v7.n10.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DE SEMENTES DE *Cenostigma nordestinum* GAGNON & G. P. LEWIS

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND FATTY ACID PROFILE OF Cenostigma nordestinum GAGNON & G. P. LEWIS SEED OIL

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE Cenostigma nordestinum GAGNON & G. P. LEWIS

Lyon Guilherme Pereira Sousa[1], Leandro Pereira de Lima[2], Diego Flosi Silva[3], Elayne Bessa Ferreira Pinheiro[4]

e7109162
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i10.9162

PUBLICADO: 10/2026

RESUMO

A espécie *Cenostigma nordestinum*, pertencente à família Fabaceae e endêmica do bioma Caatinga, apresenta importância ecológica e socioeconômica, porém ainda são escassos os estudos relacionados à composição química de seu óleo fixo. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar a extração e a caracterização físico-química do óleo das sementes de *C. nordestinum*, bem como determinar seu perfil de ácidos graxos. As sementes foram coletadas no município de Mirandiba-PE, secas, trituradas e submetidas à extração em aparelho de Soxhlet utilizando hexano. O óleo obtido foi caracterizado quanto ao índice de acidez, acidez em ácido oleico, índice de saponificação, teor de umidade e voláteis e densidade. A composição dos ácidos graxos foi determinada por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM). O rendimento médio da extração foi de 12,44 ± 1,91%. Os resultados físico-químicos apresentaram índice de acidez de 4,30 mg KOH g^{-1}, acidez em ácido oleico de 2,16%, índice de saponificação de 164,99 mg KOH g^{-1}, teor de umidade e voláteis de 1,61% e densidade de 0,8484 g cm^{-3}. Foram identificados 27 constituintes, correspondentes a 95,9% da composição analisada, com predominância de ácidos graxos saturados (70,48%). O ácido linoleico foi o constituinte majoritário (13,06%), seguido dos ácidos palmítico (12,61%), esteárico (8,77%) e oleico (8,04%). Os resultados ampliam o conhecimento químico de *C. nordestinum* e indicam potencial para futuras investigações, sendo necessários estudos complementares para avaliar sua viabilidade em aplicações alimentícias, industriais e na produção de biodiesel.

PALAVRAS-CHAVE: *Cenostigma nordestinum*. Catingueira. Óleo fixo. Ácidos graxos. Fabaceae.

ABSTRACT

The species Cenostigma nordestinum, belonging to the Fabaceae family and endemic to the Caatinga biome, is of ecological and socioeconomic importance; however, studies on the chemical composition of its fixed oil remain scarce. In this context, the present study aimed to extract and characterize the physical and chemical properties of the oil from C. nordestinum seeds, as well as to determine its fatty acid profile. The seeds were collected in the municipality of Mirandiba, Pernambuco, dried, ground, and extracted using a Soxhlet apparatus with hexane. The oil obtained was characterized for acid value, oleic acid content, saponification value, moisture and volatile content, and density.

[1] Licenciado em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Serra Talhada.
[2] Licenciado e Mestre em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.
[3] Licenciado em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Mestre em Química Orgânica pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutorando em Química pela Universidade Federal de Pernambuco.
[4] Doutora e Mestra em Química, Bacharela em Química com habilitação em Química Industrial e licenciada em Química. Professora Adjunta da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

The fatty acid composition was determined by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS). The average extraction yield was 12.44 ± 1.91%. The physicochemical results showed an acid value of 4.30 mg KOH g^{-1}, oleic acid content of 2.16%, a saponification value of 164.99 mg KOH g^{-1}, moisture and volatile matter content of 1.61%, and a density of 0.8484 g cm^{-3}. A total of 27 constituents were identified, accounting for 95.9% of the analyzed composition, with saturated fatty acids predominating (70.48%). Linoleic acid was the major constituent (13.06%), followed by palmitic acid (12.61%), stearic acid (8.77%), and oleic acid (8.04%). These results expand our chemical understanding of C. nordestinum and point to potential for future research; further studies are needed to evaluate its suitability for food, industrial, and biodiesel production applications.

KEYWORDS: *Cenostigma nordestinum. Catingueira. Fixed oil. Fatty acids. Fabaceae.*

RESUMEN
La especie Cenostigma nordestinum, perteneciente a la familia Fabaceae y endémica del bioma de la Caatinga, reviste importancia ecológica y socioeconómica; sin embargo, aún son escasos los estudios relacionados con la composición química de su aceite fijo. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo llevar a cabo la extracción y la caracterización físico-química del aceite de las semillas de C. nordestinum, así como determinar su perfil de ácidos grasos. Las semillas se recolectaron en el municipio de Mirandiba (PE), se secaron, se trituraron y se sometieron a extracción en un aparato de Soxhlet utilizando hexano. El aceite obtenido se caracterizó en cuanto al índice de acidez, la acidez en ácido oleico, el índice de saponificación, el contenido de humedad y de compuestos volátiles, y la densidad. La composición de los ácidos grasos se determinó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC/MS). El rendimiento medio de la extracción fue del 12,44 ± 1,91 %. Los resultados físico-químicos mostraron un índice de acidez de 4,30 mg de KOH g^{-1}, una acidez en ácido oleico del 2,16 %, un índice de saponificación de 164,99 mg de KOH g^{-1}, un contenido de humedad y compuestos volátiles del 1,61 % y una densidad de 0,8484 g cm^{-3}. Se identificaron 27 componentes, que representaban el 95,9 % de la composición analizada, con un predominio de ácidos grasos saturados (70,48 %). El ácido linoleico fue el componente mayoritario (13,06 %), seguido de los ácidos palmítico (12,61 %), esteárico (8,77 %) y oleico (8,04 %). Los resultados amplían el conocimiento químico de C. nordestinum e indican un potencial para futuras investigaciones, siendo necesarios estudios complementarios para evaluar su viabilidad en aplicaciones alimentarias, industriales y en la producción de biodiésel.

PALABRAS CLAVE*: Cenostigma nordestinum. Catingueira. Aceite fijo. Ácidos grasos. Fabaceae.*

INTRODUÇÃO

Cada vez mais as indústrias têm se interessado pelo cultivo e extração de fontes produtoras de óleos vegetais, bem como pela caracterização de suas propriedades com finalidade de favorecer seus interesses, seja na fabricação de cosméticos, fármacos ou óleos alimentícios (Remédios *et al.*, 2006).

Os óleos vegetais são importantes compostos extraídos de sementes de plantas, nozes e polpa de frutas, sendo constituídos, majoritariamente, de ácidos graxos, ésteres de ácidos graxos, mono-, di- e triglicerídeos e por componentes menores, tais como vitaminas, esteróis,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

fosfolipídeos, pigmentos e hidrocarbonetos (Faria *et al.*, 2002; Voon *et al.*, 2024) de modo que sua classificação e utilidade estão relacionadas à composição de seus principais ácidos graxos, sendo que os principais componentes graxos nos óleos vegetais são os ácidos oleico, linoleico e linolênico (Beltrão; Oliveira, 2008; Matos *et al.*, 2015).

Esses óleos têm sido matérias-primas de composição principal para a produção de diversos produtos, dentre os quais se pode citar, por exemplo, a produção de biodiesel que emerge da necessidade de discutir meios alternativos aos combustíveis fósseis, por ser uma fonte de energia renovável que não provoca danos ao meio ambiente (Osaki; Batalha, 2011). Além disso, têm sido usados na produção de cosméticos, possuindo aplicações em cuidados capilares, devido à natureza da sua composição em estimular o crescimento de cabelo e proteger as propriedades sensoriais como textura e brilho, devido à presença de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, de cadeia média e com alta concentração de bioativos como vitaminas (Reis, 2022).

Ademais, um dos principais usos do óleo vegetal no Brasil é, também, na indústria alimentícia, em que na cozinha ele pode ser usado no processo de fritura, que ocorre em temperaturas entre 180 °C e 200 °C, já que possuem ácidos graxos poli-insaturados, monoinsaturados e menor quantidade de compostos sensíveis ao calor, necessitando de óleos que suportem temperaturas altas para satisfazer essa finalidade. Além disso, a utilização de óleos mais ricos em ácidos graxos insaturados tem aumentado, devido às gorduras saturadas que estão relacionadas às doenças cardiovasculares (Reda; Carneiro, 2007; Voon *et al.*, 2024).

