



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE FARMÁCIA
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA



GUILHERME SOARES

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO SANEANTE SAPONÁCEO
CONTENDO ÓLEOS ESSENCIAIS DE PINHO E EUCALIPTO COM
POTENCIAL PROPRIEDADE DESODORIZANTE E DESINFETANTE**

**OURO PRETO
MG 2024**

GUILHERME SOARES

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO SANEANTE SAPONÁCEO
CONTENDO ÓLEOS ESSENCIAIS DE PINHO E EUCALIPTO COM POTENCIAL
PROPRIEDADE DESODORIZANTE E DESINFETANTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto – MG, como requisito parcial para obtenção de grau de bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Morais Ruela

**OURO PRETO – MG
2024**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE FARMACIA
DEPARTAMENTO DE FARMACIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Guilherme Soares

Desenvolvimento de produto saneante saponáceo contendo óleos essenciais de pinho e eucalipto com potencial propriedade desodorizante e desinfetante

Monografia apresentada ao Curso de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Farmácia

Aprovada em 22 de outubro de 2024

Membros da banca

Doutor - André Luís Morais Ruela - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Mestra - Lorena Kelly Santiago Ramos - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Rafaela Cunha Matosinhos - Universidade Federal de Ouro Preto

André Luís Morais Ruela, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 06/11/2024



Documento assinado eletronicamente por **Andre Luis Morais Ruela, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/11/2024, às 11:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0806643** e o código CRC **D4B456A3**.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho só foi possível graças ao apoio e incentivo de pessoas muito especiais, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Aos meus pais, Rosana Dias da Silva Soares e Braz Francisco Soares, por todo o amor, apoio incondicional e presença constante em cada etapa da minha vida. Esta conquista também é fruto do esforço e sacrifício de vocês.

À minha madrasta, Gislaine de Fátima Batista, por todo o carinho, compreensão e suporte que me proporcionou ao longo desta jornada. Sua presença foi de grande importância em minha caminhada.

Aos meus irmãos, Emerson Gustavo Dias da Silva Soares, Luís Fernando Soares e Luciane Dias Baptista, pela parceria e pelo suporte ao longo de toda essa jornada. A cumplicidade e o apoio de vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À minha namorada, Marcela Aguilar de Mattos, pelo amor, paciência e por estar sempre ao meu lado, me incentivando e oferecendo apoio nos momentos mais desafiadores. Sua presença foi essencial durante todo o percurso.

Ao meu amigo Areli Nogueira da Silva Júnior, cujo incentivo nos momentos decisivos foi crucial para que eu pudesse concluir esta etapa de minha vida.

À República Nau Sem Rumo, onde vivi experiências únicas e aprendi valiosas lições de convivência e crescimento pessoal que levarei para sempre.

Agradeço também ao Professor Dr. André Luís Morais Ruela, pela orientação dedicada, paciência e ensinamentos que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Por fim, aos meus colegas, professores e funcionários da Universidade Federal de Ouro Preto, agradeço por todo o apoio, aprendizado e pela contribuição ao longo de minha formação.

RESUMO

Os óleos essenciais (OE) são compostos por substâncias voláteis, que são extraídas de diversas partes vegetais, como folhas, flores, frutos ou galhos. Muitos OE apresentam atividade biológica, incluindo propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e desodorizantes. O uso de OEs em produtos saneantes, como sabões em barra para limpeza doméstica, é interessante do ponto de vista industrial e da sustentabilidade, ao considerar que estes produtos podem passar a ser desinfetantes e desodorizantes. A reutilização de óleos provenientes da culinária permite obter uma fonte sustentável de óleos vegetais para produção de um produto saponáceo. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um produto saponáceo contendo OEs de pinho e eucalipto, com potenciais propriedades desodorizante e desinfetante. Para isso, foi utilizado óleo vegetal residual de frituras, que, posteriormente, foi tratado, permanecendo em condições adequadas para uso na preparação do sabão em barras para uso doméstico. Em seguida, foram adicionados água e hidróxido de sódio, em proporções estequiométricas, para a formulação de barras de sabão de 500 gramas, que foram maturadas por, no mínimo, 60 dias após o preparo. Foram avaliados o pH e as propriedades organolépticas dos sabões preparados, evidenciando que estavam viáveis para uso doméstico. Os resultados foram satisfatórios para as propriedades organolépticas do produto saponáceo, indicando aparência homogênea, firmeza, consistência e odor suave. A partir da adição dos OE, os sabões apresentaram odor característico do OE adicionado. O pH do sabão manteve-se de acordo com o resultado esperado para um produto classificado como risco II conforme a Anvisa. O índice de refração dos OE apresentou resultado em conformidade com as especificações dos fabricantes. Também foi realizada a caracterização dos OE por cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS), que possibilitou identificar os compostos químicos voláteis presentes nos OE de pinho e eucalipto, como monoterpenos e compostos fenólicos. Desse modo, foi possível desenvolver um potencial produto saponáceo, porém ainda é necessário avaliar a sua atividade antimicrobiana para caracterizá-lo como desinfetante ou desodorizante.

Palavras-chave: Produto saneante, desinfetante, desodorizante, CG-MS, óleo essencial.

ABSTRACT

Essential oils (EO) are composed of volatile substances that are extracted from various plant parts, such as leaves, flowers, fruits, or branches. Many EOs exhibit biological activity, including antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, and deodorizing properties. The use of EOs in cleaning products, such as bar soaps for household cleaning, is of interest from both industrial and sustainability perspectives, considering that these products can serve as disinfectants and deodorizers. The reuse of oils from cooking provides a sustainable source of vegetable oils for the production of a saponaceous product. The objective of this study was to develop a soap-based product containing pine and eucalyptus EOs with potential deodorizing and disinfecting properties. For this, residual vegetable oil from frying was treated, remaining in suitable condition for use in the preparation of household bar soap. Water and sodium hydroxide were then added in stoichiometric proportions to formulate 500-gram soap bars, which were cured for at least 60 days after preparation. The pH and organoleptic properties of the prepared soap were evaluated, showing that it was suitable for household use. The results were satisfactory for the organoleptic properties of the saponaceous product, indicating a homogeneous appearance, firmness, consistency, and mild odor. With the addition of the EO, the soap presented the characteristic odor of the added EO. The soap's pH remained in accordance with the expected result for a product classified as risk II by Anvisa. The refractive index of the EOs showed results within the manufacturers' specifications. The characterization of the EOs was performed using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS), which enabled the identification of volatile chemical compounds present in the pine and eucalyptus EOs, such as monoterpenes and phenolic compounds. Thus, it was possible to develop a saponaceous product; however, it is still necessary to evaluate its antimicrobial activity to characterize it as a disinfectant or deodorizer.

Keywords: Sanitizing product, disinfectant, deodorant, GC-MS, essential oil.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Óleos essenciais e suas propriedades	10
2.2	História dos óleos essenciais no Brasil	11
2.3	Principais óleos essenciais do Brasil.....	12
2.4	Óleo essencial de eucalipto	13
2.5	Óleo essencial de pinho.....	14
2.6	Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais	15
2.7	Regulamentação sobre sabões e óleos essenciais	16
2.8	Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas	18
3	OBJETIVOS	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	Material	22
4.2	Análise de CG-MS dos óleos essenciais	22
4.3	Produto saponáceo contendo óleos essenciais.....	22
4.4	Caracterizações complementares.....	23
5	RESULTADOS	24
6	DISCUSSÃO	30
7	CONCLUSÃO	34
8.	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Diariamente, o Brasil gera toneladas de resíduos sólidos, dos quais aproximadamente 40% são materiais recicláveis. No entanto, apenas cerca de 2% desse total é efetivamente reciclado, e, dentro dessa parcela, apenas 40% são reintegrados à cadeia produtiva, enquanto o restante é utilizado na queima energética (Demajorovic, 2019). No Brasil, o índice de reciclagem de materiais elegíveis ainda está em torno de 4%, com destaque para a reciclagem de latas de alumínio, que atingiu uma taxa de 97,4% em 2021. No entanto, outros materiais, como plásticos, apresentam índices muito inferiores, o que demonstra a necessidade de políticas mais eficazes para a ampliação da reciclagem no país (Cempre, 2023).

