

Bioeconomia e o uso sustentável da floresta: extração de óleo essencial de resíduos madeireiros de *Ocotea Aff. Aciphylla*

Bioeconomy and sustainable forest use: essential oil extraction from wood residues of *Ocotea Aff. Aciphylla*

Bioeconomía y uso sostenible del bosque: extracción de aceite esencial a partir de residuos madereros de *Ocotea Aff. Aciphylla*

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.22780203>

Recebido: 06 de julho de 2026

Aceito: 13 de agosto de 2026

Publicado: 15 de setembro de 2026

Samara Freire Vale de Andrade

Graduação em Licenciatura em Química
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

✉ samf.valle.andrade@gmail.com

 <http://lattes.cnpq.br/3649455483658844>

 <https://orcid.org/0009-0009-5467-9630>

Raimundo Carlos Pereira Junior

Doutor em Química
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

✉ rcpjuni@uea.edu.br

 <http://lattes.cnpq.br/6267320519434239>

 <https://orcid.org/0000-0002-7253-2095>

Resumo: A bioeconomia oferece alternativas sustentáveis para o aproveitamento integral dos recursos naturais. Este estudo objetivou extrair óleo essencial de resíduos madeireiros de *Ocotea Aff. Aciphylla*, espécie da família Lauraceae popularmente conhecida como “Abacatirana”. Foram utilizadas partes da árvore tradicionalmente consideradas resíduos, como casca, folhas e galhos, visando reduzir desperdícios, agregar valor aos recursos florestais e gerar renda adicional para agricultores. Os óleos essenciais foram obtidos por hidrodestilação com arraste a vapor, utilizando aparelho Clevenger, e analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). Realizaram-se sete extrações: quatro da casca seca, com rendimento máximo de 0,9%, e três do tronco, com rendimento máximo de 0,5%. Em razão do maior rendimento, as análises químicas concentraram-se no óleo extraído da casca. O cromatograma revelou 29 substâncias, entre as quais se destacaram neointermedeol (16,06%), bulnesol (8,08%), guaiol (7,36%), elemol (5,73%), 5-epi-7-epi-eudesmol (5,51%) e terpinen-4-ol (1,65%). Esses compostos apresentam potenciais aplicações nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia, evidenciando a relevância econômica e ambiental da espécie. A abordagem também busca incentivar práticas produtivas sustentáveis e fortalecer cadeias locais baseadas na biodiversidade amazônica e na inovação tecnológica. Os resultados demonstram que a valorização de resíduos madeireiros constitui uma estratégia viável para articular sustentabilidade e bioeconomia, pois reduz desperdícios, amplia o aproveitamento da matéria-prima e favorece o desenvolvimento socioeconômico sustentável de comunidades agrícolas, além de contribuir para a preservação ambiental e o uso responsável da floresta.

Palavras-chave: Lauraceae; óleo essencial; hidrodestilação; *Ocotea Aff. Aciphylla*; bioeconomia.

Abstract: The bioeconomy offers sustainable alternatives for the comprehensive use of natural resources. This study aimed to extract essential oil from wood residues of *Ocotea aff. aciphylla*, a species belonging to the Lauraceae family and popularly known as “abacatirana.” Parts of the tree traditionally regarded as residues, including bark, leaves, and branches, were used to reduce waste, add value to forest resources, and generate

additional income for farmers. The essential oils were obtained by steam hydrodistillation using a Clevenger apparatus and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). Seven extractions were performed: four from dried bark, with a maximum yield of 0.9%, and three from the trunk, with a maximum yield of 0.5%. Due to its higher yield, the chemical analyses focused on the oil extracted from the bark. The chromatogram revealed 29 compounds, among which neointermedeol (16.06%), bulnesol (8.08%), guaiol (7.36%), elemol (5.73%), 5-epi-7-epi-eudesmol (5.51%), and terpinen-4-ol (1.65%) were predominant. These compounds have potential applications in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries, highlighting the economic and environmental relevance of the species. This approach also seeks to encourage sustainable production practices and strengthen local value chains based on Amazonian biodiversity and technological innovation. The results demonstrate that adding value to wood residues is a viable strategy for integrating sustainability and the bioeconomy, as it reduces waste, increases raw material utilization, and promotes the sustainable socioeconomic development of agricultural communities while contributing to environmental conservation and responsible forest use.

Keywords: Lauraceae; essential oil; hydrodistillation; *Ocotea* aff. *aciphylla*; bioeconomy.

Resumen: La bioeconomía ofrece alternativas sostenibles para el aprovechamiento integral de los recursos naturales. Este estudio tuvo como objetivo extraer aceite esencial de residuos madereros de *Ocotea* aff. *aciphylla*, especie perteneciente a la familia Lauraceae y conocida popularmente como “abacatirana”. Se utilizaron partes del árbol tradicionalmente consideradas residuos, como corteza, hojas y ramas, con el propósito de reducir los desperdicios, agregar valor a los recursos forestales y generar ingresos adicionales para los agricultores. Los aceites esenciales se obtuvieron mediante hidrodestilación por arrastre de vapor, utilizando un aparato Clevenger, y se analizaron por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Se realizaron siete extracciones: cuatro de la corteza seca, con un rendimiento máximo del 0,9%, y tres del tronco, con un rendimiento máximo del 0,5%. Debido al mayor rendimiento, los análisis químicos se concentraron en el aceite extraído de la corteza. El cromatograma reveló 29 compuestos, entre los cuales destacaron el neointermedeol (16,06%), el bulnesol (8,08%), el guaiol (7,36%), el elemol (5,73%), el 5-epi-7-epi-eudesmol (5,51%) y el terpinen-4-ol (1,65%). Estos compuestos presentan aplicaciones potenciales en las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria, lo que evidencia la relevancia económica y ambiental de la especie. Este enfoque también busca fomentar prácticas productivas sostenibles y fortalecer las cadenas de valor locales basadas en la biodiversidad amazónica y la innovación tecnológica. Los resultados demuestran que la valorización de los residuos madereros constituye una estrategia viable para integrar la sostenibilidad y la bioeconomía, ya que reduce los desperdicios, amplía el aprovechamiento de la materia prima y favorece el desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades agrícolas, además de contribuir a la conservación ambiental y al uso responsable del bosque.

Palabras clave: Lauraceae; aceite esencial; hidrodestilación; *Ocotea* aff. *aciphylla*; bioeconomía..