Com isso, a extração de óleos fixos a partir de espécies vegetais, com destaque para as espécies típicas do Nordeste brasileiro, cuja vegetação é rica em oleaginosas, tem despertado o interesse de inúmeros pesquisadores. A vegetação dessa região brasileira tem sido alvo de estudos devido à ampla variedade de espécies contendo compostos bioativos apresentando diversas aplicações. Moura et al. (2019), em seu estudo, identificaram o potencial uso dos óleos de babaçu (*Orbignya phalerata*), pinhão manso (*Jatropha curcas*) e buriti (*Mauritia flexuosa*) para produção de biodiesel. O óleo de babaçu apresentou o ácido láurico como constituinte majoritário, esse ácido tem como característica a resistência à oxidação e por possuir uma cadeia carbônica curta, permite uma melhor interação com agentes transesterificantes. Já os óleos do pinhão manso e do buriti por conterem ácido oleico como constituinte majoritário, apresentam uma certa estabilidade devido à dupla ligação em sua cadeia carbônica. Correia *et al.* (2014), em seu trabalho, mostraram que os óleos de girassol (*Helianthus annuus L.*) e coco (*Cocos nucifera L.*) produzidos no Nordeste brasileiro apresentam características que possibilitam seu uso como insumo para produção de cosméticos e sabão, devido à presença de ácido linoleico (73,9%) e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ácido láurico (41%) em sua composição. Já a obra de Araújo *et al.* (2015) mostrou que o óleo de batiputá (*Ouratea sp*.) auxilia e acelera o processo de cicatrização, sendo caracterizado pela presença majoritária de ácido linoleico, mostrando potencial terapêutico sobre as lesões cutâneas experimentais.

Portanto, nota-se que há uma demanda literária acerca de espécies vegetais nordestinas, com trabalhos sobre oleaginosas e seus óleos fixos, associados com análises físico-químicas e perfil de ácidos graxos. No entanto, novos estudos ainda devem ser realizados com espécies que ainda não possuem relatos na literatura. Com isso, neste trabalho foi estudado o óleo fixo das sementes da *Cenostigma nordestinum*, uma espécie vegetal característica do bioma da Caatinga, com ampla distribuição geográfica no Nordeste brasileiro sendo popularmente conhecida como “catingueira” em alguns estados da região (Gaem, 2020).

A espécie *Cenostigma nordestinum* tem como basiônimo a espécie *Caesalpinia gardneriana*, que depois foi sinonimizada como *Poincianella gardnerianum* por Queiroz (2009), no entanto, em estudos filogenéticos realizados por Gagnon et al. (2016), determinou-se que as espécies de *Poincianella* brasileiras fossem designadas como *Cenostigma*. Porém, a espécie em *Cenostigma* com o epíteto gardneriana já existia, com isso, aqueles autores passaram a chamá-la de *Cenostigma nordestinum*. Essa espécie arbórea endêmica da Caatinga, pertencente à família Fabaceae, possui flores amarelas que exalam um odor levemente adocicado (Maia, 2004), sendo uma árvore que pode ter de 2 a 10 metros de altura, apresentando caule em uma coloração cinza-claro, com manchas que podem variar de cor amarela, verde e branca e seus frutos são legumes dispostos em vagem, com pequenas sementes de coloração marrom e dispersão autocórica (Souza, 2021; Córdula; Morim; Alves, 2014).

Ela é considerada uma espécie importante para comunidades que vivem na Caatinga, pois ela é utilizada em construções, como combustível e para fins medicinais (Gaem, 2020). No entanto, ainda são escassos os trabalhos quanto às suas atividades biológicas e farmacológicas e quanto à elucidação de seus metabólitos secundários. Souza (2021) apresentou em seu trabalho a quantificação de taninos presentes na casca do caule e nas folhas da *Cenostigma nordestinum*, mas nada relacionado às sementes, além de afirmar que se faz necessário realizar novas pesquisas para estudar outras partes da planta, sua composição química e formas de aplicação. Já Soares *et al.* (2021) mostraram que os extratos das folhas e cascas da *Cenostigma nordestinum* apresentam potencial para serem utilizados na produção de embalagens ecologicamente sustentáveis para a indústria alimentícia.

Em suma, é notória a importância dos estudos da vegetação presente na região Nordeste do Brasil, sobretudo as oleaginosas, que apresentam óleos fixos com potenciais usos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

na indústria e no setor alimentício, sustentados pelo cenário literário acerca de espécies pouco exploradas, como é o caso da *Cenostigma nordestinum,* alvo da pesquisa deste trabalho.

Portanto, este estudo visa realizar a extração química do óleo fixo das sementes de *Cenostigma nordestinum* e caracterizá-lo quanto às suas propriedades físico-químicas, por meio da determinação da acidez, índice de acidez, índice de saponificação, teor de umidade e voláteis e densidade, além de determinar o perfil dos ácidos graxos presentes em sua composição por meio de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). A partir dessas análises, pretende-se ampliar o conhecimento acerca da composição e das características do óleo dessa espécie, contribuindo para sua caracterização química e para a avaliação de possíveis aplicações.

A investigação também busca fornecer informações relevantes sobre uma espécie vegetal da Caatinga ainda pouco explorada quanto à composição química de seu óleo fixo, de modo a contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas em química de produtos naturais e para a prospecção de fontes vegetais com potencial interesse nas áreas alimentícia e cosmética. Assim, espera-se que os resultados obtidos possam ampliar o conhecimento científico sobre *Cenostigma nordestinum* e subsidiar futuros estudos relacionados ao seu potencial químico e às possíveis aplicações de seu óleo.

METODOLOGIA

Obtenção e preparação do material botânico

As sementes foram coletadas na Fazenda Preces dos Rodrigues (8° 10' 39" S e 38° 38' 57" W), localizada no município de Mirandiba-PE, durante o mês de julho de 2023. A exsicata devidamente determinada encontra-se depositada no Herbário do Semiárido do Brasil da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE), onde foi identificada e registrada sob o número 5335.

O preparo da amostra consistiu em separar as sementes das vagens, manualmente, em seguida elas foram pesadas e secas em estufa a 40 °C por 96 horas para retirar a umidade. Após estarem secas, as sementes foram trituradas, a fim de facilitar a extração via Soxhlet.

Extração do óleo fixo a quente por Soxhlet

A extração do óleo fixo por Soxhlet seguiu a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando o solvente hexano, em extração contínua por um período de 6 horas, sendo a extração realizada na temperatura de ebulição do solvente. Para as extrações foram

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

utilizados cerca de 20 gramas de semente seca e triturada, envoltos em papel de filtro (80 g/m²) (Qualy J. Prolab®), na forma de um cartucho. O cartucho contendo a amostra foi adicionado em um aparelho extrator de Soxhlet, que foi conectado a um balão de fundo redondo de 500 mL, contendo 250 mL do solvente hexano.

Após a extração, foi realizada a separação óleo/solvente, em rota-evaporador IKA® RV 05 Basic. Foram realizadas nove extrações, a fim de calcular a reprodutibilidade do rendimento da extração e obter a maior quantidade de óleo para ser analisada nas etapas posteriores. O rendimento da extração foi calculado de acordo com a Equação 1:

$$RE\ \left(\%\frac{m}{m}\right) = \frac{100xN}{P} \qquad (1)$$

Onde: RE = rendimento percentual da extração, N = massa (gramas) total do óleo fixo obtido na extração e P = massa total (em gramas) da amostra utilizada (sementes de *Cenostigma nordestinum*).

Caracterização físico-química do óleo

As análises físico-químicas da amostra do óleo de *Cenostigma nordestinum* extraído por Soxhlet foram realizadas no Laboratório de Química, localizado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE. As propriedades físico-químicas analisadas foram acidez, índice de acidez, índice de saponificação, teor de umidade e voláteis e densidade. As metodologias oficiais utilizadas foram Official Methods of Analysis - A.O.A.C. (2005) e Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Todos os testes foram realizados em triplicata.