A partir desse cenário, destaca-se a importância do reaproveitamento dos óleos vegetais, que fazem parte do dia a dia da população brasileira em níveis comerciais, domésticos e industriais. No Brasil, a maior parte ainda é descartada de maneira inadequada, atingindo solos, corpos d'água, redes de esgoto ou sendo incinerada, o que acarreta graves danos ambientais (Abiove, 2012). Dados mais recentes indicam que iniciativas de coleta e reciclagem de óleos têm crescido no Brasil, com a criação de programas que envolvem cooperativas e empresas privadas, embora o índice de reaproveitamento ainda seja baixo. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2022, cerca de 39% do biodiesel produzido no Brasil veio da reciclagem de óleo de cozinha, mas o potencial de expansão é significativo, considerando o volume gerado e descartado inadequadamente (ANP, 2022).

A forma mais segura de descarte de óleo vegetal residual é a destinação do mesmo para um posto de coleta, a fim de sua reutilização na fabricação de biodiesel ou sabão. Fabricar sabão utilizando óleo vegetal residual é uma maneira de evitar que ele alcance os corpos hídricos e o solo de forma prejudicial, mitigando assim seus impactos no meio ambiente (Filho *et al.*, 2013, Thode Filho *et al.*, 2014).

A mitigação dos impactos ambientais leva a uma melhoria na qualidade de vida da sociedade, justificando a constante busca por alternativas tecnológicas aplicadas no gerenciamento e reciclagem de resíduos (Tescarollo *et al.*, 2015). A Lei nº 12.305/10 trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, estabelecendo um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos adequadamente (BRASIL, 2010). Assim, faz-se necessária a busca por novas alternativas que auxiliem no controle e poluição gerados por

estes resíduos.

A interação dos sabões com a água e as gorduras ocorre devido à formação de micelas, estruturas esféricas em que as moléculas de sabão se organizam para encapsular as moléculas de gordura. Nas micelas, as extremidades hidrofílicas dos sabões ficam voltadas para o exterior, interagindo com a água, enquanto as extremidades hidrofóbicas ficam no interior, interagindo com as moléculas de gordura. Isso permite que a sujeira seja solubilizada e removida de superfícies, facilitando a limpeza (Filho et al., 2013).

Os óleos essenciais são substâncias líquidas com uma infinidade de ações, devido à presença de compostos bioativos. Uma dessas ações está na formulação de produtos desinfetantes, devido às suas propriedades antimicrobianas e antivirais. Alguns óleos, como o de eucalipto e o de pinho, apresentam eficácia contra uma ampla gama de micro-organismos, tornando-os ingredientes promissores para produtos de limpeza e desinfecção. Além disso, oferecerem uma alternativa mais natural e menos tóxica em comparação com desinfetantes sintéticos (De Andrade *et al.*, 2022).

O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver um produto terminado baseado em sabão artesanal associado com óleos essenciais de pinho e eucalipto. Esperou-se apresentar uma abordagem para reciclagem do óleo vegetal residual, produzindo sabão de qualidade. Além disso, o produto associado com óleos essenciais foi desenvolvido visando apresentar propriedades antimicrobianas com efeitos desodorizante e desinfetante, podendo ser aplicado na limpeza geral de ambientes e superfícies. Sendo assim, esperava-se, finalmente, desenvolver um produto domissanitário de qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Óleos essenciais e suas propriedades

Os óleos essenciais (OE), também conhecidos como óleos voláteis ou etéreos, são líquidos em sua formulação e extraídos, em sua grande parte, de material vegetal. São extraídos de plantas aromáticas, usando suas diversas partes, como folhas, flores, frutos, entre outras partes. Estes OE são altamente concentrados e contêm compostos bioativos, que podem ter efeitos benéficos para a saúde, incluindo ações antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante. Sua obtenção a partir de um extrato tecidual de planta pode ser realizado por meio de expressão, fermentação ou extração, sendo o mais habitual para produção comercial a destilação a vapor (Burt, 2004).

A composição dos OE, bem como suas propriedades terapêuticas, variam devido a uma infinidade de variáveis, como espécie da planta, o método de extração e as condições de cultivo. São os principais componentes bioativos dos OE: terpenos, álcoois, cetonas, aldeídos, fenóis e ésteres, cujas propriedades se dão pela combinação desses compostos. Esses componentes têm mostrado, ao longo do tempo, os efeitos antimicrobianos dos OE contra uma ampla gama de microrganismos patogênicos (Sharifi-Rad *et al.*, 2017).

Diversos OE já tem suas propriedades bem descritas, como: o OE de *tea tree* (*Melaleuca alternifolia*) é conhecido por sua potente atividade antimicrobiana; o OE de orégano (*Origanum vulgare*), devido à alta concentração de carvacrol, também possui notáveis propriedades antimicrobianas; os OE de lavanda (*Lavandula angustifolia*) e camomila (*Matricaria chamomilla*), que possuem propriedades anti-inflamatórias, são indicados para desconfortos musculares, lesões de pele e outras patologias de origem inflamatória. Outra propriedade bastante explorada dos OE são atividades antioxidantes, como a do OE de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capaz de neutralizar radicais livres por meio da atividade do ácido rosmarínico e carnosol, que, a longo prazo, protegem as células do envelhecimento celular. Outra propriedade dos OE relatada na literatura é o efeito calmante e redutor da ansiedade, como é o caso dos OE de lavanda e ylang-ylang (*Cananga odorata*), associado à redução dos níveis de cortisol, o que traz um efeito fisiológico calmante e de relaxamento (Lyra, 2009; Sharifi-Rad *et al.*, 2017).

Algumas características são comuns entre os diferentes tipos de OE, o que facilita a sua identificação, como: sabor geralmente acre (ácido) ou picante; cor ligeiramente amarelada ou incolor, exceto algumas poucas variações, como o óleo de camomila, que apresenta coloração azulada. Esses compostos bioativos, em geral, possuem instabilidade perante fatores ambientais, como luz, calor, ar, interação com alguns metais ou umidade relativa do ambiente. Além disso, esses óleos são opticamente ativos, podendo ser caracterizados pelo índice de refração, o que lhes confere propriedades típicas individuais (Vitti, Andrea e Brito, 2003).

2.2 História dos óleos essenciais no Brasil

A pesquisa de OE no Brasil data-se a partir da metade do século XIX, com contribuições notáveis de Theodor Peckold, um farmacêutico alemão, que veio ao Brasil em 1847 e contribuiu profundamente para o estudo da biodiversidade brasileira. Peckold realizou diversas publicações com o objetivo de abordar a extração e composição dos OE, ao passo

que o médico brasileiro Mario Saravia realizava um grande papel no desenvolvimento da pesquisa dos OE no Brasil, criando um Instituto de Química vinculado ao então Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio (Bizzo; Hovell; Rezende, 2009).

Embora a funcionalidade do IQA tenha sido extinta em 1962, seu legado persistiu pelo trabalho colaborativo dos pesquisadores Mors, Gilbert e Gottlieb, que perpetuaram os estudos no campo da pesquisa e desenvolvimento de OE no Brasil, dando início à Divisão de Tecnologia Agrícola e Alimentar, que, futuramente, atuaria por meio da supervisão do Departamento Nacional de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias (DNPEA). Em 1971, receberia a atribuição nominal de Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar (CTAA). Em 1973, foi anexada a recente criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (Bizzo; Hovell; Rezende, 2009).

