste to value: an overview of the sustainable recovery of omega-3 for food supplements. **Molecules**, v. 26, n. 4, p. 1002, 2021.

FUKUDA, Hideki; KONDO, Akihiko; NODA, Hideo. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 92, n. 5, p. 405-416, 2001.

JOHNS E. M. *et al.* The establishment of a pelagic *Sargassum* population in the tropical Atlantic: Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event. **Progress in Oceanography**. 2020, 182, 102269.

KUMAR, V. S. NAVARATNAM, V. Neem (*Azadirachta indica*): Prehistory to contemporary medicinal uses to humankind. **Asian Pacific journal of tropical biomedicine**, v. 3, n. 7, p. 505-514, 2013.

LAPOINTE B. E. *et al.* Ryther revisited: nutrient excretions by fishes enhance productivity of pelagic *Sargassum* in the western North Atlantic Ocean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 458, p. 46-56, set. 2014.

LOPES, A. C. O. **Estudo das Variáveis de Processo na Produção e na Purificação do Biodiesel de Soja via Rota Etilica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Unidade Acadêmica do Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

LOPES, A. C. O. *et al.* Extração dos óleos extraídos de resíduos de macroalgas marinhas do litoral Sul de Alagoas para aplicações biotecnológicas. **Revista Delos**, v.18, n.64, p. 01-16, fev. 2025.

LOPES, A. C. O.; ROCHA, F. N. Utilização do óleo extraído de resíduos de peixes para a produção de biodiesel e obtenção das condições operacionais ideais no processo de transesterificação. **Brazilian Journal of Development (BJD)**, v. 7, n.9, p. 88359-88374, set. 2021.

MIRIAM, L. R. M. *et al.* Enhanced fame production using green catalyst with superior profile from the isolated halophilic *Aphanothece halophytica* grown in raceway ponds. **Energy Conversion and Management**, v. 151, n. 1, p. 63-72, nov. 2017.

SÁ, M. H. DE; COSTA, R.; PEREIRA, C. M. Boosted carbon electrocatalytic effect towards sensing and green energy applications by tailoring the catalyst-

support interface on a nature-inspired solution. **Electrochimica Acta**, v. 482, n. February, 2024.

ÜLGEN, A. I. et al. High proportion of biofuel replacement for conventional diesel using safflower biodiesel and diethyl ether blends in a CNG-powered RCCI operation of a diesel engine. **Renewable Energy**, V. 246, 122919, 15, 2025.