Determinação da acidez e índice de acidez

A determinação do índice de acidez (IA, mg NaOH/g) e a acidez em ácido oleico (A.O.%, m/m) foram realizadas com o intuito de determinar a quantidade de NaOH necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em um grama da amostra de óleo. Pesaram-se 2 g da amostra, em um erlenmeyer de 125 mL e, em seguida, foram adicionados 25 mL de solução éter - álcool etílico (2:1, v/v). Posteriormente, foram adicionadas 2 gotas do indicador de fenolftaleína e titulou-se a amostra com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol.L^{-1}. Após a titulação, os cálculos foram realizados de acordo com as Equações 2 e 3.

$$\text{Índice de acidez } (IA) = \frac{VxfxMx3{,}99}{P} \qquad (2)$$

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

$$\text{Acidez em ácido oleico } \%\frac{m}{m}(A) = \frac{VxfxMx28,2}{P} \quad (3)$$

Onde: V = quantidade (em mL) de solução de hidróxido de sódio mol.L^{-1} utilizada na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio; M = concentração (em mol.L^{-1}) de preparo da solução de hidróxido de sódio; P = massa (em grama) utilizada de amostra; 3,99 = massa molar do hidróxido de sódio/10; 28,2 = massa molar do ácido oleico/100.

Índice de saponificação

O índice de saponificação é a quantidade em miligramas de KOH necessária para saponificar um grama de amostra de óleo, em que os ácidos graxos do óleo sofrem hidrólise básica, que forma glicerol e sal de ácido graxo (Peruzzo; Canto, 2003).

Foram adicionados 5 g da amostra a um balão volumétrico de fundo chato e adicionou-se 50 mL da solução de KOH alcoólico 4% m/v. Em um outro balão volumétrico foi preparado um branco sob a mesma condição analítica anterior. Os balões volumétricos contendo o material e o branco foram conectados a condensadores e aquecidos, sob refluxo, com agitação magnética, durante 1 hora até a completa saponificação do óleo. Após a retirada das amostras do sistema de aquecimento, cada amostra foi titulada com HCl 0,5 mol.L^{-1}, utilizando fenolftaleína a 15% como indicador. O índice de saponificação foi obtido como descrito na Equação 4:

$$IS = \frac{28,06xfx(B-A)}{P} \quad (4)$$

Onde: A = volume gasto de HCl (em mililitros) na titulação da amostra; B = volume gasto de HCl (em mililitros) na titulação do branco; f = fator da solução de HCl mol.L^{-1}; P = massa (em grama) utilizada de amostra.

Para padronização de HCl foi usado o carbonato de potássio seguindo a mesma metodologia descrita, anteriormente, para a padronização do NaOH, porém a padronização foi realizada em duplicata. Com isso, obtiveram-se massas de 0,5115 g e 0,51954 g para o HCl, obtendo concentrações reais nos valores de 0,4327 mol.L^{-1} e 0,4170 mol.L^{-1}, resultando em valores de 0,86 e 0,83 para o fator de correção sendo a média aritmética obtida do fator de correção de 0,84.

Teor de umidade e voláteis

Para a obtenção do teor de umidade e voláteis, 1,3273 g de óleo foram colocados na estufa a 105 °C durante 30 minutos. Ao fim desse tempo, colocou-se a amostra no dessecador

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

para esfriar, e em seguida o material foi pesado. Esse processo foi repetido até a massa medida permanecer constante. O teor de umidade foi obtido pela Equação 5.

$$\%UMV = \frac{N-P}{P} x\ 100 \quad (5)$$

Onde: N = massa da amostra úmida (em grama); P = massa da amostra seca (em grama).

Densidade

Para obter a densidade do óleo estudado, expressa em g.cm^{-3}, foi medido 1 mL do óleo em uma pipeta volumétrica e adicionado em um béquer tarado para obter sua massa. Assim, a densidade foi calculada de acordo com a Equação 6.

$$D = \frac{m}{v} \quad (6)$$

Onde: m = massa (em grama) do óleo adicionado; v = volume (em mililitros) de óleo adicionado.

Determinação da composição de ácidos graxos

Reação de saponificação

A reação de saponificação foi realizada conforme a metodologia descrita no item referente à determinação do índice de saponificação. Após a retirada da amostra do sistema de aquecimento, foi realizado um tratamento para a obtenção das frações insaponificáveis e saponificáveis como proposto por Almeida (2015).

Primeiramente, foram adicionados 40 mL de água destilada ao produto da reação anterior, até a completa dissolução, sendo transferido para um funil de separação e extraído com 100 mL (2 x 50 mL) de hexano visando a separação da fase aquosa (saponificável) da fase orgânica (insaponificável). Após isso, a fase orgânica foi concentrada sob baixa pressão e seca com Na_2SO_4, obtendo assim a fração de insaponificáveis.

Em seguida, para extração dos saponificáveis, adicionou-se à fase aquosa HCl 20% até que o pH estivesse em torno de 3-4. Por meio de extração líquido-líquido, foi adicionado ao produto acetato de etila (2 x 50 mL) sendo a fase aquosa descartada e a fase orgânica transferida para um funil de decantação onde foi lavada duas vezes com água destilada para retirar o

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

excesso de base. Posteriormente, foi concentrada sob baixa pressão e seca com Na_2SO_4, obtendo assim a fração de saponificáveis.

Reação de metilação

Com o objetivo de obter o perfil da composição dos ácidos graxos presentes no óleo fixo em estudo, foi realizado um processo de derivatização dos ácidos graxos a ésteres metílicos seguindo a metodologia descrita pela IUPAC (1987), com algumas modificações.

Foram pesados cerca de 2,0 g do saponificável, obtido anteriormente, e transferido para um balão de 100 mL. Adicionou-se 20 mL de metanol (MeOH) e 1,0 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado. Esse balão foi acoplado em um sistema de refluxo, mantendo a reação por um período de 1 hora. Após este período, o produto obtido foi resfriado à temperatura ambiente. Em seguida, o material foi concentrado em rota-evaporador até a completa retirada do solvente, sendo, posteriormente, seco em sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) para completa retirada de quaisquer resquícios de água.

Purificação dos ésteres metílicos em coluna cromatográfica

Os ésteres metílicos foram purificados em coluna cromatográfica contendo gel de sílica (7,0 g) como adsorvente e hexano e éter etílico, em diferentes proporções, como eluentes. Após a purificação, as frações foram concentradas em temperatura ambiente por 24 horas sendo analisadas por Cromatografia em Camada Delgada (CCD).

Análise dos ésteres metílicos por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM)

As análises dos ésteres metílicos foram realizadas no Laboratório de Síntese Orgânica e Aplicações Biotecnológicas (LASOAB) em conjunto com a central analítica do Departamento de Química Fundamental (DQF), localizado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

O perfil dos ácidos graxos presentes no óleo foi determinado por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). O equipamento utilizado foi CG-EM equipado com um quadrupolo Agilent série 7890B GC / MSD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA) com coluna HP-5MS Ultra Inerte (30 m × 0,25 mm x 0,25 µm) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA). A separação cromatográfica foi realizada nas seguintes condições: a temperatura inicial do forno foi de 60 °C por 2 min, aumentada para 260 °C a 3 °C/min e mantida por 40 min, e finalmente, mantendo a temperatura a 260 °C a 4 °C/min sendo mantida por 7,5 min. O tempo total de análise foi de 116,17 min. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas em 250 °C e 270 °C, respectivamente. O hélio foi usado como gás de arraste com fluxo inicial de 1,0

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

mL/min, e o volume de injeção foi de 1,0 µL de solução com concentrações de 5,0 mg/mL (razão de divisão de 1:50).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Extração do óleo fixo das sementes

Após a secagem das sementes em estufa a 40 °C, a massa inicial das sementes passou de 471,97 g para 282,01 g, resultando em um teor de umidade de 40,25%. Por meio de observações experimentais, verificou-se que a semente representa cerca de 60%, em biomassa.

A temperatura escolhida para a secagem do material contribui para a extração do óleo por Soxhlet, pois segundo Menezes (2014) quando as sementes são secas em temperaturas baixas suas fibras se apresentam pouco compactadas o que não seria possível quando elas fossem secas em temperatura mais elevada, cujas fibras vão apresentando um estado de agregação maior, prejudicando a extração do óleo. Além disso, uma temperatura mais elevada de secagem das sementes provoca um rompimento maior nas paredes celulares extravasando todo conteúdo celular, contribuindo, assim, com o escoamento do óleo (Marques, 2006).