Com a consolidação da pesquisa em OE no Brasil, os estudos cresceram e perpetuaram-se nas principais Universidades e Centros de Pesquisa do país (Bizzo; Hovell; Rezende, 2009). O Brasil tornou-se referência mundial em produção de OE, e, em 2021, este mercado internacional ultrapassou os US\$ 10 bilhões, correspondendo a 253 mil toneladas, sendo esperado o aumento para 345 mil toneladas em 2026. O Brasil figura entre os maiores produtores de OE no mundo: na década de 2010, os OE exportados oscilaram na faixa entre 25 e 31 mil toneladas e continuaram crescendo a um aumento expressivo, com mais de 36 mil toneladas exportadas. Os principais responsáveis por tal elevação foram os OE de laranja e eucalipto (BIZZO *et al.*, 2020).

2.3 Principais óleos essenciais do Brasil

Os OE provenientes das plantas brasileiras dispersas por todo território têm sido bastante explorados devido ao potencial terapêutico dessa biodiversidade. Pode-se destacar alguns bastante conhecidos, uma vez que o Brasil representa um dos maiores produtores mundiais de OE, ao lado de China, Índia e Indonésia. O óleo de copaíba (*Copaifera spp.*) é um líquido transparente, cuja coloração varia do amarelo ao marrom, e cuja atividade terapêutica é bastante difundida e conhecida, associada a propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e antimicrobianas. Essas propriedades são derivadas do beta-cariofileno, que é um tipo de sesquiterpeno, e está diretamente associado às propriedades terapêuticas descritas (Pedro, 2017).

Outro OE tradicionalmente utilizado no Brasil é o de andiroba (*Carapa guianensis*),

bastante conhecido pelas populações de origem amazônica. Este possui propriedades anti-inflamatórias, e além disso, possui atividade como repelente de insetos e alívio de dores musculares e nas articulações. Seus principais compostos de atividade terapêutica são limonoides e ácidos graxos de cadeia insaturada (Marinho, 2014). Outro OE também de origem amazônica é o pracaxi (*Pentaclethra macroloba*), rico em ácidos graxos e bastante empregado por propriedades medicinais e na indústria de cosméticos. A presença do ácido benhâmico confere ao pracaxi propriedades emolientes, além de atividade antimicrobiana e cicatrizante, além da capacidade de clarear manchas presentes na pele (De Araújo, 2020).

O OE conhecido popularmente como pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) recebe bastante destaque por meio da indústria de perfumaria, uma vez que possui propriedades aromáticas bastante agradáveis, o que permite seu emprego em diversos produtos de perfumaria e cosméticos. Outra propriedade de destaque farmacológico do pau-rosa é sua atividade relaxante e antimicrobiana, devido à presença do álcool terpenoide, fato que acelerou o desmatamento desse perfil de árvore iniciado em 1951, trazendo preocupações ambientais (Homma, 2005). Outro óleo com propriedades antifúngicas, antimicrobianas e antioxidantes é o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), comumente usado como um fitoterápico, cujo princípio ativo é proveniente do timol, cervacrol, p-cimeno, entre outros de menor concentração, conferindo atividade antisséptica, sendo amplamente explorado pela indústria farmacêutica (Almeida *et al.*, 2016).

2.4 Óleo essencial de eucalipto

O eucalipto é uma árvore de origem australiana de gênero *Eucalyptus spp.* e é amplamente distribuída por várias regiões do Brasil. A principal atividade econômica atribuída ao eucalipto é derivada da qualidade da madeira para produção de celulose. Além disso, outras atividades econômicas são atribuídas a ele, como o uso das madeiras e extração de OE, que é bastante explorado pela indústria brasileira, visto que essa planta possui uma quantidade considerável de compostos bioativos, com propriedades expectorantes, antissépticas e repelentes de insetos (Batista; Filho; Gonçalves, 2016).

O eucaliptol, ou 18-cineol, é o principal componente ativo do óleo de eucalipto, com uma concentração média de 80% dos óleos extraídos. Além desse, o OE de eucalipto pode conter outros compostos como alfa-pineno, limoneno, globulol, entre outros, o que está relacionado com a espécie dessa árvore, condições de cultivo, clima e solo. Já foram identificados e descritos mais de 50 compostos orgânicos voláteis no OE de eucalipto,

representados por hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres de ácidos, por diferentes métodos de extração (Doran; Willians, 1994).

Para obtenção de óleos derivados do eucalipto, são utilizadas, principalmente, as folhas. Os OE se encontram em cavidades pequenas, denominadas glândulas, que estão distribuídas pelo parênquima foliar. Essas estruturas estão associadas ao metabolismo secundário dessas plantas, não sendo necessariamente ligadas à sobrevivência, mas que garantiram uma maior adaptabilidade a diferentes condições climáticas e ambientais, uma vez que alguns compostos bioativos estão associados à defesa contra o ataque de insetos, pragas e patógenos, maior tolerância ao frio e adaptação a condições em que há pouca disponibilidade de recursos hídricos (Vitti; Andrea; Brito, 2003).

2.5 Óleo essencial de pinho

A árvore pinheira de gênero *Pinus ssp.*, classificada como conífera, possui uma média grandeza, portando entre 20 e 40 m de altura e 40 a 50 cm de diâmetro à altura do peito na fase de pleno vigor (adulto). Tem porte fastigiado (isto é, os ramos formam, com o troco, um ângulo agudo), o que confere às árvores copa na parte superior de forma piramidal. Está distribuída largamente em regiões temperadas do hemisfério norte, mas é também cultivada em outras regiões do globo terrestre, onde também se adaptou, incluindo algumas regiões do Brasil, principalmente no Sul. As florestas de pinheiro têm grande potencial econômico, atrelado à extração madeira, para diversos fins comerciais, como a indústria da madeira, papel e celulose, cosméticos, alimentícia e OE (Cruz, 2006).

O OE de pinho é obtido, principalmente, através da destilação a vapor das agulhas, ramos e cones da árvore, e é composto por uma mistura de diversos compostos voláteis, com destaque para os monoterpenos, como o alfa-pineno, beta-pineno, limoneno e careno. Esse OE possui uma infinidade de aplicações, como anti-inflamatório, antifúngico, antimicrobiano, broncodilatador e controle de fitopatógenos. Dentro os principais compostos com princípio ativo, destaca-se o alfa-pineno, associando-se às propriedades de alívio da função pulmonar e melhora do quadro respiratório quando o paciente é diagnosticado com asma e bronquite. Outra propriedade do alfa-pineno é a atividade de controle de micro-organismos, bastante explorado pela indústria, e de amplo uso em produtos de limpeza e desinfetantes, aplicados sobre superfícies (Medeiros *et al.*, 2014).

Outras propriedades bioativas associadas ao OE de pinho são as anti-inflamatórias e

analgésicas. Nesses casos, o princípio ativo do OE está contido em cremes e pomadas de uso tópico, reduzindo, assim, desconfortos e dores musculares e nas articulações (Carvalho; Pina, 2015). Na indústria de cosméticos, seu uso é empregado como purificante e revitalizante, com extratos de OE frequentemente incluídos em produtos para cuidados com a pele, como sabonetes, tônicos e shampoos. Somado a isso, devido à atividade antisséptica, soluções contendo compostos à base de pinho ajudam a combater infecções e controle da oleosidade da pele. Para fins de fabricação de perfumes e aromas, seu valor se encontra na adição de um aroma fresco e amadeirado. Já para a indústria alimentícia, pode ser usado como um flavorizante (Santos; Pereira, 2013).

2.6 Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais

O uso de OE é datado por civilizações antigas há 6 mil anos, devido às suas propriedades medicinais. Esses óleos são compostos líquidos, bioativos, voláteis, com odor (aromáticos) e cor característicos. São obtidos a partir de metabólitos secundários de plantas, presentes em todos os órgãos desta, como brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutas e cascas (Silva *et al.*, 2016).

Muitos desses OE têm sido amplamente estudados por suas atividades antimicrobianas que foram descobertas na idade média, tendo sua comercialização iniciada pelos povos árabes. A partir daí, se tornaram promissores na prevenção e no tratamento de infecções microbianas. A ação antimicrobiana observada pelos OE é atribuída a compostos como ésteres de ácidos graxos, mono e sesquiterpenos, terpenos, fenilpropanonas e álcoois aldeidados, aldeídos, cetonas e fenóis. Diante disso, há a possibilidade de um amplo uso em diversos setores da economia, como indústria alimentícia, cosméticos e na medicina (Lavabre, 2011).

