

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL

INSTITUTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

CURSO DE FARMÁCIA

RUANE DE OLIVEIRA SANTOS

EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS EXTRAÍDOS DE RESÍDUOS DE MACROALGAS MARINHAS
DO LITORAL SUL DE ALAGOAS PARA APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

MACEIÓ/AL

2025

RUANE DE OLIVEIRA SANTOS

EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS EXTRAÍDOS DE RESÍDUOS DE MACROALGAS MARINHAS
DO LITORAL SUL DE ALAGOAS PARA APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao
instituto de Ciências Farmacêuticas da
Universidade Federal de Alagoas, como parte das
exigências para obtenção do título de Bacharel em
Farmácia.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Adriana Carla de Oliveira
Lopes

MACEIÓ/AL

2025

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que **Ruane de Oliveira Santos**, matrícula **19110636**, teve seu Trabalho de Conclusão de Curso "**Extração dos óleos extraídos de resíduos de macroalgas marinhas do litoral Sul de Alagoas para aplicações biotecnológicas**" avaliado e aprovado com nota 9,0 (nove), pela Banca Examinadora, listada abaixo, em 28/04/2025.

Orientadora: Profª. Drª Adriana Carla de Oliveira Lopes

Membro da Banca: Profª. Drª Êurica Adélia Nogueira Ribeiro



Documento assinado digitalmente

WALTER ALVINO DA SILVA

Data: 06/05/2025 21:08:00-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Maceió, 06 de maio de 2025.

DECLARAÇÃO

REVISTA DELOS, ISSN 1988-5245, declara para os devidos fins, que o artigo intitulado Extração dos óleos extraídos de resíduos de macroalgas marinhas do litoral Sul de Alagoas para aplicações biotecnológicas de autoria de Adriana Carla de Oliveira Lopes, Ruane de Oliveira Santos, Ligia Maria Manzine Costa, Luanda Regina Reis Lima, Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi, Éllen Patrícia de Albuquerque Cavalcante, Bruno Santana dos Santos, Maria Júlia Medeiros Vieira, Karolaine Ramos Monteiro, Douglas Felipe Nogueira Rocha, Alexsandro Aleixo Pereira da Silva, Sebastiana Luciene Silva dos Santos, Carla Thayse dos Santos Alves, Isabela Nunes de Oliveira, foi publicado no v.18, n.64, de 2025.

A revista é on-line, e os artigos podem ser encontrados ao acessar o link:

<https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/issue/view/69>

DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n64-029>

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

Curitiba, 10 de fevereiro de 2025.

Equipe Editorial



**EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS EXTRAÍDOS DE RESÍDUOS DE MACROALGAS
MARINHAS DO LITORAL SUL DE ALAGOAS PARA APLICAÇÕES
BIOTECNOLÓGICAS**

**EXTRACTION OF OILS EXTRACTED FROM MARINE MACROALGAE RESIDUES
FROM THE SOUTHERN COAST OF ALAGOAS FOR BIOTECHNOLOGICAL
APPLICATIONS**

**EXTRACCIÓN DE ACEITES DE RESIDUOS DE MACROALGAS MARINAS EN LA
COSTA SUR DE ALAGOAS PARA APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS**

Adriana Carla de Oliveira Lopes

Doutora em Materiais

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Maceió – Alagoas, Brasil

E-mail: carla.oliveira.lopes@gmail.com

Ruane de Oliveira Santos

Graduanda em Farmácia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Maceió – Alagoas, Brasil

E-mail: ruane.santos@icf.ufal.br

Ligia Maria Manzine Costa

Pós-doutora em Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade de São Paulo

Endereço: Ilha Solteira – São Paulo, Brasil

E-mail: ligia.manzine@unesp.br

Luanda Regina Reis Lima

Doutora em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

Endereço: Palmares – Pernambuco, Brasil

E-mail: luandar.lima@gmail.com

Mirian Batista de Oliveira Bortoluzzi

Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Instituição: Universidade Anhanguera

Endereço: Nova Andradina – Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: mirian_bortoluzzi@ufms.br

Éllen Patrícia de Albuquerque Cavalcante

Mestranda em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

Endereço: Caruaru – Pernambuco, Brasil

E-mail: ellenpaty27@gmail.com

Bruno Santana dos Santos

Graduado em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: bbrunosantana3@gmail.com