O rendimento médio da extração via Soxhlet foi de 12,44 ± 1,91%. Até o presente momento, não há relatos de estudos que tenham efetuado caracterização química de óleo fixo obtido das sementes de *Cenostigma nordestinum*. No entanto, Caldeira et al. (2023) descreveram a extração do óleo das sementes de *Cenostigma pyramidale* e *Cenostigma microphyllum*, espécies pertencentes ao mesmo gênero da espécie estudada neste trabalho; seus resultados mostraram um rendimento em torno de 18%, para as duas espécies, usando o mesmo método de extração e hexano como solvente extrator.

Ao comparar alguns trabalhos da literatura acerca dos rendimentos dos óleos fixos obtidos pelo mesmo método de extração ao qual foram submetidas as sementes da *Cenostigma nordestinum*, nota-se que há uma variação de rendimento em função da espécie estudada. As extrações feitas no trabalho de Moura *et al.* (2019) mostraram que houve rendimento médio de 62,64% e 61,04% para os óleos de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) e babaçu (*Orbignya phalerata*), respectivamente. Já a extração feita por Silva *et al.* (2023) estudando as sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), obteve um rendimento médio de 17,88%. Além disso, há relatos quanto ao rendimento de espécies consideradas oleaginosas como, por exemplo, a soja e o amendoim com rendimentos de 15-22% e 37%, respectivamente (Caldeira *et al.,* 2023).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Com isso, nota-se que existe uma variedade de fatores que podem interferir na porcentagem de rendimento da extração como: tipo de solvente, quantidade de solvente, tempo de extração, umidade residual após a secagem e grau de trituração da semente (Amaral *et al.,* 2011). O rendimento também pode estar relacionado com a natureza da espécie, pois como observado nos trabalhos relatados anteriormente podemos ter rendimentos bem diferentes utilizando a mesma técnica de extração.

Caracterização físico-química do óleo

Os ensaios de caracterização físico-química do óleo fixo obtido das sementes de *Cenostigma nordestinum* são importantes tanto para a ampliação do conhecimento científico sobre a espécie quanto para a avaliação preliminar de sua qualidade e de suas possíveis aplicações. Esses parâmetros fornecem informações sobre as características do óleo e permitem compará-lo com valores estabelecidos em normas nacionais e internacionais, bem como com resultados descritos para óleos de espécies relacionadas. Dessa forma, a caracterização físico-química constitui uma etapa fundamental para avaliar a adequação do óleo para diferentes finalidades, como utilização na alimentação, na indústria ou como matéria-prima para produção de biodiesel (Moura *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos do óleo fixo das sementes de *C. nordestinum* estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas do óleo fixo da semente de *Cenostigma nordestinum.*

Parâmetros físico-químicos	Resultado
Índice de acidez (mg KOH.g^{-1})	4,30
Acidez em ácido oleico (%)	2,16
Índice de saponificação (mg KOH.g^{-1})	164,99
Teor de umidade e voláteis (%)	1,61
Densidade relativa (g.cm^{-3})	0,8484

Fonte: Autores (2026).

O índice de acidez é um dos principais parâmetros utilizados na avaliação da qualidade e do estado de conservação de óleos vegetais. Esse índice corresponde à quantidade de hidróxido de potássio (KOH), expressa em miligramas, necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em um grama de amostra. A elevação desse parâmetro está geralmente

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

associada à hidrólise dos triacilgliceróis, que promove a liberação de ácidos graxos livres, podendo indicar alterações na qualidade do óleo. Processos como hidrólise, oxidação e condições inadequadas de armazenamento podem contribuir para essas alterações e favorecer o desenvolvimento de características associadas à rancidez (IAL, 2008; Díaz Álvarez; Guerrero Arrelucea, 2018).

No presente estudo, o óleo de *C. nordestinum* apresentou índice de acidez de 4,30 mg KOH g^{-1} e acidez em ácido oleico de 2,16%. Esses valores apresentam comportamento semelhante, uma vez que ambos refletem a presença de ácidos graxos livres na amostra. Considerando os valores de referência citados para óleos destinados ao consumo, observa-se que os resultados obtidos estão ligeiramente acima dos limites de 4,0 mg KOH g^{-1} e 2,0% de acidez em ácido oleico apresentados no presente trabalho com base em Brasil (2005) e Codex Alimentarius Commission (2015). Esse resultado sugere que o óleo necessita de maior atenção quanto às condições de obtenção, processamento e armazenamento caso seja considerado para aplicações alimentícias.

A obtenção do óleo por extração a quente em aparelho de Soxhlet pode ter contribuído para os valores observados. Segundo Silva *et al.* (2023), temperaturas elevadas durante a extração podem favorecer processos de autoxidação, enquanto o período prolongado de aquecimento pode favorecer reações de hidrólise dos triacilgliceróis, aumentando a concentração de ácidos graxos livres (Brum *et al.*, 2009). Assim, os valores de acidez encontrados não devem ser atribuídos exclusivamente à composição natural das sementes, uma vez que fatores relacionados ao processamento e às condições de armazenamento também podem influenciar esse parâmetro.

Quando comparados aos requisitos relacionados à produção de biodiesel, os valores obtidos são consideravelmente superiores aos limites apresentados por Moura *et al.* (2019), com base nas normas ANP (2014) e CEN (2003). O índice de acidez de 4,30 mg KOH g^{-1}, por exemplo, é superior ao valor de referência de 0,5 mg KOH g^{-1}, enquanto a acidez em ácido oleico de 2,16% também excede o valor de 0,25% apresentado como referência. Elevados teores de ácidos graxos livres podem ser desfavoráveis à produção de biodiesel pela rota convencional de transesterificação alcalina, uma vez que esses compostos podem reagir com o catalisador básico e favorecer a formação de sabões, dificultando a separação e reduzindo o rendimento do processo. Entretanto, esses resultados não inviabilizam necessariamente o aproveitamento do óleo para produção de biodiesel, pois tratamentos prévios, como uma etapa de esterificação dos ácidos graxos livres, podem ser empregados antes da transesterificação.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Outro parâmetro avaliado foi o índice de saponificação, que apresentou valor de 164,99 mg KOH g^{-1}. Esse índice representa a quantidade de KOH necessária para saponificar os ésteres presentes em uma determinada massa de óleo e está relacionado, de maneira indireta, ao comprimento médio das cadeias dos ácidos graxos que constituem os triacilgliceróis. De modo geral, valores mais elevados de índice de saponificação estão associados à predominância de ácidos graxos de menor massa molecular, enquanto valores mais baixos podem indicar maior participação de ácidos graxos de cadeia mais longa (Araújo, 2009; Codex Alimentarius Commission, 2015).

O valor obtido para *C. nordestinum* foi inferior ao registrado por Caldeira *et al.* (2023) para o óleo das sementes de *Cenostigma pyramidale*, que apresentou índice de saponificação de 229,80 mg KOH g^{-1}. Essa diferença pode estar relacionada às particularidades da composição lipídica das duas espécies, especialmente à proporção e ao comprimento das cadeias dos ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis. Assim, o menor índice observado para *C. nordestinum* pode sugerir uma maior contribuição relativa de ácidos graxos de cadeia mais longa em comparação com o óleo de *C. pyramidale*. Entretanto, essa interpretação deve ser confirmada pela caracterização da composição dos ácidos graxos, uma vez que o índice de saponificação, isoladamente, não permite determinar quais ácidos graxos estão presentes na amostra.

O teor de umidade e materiais voláteis apresentou valor de 1,61%. Esse parâmetro é relevante para a avaliação da qualidade e da estabilidade dos óleos, pois a presença de água pode favorecer reações de hidrólise dos triacilgliceróis, contribuindo para a formação de ácidos graxos livres e, consequentemente, para o aumento do índice de acidez (Christie; Han, 2010; Codex Alimentarius Commission, 2015). Além disso, a presença de umidade pode interferir em processos industriais de transformação do óleo, particularmente na produção de biodiesel, podendo favorecer reações secundárias e dificultar o processamento e a purificação do produto (Atadashi *et al.*, 2010; Supriyanto *et al.*, 2021).

O valor de 1,61% indica uma quantidade relativamente elevada de umidade e compostos voláteis na amostra, principalmente quando considerado o fato de que a água residual pode contribuir para alterações durante o armazenamento (Codex Alimentarius Commission, 2015). Esse resultado pode estar relacionado às características da matéria-prima, às condições de secagem das sementes antes da extração ou à própria etapa de extração e posterior armazenamento do óleo. Dessa maneira, a determinação desse parâmetro é importante não apenas para a caracterização da amostra, mas também para compreender possíveis fatores associados ao índice de acidez observado no presente estudo. A associação entre maior teor de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

umidade e maior ocorrência de hidrólise dos triacilgliceróis deve, contudo, ser interpretada com cautela, uma vez que o índice de acidez também é influenciado pela temperatura, pelo tempo de exposição ao calor, pela presença de oxigênio e pelas condições de armazenamento (Christie; Han, 2010; Frankel, 2014).