O mecanismo de ação dos OE com atividade antimicrobiana pode ocorrer por dano à membrana celular ou parede celular de fungos e bactérias, seja estas gram-positivas ou gram-negativas, alterando a estrutura da camada lipídica que protegem esses organismos, elevando, assim, a permeabilidade da membrana, ocasionando em morte celular. Além do efeito citado, as propriedades bioativas desses óleos podem alterar o metabolismo celular dos microorganismos, tanto na biossíntese quanto na degradação de proteínas, ácidos nucleicos ou enzimas (Bakkali *et al.*, 2008).

Para se avaliar a ação de controle de crescimento de microrganismos, pode-se considerar um parâmetro conhecido como concentração inibitória mínima (CIM), que tem a

capacidade de mensurar a menor quantidade do agente capaz de inibir o crescimento microbiano, por meio de técnicas como a diluição em placas ou microdiluição. Alguns estudos prezam que concentrações menores que 100 mg/mL resultam em atividade antimicrobiana (Oliveira *et al.*, 2009).

Diversos OE já foram amplamente estudados; e seus resultados, publicados em literatura, com foco no potencial antimicrobiano. São alguns exemplos: óleo de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), óleo de orégano (*Origanum vulgare*), óleo de tomilho (*Thymus vulgaris*) e óleo de cravo (*Syzygium aromaticum*). Esses compostos foram eficazes contra espécies de bactérias *Staphylococcus aureus* e fungos do tipo *Candida albicans* (Carson; Hammer; Riley, 2006). Diversos trabalhos têm empregado eficácia contra fungos e bactérias, porém alguns trabalhos têm avaliado a atividade antiviral de extratos de folhas de alecrim contra *Calicivirus Felino* (FCV) em diferentes estágios de infecção (Kubiça *et al.*, 2015).

2.7 Regulamentação sobre sabões e óleos essenciais

A regulamentação de sabões e OE no Brasil é feita pelo governo federal a partir da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Para tanto, normas e diretrizes foram estabelecidas para a comercialização desse tipo de produto com propriedades terapêuticas ou de uso humano. A regulamentação dos sabões com atividade antisséptica e antimicrobiana está contida na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 7 de 2015, que dispõe sobre a "Regulamentação de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes". Essa resolução estabelece critérios de segurança a serem seguidos pelos fabricantes, como a avaliação da irritação dérmica e de mucosas, além da ausência de contaminantes microbiológicos, com parâmetros pré-definidos. A RDC também especifica as informações obrigatórias que devem constar no rótulo, garantindo a segurança e o uso adequado para o consumidor (ANVISA, 2015).

Para a utilização de sabões e produtos que exibem características saneantes e desinfetantes no Brasil, há a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 59, publicada na data de 17 de dezembro de 2010, da ANVISA. Essa RDC descreve, de maneira específica, a classificação e controle de produtos saneantes que possuem como princípio a ação antimicrobiana, já que são agrupados como desodorizantes, sanitizantes e desinfetantes. Esses perfis de produtos são amplamente utilizados em ambientes domésticos e públicos, fundamentais para a desinfecção e eliminação de micro-organismos presentes em superfícies

ou de uso humano. A inclusão da classificação quanto ao risco pode ser 1 ou 2, conforme descrito na RDC 59/2010. Aqueles que são classificados pela ANVISA como risco 1 são de menor risco à saúde; os de risco 2 possuem potencial maior de riscos e danos à saúde, requerendo, assim, para a sua comercialização, registro junto à agência sanitária (Brasil, 2010).

Para a regulamentação de OE e sua comercialização, está vigente a RDC nº 26 de 2014, que trata da "Regulamentação de Medicamentos Fitoterápicos e Produtos Tradicionais Fitoterápicos". Esta resolução exige que os produtos à base de OE possuam comprovação científica de eficácia e segurança e sigam boas práticas de fabricação (ANVISA, 2014).

Além disso, são exigidas algumas recomendações para regularização de OE junto à ANVISA, como a Autorização de Funcionamento (AFE): Antes de registrar qualquer produto, a empresa deve obter uma AFE da ANVISA. Isso certifica que a empresa está em conformidade com as regulamentações sanitárias e pode fabricar ou comercializar produtos regulamentados. Deve-se constar a comprovação de origem e qualidade, ou seja, a empresa deve fornecer documentação que demonstre a procedência do OE, métodos de extração, processamento e qualidade. Outros aspectos importantes estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Aspectos sobre a regularização de OE.

Aspecto	Descrição
Dados de segurança	Evidências de segurança do óleo essencial, incluindo estudos de toxicidade, relatórios de avaliação de risco e outros documentos que comprovem que o produto é seguro para uso humano.
Composição	Lista detalhada dos ingredientes do óleo essencial, incluindo a concentração de cada componente químico presente.
Rotulagem	Rótulos devem atender aos requisitos da ANVISA, incluindo informações obrigatórias sobre o produto, modo de uso, precauções e advertências.

Fonte: ANVISA, 2014.

A RDC 693, de 17 de agosto de 2022, complementa essas diretrizes ao especificar os requisitos técnicos para o registro de produtos desinfetantes. Esta norma, em seu Capítulo IV, define o que caracteriza um produto desinfetante e estabelece critérios técnicos, como o limite de pH, que são determinantes para a classificação de risco dos produtos. A especificação do pH é um parâmetro essencial, pois tem o potencial de alterar a eficácia antimicrobiana de um produto, uma vez que pode alterar a classificação de segurança do produto para a venda comercial (Brasil, 2022).

2.8 Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas

A cromatografia pode ser definida como uma técnica cujo objetivo é separar grupamentos químicos ou compostos com base em alguma propriedade físico-química de interesse, como polaridade das moléculas ou peso molecular. Esse método de separação se caracteriza por duas fases distintas, estacionária e móvel. A primeira se compreende por uma estrutura sólida ou líquida acoplada a um sólido; a segunda, de composição líquida ou gasosa, arrastada pela fase estacionária, desloca os compostos de acordo com a afinidade por uma das duas fases (Queiroz *et al.*, 2015).

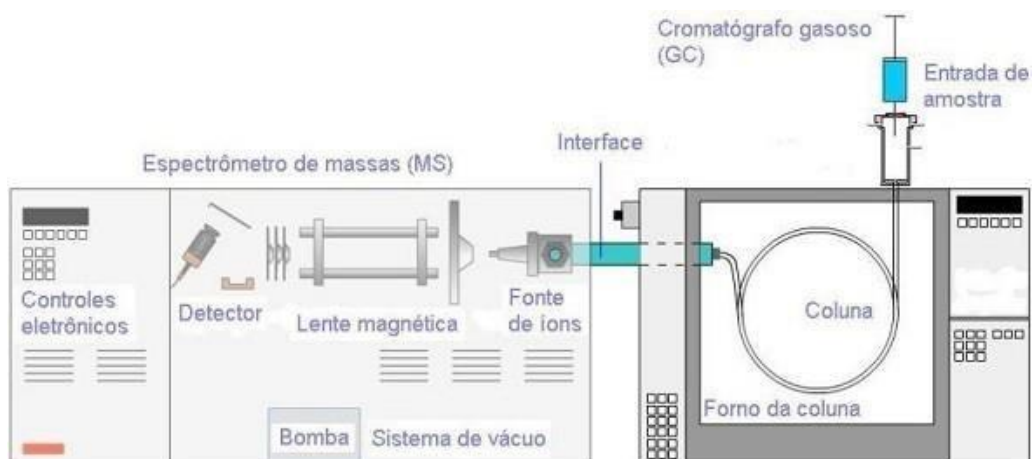
Alguns dos métodos cromatográficos mais comumente empregados são:

- Cromatografia em papel, na qual o papel compreende a fase estacionária, e a separação ocorre pela adição da fase móvel, levando à separação por capilaridade;
- Cromatografia em camada delgada (TLC), em que a fase estacionária é uma camada fina, como sílica gel em uma placa;
- Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), mais preciso e robusto, em que é usada uma coluna cheia de material adsorvente para separar componentes líquidos sob alta pressão;
- Cromatografia gasosa (GC), em que a premissa é a separação de substâncias gasosas ou substâncias que, quando submetidas à alta pressão e temperatura, se tornam voláteis, usando uma coluna de fase estacionária aquecida.
- Cromatografia de troca iônica, que permite a separação de íons e moléculas polares com base em suas cargas;
- Cromatografia de afinidade, que baseia-se na interação entre uma proteína e um ligante de forma específica, por meio de propriedades complementares (McNair; Miller,

2009).

