

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA OLEÍNA EXTRAÍDA DOS RESÍDUOS DA CARNE DE FRANGO

Carlos, E. L. da Silva¹; Meirinalva, B. Miranda;² Antônio, E. M. Paiva;³ Ricardo, H. N. Frazão;⁴ Ricardo, D. Anjos;⁵ João, D. A. do Ano⁵, José, S. C. Vieira⁶.

¹IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: cedurado@acad.ifma.edu.br

² IFMA -Campus São José de Ribamar, e-mail: meirinalva@ifma.edu.br

³IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: ernandes@ifma.edu.br

⁴IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: ricardo.frazao@ifma.edu.br

⁵IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: ricardo.anjos@acad.ifma.edu.br

⁶ IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: joaodarlon12317@gmail.com

⁷IFMA -Campus Monte Castelo, e-mail: sebastiaocidreira@ifma.edu.br

Palavras-Chave: Oleína: Energia renovável: Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O consumo energético a nível mundial ainda é dependente de combustíveis fósseis. Essas matérias-primas estão passíveis de esgotamento e a energia proveniente dos derivados do petróleo é responsável por causar degradação ambiental, através da emissão de poluentes que são lançados na atmosfera. Os referidos gases tóxicos são responsáveis pela degradação de ecossistemas ambientais e pela elevação do aquecimento global (Vieira, 2017).

A redução das reservas mundiais de petróleo e o impacto ambiental originário da combustão dos gases geradores do efeito estufa (gee) têm ocasionado uma busca incessante por fontes alternativas de energia renovável. Consequentemente, com o advindo do crescimento demográfico, das questões ambientais e de transporte e o dinamismo avassalador do desenvolvimento científico, tecnológico e inovador das últimas décadas, impulsionou-se à diversificação da matriz energética mundial, gerando espaço para aplicação de fontes renováveis, que são ecologicamente sustentáveis e energeticamente favoráveis para atender as demandas antrópicas (Moreira, 2009; Ciconelo, 2018).

Neste contexto, Os biocombustíveis apresentam-se como um contributo para responder aos problemas energéticos da atualidade. Eles são obtidos de fontes renováveis e são capazes de fornecer energia com menores emissões de poluentes atmosféricos. Dentre os biocombustíveis destacam-se o biodiesel, um insumo energético obtido a partir de biomassa de origem vegetal e/ou animal. Entre as diferentes fontes para a produção de biodiesel, destaca-se a gordura animal. A utilização de óleos vegetais como matéria-prima pode contribuir para a baixa competitividade em relação aos derivados fósseis em face do alto custo da matéria-prima, armazenamento e o transporte por longos períodos. Uma alternativa atraente para a produção de biodiesel sustentável é a utilização de gordura de origem animal especificamente do óleo

residual extraído do frango, uma vez que essa matéria-prima é descartada na forma de resíduo no próprio setor avícola, em postos de comercialização e em ambientes doméstico-rurais, tornando-a com elevado potencial para obtenção de biodiesel a baixo custo. (Seffati et al., 2020; Simsek, Uslu, 2020).

A produção nacional de frango de corte atingiu uma posição de destaque no ranking mundial. O Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango e o maior exportador mundial. Em 2023 foram produzidas 14,5 milhões de toneladas, das quais 33,2% da produção brasileira foi destinada para exportação gerando divisas em torno de 9,7 bilhões de dólares. O consumo *per capita* é de 4,82 Kg/habitante e 66,8% da produção é destinada para consumo interno (Teixeira, Teixeira, 2020; ABPA, 2024).

Com a crescente expansão da produção de carne de frango no Brasil, e a necessidade de melhorar a qualidade do produto oferecido aos consumidores têm gerado uma grande quantidade de material residual. Em geral, este resíduo não é aproveitado pelas indústrias que o descartam contribuindo sobremaneira para aumentar o grau de poluição ambiental. Dessa forma, a utilização do óleo residual de frango como precursor da produção de biodiesel, pode ser uma alternativa atraente e ainda contribuir com a conservação do meio ambiente. Sendo assim, a extração e preparação do óleo a partir dos resíduos de frango visando a produção de biodiesel, surge como uma possibilidade para a indústria, solucionar simultaneamente os problemas energéticos e ambientais que assolam o país. O óleo residual de frango tem propriedades bastante semelhantes às dos óleos vegetais. Em condições ambientais apresenta-se no estado líquido, favorecendo a reação de transesterificação pois contém baixos valores de acidez, possibilitando a sua conversão em biodiesel por catálise básica (Delgado; Cestari, 2010; Matos et al., 2020). Os resíduos graxos oriundos do setor avícola quando tratados adequadamente podem agregar valor e contribuir com a produção sustentável de biodiesel.