A densidade relativa do óleo de *C. nordestinum* foi de 0,8484 g cm^{-3}, valor inferior ao observado por Caldeira *et al.* (2023) para o óleo das sementes de *C. pyramidale*, que apresentou densidade de 0,922 g cm^{-3}. O resultado obtido também se encontra abaixo da faixa de 0,919 a 0,925 g cm^{-3} apresentada como referência na legislação brasileira (Brasil, 1999). Essa diferença demonstra que o óleo de *C. nordestinum* apresenta características físicas distintas das observadas para *C. pyramidale*, o que pode estar relacionado às diferenças na composição química dos respectivos óleos.

A densidade dos óleos vegetais é influenciada principalmente pela natureza e proporção dos triacilgliceróis e, consequentemente, pela composição dos ácidos graxos. Fatores como massa molecular, comprimento das cadeias carbônicas e grau de insaturação podem alterar as interações intermoleculares e as propriedades físicas do óleo (Ribeiro; Seravalli, 2004; De Almeida *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2018). Portanto, a menor densidade observada para *C. nordestinum* pode estar associada à sua composição específica de ácidos graxos e à proporção entre cadeias saturadas e insaturadas. Entretanto, a confirmação dessa hipótese depende da análise do perfil de ácidos graxos do óleo.

De maneira geral, os resultados da caracterização físico-química demonstram que o óleo fixo das sementes de *C. nordestinum* apresenta características próprias que o diferenciam de outros óleos do gênero *Cenostigma*. Os valores de índice de acidez, acidez em ácido oleico e teor de umidade e voláteis indicam a necessidade de atenção às condições de processamento, secagem e armazenamento da matéria-prima e do óleo. Por outro lado, o índice de saponificação fornece uma indicação preliminar sobre as características dos ácidos graxos esterificados, enquanto a densidade contribui para a caracterização física do óleo. Dessa forma, os resultados obtidos ampliam o conhecimento sobre a espécie e constituem uma base inicial para avaliar seu potencial de aproveitamento. Contudo, a definição de uma aplicação específica, particularmente para alimentação ou produção de biodiesel, requer a associação desses dados com outras análises, como perfil de ácidos graxos, estabilidade oxidativa, composição química e demais parâmetros de qualidade exigidos para a finalidade pretendida.

Determinação da composição de ácidos graxos (caracterização dos ésteres metílicos por análise cromatográfica)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O óleo fixo das sementes de *C. nordestinum* foi submetido às etapas de saponificação e metilação, visando à obtenção dos respectivos ésteres metílicos dos ácidos graxos para posterior caracterização por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM). A partir da utilização conjunta da comparação dos espectros de massas com os dados disponíveis na biblioteca do National Institute of Standards and Technology (NIST), da análise dos principais fragmentos observados e da comparação dos tempos de retenção com uma mistura de padrões de ésteres metílicos, foi possível identificar 27 constituintes, correspondentes a 95,9% da composição analisada (Tabela 2).

Os compostos identificados apresentaram diferentes comprimentos de cadeia carbônica e diferentes graus de insaturação, sendo observada predominância de ácidos graxos saturados. Considerando as áreas relativas dos picos cromatográficos, os compostos saturados corresponderam a aproximadamente 70,48%, enquanto os insaturados representaram cerca de 25,42% da composição total identificada. Esse perfil demonstra que o óleo de *C. nordestinum* apresenta uma composição lipídica diversificada, com predominância de ácidos graxos saturados e presença expressiva de ácidos graxos insaturados.

Entre os constituintes identificados, destacaram-se o (9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoato de metila (13,06%), correspondente ao ácido linoleico (C18:2), o hexadecanoato de metila (12,61%), correspondente ao ácido palmítico (C16:0), o octadec-9-enoato de metila (8,04%), correspondente ao ácido oleico (C18:1), e o octadecanoato de metila (8,77%), correspondente ao ácido esteárico (C18:0). Também foram observadas quantidades relevantes de dodecanoato de metila (5,00%), tetradecanoato de metila (5,22%), eicosanoato de metila (5,45%) e docosanoato de metila (4,50%).

O ácido linoleico (C18:2) foi o constituinte individualmente majoritário, representando 13,06% da composição identificada. Trata-se de um ácido graxo poli-insaturado pertencente à série ômega-6 e considerado essencial à alimentação humana (Innes; Calder, 2018). Sua presença em quantidade expressiva pode ser considerada relevante sob o ponto de vista nutricional, caso o óleo venha a ser investigado para aplicação alimentícia. Entretanto, a presença de um ácido graxo específico não é suficiente para determinar a qualidade nutricional ou a segurança de um óleo, sendo necessária a avaliação conjunta de sua composição química, estabilidade oxidativa, possíveis compostos minoritários e parâmetros de segurança (Codex Alimentarius Commission, 2015).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Tabela 2. Compostos identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas do óleo fixo das sementes de *Cenostigma nordestinum*

Constituintes	TR[a] (min)	TR[b] (min)	Área (%)	Similaridade[c] (%)	Fórmula molecular	Íon molecular	Fragmentos EM[d]
Hexanoato de metila	4,55	4,91	0,21	96	$C_7H_{14}O_2$	130	43, 74, 87, 99
Octanoato de metila	11,24	12,30	1,29	95	$C_9H_{18}O_2$	158	43, 74, 87
Decanoato de metila	19,59	19,77	4,03	97	$C_{11}H_{22}O_2$	186	43, 55, 74, 87
Undecanoato de metila	23,78	23,97	2,19	97	$C_{12}H_{24}O_2$	200	43, 55, 74, 87
Dodecanoato de metila	27,86	28,06	5,00	97	$C_{13}H_{26}O_2$	214	41, 43, 55, 74, 87, 143
Tridecanoato de metila	31,70	31,95	2,30	96	$C_{14}H_{28}O_2$	228	41, 43, 55, 74, 87, 143
Tetradec-9-enoato de metila	34,87	35,15	1,72	91	$C_{15}H_{28}O_2$	240	41, 55, 69, 74, 87
Tetradecanoato de metila	35,39	36,04	5,22	97	$C_{15}H_{30}O_2$	242	43, 57, 74, 87, 143
Pentadecanoato de metila	38,92	37,90	2,19	97	$C_{16}H_{32}O_2$	256	41, 43, 55, 74, 87, 143

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Hexadec-9-enoato de metila	41,56	41,93	1,67	99	$C_{17}H_{32}O_2$	268	41, 43, 55, 69, 74, 83, 87, 96
Hexadecanoato de metila	42,38	46,11	12,61	97	$C_{17}H_{34}O_2$	270	41, 43, 57, 74, 87
(Z)-Octadec-9-enoato de metila	44,87	-	1,64	91	$C_{19}H_{36}O_2$	296	41, 43, 55, 69, 74, 83, 87, 97
Heptadecanoato de metila	45,61	-	2,19	97	$C_{18}H_{36}O_2$	284	41, 43, 74, 87, 143
(9Z,12Z)-octadeca-9,12-dienoato de metila	47,73	48,01	13,06	99	$C_{19}H_{34}O_2$	294	41, 55, 67, 81, 95
Octadec-9-enoato de metila	47,92	-	8,04	99	$C_{19}H_{36}O_2$	296	41, 43, 55, 69, 74, 83, 97
Octadec-10-enoato de metila	48,13	-	2,82	99	$C_{19}H_{36}O_2$	296	41, 43, 55, 69, 74, 83, 97
Octadecanoato de metila	48,79	49,62	8,77	98	$C_{19}H_{38}O_2$	298	43, 55, 74, 87, 143
cis-eicos-11,14-dienoato de metila	53,71	-	0,33		$C_{21}H_{38}O_2$	322	41, 55, 67, 81, 95, 109
Eicos-11-enoato de metila	53,88	-	1,97	99	$C_{21}H_{40}O_2$	324	41, 43, 55, 69, 74, 83, 97
Eicosanoato de metila	54,70	55,22	5,45	98	$C_{21}H_{42}O_2$	326	41, 43, 74, 87, 143