Maria Júlia Medeiros Vieira

Graduanda em Farmácia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Maceió – Alagoas, Brasil

E-mail: majuvieira0311@gmail.com

Karolaine Ramos Monteiro

Graduanda em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: karolainerm74@gmail.com

Douglas Felipe Nogueira Rocha

Graduado em Engenharia de Pesca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: feldoug@gmail.com

Alexsandro Aleixo Pereira da Silva

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

Endereço: Maceió – Alagoas, Brasil

E-mail: alexsandro.aleixo@yahoo.com.br

Sebastiana Luciene Silva dos Santos

Mestranda em Administração Pública

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: sebastiana.santos@penedo.ufal.br

Carla Thayse dos Santos Alves

Graduada em Biologia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: carlathayse97@gmail.com

Isabela Nunes de Oliveira

Graduada em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Federal de Alagoas

Endereço: Penedo – Alagoas, Brasil

E-mail: isabela.oliveira@arapiraca.ufal.br

RESUMO

As algas marinhas já são empregadas em diversos produtos e com diversas finalidades, que vão desde alimentos até medicamentos. Elas representam um recurso natural que pode disponibilizar uma variedade de compostos com propriedades bioativas benéficas, tais como ações antioxidantes, anti-inflamatórias, antienvelhecimento, entre outros. Embora as pesquisas estejam voltadas para a exploração de suas propriedades e das commodities já vendidas, elas certamente poderiam ser ainda mais investigadas e exploradas de maneira sustentável. Pode-se encontrar, em algumas praias do litoral sul de Alagoas, resíduos de macroalgas nas areias trazidas pela ação das ondas, resultando em problemas para a saúde pública e que resulta em uma perda de potencial de valorização deste recurso. Logo, este trabalho teve por objetivo estudar os métodos de extração do óleo de resíduos de macroalgas marinhas encontrados nas praias do litoral sul de Alagoas, bem como analisar a viabilidade deste óleo, como fonte de ácidos graxos, para aplicações biotecnológicas. Os métodos de extração a serem avaliados foram: o método de extração por ultrassom e o método de extração soxhlet. Após cada processo de extração aqui mencionado, foi determinada a quantidade de óleo obtida. Os resultados do trabalho apresentaram que o processo de extração do óleo mais viável foi o método extração por solvente a quente e que as macroalgas marinhas pardas e vermelhas foram as que apresentaram maior quantidade de óleo extraído.

Palavras-chave: macroalgas marinhas, extração de óleo, aplicações biotecnológicas, resíduos.

ABSTRACT

The marine macroalgae is already used in various products and for different purposes, ranging from food to medicine. They represent a natural resource that can provide a variety of compounds with beneficial bioactive properties, such as antioxidant, anti-inflammatory, anti-aging actions, among others. Although research is focused on exploring its properties and commodities already sold, they could certainly be further investigated and explored in a sustainable way. On some beaches on the south coast of Alagoas, macroalgae residues can be found in the sand brought by wave action, resulting in problems for public health and resulting in a loss of potential for valuing this resource. Therefore, this work aimed to study the methods of extracting oil from marine macroalgae residues found on the beaches of the southern coast of Alagoas, as well as analyzing the viability of this oil, as a source of fatty acids, for

biotechnological applications. The extraction methods to be evaluated were: the ultrasound extraction method and the soxhlet extraction method. After each extraction process mentioned here, the amount of oil obtained was determined. The results of the work showed that the most viable oil extraction process was the hot solvent extraction method and that brown and red marine macroalgae were the ones that presented the greatest amount of extracted oil.

Keywords: marine macroalgae, oil extraction, biotechnological applications, waste.