Este projeto teve como objetivo, extrair, caracterizar e produzir biodiesel por catálise heterogênea básica a partir da oleína extraída dos resíduos oriundos do corte de carne de frango.

2 METODOLOGIA

As principais matérias-primas utilizadas neste trabalho foram os resíduos da carne de frango, os quais foram coletados em estabelecimentos comerciais de São Luís-MA. O material graxo foi transportados para o Laboratório de Processos Químicos do IFMA-Campus Monte Castelo. Além disso, utilizaram-se os reagentes: Ácido acético glacial, NaOH, HCl, H₂SO₄, Álcool etílico e Éter etílico.

Inicialmente, os resíduos de carne de frango foram imersos durante 24 horas em uma solução desodorizadora, AQ-70. Em seguida, os resíduos foram lavados com água corrente e submetidos extração térmica da oleína.

O material graxo foi pesado e adicionado em um bêquer de capacidade 5 L. Em seguida, adicionou-se água no bêquer cuja quantidade foi o dobro da massa do material graxo. O sistema foi mantido em agitação mecânica a 3000 rpm e em aquecimento na faixa de 90-110 °C.

À medida que água atingiu o ponto de ebulição e os resíduos o ponto de fusão começaram a liberar a oleína. O sistema de aquecimento foi desligado quando o volume total da mistura ficou reduzido a 30% do total inicial. Na etapa seguinte, a mistura foi submetida à decantação visando a eliminação da água residual da oleína. A Figura 1 mostra algumas etapas do processo de extração da oleína oriunda da carne de frango.

Figura 1 – Extração da oleína proveniente dos resíduos da carne de frango



Legenda:

Figura 1a: Desodorização da gordura de frango, Figura 1b: extração da oleína, Figura 1c: separação da oleína e Figura 1d: Desumidificação e filtração da oleína.

Fonte: O próprio autor (2024)

A oleína obtida foi caracterizada físico-quimicamente em termos de teor de umidade (%H₂O), índice de acidez (IA), teor de ácidos graxos livres (AGL) e Densidade (d) conforme sugerem Vieira (2017), Castro (2019) e Reis (2022). As amostras contendo elevado teor de ácidos graxos livres foram tratadas previamente pelo método de esterificação homogênea ácida visando reduzir o teor de acidez e torná-lo apto para o processo de transesterificação por catalise heterogênea. Nesta etapa foi utilizado o catalisador ácido homogêneo, ácido sulfúrico (H₂SO₄).

A reação de esterificação ácida foi realizada em um balão de fundo redondo de capacidade 500 mL, acoplado em um sistema de refluxo mantido em agitação rigorosa a 90 °C durante 3 horas.

Em um experimento típico 1,32 mol da oleína de partida foram adicionados a 7,92 de metanol e 15 g de catalisador, com razão molar de 1:6 entre o óleo e o metanol. O sistema foi mantido em agitação ao longo do processo. O tempo reacional consistiu de 240 minutos e temperatura em torno de 90 °C. O produto foi recuperado através da técnica de centrifugação

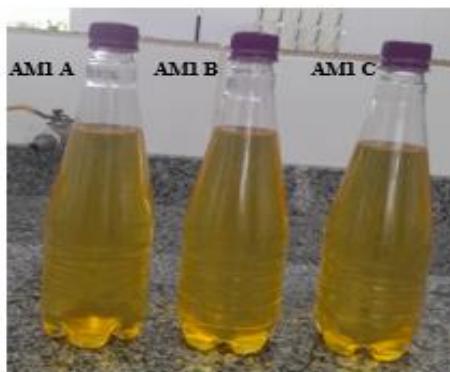
com rotação de 2500 rpm, durante 15 minutos. A parte oleosa foi submetida a aquecimento a 100°C para eliminar resíduos de água e metanol e destinada posteriormente para caracterização físico-química para medir a eficiência do processo de esterificação e também para a produção de biodiesel por catálise hétéorgênea básica.

3 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas cinco extrações da oleína e formou-se duas amostras (AM1 e AM2) cada uma composta de 3 alíquotas (AM1 A; AM1B; AM1C; AM2A; AM2B e AM2C) contendo 500 mL.

A oleína extraída termicamente, apresentou um aspecto visual, com elevada viscosidade, coloração amarela clara, límpida e isenta de impurezas conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Aspecto físico das alíquotas de oleína da amostra 1



Fonte: O próprio autor (2025).

A Tabela 1 mostra o perfil físico-químico revelado para a oleína bruta ou *in natura*. Os ensaios foram realizados em triplicata totalizando uma média de 90 ensaios.