1. INTRODUÇÃO

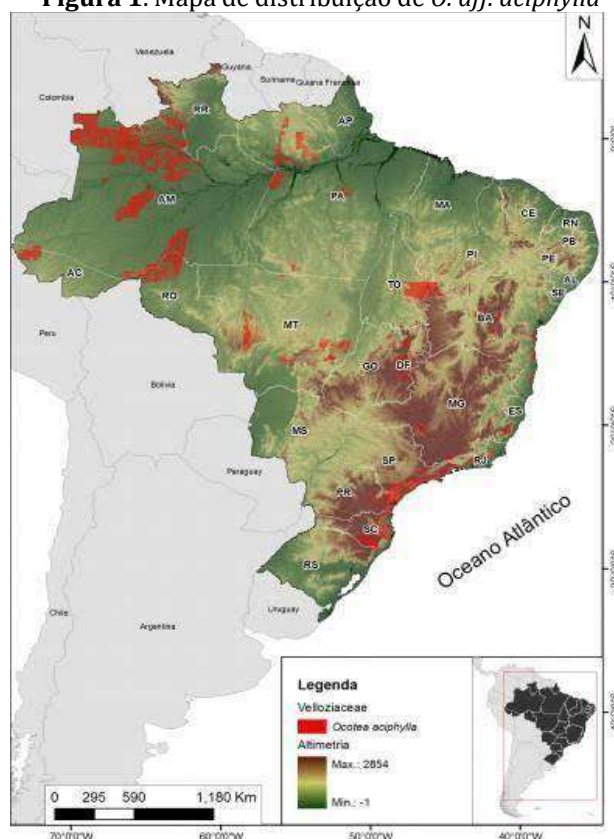
A floresta Amazônica é conhecida por sua extraordinária biodiversidade, é a maior floresta tropical do planeta, abrangendo uma área de aproximadamente 5,5 milhões de km². Este vasto bioma se estende por partes de nove países da América do Sul, com a maior porção localizada no Brasil (Aragón, 2018). Abrigando uma riqueza inigualável de espécies de fauna e flora, muitas delas ainda desconhecidas pela ciência, a Amazônia destaca-se como um dos ecossistemas mais importantes do mundo. Entre as famílias botânicas que se sobressaem neste bioma, a Lauraceae merece atenção especial devido à sua notável diversidade e importância ecológica, tem a função da manutenção da estrutura florestal e nas interações ecológicas.

A família Lauraceae é composta por uma diversidade de plantas que inclui cerca de 27 gêneros, mais de 480 espécies e 1 subespécie, predominantemente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais. As plantas dessa família são, em sua maioria, árvores ou arbustos com folhas simples e frequentemente aromáticas, graças à presença de óleos essenciais (OEs)

(Yamaguchi *et al.*, 2013). Gêneros notáveis como *Ocotea*, *Aniba* e *Nectandra* desempenham um papel crucial na formação do dossel florestal, contribuindo para a regulação dos ciclos de nutrientes e oferecendo suporte à fauna local. Além de enriquecer a diversidade e o funcionamento dos ecossistemas florestais, essas espécies fornecem alimentos e recursos para a fauna, e possuem significativo valor econômico, especialmente na agricultura e na produção de OEs. No Brasil, a importância cultural e científica das Lauraceae ressalta seu potencial para o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade.

No estado do Amazonas, são encontradas aproximadamente 199 espécies pertencentes a 20 gêneros diferentes da família Lauraceae. Entre elas, destaca-se *Ocotea Aff. aciphylla*, popularmente conhecida como “Abacatirana”. Essa espécie ocorre predominantemente em regiões de florestas tropicais úmidas e é uma árvore de médio a grande porte, podendo alcançar até 25 metros de altura (Figura 1). *O. aff. aciphylla* apresenta grande variabilidade fenotípica; no entanto, apesar de sua ampla área de ocorrência, mantém características relativamente uniformes, especialmente em relação aos aspectos florais e frutíferos (Quinet, 2008). Suas folhas são perenes, coriáceas (firmes e duras), com formato lanceolado ou oval e pontas alongadas. Além disso, a madeira de *Ocotea aff. aciphylla* é resistente a insetos, especialmente cupins, o que a torna adequada para usos na construção civil e na fabricação de tabuados de assoalho.

Figura 1. Mapa de distribuição de *O. aff. aciphylla*



Fonte: CNCflora (2012).

A *O. aff. aciphylla* é amplamente reconhecida por sua capacidade de produzir OEs de elevado valor comercial e terapêutico, utilizados nas indústrias de cosméticos, farmacêutica e perfumaria. A extração desses óleos geralmente envolve métodos como destilação por arraste a vapor, hidrodestilação e extração com solventes, processos que buscam preservar e garantir a pureza dos compostos voláteis, como terpenos, fenóis e aldeídos, fundamentais para as propriedades funcionais do óleo (Silveira *et al.*, 2012). A composição química dos OEs varia de acordo com fatores como a espécie, o ambiente de crescimento, a sazonalidade e o método de extração, o que confere características únicas e distintas aplicações a cada óleo produzido.

Além de suas propriedades aromáticas, *O. aff. aciphylla* possui compostos bioativos que são extraídos de resíduos madeireiros, como cascas, serragem e fragmentos de madeira gerados pela exploração florestal. Esses subprodutos, frequentemente tratados como descartes, possuem compostos aromáticos valiosos, aproveitáveis na produção de OEs. Esses óleos têm ampla aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia, destacando-se por suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, que contribuem para sua valorização tanto no mercado nacional quanto no internacional (Martins; Ferreira; Santos, 2022). Além de suas propriedades aromáticas, estudos recentes demonstraram que extratos aquosos e frações de folhas de *O. aff. aciphylla* exibem significativa atividade inibidora da acetilcolinesterase *in vitro*, com baixa neurotoxicidade em cultura de células neuronais (Silva *et al.*, 2017), reforçando o potencial farmacológico dessa espécie.”

Na Figura 2, é possível observar a espécie *O. aff. aciphylla*. A foto foi tirada no município de Tefé, nas comunidades do Andiroba (A1) e do Betel (A2). A árvore encontra-se predominantemente na parte interna da mata (mata fechada). Para os ribeirinhos, a "abacatirana" não possui um valor comercial significativo, sendo utilizada apenas em construções locais ou como adubo para o solo. Apesar do elevado valor econômico dos OEs derivados dessa espécie, a prática de extração ainda é pouco difundida na região, o que contribui para a desvalorização da árvore. Esse cenário resulta em um manejo inadequado e, potencialmente, na extinção da espécie, caso não sejam implementadas estratégias de valorização e aproveitamento sustentável dos recursos que ela oferece.

Figura 2. Árvores de *O. aff. aciphylla*.