RESUMEN

Las algas ya se utilizan en diversos productos y con distintos fines, que van desde la alimentación hasta la medicina. Representan un recurso natural que puede aportar una variedad de compuestos con propiedades bioactivas beneficiosas, como acciones antioxidantes, antiinflamatorias, antienvjecimiento, entre otras. Aunque la investigación se centra en explorar sus propiedades y productos ya vendidos, ciertamente podrían investigarse y explorarse más a fondo de manera sostenible. En algunas playas del litoral sur de Alagoas, se pueden encontrar residuos de macroalgas en la arena arrastrada por la acción de las olas, generando problemas para la salud pública y pérdida de potencial de valorización de este recurso. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo estudiar los métodos de extracción de aceite a partir de residuos de macroalgas marinas encontrados en las playas de la costa sur de Alagoas, así como analizar la viabilidad de ese aceite, como fuente de ácidos grasos, para aplicaciones biotecnológicas. Los métodos de extracción a evaluar fueron: el método de extracción por ultrasonido y el método de extracción soxhlet. Luego de cada proceso de extracción aquí mencionado, se determinó la cantidad de aceite obtenido. Los resultados del trabajo demostraron que el proceso de extracción de aceite más viable fue el método de extracción por solvente caliente y que las macroalgas marinas marrones y rojas fueron las que presentaron mayor cantidad de aceite extraído.

Palabras clave: macroalgas marinas, extracción de petróleo, aplicaciones biotecnológicas, residuos.

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 70% da superfície da Terra é coberta por água marinha e, portanto, o mundo marinho abriga uma enorme diversidade de espécies. Vários organismos foram propostos como fontes de compostos benéficos conhecidos e outras novas moléculas com potencial biológico (Barbosa et al., 2020; Gnanavel *et al.*, 2019). Atualmente, existem mais de 200.000 espécies marinhas eucarióticas validadas, entre as quais, as algas contribuem com quase 44.000 espécies descritas (Lourenço-Lopes *et al.*, 2020). Entre as algas, as macroalgas (também chamadas de algas marinhas) constituem uma nova fonte de compostos, pois têm sido usadas tradicionalmente para fins nutricionais ou medicinais (Leandro e Gonçalves, 2020). Elas são definidas como organismos fotossintéticos eucarióticos macroscópicos marinhos. Entre elas, muitas divisões podem ser estabelecidas dependendo dos critérios escolhidos, no entanto, a classificação mais comum divide as macroalgas em três grupos dependendo de seus pigmentos: algas verdes (*Chlorophyta*), vermelhas (*Rhodophyta*) e marrons (*Phaeophyceae*) (Spalding *et al.*, 2019; Pepper e Gentry, 2015).

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) são de extrema importância para o metabolismo humano. Eles são os principais componentes dos fosfolipídios da membrana celular (Calder, 2010) e podem estar presentes em óleos de armazenamento celular (Gill, 1997). Além disso, os AGP são usados na biossíntese de eicosanoides, moléculas de sinalização semelhantes a hormônios, que incluem tromboxanos, prostaglandinas e leucotrienos (Radwan, 1991). Considerando seu papel fundamental no metabolismo, não é nenhuma surpresa que propriedades benéficas tenham sido atribuídas aos AGP, como antibacteriana (Ward, 2005; Huang e Ebersole, 2010; Guedes *et al.*, 2019), anti-inflamatória (PULZ e GROSS, 2004; Schmitz, 2008), antioxidante (Plaza, 2009), prevenção de doenças cardíacas (Mozaffarian, 2011) e inibição da progressão tumoral (Field, 2004). Tais propriedades são indicativas do potencial dos AGP para fins nutracêuticos e farmacêuticos.

Quase todos os ácidos graxos insaturados de cadeia longa necessários são sintetizados por vertebrados por meio de várias etapas de alongamento e dessaturação (Radwan, 1991). As exceções são o ácido α -linolênico (ALA) e o ácido linoleico (LA).

As principais fontes conhecidas de ALA e LA são óleos de peixe e vegetais. Tendo em mente que o peixe é uma fonte de alimento de alto valor nutricional bastante consumido, bem como algumas espécies estão em declínio (Patil *et al.*, 2007; Lawson e Jackson, 2024) e que há um interesse comercial crescente nesses ácidos graxos de cadeia longa (Lindequist *et al.*, 2001), uma fonte alternativa de AGP essencial deve ser encontrada. Apesar de sua abundância, as macroalgas são mal exploradas e, embora seu conteúdo lipídico total seja geralmente baixo (Van Ginneken *et al.*, 2011), elas contêm uma alta proporção de AGP, combinados com outros metabólitos secundários interessantes (por exemplo, polissacarídeos, vitaminas, proteínas). Junto com a relativa facilidade de cultivo e coleta de macroalgas [Kumari *et al.*, 2010)], isso sugere que esses organismos fotossintéticos marinhos podem ser fontes viáveis e sustentáveis de AGP.

