



Avaliação da produção de biodiesel a partir das vísceras de tilápia do Nilo - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Nara Tôres Silveira^{1*}, Raphaela Karinne dos Santos Bello², Verissimo Ribeiro Pinheiro Neto³, Igor Maciel Tibúrcio⁴, Sidney Henrique Campelo de Santana⁵, Luiz Antonio Pimentel Cavalcanti⁶

¹Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. (*Autor correspondente: naarasilveira@gmail.com).

²Bacharelada em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

³Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁴Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁵Doutor em Geografia, Instituto Federal do Amapá, Brasil.

⁶Doutor em Engenharia Química, Instituto Federal da Bahia, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 08/06/2024 – Revisado em: 02/09/2024 – Aceito em: 28/09/2024

RESUMO

As questões energéticas têm sido amplamente discutidas visando encontrar fontes de energia alternativas, ecológicas e sustentáveis, uma vez que as reservas de combustíveis fósseis possuem perspectivas de esgotamento. Os biocombustíveis surgem como fontes alternativas de energia, podendo ser produzidos a partir de óleos de origem vegetal e animal. O óleo de peixe revela-se como opção tecnológica para o aproveitamento dos resíduos da tilápia. Isto posto, o presente estudo teve como objetivo produzir biodiesel a partir das vísceras de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por reação de transesterificação. Para extração do óleo, as vísceras foram aquecidas em banho-maria e o óleo obtido foi centrifugado e transferido para um funil de decantação para separação dos resíduos. Em seguida, foi realizada a secagem e armazenamento do óleo. A produção do biodiesel foi por transesterificação alcalina homogênea por meio de rota metílica. A composição química do biodiesel produzido foi analisada por cromatografia gasosa. Através da metodologia aplicada, pode-se observar que as vísceras apresentaram teor de óleo de 50%. A reação utilizada para produção do biodiesel foi eficiente, não havendo saponificação ou dificuldade na separação da glicerina. Com relação ao perfil cromatográfico dos ésteres metílicos presentes no biodiesel de tilápia, pode-se constatar a presença majoritária de ésteres linoleico, oleico e mirístico. Logo, pode-se concluir que o óleo extraído das vísceras de tilápia do Nilo se configura como uma matéria prima promissora e uma excelente fonte alternativa para a produção de biodiesel.

Palavras-Chaves: Resíduos, Óleo de pescado, Transesterificação.

Evaluation of biodiesel production from the viscera of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

ABSTRACT

Energy issues have been widely discussed in order to find alternative, ecological and sustainable energy sources, given that fossil fuel reserves are projected to be depleted. Biofuels emerge as alternative energy sources, which can be produced from vegetable and animal oils. Fish oil presents itself as a technological option for the utilization of tilapia waste. That said, the present study aimed to produce biodiesel from the viscera of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by transesterification reaction. For oil extraction, the viscera were heated in a water bath and the obtained oil was centrifuged and transferred to a decantation funnel for residue separation. Subsequently, the oil was dried and stored. Biodiesel production was achieved through homogeneous alkaline transesterification via the methyl route. The chemical composition of the produced biodiesel was analyzed by gas chromatography. Through the applied methodology, it was observed that the viscera had an oil content of 50%. The reaction used for biodiesel production was efficient, with no saponification or difficulty in separating the glycerin. Regarding the chromatographic profile of the methyl esters present in tilapia biodiesel, the majority presence of linoleic, oleic, and myristic esters was noted. Therefore, it can be concluded that the oil extracted from the viscera of Nile tilapia is a promising raw material and an excellent alternative source for biodiesel production.

Keywords: Waste, Fish Oil, Transesterification.

Tôrres Silveira, N., Bello, R. K. dos S., Pinheiro-Neto, V. R., Tibúrcio, I. M., Santana, S. H. C. de., Cavalcanti, L. A. P. (2024). Avaliação da produção de biodiesel a partir das vísceras de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Meio Ambiente (Brasil)*, v.6, n.2, p.15-23.



1. Introdução

Nas últimas décadas, uma das principais preocupações das sociedades é a garantia da sustentabilidade ambiental, sobretudo em virtude do esgotamento das fontes de energia não renováveis, os grandes índices de poluição ambiental e da crescente emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (Ribeiro et al., 2020; Rosseto & Signor, 2021). Deste modo, nota-se a necessidade de buscar novas fontes de energias alternativas que sejam capazes de suprir a demanda energética, sem prejudicar o meio ambiente, dentre os quais podemos citar a utilização do biodiesel.