Fonte: Próprios autores-A1 (2024)



Fonte: Próprios autores-A2 (2024)

De certa forma, a “abacatirana”, ganha valor comercial principalmente após sua retirada da floresta, devido à resistência e qualidade de sua madeira. Essa madeira é amplamente utilizada na construção civil e em assoalhos. Contudo, outras partes da planta, como cascas, folhas e frutos, raramente são aproveitadas, resultando em um significativo desperdício do material orgânico disponível. Durante o beneficiamento da madeira, geram-se resíduos madeireiros, frequentemente tratados como descartes. No entanto, esses subprodutos possuem compostos aromáticos valiosos que são utilizados para a produção de OEs.

O processo de extração de OEs envolve o uso de técnicas específicas que submetem os resíduos a condições controladas, permitindo a liberação, isolamento e purificação dos compostos aromáticos desejados, resultando em produtos de alta qualidade (Torres *et al.*, 2014). Essa abordagem apresenta múltiplas vantagens: além de minimizar os resíduos da indústria madeireira, gera novas fontes de renda ao transformar materiais descartados em produtos comercializáveis. Adicionalmente, contribui para a sustentabilidade ambiental, alinhando-se aos princípios da economia circular (Miranda *et al.*, 2022).

A extração de OEs a partir desses resíduos representa uma oportunidade para reduzir a pressão sobre plantas cultivadas exclusivamente para essa finalidade, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental (Santos *et al.*, 2008). Em um contexto de crescente demanda por práticas sustentáveis, a bioeconomia emerge como uma abordagem estratégica, conciliando desenvolvimento econômico com conservação ambiental. A utilização de resíduos madeireiros para a produção de OEs destaca-se como uma alternativa viável para agregar valor à cadeia produtiva florestal, reduzir desperdícios e promover a economia circular.

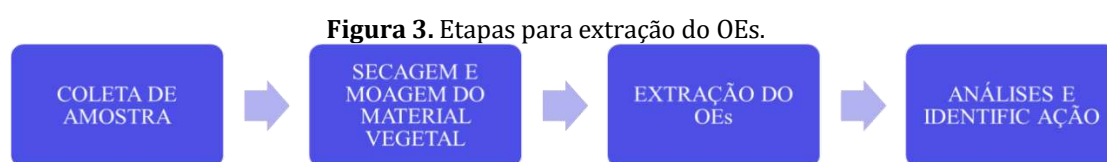
A presente pesquisa busca investigar o aproveitamento de resíduos madeireiros de *O. aff.*

aciphylla para a extração de OEs. Além de expandir o conhecimento científico sobre a biodiversidade da região, o estudo propõe o desenvolvimento de técnicas sustentáveis e economicamente viáveis para o reaproveitamento de material orgânico. Essa abordagem não só reforça a integração entre conservação florestal e desenvolvimento econômico, como também aponta para novas descobertas terapêuticas, contribuindo para mitigar impactos ecológicos e fortalecer cadeias produtivas sustentáveis. Por fim, a pesquisa almeja gerar impactos positivos tanto no campo acadêmico quanto no progresso da medicina e da saúde humana.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo teve como objetivo a extração e caracterização do óleo essencial (OE) obtido a partir de resíduos madeireiros (folhas, cascas e galhos) da *O. aff. aciphylla*, utilizando o método de hidrodestilação. A hidrodestilação é uma técnica de extração de OEs que utiliza vapor de água para volatilizar os compostos presentes no material vegetal. Nesse processo, o material é colocado em contato com água ou vapor em um sistema fechado, permitindo que os compostos voláteis sejam arrastados, condensados e separados (Santos *et al.*, 2004). Trata-se de um método amplamente utilizado para a obtenção de substâncias aromáticas de plantas.

O processo foi realizado em laboratório nas etapas apresentadas na figura 3, de acordo com os protocolos estabelecidos para a obtenção de compostos voláteis de plantas medicinais, garantindo a padronização e a confiabilidade dos resultados.



Fonte: Próprios autores (2024)

2.1 Coleta das amostras

As amostras da *O. aff. aciphylla* foram coletadas manualmente em duas localidades no município de Tefé, Amazonas. O material recolhido incluiu folhas, cascas, galhos finos e serragem de uma árvore previamente derrubada na região. A identificação da espécie foi realizada por um serrador experiente, com anos de atuação no reconhecimento de espécies arbóreas, que confirmou tratar-se da Abacatirana. As coletas ocorreram ao longo dos meses de abril, maio, junho e julho de 2024.

2.2 Preparo da amostra – Secagem e moagem do material vegetal

Após a coleta, o material foi devidamente preparado. Primeiramente, cada amostra foi

identificada e os materiais desejados (folhas, cascas e galhos) foram separados cuidadosamente. Em seguida, o material foi submetido a um processo de secagem em estufa com circulação de ar forçada, com uma temperatura controlada de 45 °C, com duração de 10 a 12 horas, variando de acordo com o tipo de amostra. Posteriormente, o material seco foi triturado em partículas menores para facilitar a extração, otimizando o rendimento e a qualidade do produto. Os troncos e as cascas passaram por um processo similar, no qual foram inicialmente reduzidos a pedaços menores por quebra manual ou mecânica, e depois processados em um moinho para alcançar a granulometria adequada à extração.

2.3 Extração do OE: Hidrodestilação e equipamentos utilizados

A extração foi realizada utilizando um aparelho tipo Clevenger (Figura 4). Este dispositivo é composto por um balão de vidro de volume ajustável, conectado a um condensador por meio de uma adaptação em vidro. O balão é aquecido por uma manta térmica alimentada eletricamente, cuja temperatura é controlada com precisão por um termostato. Para garantir a eficiência da extração, é fundamental considerar as dimensões do balão e do dispositivo de vidro em relação à densidade do OE (Biasi; Deschamps, 2009).

No processo de hidrodestilação, para cada extração, foi utilizada uma proporção de 1:10, com 50 g do material vegetal seco adicionado a um balão de destilação contendo 500 mL de água destilada. O sistema foi aquecido, utilizando uma manta térmica controlada, dando início ao processo de destilação. Durante o procedimento, o vapor d'água gerado arrastou os compostos voláteis do material vegetal até o condensador, onde foram liquefeitos. Após a condensação, o OE foi separado do hidrolato e coletado ao final de 240 minutos (4 horas), garantindo a máxima recuperação dos compostos voláteis presentes.

Figura 4. Clevenger montado



Fonte: Reis (2023)

A retirada do OE do aparelho tipo Clevenger foi realizada com extremo cuidado para evitar desperdícios. O óleo foi coletado diretamente em um frasco previamente higienizado, ao qual adicionamos uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro. Este procedimento foi essencial para eliminar qualquer traço de água residual no óleo, garantindo sua pureza. Utilizando uma pipeta tipo Pasteur, transferimos cuidadosamente o óleo para outro frasco com tampa hermética, certificando-nos de que não houvesse contaminação ou perdas durante o processo. Por fim, armazenamos o frasco contendo o óleo em um local refrigerado, seco e protegido da luz direta, preservando suas propriedades químicas e garantindo a integridade do produto para análises posteriores.