Logo, uma vez que há um interesse em buscar uma rota alternativa para a utilização destes resíduos de macroalgas marinhas encontradas nas praias do litoral sul de Alagoas e que causam problemas aos moradores e visitantes destas regiões, o presente trabalho analisou os métodos de extração do óleo, como fonte de AGP, de diversas algas verdes (*Chlorophyta*), vermelhas (*Rhodophyta*) e marrons (*Phaeophyceae*), encontradas no litoral sul de Alagoas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As algas são um grupo heterogêneo de organismos autotróficos que compreendem diversas linhas de evolução paralela. Existem cerca de 50.000 espécies que incluem formas de vida unicelulares e multicelulares de até 50 metros de comprimento. Habitam ambientes marinhos, de água doce e terrestres, onde são a base da vida. numerosas parcelas tróficas; Conferem estrutura e diversidade a diferentes habitats, cumprindo uma ampla gama de funções ecológicas (Bellorín *et al.*, 2022).

O homem utiliza algas macroscópicas de diferentes maneiras, muitas são utilizadas como alimento humano ou matéria-prima para obtenção de géis para uso industrial, também são utilizadas como fertilizantes. Do ponto de vista nutricional, as algas são uma importante fonte de proteínas (algas vermelhas e verdes 10-47%; algas castanhas 5-24%), minerais (8-40%) e lípidos (1 - 2%) e alto teor de fibra alimentar, que varia entre 33 e 50% (Mohamed *et al.*, 2012).

Estudos recentes na investigação de fármacos provenientes de produtos naturais têm demonstrado que as algas biossintetizam compostos com uma vasta gama de actividade biológica, com potenciais benefícios para a saúde pública, de elevado valor nas indústrias

alimentar e farmacêutica, tais como: ácidos gordos, esteróides, carotenóides, polissacáridos, lectinas, compostos halogenados, policetídeos, toxinas e aminoácidos semelhantes à micosporina (Banu, *et al.*, 2020; Adarshan *et al.*, 2024).

As algas marinhas são ricas em ácidos graxos poliinsaturados ou AGP, que têm sido amplamente investigados devido ao seu potencial uso no tratamento de doenças como câncer, artrite, distúrbios cardiovasculares entre outras (LI et al. 2002; Kumari *et al.*, 2010; Adarshan *et al.*, 2024).

Os AGPs podem ser classificados em famílias cujo nome depende da posição da ligação dupla em relação ao grupo metil terminal. As três famílias principais são a do ácido oleico: ômega 9 (ω -9), a do ácido linoléico: ômega 6 (ω -6) e o do ácido linolênico: ômega 3 (ω -3). Os ácidos graxos da série ω -6 e ω -3 são essenciais para os mamíferos, o que significa que não podem ser sintetizados por eles, mas devem ser fornecidos através da dieta, cada um deles tendo funções específicas no organismo, por exemplo. Os ácidos graxos da série ω -6 são necessários principalmente para o crescimento, reprodução e manutenção da integridade da pele, enquanto os ácidos graxos da série ω -3 são envolvidos no desenvolvimento e funcionamento da retina e do córtex cerebral (Banu, *et al.*, 2020), além disso, sua deficiência está relacionada à dificuldade de aprendizagem durante o desenvolvimento inicial do cérebro e pode desempenhar um papel muito importante na prevenção da esclerose múltipla (Simopoulos, 2002).

Na área de cosméticos, muitos desses ácidos graxos mono e poliinsaturados são de interesse, pois são substâncias relevantes na composição de loções solares bloqueadoras de UV e produtos antirrugas (Helme, 1990). Uma consideração de grande interesse na maricultura é que os AGPs de algas com 20 e 22 átomos de carbono, sejam da série ω -3 ou ω -6, são nutricionalmente importantes (Fao, 2020).

Devido a ação das ondas, é comum encontrar na praia do pontal do Peba, litoral sul de Alagoas, toneladas de resíduos de sargação (*Sargassum vulgare*), gerando problemas aos moradores e visitantes do local por conta do apodrecimento da alga marinha, a qual exala mau cheiro e ocupação de espaço. Mesmo estes resíduos podendo ser usados como adubo nos coqueirais da região, a quantidade retirada em carroças para aproveitamento do material orgânico é insuficiente para limpar a beira-mar por completo, segundo os moradores da comunidade (Vinicius, 2020). Além do *Sargassum*, outras espécies de macroalgas, trazidas pela força dos ventos, são encontradas no litoral sul de Alagoas, tais como *Ulva lactuca*, *Cryptonemia crenulata*, entre outras. Portanto, a utilização destes resíduos de macroalgas marinhas no que diz respeito a

extração de óleo desta matéria para diversas aplicações biotecnológicas, especialmente na área da saúde, seria uma rota alternativa para empregar esta biomassa.