Segundo a Lei nº 11.097, de 13 de setembro de 2005, que inseriu o biodiesel na matriz energética do Brasil, o biodiesel pode ser definido como um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, substituindo de forma total ou parcial os combustíveis fósseis”. Por serem produzidos de fontes renováveis, como óleos vegetais, residuais e/ou gorduras animais, os biodieseis oferecem um ganho ambiental relevante, reduzindo as emissões de gases nocivos e balanceando a quantidade de dióxido de carbono lançado na atmosfera (Cardoso et al., 2020; Rovere, Rodrigues & Teleken, 2020)

A produção do biodiesel ocorre a partir da reação entre um álcool, um triacilglicerol ou ácido graxo, com a presença de catalisador durante o processo (Santos, Melo & Laurentino, 2021). O método mais usado pelas indústrias é a transesterificação, também chamada alcoólise, que consiste na reação entre um álcool de cadeia curta (metanol e etanol) e um éster, que pela ação de catalisador ácido ou básico, tem como resultado um éster e a glicerina como coproduto (Ribeiro et al., 2020; Nunes, Paula & Martins, 2021). Cardoso et al., (2020) apontam ainda que a reação pode ser influenciada por diversos fatos, dentre os quais a temperatura, tempo da reação, quantidade e o tipo de catalisador, agitação e a razão molar entre álcool e óleo.

Além dos óleos e gorduras comumente empregados para a produção do biodiesel, nos últimos anos novas matérias primas estão sendo utilizadas, como o óleo de peixe, composto de uma variedade de ácidos graxos (saturados, mono e poliinsaturados) e alto teor de vitaminas, com destaque para a vitamina A (Feltes et al., 2010). Matéria residual das indústrias de beneficiamento do pescado, cooperativas e da aquicultura, o óleo de peixe é obtido a partir do processamento da carcaça de pescado ou das vísceras (Rosseto & Signor, 2021). O Brasil se destaca como um dos países com maior potencial pesqueiro em águas continentais, em virtude da quantidade de águas marítimas e continentais, incluindo os reservatórios de hidrelétricas (PeixeBR, 2024).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca como na produção do Brasil, sendo a espécie responsável por 64% da produção anual, totalizando 887.029 toneladas no ano de 2023 (PeixeBR, 2024). A tilapicultura tem se desenvolvido em todas as regiões do Brasil pela existência de um pacote tecnológico robusto, facilidade do manejo no cultivo, boa adaptação da espécie aos diversos sistemas de cultivos, além boa aceitação dos consumidores (Embrapa, 2020). A região Nordeste apresenta um amplo desenvolvimento comercial de pescado, especialmente proveniente da aquicultura. O reaproveitamento dos resíduos de pescado para produção de biodiesel apresenta-se como uma alternativa sustentável para a diminuição da emissão de gases poluentes e minimizando os impactos do descarte dos resíduos de pescado no meio ambiente (Rosseto & Signor, 2021). Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo produzir biodiesel a partir do óleo extraído das vísceras de tilápia do Nilo, a partir da reação de transesterificação e avaliar a composição dos ésteres graxos presentes no biodiesel a ser produzido.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *Campus* Paulo Afonso. As vísceras da tilápia do Nilo foram adquiridas frescas na feira livre da cidade de Paulo Afonso, Bahia. À princípio, as vísceras foram acondicionadas e levadas ao laboratório para extração do óleo e, posteriormente, produção do biodiesel. Em um béquer foram pesadas 500 gramas de vísceras, com o auxílio de uma balança analítica, divididas em duas porções de 250 gramas e, posteriormente, acrescentou-se 50 mL de água destilada em cada porção para auxiliar na emulsão da gordura (Figura 1). Logo

após, as porções foram aquecidas em banho-maria, para a obtenção do óleo, a uma temperatura constante de 60°C durante 45 minutos (Figura 2).

Figura 1 - Visceras frescas.



Figura 2 - Óleo extraído das vísceras de tilápia do Nilo.