Há um amplo uso de métodos cromatográficos para análises qualitativas (que têm por objetivo avaliar a presença ou ausência de algum composto que se deseja analisar) ou quantitativas (que se baseiam em determinar de forma a presença de algum composto em mistura e sua concentração). Para isso, são usadas técnicas adicionais acopladas à cromatografia, como espectrometria de massa (MS), na qual os compostos previamente separados pelo cromatógrafo são introduzidos no espectrômetro de massas, onde são ionizados e fragmentados. Posteriormente, a análise das massas dos íons permite a identificação e quantificação precisa dos compostos presentes na amostra (Campos; Grimberg, 2001).

Com a finalidade de melhorar a robustez das análises cromatográficas, pode-se acoplar essa técnica a um analisador do tipo MS, que é amplamente aplicado em diversas áreas, incluindo a química, biologia, farmácia, medicina, ciências ambientais, entre outras. O MS tem por objetivo quantificar compostos de diversas naturezas de origem, com base em uma referência de relação massa/carga (m/z) dos íons gerados, a partir das moléculas da amostra introduzidas no equipamento. O MS se dá em três principais etapas, sendo a primeira caracterizada pela ionização, de modo que as moléculas ou compostos são convertidos em íons a partir de seu estado neutro. Na segunda etapa, os íons previamente gerados são separados com base em sua razão m/z em um analisador de massas. Na terceira etapa, os íons são detectados e quantificados, gerando um espectro de massas possível de ser visualizado em um computador, como ilustrado na Figura 1 (Silva e Lopes, 2006).



Representação esquemática: GC-MS

Figura 1: Representação esquemática de um cromatógrafo gasoso acoplado à espectrometria de massas (CG-MS).

Fonte: Sartori, Pires e Santiago (2018).

O conjunto analítico de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG- MS) é uma técnica analítica robusta, que combina a capacidade de separação da cromatografia gasosa com a alta sensibilidade e especificidade da MS, de modo que é possível separar, identificar e quantificar compostos de interesse dentro de amostras em baixas concentrações. A combinação analítica CG-MS, além de promover as análises já descritas, fornece um padrão de espectro de massas para cada pico, indicando a massa molecular e o padrão de fragmentação de cada um, sendo considerado o padrão ouro devido à alta sensibilidade e confiabilidade. O padrão de fragmentação pode ser comparado com padrões de fragmentação disponíveis em banco de dados e em bibliotecas de espectros de massas de compostos já conhecidos (Skoog, 2008; Hites, 1997).

2.9 Estequiometria e química de sabões produzidos a partir de óleos e gorduras

A química dos sabões está intimamente ligada à sua estrutura molecular e ao processo de saponificação. Os sabões são compostos por sais de ácidos graxos, que são formados a partir da reação de gorduras (triglicerídeos) com uma base forte, como hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH). Durante a saponificação, as ligações éster presentes nos triglicerídeos são quebradas pela base, resultando na formação de sabão e glicerol. Os ácidos graxos são compostos por uma cadeia hidrofóbica (apolar) e um grupo carboxila hidrofílico.

Sabe-se que o sabão é um produto obtido a partir de uma hidrólise alcalina de uma gordura ou óleo de origem vegetal ou animal (Filho *et al.*, 2013). Para a otimização da qualidade do produto saponáceo, é fundamental conhecer a relação estequiométrica entre os componentes do sabão. Filho e seus colaboradores (2013) constataram uma proporção estequiométrica, objetivando uma eficiência no uso dos insumos, de forma que o produto (sabão) se mantivesse em condições aceitáveis de uso e comercialização, definindo a seguinte proporção: uma parte de NaOH, duas partes de água e seis partes de óleo vegetal residual. A utilização dessa estequiometria de insumos é recomendada para limpeza saneante, sendo imprópria para o asseio cosmético.

Sabendo disso, estudos com base nessa estequiometria para fins da reutilização do óleo vegetal podem ser aliados a outras características antimicrobianas e antissépticas, com o

objetivo de limpeza, destinado ao uso doméstico ou industrial. E, nesse contexto, segundo Monteiro (2002), os OE possuem uma variedade de compostos voláteis e são conhecidos por suas propriedades antissépticas e medicinais, usados como antimicrobianos, analgésicos e anti-inflamatórios. Dessa forma, é importante lembrar que o OE de eucalipto possui perfil cromatográfico com amplo espectro de atividade contra fungos, bactérias e insetos, sendo uma alternativa de baixo custo e baixa toxicidade ambiental para o controle de infestações. A sua atividade pesticida deve-se aos compostos 1,8 – cineol, ρ – cimeno, linalol, α – pineno e γ – terpineno, que podem ser caracterizados a partir do seu perfil cromatográfico por CG-MS (Batish *et al.*, 2008). Além disso, o OE de pinho possui como principais constituintes: α – pineno, β – pineno, canfeno, cariofileno, ácido cinâmico, terpinoleno, limoneno e acetato de bornilo, sendo utilizado em problemas brônquicos e bucais, devido suas propriedades antissépticas (Monteiro, 2002).

Deste modo, o presente trabalho teve como o objetivo desenvolver um produto saponáceo com potencial para fins de limpeza de ambientes e superfícies, utilizando a estequiometria relatada por Filho e colaboradores (2013), aliado às propriedades desodorizantes e desinfetantes dos OE, esperando como resultado um produto domissanitário de qualidade a partir da reutilização do óleo vegetal residual.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um produto saneante saponáceo contendo óleos essenciais de pinho e eucalipto com propriedade desodorizante e desinfetante.

3.2 Objetivos Específicos

- A. Revisar trabalhos e legislação sobre produtos desodorizantes e desinfetantes;
- B. Padronizar uma formulação de sabão preparado com óleo reciclado, com adição de óleos essenciais com atividade antimicrobiana;
- C. Caracterizar os óleos essenciais de pinho e eucalipto usados na formulação de produto saponáceo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

O material usado para a realização deste projeto de pesquisa foi: vidrarias e utensílios gerais para uso em laboratório (béqueres, bastões de vidro, provetas, espátulas, etc.), equipamentos de proteção individual (óculos, luvas, máscara de segurança, avental, etc.), balanças analíticas, fitas indicadoras para medição de pH (MQuant Supelco), medidor de pH com eletrodo, hidróxido de sódio (NaOH), água potável; água recentemente destilada, óleo essencial de pinho 65 (NC Aromas e Indústria e Comércio Ltda., lote OP2210/19), óleo essencial de eucalipto citriodora (NC Aromas e Indústria e Comércio Ltda., lote 905493) e óleo vegetal residual de uso culinário.

4.2 Análise de CG-MS dos óleos essenciais

Os componentes dos óleos essenciais foram identificados por CG-MS no Instituto Multidisciplinar em Saúde da Universidade Federal da Bahia, em Vitória da Conquista-BA. A análise cromatográfica foi realizada em um cromatógrafo Shimadzu® QP2010 acoplado a um espectrômetro de massas. Foi utilizada uma coluna DB-5MS (5% fenil-metilpolissiloxano) com dimensões de 30 m × 0,25 mm × 0,25 mm. O hélio foi utilizado como gás de arraste, com fluxo de 1 mL/min, e pressão de 58,8 kPa. O forno operou com uma programação de temperatura de 60 a 240 °C, a 3 °C/min. Os espectros foram obtidos por impacto eletrônico a 70 eV. A identificação foi feita pela determinação dos índices de retenção, comparados com dados da literatura (Bizzo *et al.*, 2020; Adans, 2017; Van Den Dool, 1963) e bancos de dados.