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Heneicosanoato de metila	57,48	57,87	1,99	99	$C_{22}H_{44}O_2$	340	41, 43, 74, 87, 143
cis-Docosa-13,16-dienoato de metila	59,31	-	0,22	99	$C_{23}H_{42}O_2$	350	41, 55, 67, 81, 95, 109, 123
Docos-13-enoato de metila	59,44	-	1,45	99	$C_{23}H_{44}O_2$	352	41, 43, 55, 69, 74, 83, 97
Docosanoato de metila	60,18	60,66	4,50	99	$C_{23}H_{46}O_2$	354	41, 43, 55, 74, 87, 143
Tricosanoato de metila	62,76	63,15	0,17	98	$C_{24}H_{48}O_2$	368	41, 43, 55, 74, 87, 143
Tetracos-15-enoato de metila	64,62	-	1,18	99	$C_{25}H_{48}O_2$	380	41, 43, 55, 69, 74, 83, 97, 348
Tetracosanoato de metila	65,27	65,76	3,69	99	$C_{25}H_{50}O_2$	382	43, 57, 74, 87, 143

a TR: tempo de retenção (amostra)
b TR: tempo de retenção (padrão)
c Similaridade do constituinte da amostra comparada com a literatura (NIST)
d Fragmentos do espectro de massas com maiores abundâncias relativas

Fonte: Autores (2026).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Apesar do interesse nutricional associado ao ácido linoleico, sua presença também exerce influência sobre a estabilidade do óleo. Os ácidos graxos poli-insaturados apresentam maior susceptibilidade à oxidação devido à presença de mais de uma ligação dupla em sua cadeia carbônica. Dessa forma, óleos com maiores proporções desses compostos podem ser mais sensíveis à ação do oxigênio, luz e temperatura, fatores que podem favorecer a formação de produtos de oxidação e comprometer suas características durante o armazenamento e o processamento (Choe; Min, 2006). Esse aspecto é particularmente relevante no presente estudo, uma vez que o óleo também apresentou quantidade considerável de ácido oleico, além de outros ácidos graxos insaturados.

O ácido palmítico (C16:0) foi o segundo constituinte majoritário, representando 12,61% da composição. Por ser um ácido graxo saturado, apresenta maior resistência à oxidação quando comparado aos ácidos graxos insaturados (Chaiyasit *et al.*, 2007). O ácido palmítico é encontrado em diversos óleos e gorduras vegetais e pode influenciar propriedades físicas do óleo, incluindo comportamento térmico e consistência (Gunstone, 2005). Sua presença, associada aos demais ácidos graxos saturados identificados, contribui para a predominância dessa classe de compostos no óleo de *C. nordestinum*.

Outro constituinte de destaque foi o ácido oleico (C18:1**)**, representado pelo octadec-9-enoato de metila, com 8,04%. Por possuir apenas uma ligação dupla, o ácido oleico apresenta maior estabilidade oxidativa quando comparado ao ácido linoleico (Knothe, 2007). Assim, sua presença pode contribuir favoravelmente para a estabilidade do óleo, embora a avaliação dessa propriedade deva ser realizada por meio de ensaios específicos de estabilidade oxidativa.

O ácido esteárico (C18:0) também apresentou participação significativa, correspondendo a 8,77% da composição identificada. Por se tratar de um ácido graxo saturado de cadeia longa, apresenta maior estabilidade frente à oxidação em comparação aos ácidos graxos insaturados (Chaiyasit *et al.*, 2007). A ocorrência simultânea de ácido palmítico e ácido esteárico, portanto, contribui para o caráter predominantemente saturado observado no óleo.

Além dos constituintes majoritários, merece destaque a presença de ácidos graxos saturados de cadeia média e longa. Foram identificados, por exemplo, dodecanoato de metila (5,00%), tetradecanoato de metila (5,22%), eicosanoato de metila (5,45%) e docosanoato de metila (4,50%). A presença desses compostos demonstra que o óleo apresenta ampla distribuição de cadeias carbônicas, variando desde ácidos graxos de menor comprimento até ácidos graxos de cadeia longa. Essa característica pode exercer influência sobre propriedades como viscosidade, densidade, ponto de fusão e comportamento do óleo em diferentes condições de temperatura (Gunstone, 2005; Knothe, 2005).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Do ponto de vista da produção de biodiesel, o perfil de ácidos graxos observado apresenta características importantes. A composição dos ácidos graxos influencia diretamente propriedades do biodiesel, como estabilidade oxidativa, número de cetano, viscosidade e comportamento em baixas temperaturas. De modo geral, ésteres derivados de ácidos graxos saturados apresentam maior estabilidade oxidativa e tendem a apresentar maior número de cetano, enquanto aqueles derivados de ácidos graxos insaturados apresentam maior susceptibilidade à oxidação (Knothe, 2005; Knothe, 2007). Por outro lado, o aumento da quantidade de ácidos graxos saturados de cadeia longa pode favorecer a formação de compostos de maior ponto de fusão, o que pode prejudicar as propriedades do combustível em condições de baixa temperatura (Knothe, 2005; Ramos *et al.*, 2009).

Nesse sentido, a predominância de ácidos graxos saturados, correspondente a aproximadamente 70,48% da composição identificada, pode ser considerada uma característica potencialmente favorável à estabilidade oxidativa de um biodiesel produzido a partir desse óleo (Knothe, 2005). Entretanto, a presença de ácido linoleico (13,06%) e de outros ácidos graxos insaturados também deve ser considerada, pois esses compostos podem aumentar a susceptibilidade do biocombustível à oxidação (Knothe, 2007). Assim, o perfil observado indica que o óleo apresenta características que justificam sua investigação como matéria-prima para produção de biodiesel, mas não permite, isoladamente, afirmar sua adequação ao uso como biocombustível. Para essa finalidade, seria necessária a produção e caracterização do biodiesel, incluindo a determinação de propriedades como estabilidade oxidativa, viscosidade, número de cetano e demais parâmetros estabelecidos pela legislação aplicável (Ramos *et al.*, 2009).

A predominância de ácidos graxos saturados observada neste estudo também pode contribuir para explicar algumas das propriedades físico-químicas determinadas anteriormente. A composição dos ácidos graxos exerce influência sobre propriedades físicas dos óleos, incluindo densidade, viscosidade e comportamento térmico. Entretanto, essas propriedades resultam da interação entre os diferentes triacilgliceróis presentes no óleo, não sendo possível estabelecer uma relação direta entre um único ácido graxo e determinado parâmetro físico-químico (Supriyanto *et al.*, 2021; Chew, 2020).

A composição obtida para *C. nordestinum* também demonstra diferenças importantes em relação aos resultados descritos para outras espécies do gênero *Cenostigma*. Caldeira *et al.* (2023), ao estudarem o óleo das sementes de *Cenostigma pyramidale*, encontraram diferenças tanto nos parâmetros físico-químicos quanto no índice de saponificação. Essas diferenças podem estar associadas às características genéticas de cada espécie, às condições ambientais, ao estágio de maturação das sementes, às condições de armazenamento da matéria-prima e ao

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

próprio método de extração (Attia *et al.*, 2021; Rébufa *et al.*, 2022). Dessa forma, a caracterização do perfil de ácidos graxos de *C. nordestinum* representa uma contribuição relevante para o conhecimento químico da espécie, especialmente considerando a ausência de estudos anteriores sobre a composição de seu óleo fixo.

A identificação dos compostos por CG/EM apresentou elevados índices de similaridade com a biblioteca NIST para a maioria dos constituintes, com valores entre 91 e 99%, além da concordância entre os tempos de retenção dos analitos e dos padrões utilizados. A utilização desses dois parâmetros constitui um importante suporte para a identificação dos compostos presentes no óleo. Entretanto, para uma caracterização estrutural mais aprofundada, especialmente quanto à posição e geometria das ligações duplas, técnicas analíticas complementares podem ser empregadas (Gross, 2017; Waktola *et al.*, 2020; Görs *et al.*, 2023).