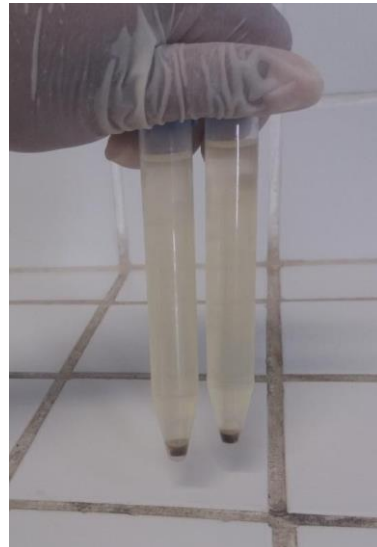
Fonte: A autora (2018)

Após o procedimento de extração do óleo, realizou-se a centrifugação do produto obtido visando a retirada de quaisquer resíduos, para que não haja interferência desta na qualidade do óleo e, conseqüentemente, do biodiesel que será produzido (Figura 3). Para este processo, 24 tubos foram centrifugados, com 12 gramas cada, durante cinco minutos a 4500 rpm (Figura 4). Após a centrifugação, o óleo obtido foi transferido para um funil de decantação para separação de resíduos, caso ainda houvesse (Figura 5).

Figura 3 – Óleo antes da centrifugação.



Figura 4 - Óleo centrifugado



Fonte: A autora (2018)

Figura 5 – Óleo em processo de decantação



Fonte: A autora (2018)

Ao final da decantação, realizou-se a secagem do óleo produzido. Foram pesados 120 gramas de óleo, acondicionados e aquecidos em um chapa aquecedora, à 100°C durante 75 minutos (Figura 6). Ao término desta reação, o óleo foi armazenado e acrescido dez gramas de sulfato de sódio para remoção de água residual. Por fim, através da filtração a vácuo, retirou-se o sal hidratado e óleo tornou-se adequado para a produção do biodiesel (Figura 7).

Figura 6 – Secagem do óleo produzido



Figura 7 – Filtragem do sulfato de sódio.



Fonte: A autora (2018)

Para dar início à produção do biodiesel, o primeiro passo foi a pesagem da matéria prima escolhida, neste caso o óleo de vísceras de tilápia, para cálculo da massa correspondente a quantidade de metanol e do catalisador a serem utilizados para a reação de transesterificação. À posteriori, foram pesadas 100 gramas do óleo, colocadas na chapa aquecedora, numa temperatura entre 40 e 50°C para dar início ao processo de produção do biodiesel. Um bastão magnético foi inserido no recipiente, visando distribuir calor de maneira uniforme, além de um termômetro para controle da temperatura ideal da reação (Figura 8).

Figura 8 – Início da produção do biodiesel



Fonte: Costa (2018)

Para a reação de transesterificação, usou-se como catalisador o metóxido de sódio, utilizando 1,3 gramas de hidróxido de sódio, dissolvido em 30 mL de metanol. Quando o óleo atingiu a temperatura de 50°C, o catalisador foi adicionado, aguardando por uma hora até que a reação ocorresse de forma completa, sempre aferindo a temperatura. Após a reação, o biodiesel produzido foi transferido para um funil de decantação, para separação do biodiesel e da glicerina (Figura 9 e 10). Finalizado este processo, o biodiesel produzido foi devidamente acondicionado e encaminhado para análise laboratorial.

Figura 9 – Biodiesel produzido**Figura 10** – Separação do biodiesel e glicerina

Fonte: A autora (2018)

A composição química do biodiesel produzido foi analisada por cromatografia gasosa, com cromatógrafo de marca Ciola Gregory, modelo CG Máster, coluna Carbowax (dimensão de 30,0 m de comprimento, $5,3 \times 10^{-4}$ m de diâmetro interno e espessura da fase estacionária de $1,0 \times 10^{-9}$ m). Como eluente, optou-se por utilizar o hidrogênio (White Martins $\geq 99,99\%$). Os padrões do EMAG foram adquiridos a Sigma-Aldrich, determinando também a composição do teor de ésteres do biodiesel a partir da cromatografia gasosa.

3. Resultados e Discussão

Ainda que a produção de tilápia do Nilo no Brasil tenha apresentado um crescimento nos últimos anos, sabe-se que o aproveitamento dos resíduos sólidos provenientes do beneficiamento e/ou processamento ainda apresenta gargalos (Pinto et al., 2017). Costa et al. (2020) reforçam a importância do uso do óleo extraído dos resíduos de tilápia do Nilo como uma alternativa relevante para produção de biodiesel, haja vista que 50% do volume processado nas indústrias é descartado em lixões, córregos e rios. A adoção de novas técnicas de aproveitamento dos resíduos favorece o desenvolvimento socioeconômico de uma região, já que estimula novas atividades produtivas (Medeiros et al., 2019).