2.4 Análise por CGMS-QP2010 e caracterização das substâncias

O OE foi analisado utilizando um Cromatógrafo a Gás acoplado a Espectrômetro de Massas (CG-EM), modelo GCMS-QP2010 da Shimadzu, equipado com uma coluna capilar de sílica fundida J&W DB-5MS. O equipamento foi operado sob as seguintes condições: temperatura do injetor ajustada para 250 °C, com uma programação de temperatura que variou de 60 °C a 240

°C a uma taxa de 3 °C/min. O controle de fluxo foi realizado no modo de velocidade linear, com um fluxo de gás na coluna de 1 mL/min. O gás de arraste utilizado foi Hélio (He), e a injeção foi feita no modo split com uma razão de 1:20. A voltagem de ionização foi configurada em 70 eV. As análises foram conduzidas no laboratório da Central Analítica da ESA/UEA.

A identificação das substâncias presentes no OE foi realizada por comparação dos espectros de massas e dos índices de retenção linear com os dados disponíveis na biblioteca de espectros e na literatura especializada (Adams, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as análises realizadas, a coleta ocorreu na comunidade do Andiroba. Foram feitas extrações de OE da *O. aff. aciphylla*, porém, apenas sete apresentaram um rendimento significativo. As extrações foram realizadas utilizando diferentes partes da planta, como casca seca e tronco. Os resultados obtidos estão em conformidade com estudos prévios sobre espécies do gênero, os quais indicam que as cascas frequentemente acumulam maiores concentrações de metabólitos secundários (Simões *et al.*, 2007).

Além disso, as coletas realizadas na comunidade do Betel têm como finalidade o estudo das espécies do gênero *Ocotea*. Nessa análise, é feita uma comparação das características físicas das árvores dessa comunidade com as da árvore estudada na comunidade do Andiroba.

3.1 Rendimento do OE

Neste estudo, foram realizadas sete extrações de OE da *O. aff. aciphylla*, utilizando diferentes partes da planta: casca seca e tronco (Tabela 1). Das quatro extrações realizadas a partir da casca seca, o maior rendimento alcançado foi de 0,9% em relação à massa seca, destacando-a como a parte mais produtiva. Nas três extrações realizadas a partir do tronco, o maior rendimento obtido foi de 0,5%. Esses resultados corroboram estudos prévios sobre espécies do mesmo gênero, que indicam uma maior acumulação de metabólitos secundários nas cascas em comparação a outras partes da planta, o que justifica sua maior riqueza em compostos voláteis (Simões *et al.*, 2007).

Tabela 1. Rendimento observados dos OEs extraídos.

Espécie Botânica	Parte da Arvore	Biomassa	Extração	Rendimento dos OE (%)
O. Aciphylla	Casca	52g	1°	0,6%
O. Aciphylla	Casca	50g	2°	0,8%
O. Aciphylla	Casca	50g	3°	0,8%
O. Aciphylla	Casca	50g	4°	0,9%
O. Aciphylla	Tronco	45g	1°	0,2%
O. Aciphylla	Tronco	50g	2°	0,4%
O. Aciphylla	Tronco	50g	3°	0,5%

Fonte: Próprios autores (2024)

Os rendimentos obtidos neste estudo estão alinhados com os valores reportados para outras espécies do gênero *Ocotea*, os quais variam dependendo da parte da planta utilizada e das condições de extração (Yamaguchi *et al.*, 2013). Esses dados evidenciam o potencial da *O. aff. aciphylla* para a produção de OEs, especialmente quando se adota um manejo adequado do material vegetal. O rendimento de OE em espécies do gênero *Ocotea* pode variar consideravelmente, influenciado pela parte da planta utilizada, pelo método de extração e pelas condições ambientais. Estudos anteriores indicam que o rendimento de óleos voláteis em espécies como *Ocotea puberula* e *Ocotea odorifera* geralmente varia entre 0,02% e 0,16%, sendo mais comuns quando extraídos de folhas, galhos ou cascas. Valores mais elevados, como 0,15%, foram observados para a casca de *Ocotea puberula* (Silva *et al.*, 2017).

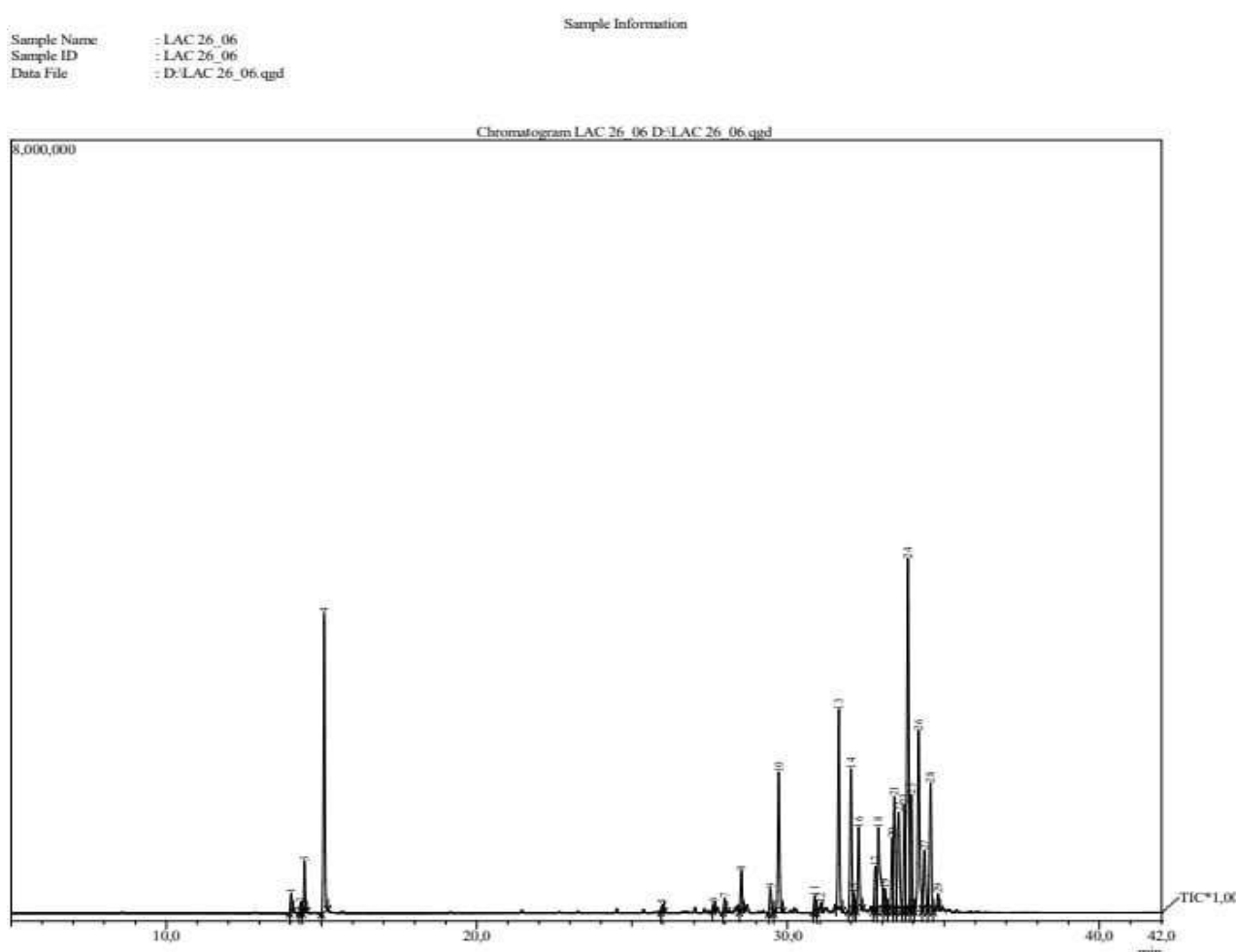
No presente estudo, o rendimento de 0,9% para a casca seca de *O. aff. aciphylla* supera a média observada para o gênero, destacando-a como uma excelente fonte de OE. Por outro lado, o rendimento de 0,5% para o tronco está dentro da faixa geralmente observada para outras espécies do gênero. A variação nos rendimentos é atribuída a diversos fatores, como a secagem da matéria-prima, o método de extração, as características genéticas da planta e as condições ambientais em que ela cresce (Silva *et al.*, 2009). Além disso, a casca frequentemente contém maior concentração de metabólitos secundários, o que explica os rendimentos mais elevados