Tabela 1 – Caracterização físico-química da oleína *in natura* extraída da gordura de frango

Amostras		Parâmetros de controle de qualidade da oleína tratada				
		IA (mgKOH.g ⁻¹)	AGL (% A.O)	H ₂ O (%)	D (Kg.m ⁻³)	Is (mgKOH.g ⁻¹)
Amostra 1	AM1 A	2,17(±0,00)	1,09(±0,00)	0,95(±0,08)		
	AM1B	2,71(±0,00)	1,23(±0,00)	1,44(±0,66)		
	AM1 C	2,17(±0,00)	1,09(±0,00)	1,95(±0,04)	950	86-140
Amostra 2	AM2 A	4,87(±0,00)	2,45(±0,00)	1,83(±0,12)		
	AM2B	4,87(±0,00)	2,45(±0,00)	1,84(±0,02)	910	94-129
	AM2 C	2,71(±0,00)	1,76(±0,00)	1,62(±0,13)		

Fonte: O próprio autor (2025).

O índice de acidez e o teor de umidade são os principais parâmetros que afetam a produção sustentável de biodiesel. Um teor de ácidos graxos livres (AGL) >0,5% e teor de umidade > 2% limitam a produção de biodiesel por catálise homogênea básica.

Um elevado teor de AGL é indicativo de que o óleo está sofrendo quebra nas cadeias dos gliceróis, liberados os seus principais constituintes. Segundo Vieira et al. (2017), a acidez dos óleos tende a aumentar com o prolongamento de seu armazenamento em face de ocorrer oxidação dos ácidos graxos livres, devido ao processo de rancidez. Os altos valores de acidez encontrados na Tabela 1 podem estar relacionados com o tempo de armazenamento das amostras (6 meses) e com a maneira rudimentar pela qual a oleína foi extraída.

Obte-se IA na faixa de 2,17 – 2,71 mg KOH/g e AGL variando entre 1,09 a 1,23 % para a amostra 1. Para a amostra 2, obteve-se IA na faixa de 2,71 a 4,87 mg KOH/g e AGL entre 1,76 a 2,45 % de ácido oleico (A.O). Caetano e Silva (2017), extraíram a gordura de resíduos da carne de frango visando a produção de biodiesel e obtiveram excelentes resultados. Na ocasião foram revelados IA: 0,92 mg KOH/g e teor de ácido graxos livres igual a 0,46% A.O.

A água desativa o catalisador formando sais de ácidos graxos (sabão), dificulta a separação de fase do produto (biodiesel) e subproduto (glicerina), além de gerar efluentes que contaminam o meio ambiente. Na Tabela 1 observa-se que o teor de água variou entre 0,95% e 1,95 % para a amostras 1 e para a amostra 2 revelou uma faixa de 1,62 a 1,84 % H₂O. Valores divergentes foram encontrados por Freitas e Silva Jr (2017), ao estudarem o teor de umidade para o óleo de tucum obtendo H₂O: 4,4% ($\pm 0,53$). No tocante à umidade pode-se inferir que a oleína *in natura* estava dentro da especificação e em termos de acidez estava imprópria para a produção de biodiesel, por isso foi submetida ao processo prévio de esterificação homogênea ácida.

A Tabela 2 apresenta os resultados da caracterização físico-química revelada para a oleína esterificada. No tocante ao teor de água, quando comparado com a Tabela 1 observa-se que houve um aumento significativo no teor de umidade para ambas as amostras (AM1 e AM2).

Tabela 2 – Caracterização físico-química da oleína de frango esterificada

Amostras		Parâmetros de controle de qualidade da oleína tratada				
		IA (mgKOH.g ⁻¹)	AGL (% A.O)	H ₂ O (%)	D (Kg.m ⁻³)	Is (mgKOH.g ⁻¹)
Amostra 1	AM1 A	1,60($\pm 0,02$)	0,80($\pm 0,01$)	4,29($\pm 0,26$)	919	249-295
	AM1B	1,6($\pm 0,00$)	0,81($\pm 0,01$)	16,51($\pm 0,28$)		
	AM1 C	1,6($\pm 0,00$)	0,80($\pm 0,00$)	13,15($\pm 0,91$)		
Amostra 2	AM2 A	1,03($\pm 0,01$)	0,53($\pm 0,01$)	7,37($\pm 0,18$)	905	310
	AM2B	1,07($\pm 0,01$)	0,53($\pm 0,00$)	8,85($\pm 1,63$)		
	AM2 C	-	-	-		

Fonte: O próprio autor.

O aumento no teor de água nas referidas amostras pode ter ocorrido em função da ineficiência da etapa de desumidificação, uma vez que no decorrer da esterificação ocorre a formação de água como subproduto. Com o propósito de se reduzir o excesso de água na oleína esterificada, realizou o processo de desumidificação pela técnica de rota evaporação. Após a rotaevaporação ocorreu uma redução significativa de água contida na oleína (de 8,85% para 0,28% H₂O). A Figura 3 ilustra as etapas de desumidificação da oleína esterificada pelo método de rotaevaporação.