3. METODOLOGIA

3.1 COLETA DE MACROALGAS MARINHAS

Foi realizada a coleta de macroalgas na praia pontal do peba, localizada no município de piaçabuçu, no estado de alagoas (Figura 1).

Figura 1. Coleta de macroalgas marinhas no litoral sul de Alagoas.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

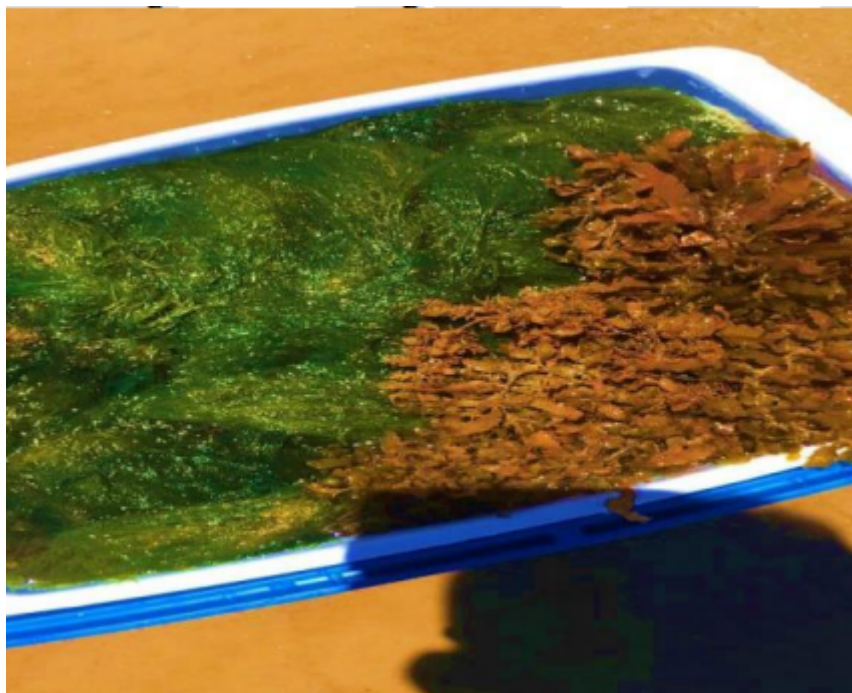
A Praia do Pontal do Peba foi escolhida dentre todas as outras do litoral sul de Alagoas, pois consta os três tipos de macroalgas marinhas que foram citadas anteriormente, como mostra as Figuras 2 e 3.

Figura 2. Macroalgas verde e vermelha.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Figura 3. Macroalgas verde e vermelha.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

3.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO MACROALGAS MARINHAS

Foi estabelecida uma massa de 12 g para cada amostra de macroalgas das espécies pardas, verdes e vermelhas, conforme Figura 4. A composição dos ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa. Para cada processo de extração, o rendimento do óleo é calculado usando a seguinte equação:

$$\text{Quantidade de óleo} = \frac{m_{\text{óleo}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100 \quad (1)$$

onde:

m_{amostra} é a massa da amostra de macroalga submetida ao processo de extração;

$m_{\text{óleo}}$ é a massa do óleo obtida após o processo de extração.

Figura 4. Espécies de macroalgas utilizadas na extração do óleo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.1 Extração pelo método ultrassom por banho

A técnica ultrassonográfica consiste em expor a macroalga a ondas acústicas de uma determinada frequência, o uso de ondas acústicas para destruição da parede celular das macroalgas foi estudado entre outros por Faerman *et al.* (2002), que demonstraram experimentalmente que a aplicação do ultrassom em baixa frequência, causa forte destruição celular, até mesmo maior do que quando ondas de alta frequência são aplicadas.