observados nesta parte da planta.

3.2 Composição Química do OE

A análise química do OE extraído da casca seca, com rendimento de 0,9%, foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), utilizando o equipamento CGMS-QPS2010 (Figura 4).

Figura 4. Cromatograma



Fonte: Próprios autores (2024)

A análise por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) do OE extraído da casca de *O. aff. aciphylla* revelou a presença de 29 compostos. Os principais compostos identificados foram: neo-intermodeol (16,06%), guaiol (7,36%), elemol (5,73%), 5-epi-7-epi-alpha-eudesmol (5,51%), bunesol (8,08%) e terpinen-4-ol (1,65%) (Tabela 2). Esses compostos são sesquiterpenos comumente encontrados em OEs da família Lauraceae, à qual a *Ocotea* pertence.

Tabela 2. Composição química do OE obtido da casca.

	AIC	AI	KI	SUBSTÂNCIA	AREA%
1	1171	1162	1166	δ-Terpineol	0,58
2	1178	1179	1182	iso-Mentol	0,29
3	1181	1174	1177	Terpinen-4-ol *	1,65
4	1197	1186	1188	α-Terpineol	10,34
5	1454	1452	1545	α-Humuleno	0,23
6	1494	1493	1494	epi-Cubebol	0,21
7	1503	1503	1503	β-dihidro agarofurano	0,49
8	1517	1522	1523	δ-Cadineno	1,38
9	1541	1539	1541	α-Copaen-11-ol	0,94
10	1548	1548	1549	Elemol *	5,73
11	1576	1577	1578	Espatulenol	0,53
12	1581	1582	1583	Óxido de Cariofileno	0,41
13	1596	1600	1600	Guaiol *	7,36
14	1606	1607	1607	5-epi-7-epi-α- Eudesmol *	5,51
15	1609	1608	1608	II epoxido humuleno	0,54
16	1613	1622	1623	10-epi-γ- Eudesmol	3,46
17	1628	1627	1628	1-epi-Cubenol	1,69
18	1630	1629	1631	Eremoligenol *	5,13
19	1636	1640	1641	Hinesol	0,93
20	1642	1638	1640	epi-α-Cadinol	2,94
21	1644	1640	1642	epi-α-Muurolol	4,39
22	1648	1653	1654	4,6 dimetoxi-5- vinil-1,2- benzodioxido	4,76
23	1653	1656	1658	Valerianol	4,07
24	1656	1658	1660	neo-Intermedeol *	16,06
25	1659	1665	1666	Intermedeol	4,17
26	1665	1670	1671	Bulnesol *	8,08
27	1670	1676	1677	Guaia-3,10(14) - dien-11-ol	2,78
28	1675	1684	1685	5-NEO- CEDRANOL	4,80

Fonte: Próprios autores (2024)

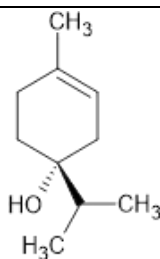
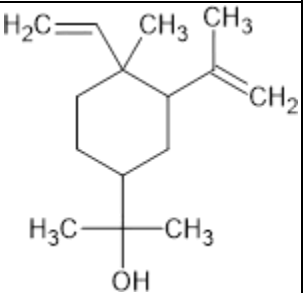
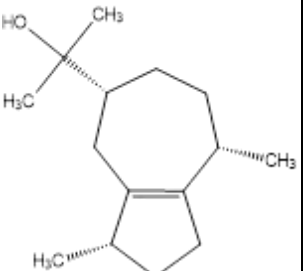
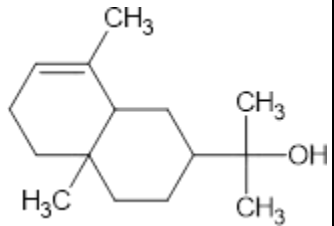
Comparativamente, o OE de outras espécies de *Ocotea*, como *Ocotea bicolor*, apresentou predominância de sesquiterpenos, incluindo β-elemene (5,41%) e germacreno D, com variações nos perfis de composição dependendo da parte da planta analisada (folhas, cascas ou madeira) (Câmara *et al.*, 2024). Em um estudo adicional, o óleo de *Ocotea duckei* também demonstrou uma significativa diversidade de sesquiterpenos, como guaiol e elemol, compostos encontrados em altas concentrações nesse trabalho (Silva *et al.*, 2009).