Figura 3 – Processo de desumidificação da oleína esterificada



Legenda:

Figura 3a:Amostra de oleína em rota evaporação e Figura 3b: Água coletada durante a rotaevaporação

Fonte: O próprio autor 92025).

O índice de acidez tanto para amostral quanto para amostra 2 apresentaram significativa redução na faixa de 59-74% e 22 – 38%. O tratamento da oleína por esterificação ácida melhorou a qualidade da oleína para a produção de biodiesel. O teor de AGL reduziu de 66 a 73% para amostral 1 e na faixa de 22 a 30% para amostra 2. Embora a redução seja significativa o tratamento da oleína *in natura* não atingiu a especificação desejada na ordem de 0,5% para a amostral 1, porém essa diferença é pequena que não impede que a oleína esterificada seja utilizada na produção de biodiesel.

A esterificação é uma reação química reversível na qual um material graxo contendo elevado teor de ácidos graxos livres, derivados de ácido carboxílico, interage com um álcool na presença de um catalisador objetivando a remoção de ácidos graxos livres para tornar a matéria graxa propícia para à geração de biodiesel. Sendo assim, a água se origina a partir da união da hidroxila (OH) do ácido graxo com o hidrogênio (H) do álcool. Por outro lado, o restante da cadeia carbônica do ácido graxo e do álcool se unem para formar o éster (Vieira et al, 2018).

Os resultados obtidos após a esterificação da oleína conforme mostra a Tabela 2 nos levou a inferir que o tratamento de esterificação do referido óleo foi eficiente pelo fato de ter reduzido significativamente o teor de AGL, porém não eficaz o suficiente para atingir o patamar desejado (0,5% AGL).

4 CONCLUSÃO

A extração da oleína a partir dos resíduos oriundos da carne de frango é exequível e capaz de contribuir com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010) e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ODS-ONU), especificamente ODS7, ODS11 e ODS13.

A reação de esterificação da oleína contendo elevado teor de ácidos graxos livres forneceu evidências que este material é capaz de se adequar à produção de biodiesel, uma vez que as análises físico-químicas da oleína previamente tratada pelo método de esterificação por catálise homogênea ácida revelaram redução considerável de ácidos graxos livres e o processo de rotaevaporação desumidificou eficazmente a oleína esterificada.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao apoio financeiro concedido pela PRPGI-IFMA, e pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). A importância da carne de frango brasileira no mercado mundial, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/noticias/diamundialofrango> . Acesso em 25 de mar.2024.

CASTRO, W. S. Extração e preparação do óleo de gongo (*Pachymerus nucleorum*) para obtenção de biodiesel por rota metílica. Zé Doca (MA), 2019, 45f. Monografia (Graduação em Licenciatura Química), Instituto Federal do Maranhão-Campus Zé Doca, Zé Doca (MA), 2019

CICONELO, W. S. Produção de biodiesel a partir do óleo residual de frango. Campos Moura (PR), 018, 39f. Monografia (Graduação em Licenciatura Química). Universidade Federal do Paraná, Campos Moura (PR), 2018.

DELGADO, M.M; CESTARI, I. Uso De Gordura De Frango Para A Obtenção De Biodiesel. Jaboticabal, vol 1, 2010.

MATOS, F. A; DA COSTA, B. A. M; LINO, L. H. S; OLIVEIRA, V. M; PORTO, A. L. F. **Aproveitamento de resíduos sólidos da avicultura: uma mini revisão.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIAL. 2020, Recife (PE).Anais... Recife: CIAGRO, 25 a 27 de set. 2020.

MOREIRA, A. L. **Produção de biodiesel a partir da gordura de frango.** orto, 2009, 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2009.

REIS, H. C. **Síntese e caracterização de catalisadores heterogêneos suportados com SiO₂ e ancorados com CaO para produção de biodiesel.** Zé Doca (MA), 2022, 63f. Monografia (Graduação em Licenciatura Química), Instituto Federal do Maranhão- Campus Zé Doca, Zé Doca (MA), 2022.

SEFFATI, K et al. **AC/CuFe₂O₄@CaO as a novel nanocatalyst to produce biodiesel from chicken fat.** Renewable Energy, v. 147, p. 25-34, 2020.

VIEIRA, J. S. C. **Síntese de catalisadores heterogêneos ácidos e básicos para a produção de biodiesel.** Rio de Janeiro (RJ), 2017, 144p. Tese (Doutorado em engenharia química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.