O estudo da extração por ultrassom foi realizado com 12 g de cada amostra de macroalgas marinhas (pardas, verdes e vermelhas), utilizando-se como solvente o hexano, na proporção 1:5. O tempo de extração foi de 120 minutos. Essas amostras foram imersas em um erlenmeyer e cobertas pelo solvente hexano. Posteriormente esses recipientes foram mergulhados no banho ultrassônico modelo USC – 1800 frequência 40 kHz e potência 154 W, a temperatura ambiente, conforme Figura 5. Após o este procedimento, cada amostra de macroalgas foi filtrada e separada do solvente orgânico. O solvente hexano foi separado do óleo de macroalgas utilizando via processo de rota-evaporação.

Figura 5. Espécies de macroalgas utilizadas na extração do óleo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.2 Extração extração por solvente a quente (soxhlet)

Foram pesadas 12 g de cada espécie de macroalgas marinhas (pardas, verdes e vermelhas), empregando-se n-hexano (faixa de ebulição de 68-70°C), segundo metodologia de Cravotto (2008).e o óleo foi obtido após o solvente ter sido rota-evaporado.

O aparelho Soxhlet foi carregado com as macroalgas no dedal equipado com papel filtro. O balão de fundo redondo foi preenchido com n-hexano na quantidade de 750 ml, e o processo foi realizado. Ao final de cada experimento, o óleo foi extraído da mistura óleo-solvente através do processo de destilação, aquecendo-os a uma temperatura de 70°C (faixa de ebulição do n hexano).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização dos processos de extração do óleo pode-se constatar que:

- com relação as macroalgas pardas (marrons) utilizando o método de extração hexano a quente foi obtida uma quantidade de óleo igual a 37,24%, este método de extração foi mais eficiente do que o método de ultrassom por banho cuja quantidade de óleo obtida correspondeu a 0,9%;
- nas macroalgas vermelhas pelo método de extração utilizando o solvente hexano a quente foi obtida uma quantidade de óleo igual a 34,76%, enquanto pelo método de ultrassom por banho a quantidade de óleo obtida correspondeu a 0,9%;
- nas macroalgas verdes pelo método pelo método de extração utilizando o solvente hexano a quente foi obtida uma quantidade de óleo igual a 1,89%. Já para o método de ultrassom por banho a quantidade de óleo obtida correspondeu a 0,9%.

Na literature há poucos trabalhos envolvendo a avaliação dos métodos de extração de óleo de resíduos de macroalgas marinhas, no entanto de acordo com os métodos de extração de óleo de algas utilizado por Abdullah, Amran e Yasin (2017) a utilização de aquecimento durante o processo de extração favorece a obtenção do óleo de algas, o que pode ser constatado nos ensaios do presente trabalho, onde foi utilizado o método por solvente hexano a quente, o qual demonstrou ser mais eficiente do que o método ultrassom por banho a temperature ambiente.

Com relação ao melhor tipo de macroalga para obtenção de maior quantidade de óleo, a macroalga marrom foi a melhor para este fim, já a macroalga verde foi a espécie com menor quantidade de óleo extraído utilizando as mesmas condições de extração. Este resultado pode ser também observado por Matanjun *et al.* (2009), Ortiz *et al.* (2009) e Lorenzo *et al.* (2017).

A Tabela 1 mostra os resultados da composição de ácidos graxos, via cromatografia gasosa, dos óleos dos resíduos de macroalgas marinhas coletadas nas praias do litoral sul de Alagoas obtido por extração via solvente a quente (soxhlet), melhor método identificado neste trabalho.

Tabela 1. Composição de ácidos graxos do óleo de macroalgas marinhas obtido por extração via solvente a quente (soxhlet)

Espécie	Ácidos graxos Porcentagem por peso		
	Oléico C18:1	Linoléico C18:2	Linolênico C18:3
Alga marrom	32	36	0,12
Alga vermelha	28	29	0,8
Alga verde	9	5	0,009

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os ácidos predominantes foram os ácidos oleico e linoleico, o que está de acordo com os registros da literatura por Matanjun *et al.* (2009), Ortiz *et al.* (2009) e Lorenzo *et al.* (2017).

Assim, o método proposto de extração do óleo de macroalgas marinhas por solvente hexano a quente apresentou-se ser uma opção atrativa de processo extrativo, além de ser simples e acessível.