4.3 Produto saponáceo contendo óleos essenciais

O óleo vegetal residual de frituras foi obtido por doação e previamente tratado por filtração (para remoção de partículas e sujidades macroscópicas e para eliminar odores). Para isso, o óleo foi filtrado usando meio filtrante apropriado (palha de aço) e, depois, foi misturado com solução de hipoclorito de sódio 5%, que é um agente oxidante forte, de modo a diminuir odores. Esse processo promoveu uma redução do odor característico de compostos voláteis do óleo utilizado anteriormente em frituras (Araújo *et al.*, 2013; Zanta, 2018).

Para a preparação do sabão pelo método a frio, foram utilizadas as estequiometrias disponibilizadas na Tabela 2 (Alberici; Pontes, 2004; Thode-Filho *et al.*, 2013; Tescarollo *et*

al., 2015). O NaOH foi diluído em água potável em capela de exaustão. Depois, foi acrescentado o óleo tratado por 10 minutos, observando-se o aumento da consistência da massa. Em seguida, adicionou-se o OE, verteu-se a massa ainda mole nos moldes (500 g) e deixou-se em maturação por 60 dias.

Tabela 2: Proporção estequiométrica da formulação do sabão.

	Sabão 1	Sabão 2	Sabão 3
Óleo vegetal reciclado	6 partes (300g)	6 partes (300g)	6 partes (300g)
Água potável	2 partes (100g)	2 partes (100g)	2 partes (100g)
Hidróxido de sódio	2 partes (100g)	2 partes (100g)	2 partes (100g)
Óleo essencial (OE)	1% OE eucalipto (5g)	1% OE pinho (5g)	0,5% OE eucalipto (2,5g) 0,5% OE pinho (2,5g)

Fonte: Do autor.

Diante das barras de sabão maturadas, foram avaliadas características organolépticas, como a aparência, dureza e odor das barras de sabão, para validar sua viabilidade. Em seguida, foi determinado do pH das amostras, por meio da preparação de uma solução de sabão a 1% em água potável, através do uso de pHmetro e fitas indicadoras de pH (Mendes *et al.*, 2016; Amaral; Chaud; Reigota, 2019).

4.4 Caracterizações complementares

Realizou-se a medição do pH dos produtos saponáceos. Para isso, realizou-se a diluição de 1 g de sabão em 10 mL de água potável e mediu-se o pH após 1 hora, usando eletrodo calibrado. A medida da solução foi obtida com fitas indicadoras para medida de pH.

Realizou-se também a medida do índice de refração dos OE, usando refratômetro portátil.

5 RESULTADOS

O reaproveitamento de óleos vegetais provenientes de fritura é uma prática comum em nossa sociedade, sendo uma prática de reutilização, contribuindo com a sustentabilidade. Os resíduos de óleo apresentam bons resultados para a produção de sabão, devido à grande proporção de ácidos graxos, e a sua reutilização é viável, de forma econômica, ecológica e social (Carvalho, 2017; Wildner, 2012).

Neste estudo, foram preparadas três formulações com adição de OE: a primeira contendo óleos de pinho e eucalipto a 0,5%, o segundo contendo o óleo de pinho a 1% e o terceiro contendo o óleo de eucalipto a 1%. Os produtos saponáceos estão apresentados na figura 2. As propriedades organolépticas de todas as três formulações indicaram aparência homogênea, como um sabão macio, porém firme, consistente e com o odor suave característico dos OE adicionados, não havendo mudanças em suas características organolépticas mesmo após 12 meses de preparo, após armazenamento à temperatura ambiente dentro de frascos plásticos.

A



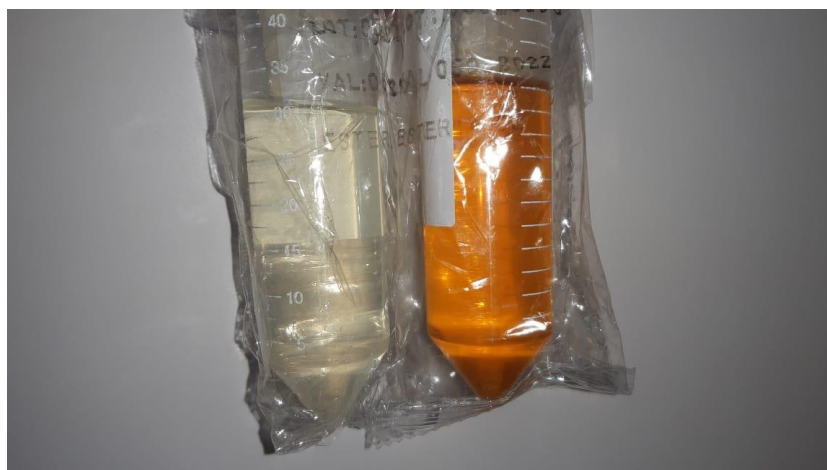
B

Figura 2: Observa-se em A) Sabões preparados contendo mistura de óleos essenciais de pinho e eucalipto (esquerda), ou esses óleos essenciais isolados (centro e direita). B) Óleos essenciais de pinho (esquerda) e eucalipto (direita).
Fonte: Do autor

O índice de refração é uma grandeza física adimensional, que mede a redução da velocidade da luz quando é transmitida através de algum meio óptico transparente, podendo ser usado como indicador de qualidade e pureza para OE. Para o OE de eucalipto, foi observado um índice de refração de 1,460. Para o OE de pinho, o índice de refração encontrado foi de 1,474. As especificações para índice de refração do óleo de pinho 65 da NC aromas é de 1,4790 a 1,4940. As especificações para índice de refração do óleo de eucalipto citriodora da NC aromas é de 1,4582 a 1,4640.

Conforme demonstrado na figura 2B, o óleo de pinho apresentou uma coloração amarelada, enquanto o óleo de eucalipto apresentou-se transparente, sendo que esta aparência corresponde à especificação deste OE descrita pelo fabricante.

Os resultados das medidas de pH indicaram que as formulações de sabão contendo OE de eucalipto e pinho, tanto isolados quanto misturados, apresentaram valores de pH alcalinos, medidos por fita de pH, indicando um pH de, aproximadamente, 10, conforme mostrado na figura 3. A medida usando pHmetro, uma técnica mais acurada, foi avaliada em três repetições, com resultados variando entre 10,2 e 10,3 para os sabões contendo os óleos de pinho e eucalipto isolados; e 10,9 para o sabão contendo a mistura dos dois OEs, como mostrado na figura 4.



Figura 3: Medida do pH usando fitas.

Fonte: Do autor.

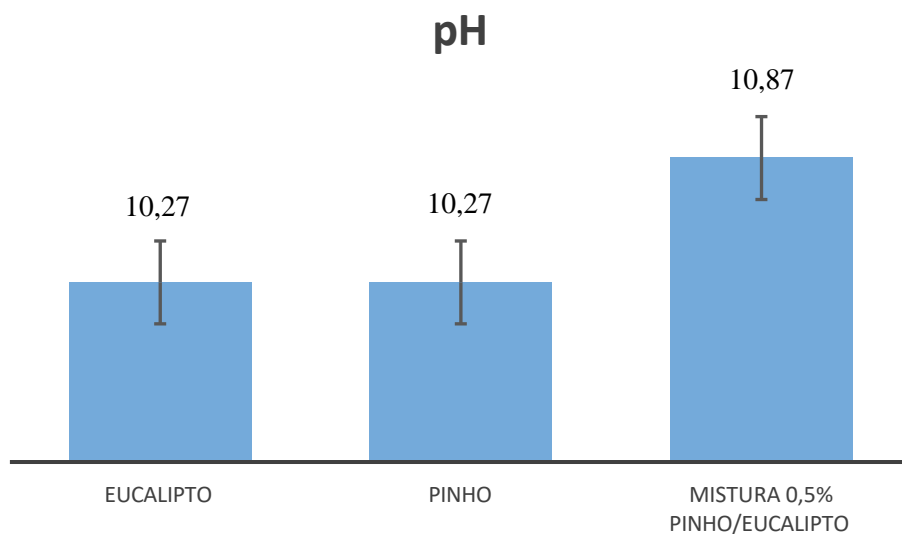


Figura 4: Medida de pH usando eletrodo calibrado.