De modo geral, o óleo fixo das sementes de *C. nordestinum* apresentou um perfil de ácidos graxos caracterizado pela predominância de compostos saturados, correspondendo a aproximadamente 70,48% da composição identificada, enquanto os insaturados representaram 25,42%. O ácido linoleico foi o constituinte individualmente majoritário (13,06%), seguido do ácido palmítico (12,61%), ácido esteárico (8,77%) e ácido oleico (8,04%). Esse perfil evidencia a presença simultânea de ácidos graxos com diferentes características químicas, o que pode conferir ao óleo propriedades de interesse tanto nutricional quanto tecnológico (Gunstone, 2005; Knothe, 2005). Entretanto, considerando os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos e a composição de ácidos graxos, são necessários estudos complementares para determinar de forma mais segura a viabilidade do óleo para aplicações alimentícias, industriais ou para produção de biodiesel (Ramos *et al.*, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, foi realizada, pela primeira vez na literatura, a extração e a caracterização do óleo fixo das sementes de *Cenostigma nordestinum*, abrangendo a determinação de suas características físico-químicas e a análise do perfil de ácidos graxos. Os resultados obtidos contribuem para ampliar o conhecimento acerca da composição química dessa espécie e fornecem informações iniciais sobre o potencial de aproveitamento de suas sementes como fonte de óleo vegetal.

Em relação ao processo de extração, o rendimento obtido evidencia a necessidade de estudos adicionais que avaliem diferentes solventes orgânicos, condições experimentais e técnicas de extração, incluindo outras metodologias além da extração em Soxhlet. A comparação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

entre diferentes procedimentos poderá contribuir para a otimização do rendimento extrativo e permitir uma melhor compreensão da influência das condições de extração sobre as características físico-químicas e o perfil de ácidos graxos do óleo.

A análise do perfil de ácidos graxos demonstrou o ácido linoleico como constituinte individualmente majoritário, além da presença de outros ácidos graxos saturados e insaturados em proporções relevantes. Essa composição indica possibilidades de investigação do óleo para diferentes aplicações, incluindo o setor alimentício. Entretanto, a identificação de compostos de interesse não é suficiente para confirmar a segurança ou a viabilidade dessa aplicação. Nesse sentido, estudos futuros devem contemplar avaliações toxicológicas, incluindo ensaios de toxicidade aguda e crônica, bem como investigações relacionadas às propriedades biológicas do óleo.

Quanto ao potencial para produção de biodiesel, a elevada proporção de ácidos graxos identificados demonstra que o óleo apresenta características que justificam sua investigação como matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Entretanto, os resultados obtidos não atenderam integralmente aos padrões brasileiros e europeus aplicáveis ao biodiesel, indicando que a utilização do óleo para essa finalidade depende de estudos complementares, incluindo a produção propriamente dita do biodiesel e a posterior avaliação de suas propriedades de qualidade.

As características físico-químicas determinadas, especialmente os valores de índice de acidez, índice de acidez em ácido oleico e índice de saponificação, apresentaram-se parcialmente fora dos padrões de referência considerados neste estudo. Dessa forma, não é possível confirmar, apenas com os resultados obtidos, a adequação do óleo para aplicações comerciais, alimentícias ou para a produção de biodiesel. A realização das mesmas análises após etapas de refino e purificação constitui uma perspectiva importante para verificar se esses parâmetros podem ser adequados aos requisitos estabelecidos para diferentes aplicações.

Além disso, devido à limitada disponibilidade de amostra, decorrente do baixo rendimento extrativo, e à ausência de determinados reagentes no laboratório da instituição onde a pesquisa foi desenvolvida, não foi possível realizar algumas análises complementares importantes. Entre elas, destacam-se a determinação do índice de peróxido e do índice de iodo, que poderão contribuir para uma avaliação mais abrangente da qualidade e da estabilidade do óleo. Também são recomendados estudos de atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante *in vitro*, além de avaliações toxicológicas, a fim de investigar de maneira mais consistente o potencial do óleo como matéria-prima para aplicações cosméticas e outras finalidades biotecnológicas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

De modo geral, os resultados obtidos demonstram que a caracterização físico-química e a determinação do perfil de ácidos graxos do óleo fixo das sementes de *Cenostigma nordestinum* representam uma contribuição relevante para a área de Química de Produtos Naturais, especialmente por se tratar de uma espécie ainda pouco explorada quanto à composição de seu óleo fixo. Embora o estudo apresente limitações relacionadas ao rendimento de extração, à quantidade de amostra disponível e à realização de análises complementares, os dados obtidos constituem uma base inicial para o desenvolvimento de novas investigações.

Assim, este trabalho amplia o conhecimento científico sobre uma espécie oleaginosa nativa do Nordeste brasileiro e fornece informações que podem subsidiar estudos posteriores voltados à otimização da extração, ao refino, à avaliação da segurança, à investigação das atividades biológicas e à análise de diferentes possibilidades de aproveitamento do óleo. Dessa forma, os resultados apresentados não apenas contribuem para a caracterização química de *Cenostigma nordestinum*, mas também abrem perspectivas para novas pesquisas em Química Orgânica, Química de Produtos Naturais e áreas relacionadas, favorecendo a geração de conhecimento e a investigação de possíveis aplicações para esse recurso vegetal.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 ago. 2014.

ALMEIDA, Katcilanya Menezes de; MEDEIROS, Everaldo Paulo de; GOMES, Josivanda Palmeira; SOUSA, Elisabete Piancó de; SANTOS, José Wellginton dos. Caracterização físico-química de misturas de óleos vegetais para fins alimentares. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 218-222, 2013. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98856/1/reverdagrodesensus.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

ALMEIDA, Maria Cleane Soares de. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas medicinais do Nordeste: *Bauhinia pentandra* (Bong.) D. Dietr. e *Bauhinia monandra* Kurz**. 2015. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

AMARAL, Fabiano Pereira do; BROETTO, Fernando; BATISTELLA, Cesar Benedito; JORGE, Sônia Maria Alves. Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa e amêndoas de frutos de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.] coletada na região de Botucatu-SP. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 12-20, 2011. DOI: https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2011v26n1p12-20.

ARAÚJO, Adjanna Karla Leite; PINHEIRO, Ana Débora Nunes; TOMÉ, Adriana da Rocha; MORAIS, Selene Maia de; OLIVEIRA, Maria Liduina Maia de; FIGUEIREDO, Regina Célia Bressan Queiroz de; NUNES PINHEIRO, Diana Célia Sousa. Atividade cicatrizante do óleo fixo de *Ouratea* spp. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 9, n. 2, p. 154-171, 2015. DOI: https://doi.org/10.5935/1981-2965.20150015.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ARAÚJO, Júlio Maria A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. p. 111.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18. ed. Washington, DC: AOAC, 2005.

ATADASHI, Musa; AROUA, Mohamed Kheireddine; AZIZ, Abdul Abdul Raman. High quality biodiesel and its diesel engine application: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 7, p. 1999-2008, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.020.

ATTIA, Ziv; POGODA, Cloe S.; REINERT, Stephan; KANE, Nolan C.; HULKE, Brent S. Breeding for sustainable oilseed crop yield and quality in a changing climate. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 134, n. 6, p. 1817-1827, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s00122-021-03770-w.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; OLIVEIRA, Maria Isaura Pereira de. **Oleaginosas e seus óleos: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel**. Campina Grande: EMBRAPA, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Dispõe sobre regulamento técnico referente a óleos e gorduras vegetais. Brasília, DF: ANVISA, 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Brasília, DF: ANVISA, 2005.

BRUM, Aelson Aloir Santana; ARRUDA, Lia Ferraz de; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000400005.

CALDEIRA, Vanessa Ferreira; CARVALHO, Ana Flávia Freitas de; ALENCAR FILHO, José Marcos Teixeira de; GUIMARÃES, Amanda Leite; REIS, Sílvio Alan Gonçalves Bomfim; ARAÚJO, Edigênia Cavalcante da Cruz. Chemistry and fatty acid profile of new fixed oils from two *Cenostigma* species: different promising raw material for use in cosmetic emulsions. **Industrial Crops and Products**, v. 196, 116451, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116451.

CHAIYASIT, Wilailuk; ELIAS, Ryan J.; MCCLEMENTS, D. Julian; DECKER, Eric A. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, n. 3, p. 299-317, 2007. DOI: https://doi.org/10.1080/10408390600754248.
CHEW, Sook Chin. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: chemistry and functionality. **Food Research International**, v. 131, 108997, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108997.

CHOE, Eunok; MIN, David B. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, n. 4, p. 169-186, 2006. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x.