5. CONCLUSÃO

Pôde-se constatar o que menciona a literatura no que diz respeito à extração de óleo das macroalgas marinhas. Estas apresentam quantidades menores de óleo do que as microalgas. Apesar deste fato, pôde-se extrair o óleo destas macroalgas, bem como avaliar os métodos de extração do óleo escolhidos neste trabalho.

As algas marinhas incluem uma riqueza de compostos bioativos que poderiam ser usados para desenvolver novos ingredientes funcionais para alimentos, bem como uma estratégia terapêutica ou de prevenção para doenças crônicas. As algas marinhas podem ser uma fonte alternativa de substâncias sintéticas que podem ajudar à aumentar o bem-estar do consumidor através da sua incorporação em novos alimentos funcionais ou medicamentos, uma vez que os consumidores têm prestado muita atenção recentemente aos compostos bioativos naturais como ingredientes funcionais nos alimentos.

Desta forma o presente trabalho demonstrou que o óleo de resíduos de macroalgas marinhas pode sim ser utilizado em diversas aplicações biotecnológicas, bem como apresentou uma rota alternativa para o emprego destas algas do litoral sul de Alagoas trazidas pela ação das ondas e que geram problemas aos moradores e visitantes das praias deste litoral.

6. FINANCIAMENTO

Os autores gostariam de agradecer a Bolsa de Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas, que apoiou totalmente esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abdullah, N.; Amran, N.A.; Yasin, N.H. M., Algae oil extraction from freshwater microalgae *Chlorella vulgaris* —**Journal of Analytical Sciences**, Malaysian, v. 21. n. 3, p. 735 – 744, 2017.
- Adarshan, S.; Sree, V.S.S.; Muthuramalingam, P.; Nambiar, K.S.; Sevanan, M.; Satish, L.; Venkidasamy, B.; Jeelani, P.G.; Shin, H. Understanding Macroalgae: A Comprehensive Exploration of Nutraceutical, Pharmaceutical, and Omics Dimensions. **Plants**, **2024**, *13*, 113.
- Attah J. C. e Ibemesi J. A., Extração por solvente dos óleos de sementes de borracha, melão, abóbora e feijão oleaginoso, *Journal of the American Oil Chemists Society*. (1990) 67, não. 1, 25–27.
- Banu, J.R.; Kavitha, S.; Kannah, R.Y.; Usman, T.M.M.; Kumar, G. Application of Chemo Thermal Coupled Sonic Homogenization of Marine Macroalgal Biomass for Energy Efficient

Volatile Fatty Acid Recovery. *Bioresour. Technol.* **2020**, *303*, 122951.

Barbosa F., Pinto E., Kijjoo A., Pinto M., Sousa E. Targeting antimicrobial drug resistance with marine natural products. *Int. J. Antimicrob. Agents* **2020**; *5*:106005.

Bellorín, A., c. BulBoA & c. Ioretto. 2022. *Algas. Una introducción a la ecología*. Santiago RIL Editores, Universidad Andrés Bello, Chile. 696 pp.

Calder, P.C. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes. *Nutrients* **2010**, *2*, 355–374.

Cravotto G, Boffa L, Mantegna S, Perego P, Avogadro M, Cintas P. (2008), Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. *Ultrasonics Sonochemistry*; *15*(5):898–902.

Faerman, V.; Mukmenev, I.; Shreiber, I. (2002), Sonication of Microalgae and its Precipitation *Acta Acustica united with Acustica*, *88*, 4, 592-593(2).

Fao. The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. 224 pp.

Field, C.J.; Schley, P.D. Evidence for potential mechanisms for the effect of conjugated linoleic acid on tumor metabolism and immune function: Lessons from *n*-3 fatty acids. **Am. J. Clin. Nutr.** **2004**, *79*, 1190–1198.

Gill, I.; Valivety, R. Polyunsaturated fatty acids, part 1: Occurrence, biological activities and applications. **Trends Biotechnol.** **1997**, *15*, 401–409.

Gnanavel V., Roopan S.M., Rajeshkumar S. Aquaculture: An overview of chemical ecology of seaweeds (food species) in natural products. *Aquaculture*. 2019;*507*:1–6.

Guedes, A.C.; Amaro, H.M.; Malcata, F.X. Microalgae as sources of high added-value compounds—a brief review of recent work. **Biotechnol. Progr.** **2011**, *27*, 597–613.

Helme, J. 1990. Lipids and cosmetology. *Rev. Française Des Corps Gras* *37*:379-388.