Fonte: Do autor.

Os resultados da análise por CG-MS do OE de eucalipto demonstraram a presença de dez compostos voláteis principais, com destaque para o (R)-citronellal, que representou 60,71% da composição total. Outros compostos voláteis incluíram o eucaliptol (11,70%), isopulegol (9,91%) e iso-isopulegol (3,94%). O composto volátil α -pineno e β -pineno foram detectados em menores proporções (0,84% e 0,83%, respectivamente). Além disso, foi identificado um composto volátil, para cujos picos obtidos não havia associações na base de dados. Ele está destacado como N.I., que corresponde a 7,28% da amostra, como indicado na tabela 3. Além disso, o tempo de retenção (RT) e o índice de retenção linear (LRI) observados nas amostras foram consistentes com os valores de referência, indicando uma identificação mais precisa dos compostos presentes no OE de eucalipto usado nos sabões.

Tabela 3: Composição química determinada por CG-MS para amostra do óleo essencial de eucalipto.

Pico	Composto	RT	LRI _{OBS} (LRI _{REF})	Área do pico (%)
1	α -Pinene	5.856	932 (932)	0.84
2	β -Pinene	7.066	975 (974)	0.83
3	Eucalyptol	8.806	1028 (1026)	11.70

4	Isopulegol	13.263	1142 (1145)	9.91
5	(R) Citronellal	13.599	1150 (1148)	60.71
6	Iso-Isopulegol	13.738	1153 (1155)	3.94
7	Citronellol	16.886	1226 (1223)	2.08
8	Citronellyl acetate	22.095	1346 (1350)	1.67
9	Caryophyllene	24.780	1409 (1408)	1.03
10	N.I.	24.953	-	7.28

RT: tempo de retenção; LRI: índice de retenção linear.

Fonte: Do autor.

A partir dos resultados da análise de CG-MS para o OE de pinho, foi possível observar uma maior quantidade de compostos voláteis, por meio dos valores de RT, com predominância para o α -terpineol (28,78%). Outros compostos voláteis encontrados foram o terpinolene (15,57%) e o limoneno (10,35%). O eucalyptol também se mostrou presente (6,13%). Isocineole e o p-cymene estavam presentes nas proporções de 5,37% e 5,34%, respectivamente. Além disso, diversos terpenos e álcoois terpênicos, como o γ -terpineol (5,55%) e o terpineol-1 (5,99%) foram identificados, como observado na tabela 4, destacando a complexidade do OE de pinho. O tempo de retenção (RT) e o índice de retenção linear (LRI) observados mostraram boa correspondência com os valores de referência, corroborando para a identificação mais precisa destas substâncias.

Tabela 4: Composição química determinada por CG-MS para amostra do óleo essencial de pinho.

Pico	Composto	RT	LRI _{OBS} (LRI _{REF})	Área do pico (%)
1	α -Pinene	5.873	933 (932)	2.58
2	Camphene	6.280	947 (946)	0.39
3	Isocineole	8.246	1013 (1012)	5.37
4	α -Terpinene	8.309	1015 (1014)	4.47

5	p-Cymene	8.591	1022 (1020)	5.34
6	Limonene	8.728	1026 (1024)	10.35
7	Eucalyptol	8.816	1028 (1026)	6.13
8	γ -Terpinene	9.797	1054 (1054)	2.83
9	Terpinolene	10.922	1085 (1086)	15.57
10	Fenchyl alcohol	11.963	1111 (1114)	1.82
11	Terpineol-1	12.790	1131 (1130)	5.99
12	β -Terpineol	13.244	1141 (1140)	0.93
13	Isoborneol	13.727	1153 (1155)	1.50
14	Borneol	14.121	1162 (1165)	1.29
15	(+)-Terpinen-4-ol	14.609	1173 (1174)	1.12
16	α -Terpineol	15.224	1188 (1186)	28.78
17	γ -Terpineol	15.465	1194 (1199)	5.55

RT: tempo de retenção; LRI: índice de retenção linear.

Fonte: Do autor.

Na Figura 5, o CG-MS, em que a amostra é primeiramente separada em seus componentes individuais por meio da cromatografia gasosa, onde cada substância passa por uma coluna cromatográfica em uma fase gasosa e é separada de acordo com suas propriedades físicas e químicas, como volatilidade e polaridade. OEs de eucalipto (A) e pinho (B) em seguida foram separado é analisado pelo espectrômetro de massas, que fragmenta as moléculas em íons e produz um espectro característico baseado na massa e carga de cada fragmento, analisados pelo conjunto CG-MS, identificados com base no tempo de retenção (RT) e no LRI (índice de retenção linear).

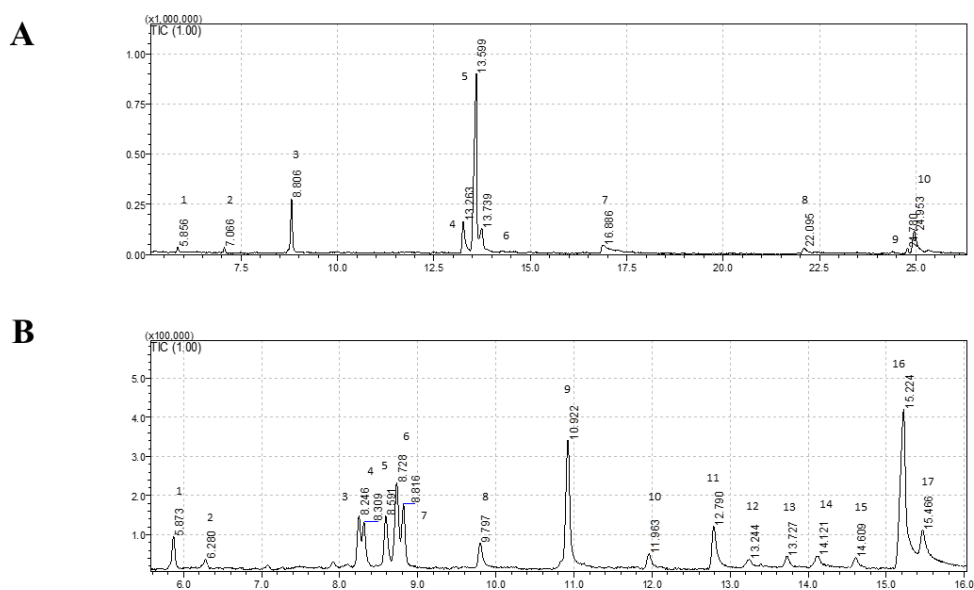


Figura 5: A- Perfil cromatográfico do óleo essencial de eucalipto analisado por CG-MS. B- Perfil cromatográfico do óleo essencial de pinho analisado por CG-MS.

Fonte: Do autor.

6 DISCUSSÃO

A prática do reaproveitamento de óleos provenientes da utilização na culinária é comum no Brasil, representando uma excelente ação no contexto da sustentabilidade. Conforme observado neste trabalho, a reutilização desses óleos vegetais é uma alternativa viável do ponto de vista econômico, social e ecológico, reduzindo diretamente o impacto ambiental causado pelo despejo irresponsável desse óleo vegetal no ambiente ou pela falta de coleta de lixo seletiva. Outros estudos também evidenciam que a utilização desse tipo de matéria-prima (óleo culinário que foi reaproveitado) para a produção de sabão é bastante eficiente, dada a sua rica composição de ácidos graxos, que é necessária para a reação de saponificação (DE Lucena, Albuquerque & Moura, 2014; Souza, 2023).