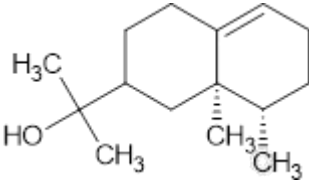
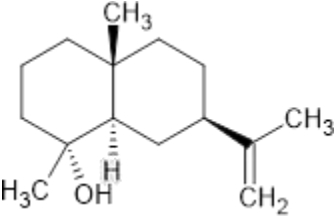
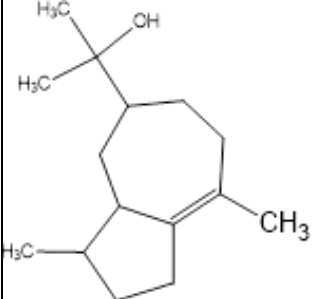
Além disso, pesquisas em espécies correlatas, como *Ocotea quixos*, destacaram a presença de

compostos bioativos com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sugerindo um potencial funcional para o OE de *Ocotea aff aciphylla*. Esses resultados reforçam a importância dos sesquiterpenos como constituintes chave dos OEs de *Ocotea*, frequentemente associados a atividades biológicas específicas, como propriedades anti-inflamatórias e antifúngicas.

Essa comparação evidencia que o OE da casca de *Ocotea aff aciphylla* é consistente com o perfil químico encontrado em outras espécies do gênero, o que reforça seu potencial para aplicação na bioeconomia e no uso sustentável de resíduos florestais. A identificação de compostos majoritários, como o neo-intermodeol em altas concentrações, também destaca uma característica distintiva dessa espécie (Quadro 1).

Quadro 1. Componentes majoritários encontrados no OE da casca e suas estruturas

Compostos majoritários	Estrutura molecular	Atividade biológicas	Referencias
Terpinen-4-ol		É amplamente reconhecido por sua atividade antimicrobiana e antibiofilme, particularmente contra bactérias resistentes como <i>Staphylococcus aureus</i> . Apresenta propriedades anti-inflamatórias, ele foi eficaz em reduzir parâmetros inflamatórios, como a atividade da mieloperoxidase e a produção de citocinas inflamatórias por macrófagos.	(Ninomiya <i>et al.</i> , 2013)
Elemol		O elemol com propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Na indústria, é utilizado principalmente em fragrâncias e cosméticos, devido ao seu aroma agradável, além de ser investigado em tratamentos anti-inflamatórios e antitumorais. Estudos indicam também seu uso no tratamento de doenças respiratórias	(Santos <i>et al.</i> , 2021; Williams, 2008).
Guaiol		O guaiol é conhecido por suas propriedades antibacterianas e antifúngicas. Apresenta eficácia no tratamento de infecções de pele e doenças inflamatórias. É amplamente utilizado na indústria farmacêutica e cosmética devido à sua capacidade de combater patógenos e promover a cicatrização.	(Simões <i>et al.</i> , 2017; Geng <i>et al.</i> , 2022).
5-epi-7-epi-α-Eudesmol *		É conhecido por suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes. Ele é usado em cosméticos e produtos farmacêuticos, especialmente em formulações para cuidados com a pele e tratamentos anti-inflamatórios. Além disso, sua ação antioxidante tem sido explorada para prevenir o estresse oxidativo e o envelhecimento celular.	(Almeida <i>et al.</i> , 2020; Geng <i>et al.</i> , 2022).

Eremoligenol		O eremoligenol apresenta atividade antioxidante e antimicrobiana. Favorece a proteção contra o estresse oxidativo. Na indústria, é utilizado principalmente em produtos cosméticos, especialmente para proteger a pele dos danos causados pelos radicais livres. É um potencial ingrediente anti-envelhecimento devido às suas propriedades regenerativas	(Câmara <i>et al.</i> , 2024; Simões <i>et al.</i> , 2017).
neo-Intermedeol		Apresenta propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes. Na indústria, é utilizado em produtos farmacêuticos e cosméticos, devido às suas propriedades protetoras da pele e suas atividades contra patógenos.	(Câmara <i>et al.</i> , 2024; Simões <i>et al.</i> , 2017).
Bulnesol		Apresenta atividades antimicrobianas e anti-inflamatórias, sendo encontrado em OEs de várias plantas. É eficaz na proteção contra radicais livres e na luta contra infecções bacterianas e fúngicas. Na indústria, o bulnesol é utilizado principalmente em produtos cosméticos e farmacêuticos devido às suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas. É usado em terapias para tratar doenças inflamatórias e infecções da pele.	(Câmara <i>et al.</i> , 2024; Simões <i>et al.</i> , 2017).

Fonte: Próprios autores (2024)

Os compostos encontrados no OE de *O. aff. aciphylla* possuem significativa relevância científica, além de um vasto potencial de aplicação em diversas áreas, como farmacologia, cosméticos, biotecnologia e saúde pública. Dentre os compostos identificados, destacam-se o neo-intermodeol e o terpinen-4-ol, que são especialmente valorizados devido às suas propriedades químicas e bioativas. A combinação desses compostos, com suas propriedades farmacológicas e terapêuticas, posiciona *O. aff. aciphylla* como uma planta promissora para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos com base em recursos naturais. Além disso, o uso sustentável dos resíduos madeireiros para a extração de OEs representa uma alternativa inovadora e ambientalmente responsável, alinhada às tendências globais de bioeconomia e sustentabilidade.

3.3 Bioatividade dos compostos majoritários

O neo-intermodeol, pertencente à classe dos sesquiterpenos oxigenados, apresenta uma estrutura química que facilita interações biológicas significativas. Este composto foi identificado como o principal componente do OE de *O. aff. aciphylla*, com uma concentração de 16,06%. Sua presença é rara em OEs de outras espécies, o que confere uma característica única à composição química desta planta. Estudos sobre sesquiterpenos, como os realizados por

Simões *et al.* (2017), destacam que compostos dessa classe demonstram ampla atividade farmacológica, incluindo propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias.

Outras espécies do gênero *Ocotea*, como *O. bicolor* e *O. quixos*, também apresentam sesquiterpenos, embora em concentrações menores. Compostos como β -elemene e safrol são predominantes, mas não atingem o mesmo perfil de bioatividade observado para o neo-intermodeol. O neo-intermodeol atua como antioxidante, antimicrobiano e até anticâncer, o que amplia seu potencial terapêutico (Passos *et al.*, 2022).

O terpinen-4-ol, principal componente do óleo de melaleuca (Tea Tree Oil), é amplamente estudado por suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Este composto se destaca por sua eficácia contra uma vasta gama de patógenos, incluindo bactérias, fungos e leveduras. Badr *et al.* (2023) investigaram as propriedades antimicrobianas e antioxidantes do terpinen-4-ol, observando que ele apresenta atividade significativa contra bactérias patogênicas como *Salmonella typhimurium* e *Staphylococcus aureus*, com uma concentração inibitória mínima (MIC) de 600 e 475 mg/L, respectivamente. Além disso, estudos de Geng *et al.* (2022) mostraram que o terpinen-4-ol é eficaz no aumento da permeabilidade da membrana celular e no dano irreversível das células bacterianas.