Huang, C.B.; Ebersole, J.L. A novel bioactivity of omega-3 polyunsaturated fatty acids and their ester derivatives. **Mol. Oral Microbiol.** **2010**, *25*, 75–80.

Kumari, P.; Kumar, M.; Gupta, V.; Reddy, C.R.K.; Jha, B. Tropical marine macroalgae as potential sources of nutritionally important PUFAs. *Food Chem.* 2010, *120*, 749–757.

Kumari, P.; Kumar, M.; Gupta, V.; Reddy, C.R.K.; Jha, B. Tropical marine macroalgae as potential sources of nutritionally important PUFAs. *Food Chem.* 2010, 120, 749–757.

Lawson, L.; Jackson, D. A. Water quality patterns in at-risk fish habitat: Assessing frequency and cumulative duration of chloride guideline exceedance during early life stages of an endangered fish. *Ecological Indicators*, 2024, volume 168.

Leandro A., Pereira L., Gonçalves A.M.M. Diverse applications of marine macroalgae. *Mar. Drugs*. 2020.

Li, X.; Fan, X.; Han, L.; Lou, Q. Fatty acids of some algae from the Bohai Sea. **Phytochemistry**, 2002, 59, 157–161.

Lindequist, U.; Schweder, T. Marine Biotechnology. In *Biotechnology*; Rehm, H.-J., Reed, G., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2001; Volume 10, pp. 441–484.

Lorenzo J.M., Agregán R., Munekata P.E.S., Franco D., Carballo J., Sahin S., Lacomba R., Barba F.J. Proximate composition and nutritional value of three macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Mar. Drugs*. 2017;15:360.

Lourenço-Lopes C., Fraga-Corral M., Jimenez-Lopez C., Pereira A.G., Garcia-Oliveira P., Carpena M., Prieto M.A., Simal-Gandara J. Metabolites from Macroalgae and Its Applications in the Cosmetic Industry: A Circular Economy Approach. *Resources*. 2020;9:101.

Matanjun P., Mohamed S., Mustapha N.M., Muhammad K. Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. *J. Appl. Phycol.* 2009;21:75–80.

MoHAMed, s., s. HAsHiM & H. rAHMAAn. 2012. Seaweeds: A sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends Food Sci. Tech.* 23(2):83-96.

Mozaffarian, D.; Wu, J.H. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease effects on risk factors, molecular pathways and clinical events. **J. Am. Coll. Cardiol.** 2011, 58, 2047–2067.

Ortiz J., Uquiche E., Robert P., Romero N., Quitral V., Llantén C. Functional and nutritional value of the Chilean seaweeds *Codium fragile*, *Gracilaria chilensis* and *Macrocystis pyrifera*. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2009;111:320–327.

Patil, V.; Källqvist, T.; Olsen, E.; Vogt, G.; Gislerod, H.R. Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aquaculture feed. *Aquacult. Int.* 2007, 15, 1–9.

Pepper I.L., Gentry T.J. *Environmental Microbiology: Third Edition*. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2015. Microorganisms Found in the Environment; pp. 9–36.

Plaza, M.; Herrero, M.; Cifuentes, A.; Ibáñez, E. Innovative natural functional ingredients from microalgae. **J. Agric. Food Chem.** 2009, 57, 7159–7170.

Pulz, O.; Gross, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 2004, 65, 635–648.

Radwan, S.S. Sources of C20-polyunsaturated fatty acids for biotechnological use. **Appl. Microbiol. Biot.** 1991, 35, 421–430.

Schmitz, G.; Ecker, J. The opposing effects of *n*-3 and *n*-6 fatty acids. *Prog. Lipid Res.* 2008, 47, 147–155.

Simopoulos, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* 2002, 56, 365–379.

Spalding H.L., Amado-Filho G.M., Bahia R.G., Ballantine D.L., Fredericq S., Leichter J.J., Nelson W.A., Slattery M., Tsuda R.T. *Mesophotic Coral Ecosystems*. Springer; Cham, Switzerland: 2019.

Van Ginneken, V.J.; Helsper, J.P.; de Visser, W.; van Keulen, H.; Brandenburg, W.A. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. *Lipids Health Dis.* 2011, 10, 104.

Ward, O.P.; Singh, A. Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. **Process Biochem.** 2005, 40, 3627–3652.