CHRISTIE, W. W.; HAN, X. **Lipid analysis: isolation, separation, identification and lipidomic analysis**. 4. ed. Bridgwater, UK: Oily Press, 2010.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Procedural manual**. 24. ed. Rome: FAO/WHO, 2015.
CÓRDULA, Elisabeth; MORIM, Marli Pires; ALVES, Marccus. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 505-516, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/S2175-78602014000200012.

CORREIA, Iara Michelle Silva; ARAÚJO, Giselle; PAULO, João Bosco Araújo; SOUSA, Elisa Maria Bittencourt Dutra. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) e coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, Natal, v. 10, n. 10, p. 1-7, 2014. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1584/941. Acesso em: 22 set. 2024.

DÍAZ ÁLVAREZ, Mary Carmen; GUERRERO ARRELUCEA, Sheyla Melina. **Influencia del índice de acidez en el poder calorífico del biodiesel, obtenido a partir de aceites reciclados de cocina**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Energia) – Universidad Nacional del Santa, Chimbote, 2018.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 14214:2003: automotive fuels – fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines – requirements and test methods**. Brussels: CEN, 2003.

FARIA, Elaine Alves de; LELES, Maria Inês Gonçalves; IONASHIRO, Massao; ZUPPA, Tatiana de Oliveira; ANTONIOSI FILHO, Nelson Roberto. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 111-119, 2002. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-46702002000100010.

FRANKEL, E. N. **Lipid oxidation**. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2014.

GAEM, Paulo Henrique. *Cenostigma*. In: **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB605753. Acesso em: 4 set. 2024.

GAGNON, Edeline; BRUNEAU, Anne; HUGHES, Colin; QUEIROZ, Luciano Paganucci; LEWIS, Gwilym P. A new generic system for the pantropical Caesalpinia group (Leguminosae). **PhytoKeys**, v. 71, p. 1-160, 2016. DOI: https://doi.org/10.3897/phytokeys.71.9203.

GÖRS, Paul E.; AYALA-CABRERA, Juan F.; MECKELMANN, Sven W. Unraveling the double bond position of fatty acids by GC-MS using electron capture APCI and in-source fragmentation patterns. **Journal of the American Society for Mass Spectrometry**, v. 34, n. 11, p. 2538-2546, 2023. DOI: https://doi.org/10.1021/jasms.3c00257.

GROSS, Jürgen H. **Mass spectrometry: a foundation course**. 3. ed. Cham: Springer, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-54398-7.

GUNSTONE, Frank D. Vegetable oils. In: SHAHIDI, F. (ed.). **Bailey's industrial oil and fat products**. 6. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. p. 213-267. DOI: https://doi.org/10.1002/047167849X.bio018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

INNES, Jacqueline K.; CALDER, Philip C. Omega-6 fatty acids and inflammation. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 132, p. 41-48, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.plefa.2018.03.004.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives**. 7. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987. v. 1.

KNOTHE, Gerhard. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. **Fuel Processing Technology**, v. 86, n. 10, p. 1059-1070, 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2004.11.002.

KNOTHE, Gerhard. Some aspects of biodiesel oxidative stability. **Fuel Processing Technology**, v. 88, n. 7, p. 669-677, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2007.01.005.

MAIA, Gerda Nickel. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1. ed. Fortaleza: Leitura & Arte, 2004.

MARQUES, Elizabeth Rosemeire. **Alterações químicas, sensoriais e microscópicas do café cereja descascado em função da taxa de remoção de água**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MATOS, Isabela; DOURADO, Douglas; PEREIRA, Neila de Paula. Prospection of fixed oils from Brazilian and African flora in sustainable cosmetology. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 18-37, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291357328_PROSPECTION_OF_FIXED_OILS_FROM_BRAZILIAN_AND_AFRICAN_FLORA_IN_SUSTAINABLE_COSMETOLOGY. Acesso em: 22 set. 2024.

MENEZES, Maísa Lopes de. **Estudo dos processos de secagem e de extração para produção do óleo bruto de semente de uva**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

MOURA, Carla Verônica Rodarta; SILVA, Bruno Rodrigues; CASTRO, Gil; MOURA, Edmilson Miranda; VELOSO, Marcos Emanuel da Costa; SITTOLIN, Ilza Maria; ARAUJO, Eugênio. Caracterização físico-química de óleos vegetais de oleaginosas adaptáveis ao Nordeste brasileiro com potenciais para produção de biodiesel. **Revista Virtual de Química**, Teresina, v. 11, n. 3, p. 573-595, 2019. DOI: https://doi.org/10.21577/1984-6835.20190044.

OSAKI, Mauro; BATALHA, Mario Otávio. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 227-241, 2011. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/878/87819763006.pdf. Acesso em: 9 set. 2024.

QUEIROZ, Luciano Paganucci de. **Leguminosas da Caatinga**. 1. ed. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

RAMOS, María Jesús; FERNÁNDEZ, Carmen María; CASAS, Abraham; RODRÍGUEZ, Lourdes; PÉREZ, Angel. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 1, p. 261-268, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.039.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RÉBUFA, Catherine; ARTAUD, Jacques; LE DRÉAU, Yveline. Walnut (*Juglans regia* L.) oil chemical composition depending on variety, locality, extraction process and storage conditions: a comprehensive review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 110, 104534, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104534.

REDA, Seme Youssef; CARNEIRO, Paulo Barbosa. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, Bagé, n. 27, p. 60-67, 2007. Disponível em: https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/disciplinas/files/2008/04/art07.pdf. Acesso em: 9 set. 2024.

REIS, Yasmin Louvain dos. **Caracterização de óleos vegetais com potencial uso cosmético**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

REMÉDIOS, Cláudio Márcio Rocha; NUNES, Edson Carlos de Barros; CABRAL, Alex Freitas; NERO, Del; ALCANTARA JÚNIOR, Paulo; MOREIRA, Sanclayton Geraldo Carneiro. Estudo espectroscópico de óleos derivados de frutos da palma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Foz do Iguaçu: CBECiMat, 2006.

RIBEIRO, Eliana Paula; SERAVALLI, Elisena. **Química de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2004.

SILVA, João Vitor Vicente da; MACIEL, Paula de Miranda Costa; SILVA, Eduardo Rodrigues da; MACEDO, Rosana Candida; SANTIAGO, Ana Lucia da Anunciação; PEREIRA, Debora Lopes Emerich; LIMA, Murilo Marinho de Castro; FERREIRA, Meire Jéssica Azevedo. Extração, caracterização e avaliação do potencial antioxidante do óleo fixo de semente de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, p. 1-19, 2023. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40606.

SOARES, Jéssica Maria Alexandre; SILVA JÚNIOR, Elenildo Dário da; VERAS, Bruno Oliveira de; YARA, Ricardo; ALBUQUERQUE, Priscilla Barbosa Sales de; SOUZA, Marthyna Pessoa de. Active biodegradable film based on chitosan and *Cenostigma nordestinum* extracts for use in the food industry. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 30, p. 217-231, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s10924-021-02192-5.

SOUZA, Luana Thayná Dantas de. **Quantificação dos taninos das diferentes partes da *Cenostigma nordestinum***. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2021.

SUPRIYANTO, E.; SENTANUHADY, J.; DWIPUTRA, A.; PERMANA, A.; MUFLIKHUN, M. A. The recent progress of natural sources and manufacturing process of biodiesel: a review. **Sustainability**, v. 13, n. 10, 5599, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13105599.

VIEIRA, José Sebastião; SOUSA, Taís; ROSAS, Luzilene; LIMA, Ana; RONCONI, Célia; MOTA, Cláudio. Esterificação e transesterificação homogênea de óleos vegetais contendo alto teor de ácidos graxos livres. **Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 10-16, 2018. DOI: https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170148.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

VOON, Phooi Tee; NG, Choon Ming; NG, Yen Teng; WONG, Yen Jun; YAP, Sia Yen; LEONG, Siew Lian; YONG, Xiou Shuang; LEE, Shaun Wen Huey. Health effects of various edible vegetable oil: an umbrella review. **Advances in Nutrition**, v. 15, n. 9, 100276, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100276.

WAKTOLA, Habtewold Deti; ZENG, Annie Xu; CHIN, Sung Tong; MARRIOTT, Philip. Advanced gas chromatography and mass spectrometry technologies for fatty acids and triacylglycerols analysis. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 129, 115957, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115957.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.