Além de suas propriedades antimicrobianas, o terpinen-4-ol também exibe potente atividade antioxidante, sendo essencial na proteção contra o estresse oxidativo, fator chave no envelhecimento e em várias doenças crônicas.

Por outro lado, o neo-intermodeol, embora encontrado em OEs de várias plantas, ainda apresenta sua atividade biológica em fase de exploração. Embora tenha sido identificado no OE de *O. aff. aciphylla*, sua pesquisa comparativa com outros compostos, como o terpinen-4-ol, é necessária para um melhor entendimento de seu potencial terapêutico.

Esses compostos apresentam um vasto potencial para aplicações estratégicas nas indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia. Suas propriedades bem documentadas incluem atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e repelentes de insetos, tornando-os alternativas naturais e eficazes para o desenvolvimento de produtos terapêuticos e de preservação de alimentos.

Com propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, o elemol e o guaiol também são altamente valorizados na indústria de cosméticos e cuidados pessoais, sendo empregados em formulações voltadas para tratamentos da pele e proteção contra radicais livres (Santos *et al.*, 2021; Williams, 2008). O 5-epi-7-epi-alfa-eudesmol e o eremoligenol têm mostrado grande potencial na indústria de cosméticos e cuidados com a saúde devido às suas qualidades

antioxidantes e regeneradoras da pele, sendo utilizados em produtos anti-envelhecimento e terapias contra inflamações (Almeida *et al.*, 2020; Geng *et al.*, 2022).

O bulnesol, com suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas, contribuir para a expansão do mercado de produtos naturais e sustentáveis, sendo especialmente relevante no desenvolvimento de terapias alternativas e medicamentos fitoterápicos (Câmara *et al.*, 2024; Simões *et al.*, 2017).

A extração de OEs a partir de resíduos madeireiros, como folhas, cascas e galhos, promove não apenas a utilização sustentável da floresta, mas agrega valor a materiais que, de outra forma, seriam descartados. A utilização desses resíduos no contexto da bioeconomia gera uma fonte renovável de compostos valiosos, alinhando-se com práticas ecológicas e sustentáveis, ao mesmo tempo em que oferece uma alternativa à exploração predatória de recursos naturais. A valorização desses compostos, especialmente em uma perspectiva de produção industrial de produtos naturais, gera oportunidades econômicas para comunidades locais e empresas, promovendo a conservação ambiental (Donato; Takenaka, 2016).

3.4 Bioeconomia e Sustentabilidade na Amazônia

O uso sustentável de *O. aff. aciphylla* é uma ferramenta estratégica na mitigação do desmatamento, ao agregar valor aos recursos florestais nativos. Além disso, a incorporação de resíduos madeireiros na extração de OEs reduz o desperdício e minimiza o impacto ambiental, promovendo um ciclo produtivo alinhado aos princípios da economia circular.

Os compostos presentes no OE de *O. aff. aciphylla* são indicados para diversas aplicações na indústria farmacêutica e cosmética devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias. Além disso, estudos recentes indicam que OEs de espécies do gênero *Ocotea* apresentam significativa diversidade na composição de sesquiterpenos e exibem atividades biológicas importantes, como propriedades antifúngicas e antioxidantes (Rambo *et al.*, 2022). Esses resultados corroboram as características observadas no OE da *O. aff. aciphylla*, reforçando seu potencial como recurso bioeconômico sustentável.

A valorização de produtos como o OE de *O. aff. aciphylla* oferece uma alternativa sustentável à exploração predatória da floresta Amazônica. A obtenção de rendimentos significativos, mesmo a partir de resíduos madeireiros, reforça o papel desse recurso no contexto da bioeconomia. O aproveitamento da casca seca, por exemplo, utiliza materiais que frequentemente são descartados ou subutilizados, promovendo a economia circular e a maximização do uso dos recursos naturais.

Essa abordagem não só contribui para a geração de renda local, mas também promove a conservação da floresta em pé. Estudos demonstram que o manejo sustentável e a exploração de produtos florestais não madeireiros reduzem significativamente a pressão sobre a floresta, evitando práticas destrutivas como o desmatamento ilegal e a queima de resíduos (Silva *et al.*, 2009). Ao valorizar esses recursos, cria-se um ciclo virtuoso que beneficia as comunidades locais, a economia regional e, ao mesmo tempo, preserva a biodiversidade e os ecossistemas florestais.

4. CONCLUSÃO

O estudo sobre a extração do OE de *O. aff. aciphylla* e a identificação dos compostos presentes revelam um grande potencial para a valorização desse recurso, alinhando-se aos princípios da bioeconomia e da sustentabilidade. Os compostos identificados, como terpinen-4-ol, neo-intermodeol, elemol, guaiol, 5-epi-7-epi-alfa-eudesmol, eremoligenol e bulnesol, possuem propriedades bioativas amplamente reconhecidas, incluindo atividades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias. Essas características tornam o OE de *O. aff. aciphylla* altamente valorizado por diversas indústrias, especialmente nos setores cosmético, farmacêutico e de cuidados pessoais, além de contribuir para o desenvolvimento de medicamentos naturais e alternativas terapêuticas.

O uso de resíduos madeireiros, como folhas, cascas e galhos, na extração do OE fortalece a implementação de práticas sustentáveis na exploração da biodiversidade. A aplicação desses resíduos não só contribui para a conservação da floresta, mas também promove uma utilização mais racional e econômica dos recursos naturais, em sintonia com os conceitos de bioeconomia. Ao transformar resíduos em produtos de alto valor agregado, como OEs, abre-se um caminho promissor para o desenvolvimento econômico sustentável, onde as comunidades locais se beneficiam diretamente dessa cadeia produtiva, sem comprometer os ecossistemas.

A valorização do OE de espécies como a *O. aff. aciphylla* desempenha um papel crucial na conscientização sobre a importância da preservação das florestas e no combate ao desmatamento. Táticas para prevenir o desmatamento devem ser implementadas por meio de políticas públicas que incentivem a exploração sustentável e o uso racional dos recursos florestais. A criação de incentivos econômicos para a produção e comercialização de produtos derivados de OEs promove um modelo de desenvolvimento que protege a biodiversidade e, ao mesmo tempo, gera renda para as comunidades locais.