No presente estudo, pode-se constatar que o rendimento do óleo produzido com vísceras de tilápia do Nilo foi de 50%, já que ao utilizar 500 gramas de vísceras, pode-se obter 253 gramas de óleo. Já Carvalho et al (2018) ao comparar o rendimento dos óleos brutos obtidos por diferentes resíduos de tilápia, obteve 6,12% para o óleo da carcaça, 9,23% para cabeça e 34,70% para vísceras. Os autores destacam que o rendimento do óleo de vísceras é maior já que a tilápia deposita muita gordura visceral.

A rota metílica é a mais disseminada pelo Programa Nacional de Produção de Biodiesel no país e na grande maioria dos países produtores. Usualmente, a transesterificação ocorre na presença de um metanol, já

que a reação acontece com maior eficácia com o uso desse álcool, por facilitar a quebra das ligações éster nos triglicerídeos. Todavia, ressalte-se que a toxicidade do metanol, requerendo manuseio e armazenamento adequados durante a produção (Gonçalves, 2022).

A reação de transesterificação do óleo de peixe, por rota metálica, apresentou bom resultado, não apresentou saponificação da mistura, nem solidificação da glicerina, havendo separação nítida entre os dois compostos (Figura 13). Ainda que a glicerina obtida no processo de produção de biodiesel apresente uma coloração mais escura e algumas impurezas, Godinho et al. (2023) destacam que este composto detém alto valor comercial e múltiplas aplicações no mercado industrial, podendo haver interesse no seu reaproveitamento e purificação.

Figura 11 – Demonstração da separação nítida entre biodiesel e glicerina



Fonte: A autora (2018)

Com relação ao perfil cromatográfico dos ésteres metílicos presentes no biodiesel produzido com óleo de vísceras de tilápia (Tabela 1), pode-se constatar a presença majoritária de ésteres linoleico (C18:2), oleico (C18:1), mirístico (C14:0). Nota-se ainda a presença, ainda que em menores porcentagens para ésteres esteárico (C18:0), linolênico (C18:3), palmitoleico (C16:1), eicosapentaenoico (C20:5) e docosa-hexaenóico (C20:6).

Tabela 1 – Composição do biodiesel de produzido com óleo de vísceras de tilápia do Nilo (% EMAG)

Compostos	Fórmula	%
Ácido mirístico	C14:0	17,54
Ácido palmitoleico	C16:1	4,32

Ácido esteárico	C18:0	9,93
Ácido oleico	C18:1	22,03
Ácido linoleico	C18:2	34,22
Ácido linolênico	C18:3	6,91
Ácido eicosapentaenoico	C20:5	2,56
Ácido docosa-hexaenóico	C20:6	2,49

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Resultados similares foram observados por Vasconcelos et al. (2023), que obtiveram composição cromatográfica com predominância do ácido oleico, seguido do palmítico e linoleico. Cardoso (2017) identificou o éster palmítico como dominante, seguido do oleico. Assim como Medeiros et al. (2019), que observaram maiores percentuais para os ácidos palmítico, palmitoleico e oleico, com presença ainda dos ácidos mirístico e esteárico.

O teor de ésteres metílicos de ácidos graxos saturados, para o estudo, soma 27,47%, enquanto 72,53% são insaturados. O mesmo pode ser constatado por Medeiros et al. (2019) que identificaram 61,8% de ácidos graxos insaturados e 20,59% de ácidos graxos poliinsaturados. Vasconcelos et al. (2023) quantificaram os compostos presentes no biodiesel, com valor de 50,26% para ácidos graxos insaturados e 48,37% para ácidos graxos saturados. Quando o biodiesel possui alto teor de ácidos graxos insaturados as duplas ligações favorecem a oxidação mediante a presença de oxigênio, umidade, contato com metais, altas temperaturas. Entretanto, uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados dificulta o congelamento do biodiesel, característica que pode ser considerada uma vantagem (Cardoso, 2017).

4. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o óleo extraído das vísceras de tilápia do Nilo apresentou-se como uma matéria prima promissora e uma excelente fonte alternativa para a produção de biodiesel, visto que foi obtido um rendimento de 50% de óleo na extração. A produção do biodiesel por meio da transesterificação metílica apresentou um bom resultado, não havendo saponificação ou solidificação da glicerina. Com relação ao perfil cromatográfico do biodiesel produzido, o teor de ésteres metílicos de ácidos graxos saturados soma 27,47% e 72,53% são insaturados, com predominância dos ésteres linoleico, oleico e mirístico.

5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, *Campus* Paulo Afonso, pela estrutura e pelo apoio dos técnicos de laboratório Mayara Braz e Edson Santos.

6. Referências

BRASIL. **Lei nº 11097, de 13 de setembro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira.** Diário Oficial da União, 13 jan. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acessado em: jun/2024. 2005.

Cardoso, T. S., Santos, R. A. dos, Costa, R. T. T. da, Aviz, E. O. de, Araújo, J. F. de, Silva, A. P. da, Freitas, M. C. C. de, & Correia, L. M. (2020). Uma revisão da utilização de catalisadores heterogêneos para a produção de biodiesel/ A review of the use of heterogeneous catalysts for the production of biodiesel. **Brazilian Applied Science Review**, 4(1), 240–276.

- Carvalho, G. C., Leal, R. S., Mattos, B. O., Tristão, T. S., Macedo, J. P. & Pimenta, M. E. S. G. (2018). Óleo de resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para produção de biodiesel. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, 11(2), 615-637.
- Cardoso, L. C. (2017). **Caracterização de óleo de peixe e potencial de produção de biodiesel**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.
- Costa, G. R. R., Gualberto, V. S., Lima, R. A., Marques, R. B., Malveira, J. Q., Bueno, A. V. & Rios, M. A. S. (2020, junho). Óleo extraído das vísceras tilápia: pré-tratamento, produção de biodiesel e caracterização. **Anais do Congresso Brasileiro de Energia Solar**, Fortaleza, CE, Brasil, 8.
- Feltes, M. M. C., Correia, J. F. G., Beirão, L. H., Block, J. M., Ninow, J. L. & Spiller, V. R. (2010). Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14(6), 669-677.
- Godinho, E. Z. & Barreiros, R. M. (2023). Produção em escala laboratorial de biodiesel por transesterificação básica de óleo de soja. **Bioenergia em Revista: diálogos**, 13(2), 45-55.
- Gonçalves, D. P. (2022). **Otimização da transesterificação enzimática do óleo de macaúba assistida por ultrassom**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista, Rosana, SP, Brasil.
- Medeiros, E. F., Vieira, B. M., Pereira, C. M. P., Nadaleti, W. C., Quadro, M. S., & Andrezza, R. (2019). Production of biodiesel using oil obtained from fish processing residue by conventional methods assisted by ultrasonic waves: heating and stirring. **Renewable Energy**, 143, 1357-1365.
- Nunes, R. F., Paula, D. C. G. & Martins, M. G. (2021). Produção de biodiesel do óleo de amendoim por transesterificação metálica e aplicação da superfície de resposta. **Scientia Plena**, 17(4), 1-16.
- Pinto, B. V. V., Bezerra, A. E., Amorim, E., Valadão, R. C. & Oliveira, G. M. (2017). O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, 2(2), 1-15.
- Ribeiro, C. T., Braga, V. N., Coelho, F. L. L., Paixão, D. C., Lhamas, D. E. L., Rodrigues, G., Suffredini, D. F. P. & Medeiros, A. C. G. (2020). Estudo da produção de biodiesel a partir da reação de transesterificação do óleo de palma refinado por via etanólica utilizando catálise homogênea e heterogênea. **Brazilian Journal Of Development**, 6(5), 28818-28824.
- Rovere, B. O., Rodrigues, J. H., & Teleken, J. G. (2020). Redução do índice de acidez através da neutralização e esterificação para produção de biodiesel / Reduction of the acidity index through neutralization and esterification for biodiesel production. **Brazilian Journal of Development**, 6(5), 24678–24686.
- Rossetto, J. & Signor, A. (2021). Innovaciones tecnológicas utilizadas em coproductos generados por el procesamiento de pescado. **Pubvet**, 15(4), 1-11.
- Santos, L. O., Melo, G. F. & Laurentino, J. V. A. (2021). Estudo e análise das principais e alternativas oleaginosas para produção de biodiesel: uma revisão integrativa. **Engineering Sciences**, 9(2), 81-99.
- Vasconcelos, Y. S., Castro, D. A. R., Duvoisin Junior, S. & Santos, W. G. (2023). Aproveitamento do rejeito de pescado para produção de biodiesel. **Peer Review**, 5(21), 162-177.