5. AGRADECIMENTOS

Segundo o Salmista, Provem e vejam como o Senhor é bom. Como é feliz o homem que nele se refugia! O Salmista faz referência a bondade de Deus em nossas vidas, por esse motivo agradeço à Deus pela sua bondade durante os 4 anos que se passaram. Agradeço a minha família, em especial meus pais Elizeu Ferreira e Ana Carla Freire, por todo apoio, incentivo, amor, sem o apoio daqueles que tanto amamos não seria possível concretizar nossos sonhos.

A trajetória acadêmica é sem dúvidas uma das mais difíceis que enfrentamos, mas Deus na sua infinita graça nos proporciona pessoas para transformar essa difícil jornada, em um caminho mais leve e doce, com isso agradeço meus colegas de turma, Werleson, Kennedy, Emerson, Paula, levo comigo um pouco de cada um, pois as suas essenciais transformaram minha vida.

Em todo o caminho existem pessoas que nos ajudam a concretizar nossos sonhos, e essas pessoas foram os docentes do CEST-UEA, meu muito obrigado a todos os professores, dentre esses corpo docente existiram aqueles que marcaram profundamente nossa história, com vocês aprendi a ser uma melhor profissional, e um ser humano excepcional, entender que a educação mudar a vida de alguém, com isso, hoje almejo ser melhor no que escolher exercer, com o exemplo que tive do prof. Dr. Caio César, a profa. Dra. Elzalina, prof. Dr. Erasmo. Agradeço ao prof. Dr. Raimundo Júnior por aceitar a missão de guiar-me na última fase da minha jornada acadêmica, o TCC, Agradeço pela paciência, respeito e compromisso nesse período, sem a sua orientação e ajuda não seria possível chegar a esses agradecimentos finais.

O CEST tornou-se uma casa, na qual passei longa horas, nesse lugar encontramos pessoas que nos guiaram e nos ajudaram nos momentos de dificuldade e incertezas, dessa forma Agradeço a Deus por te colocado o melhor secretário da universidade no meu caminho, querido Nonato, você tirou-me de muitos momentos difíceis e dificuldades tecnológicas. Agradeço aos servidores da UEA, desde a portaria até o direto, foram as pessoas que com sorriso no rosto faziam com quem nossos dias fossem melhores e mais leves.

Contudo, almejo sair sendo melhor do que entrei, ter a capacidade de mudar a realidade da minha cidade e estado com uma educação de qualidade. Segundo Nelson Mandela “A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”.

6. CONFLITO DE INTERESSES

A autora declara que não possui conflitos de interesse de natureza pessoal, financeira, acadêmica, profissional ou institucional relacionados à condução desta pesquisa, à análise dos

dados, à interpretação dos resultados ou à elaboração deste manuscrito.

7. REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.

ALMEIDA, S. A. et al. **Bioactive Terpenoids: Pharmacological Properties and Potential Uses**. London: Wiley, 2020.

ARAGÓN, L. E. A dimensão internacional da Amazônia: um aporte para sua interpretação. **Revista NERA**, n. 42(21), p. 15–33, 2018. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5676>

BADR, M. M.; TAKTAK, N. E. M.; BADAWY, M. E. I. Comparison of the Antimicrobial and Antioxidant Activities of Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*) Oil and its Main Component Terpinen-4-ol with their Nanoemulsions. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 66, n. 2, p. 111-120, 2023.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda., 2009.

CÂMARA, J. S. *et al.* Plant-Derived Terpenoids: A Plethora of Bioactive Compounds with Several Health Functions and Industrial Applications—A Comprehensive Overview. **Molecules**, 29(16), 3861; 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29163861>

DONATO, C. J.; TAKENAKA, E. M. M. O Aproveitamento de Resíduos de Madeira para o Desenvolvimento Sustentável. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 12, n. 4, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17271/1980082712420161458>

FAO. **The State of the World's Forests 2020: Forest biodiversity: sustaining life on Earth**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca8642en>

GENG, Y. et al. Antibacterial activity and mechanism of terpinene-4-ol against *Pseudomonas fluorescens*. **Food Science**, v. 43, n. 1, p. 30–36, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20201113-143>

MARTINS, Carla A.; FERREIRA, Luís P.; SANTOS, Helena R. Propriedades e aplicações industriais de óleos essenciais. *Revista Brasileira de Tecnologia e Ciência*, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2022.

MIRANDA, A. G. R. *et al.* **Extração e análise de óleos essenciais provenientes da madeira da árvore de laranjeira (*citrus sinensis*)**. Monografia, Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, 2022.

SILVEIRA, J. C. *et al.* Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 2038-2052, 2012.

NINOMIYA, K. *et al.* Suppression of Inflammatory Reactions by Terpinen-4-ol, a Main Constituent of Tea Tree Oil, in a Murine Model of Oral Candidiasis and Its Suppressive Activity

to Cytokine Production of Macrophages in Vitro. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, v. 36, n. 5, p. 838–844, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1248/bpb.b13-00033>.

RAMBO, M. A. *et al.* Biological activities of essential oils from six genotypes of four Ocotea species. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 58, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e181097>

SANTOS, A. S. *et al.* **Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, nov. 6 p. (Comunicado Técnico, 99). ISSN 1517-2244. 2004.

SANTOS, R. C. dos *et al.* Aproveitamento de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para produção de painéis cimento-madeira. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 241–250, jul./set. 2008.

SILVA, J. P. F. da *et al.* Produtos florestais não-madeireiros, sua importância na composição da renda familiar, inclusão social e manutenção da biodiversidade: a experiência da comunidade de Caroyalina – Sertânia-PE. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2009.

SILVA, Joyce Kelly Da *et al.* Chemical Diversity, Biological Activity, and Genetic Aspects of Three Ocotea Species from the Amazon. **International Journal of Molecular Sciences**. 18 (5), 1081, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms18051081>

SIMÕES, C. M. O. *et al.* (org.). **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 1.102 p.

PASSOS, B. G. *et al.* Essential oils from Ocotea species: Chemical variety, biological activities and geographic availability. **Fitoterapia**, v. 156, art. 105065, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2021.105065>

TORRES, N. H. *et al.* Aproveitamento sustentável dos subprodutos da madeira e das folhas para extração de óleos essenciais. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, Piracicaba, v. 4, n. 1, p. 10–22, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/117>. Acesso em: set. 2024.

WILLIAMS, D. G. **The chemistry of essential oils: an introduction for aromatherapists, beauticians, retailers and students**. 2. ed. Micelle Press, 2008.

YAMAGUCHI, K.K.L. *et al.* Biological activities of essential oils of *Endlicheria citriodora*, a methyl geranate-rich lauraceae. **Química Nova**. 36(6):826-30, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000600015>