A reação de saponificação é um processo químico envolvido na produção de um produto saponáceo, que ocorre pela hidrólise de ácidos graxos na presença de uma base forte, como o NaOH, que foi usado neste trabalho. Durante esse processo, os ácidos graxos do óleo vegetal reaproveitado são liberados, também havendo liberação do glicerol (Zanin *et al.*, 2001),

conforme a figura 6. Ou seja, os ácidos graxos reagem com o NaOH, formando um sal de ácido graxo (sabão) na presença de água.

Neste trabalho, para a preparação desse produto saponáceo, utilizaram-se os seguintes reagentes em proporção: uma parte de NaOH, duas partes de água e seis partes de óleo vegetal residual (Filho *et al.*, 2013). Este produto é somente recomendado para uso como saneante, na limpeza geral e de utensílios domésticos, sendo imprópria para o asseio cosmético. No geral, são produtos muito alcalinos, em que há um excesso de NaOH para reagir com todos ácidos graxos, evitando um excesso de óleo no produto terminado, o que levaria a um sabão mole e com pouca capacidade de limpeza (Vieira; Santos, 2014).

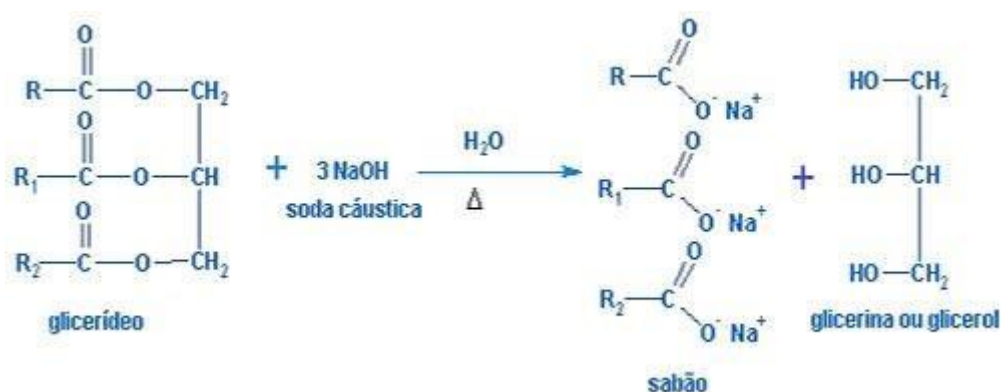


Figura 6: Reação de saponificação.

Fonte: <https://www.freeqenotes.com/chemistry/notes/organic-materials>.

Ao se introduzirem OE, como o de pinho e de eucalipto, na formulação de um produto saponáceo, de forma isolada ou em associação, foi possível obter um produto com potenciais benefícios adicionais, uma vez que esses OE podem acrescentar a ele propriedades desodorizantes e antimicrobianas. Além disso, os OE contribuíram para melhorar as propriedades organolépticas observadas, como aspecto homogêneo, maciez, firmeza e um odor suave característico dos OE adicionados. Somado a isso, ressalta-se que as mesmas características organolépticas foram preservadas após 12 meses da preparação do produto, com armazenamento à temperatura ambiente.

Os resultados encontrados estão em acordo com as diretrizes sanitárias para registro de saneantes, dada a durabilidade do produto, com potencial ação antimicrobiana e propriedades organolépticas (Silva, 2012). Esses resultados também estão de acordo com as propriedades esperadas descritas em Gnatta (2012) que visou avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante de alguns metabólitos bioativos de OE para a formulação de um produto

saponáceo, em que a estabilidade da formulação, somada às propriedades biológicas e propriedades organolépticas agradáveis, são essenciais para introdução de um produto no mercado.

Os resultados da determinação do índice de refração dos OE são importantes para a sua caracterização, pois são indicativos da sua pureza e qualidade geral. Os valores obtidos neste estudo (1,460 para o de OE de eucalipto, e 1,474 para o OE de pinho) são condizentes com os valores reportados nos laudos dos fabricantes.

Os resultados de pH obtidos para as 3 formulações, que foram superiores a um pH de 10, reforçam o caráter alcalino esperado para produtos saponáceos, medidos tanto no teste com fitas (menos preciso) quanto em pHmetro calibrado (mais acurado). Esses resultados são consistentes com os resultados esperados, pois os produtos saponáceos tendem a apresentar pH alto devido à presença de resíduos de NaOH. De acordo com as normas vigentes da Anvisa, produtos saneantes classificados como Risco II são considerados de maior potencial de impacto à saúde, exigindo registro obrigatório. Esse registro demanda a apresentação de dados técnicos, como resultados de ensaios que comprovem sua atividade antimicrobiana, incluindo desinfetantes e desodorizantes, independentemente do pH do produto. No entanto, em relação ao pH, produtos saneantes de risco II, em especial aqueles destinados ao contato direto com a pele ou superfícies sensíveis, devem ter valores de pH considerados seguros e eficazes. Para desinfetantes, a Anvisa frequentemente recomenda um pH abaixo de 11,5, que auxilia na redução da alcalinidade e minimiza riscos à pele e ao meio ambiente. Produtos com pH superior a 11,5 podem ser considerados mais agressivos e, em algumas formulações, podem necessitar de justificativas adicionais no registro (Brasil, 2021).

A CG-MS combina duas técnicas analíticas, que, em conjunto, podem ser aplicadas como uma poderosa ferramenta para separar, identificar e quantificar compostos químicos voláteis. Os resultados obtidos neste trabalho permitiram a identificação de uma variedade de compostos presentes nos OE de eucalipto e pinho, que lhe conferisse potencial propriedades desinfetantes, ou seja, ação antimicrobiana.

A análise do cromatograma do OE eucalipto permitiu a identificação de 10 diferentes compostos químicos voláteis, com a prevalência do (R)-Citronellal, que apresentou uma proporção superior a 60%. Esse monoterpeneo, encontrado em plantas do gênero *Eucalyptus* e *Cymbopogon*, possui algumas atividades biológicas associadas e se destaca por suas propriedades antimicrobianas. O estudo de Bezerra e colaboradores (2019) avaliou a redução da população de *Bacillus Subtilis* na presença de diversas concentrações de (R)-(+)-citronelal

ou (S)-(-)-citronelal, mostrando que esse composto químico é, potencialmente, um agente bactericida. Outra pesquisa também avaliou a atividade antibacteriana dos monoterpenos (R)-(+)- citronelal e (S)-(-)-citronelal contra cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Nesse estudo, também foi constatada atividade antifúngica e antiparasitária desses componentes químicos (Siqueira, 2019). Tais resultados corroboram com a escolha de inclusão de OE nos produtos saponáceos neste trabalho, potencialmente lhes conferindo propriedades desinfetantes e desodorizantes.

Outros monoterpenos presentes no OE de eucalipto, como o eucaliptol, cineol, isopulegol, também se destacam por apresentar atividade antimicrobiana, como demonstrado pela pesquisa conduzida por Rocha (2021), em que foi testada a atividade desses terpenos contra vírus e fungos. Esses compostos podem atuar de forma sinérgica para reduzir populações de *Candida albicans* em biofilmes formados. Esses resultados também vão de encontro àqueles observados por Marinho e colaboradores (2022), em que a atividade de monoterpenos, como eucaliptol, foi capaz de reduzir a concentração de alguns tipos virais, como Picornavirus, Adenovirus e Cytomegalovirus. Esses estudos estão de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, visto que a presença de diversos terpenos é indicativa de potencial antimicrobiano do OE.

A adição do OE de pinho na formulação de um produto saponáceo saneante pode reforçar a ação de limpeza, o que traz benefícios devido à sua potencial ação antimicrobiana. A alta concentração de alfa-terpineol do óleo de pinho pode conferir propriedades antimicrobianas. O estudo de Rodrigues (2019) sustenta esse argumento, considerando que ele demonstrou que a população de bactérias frente a biofilmes foi reduzida quando tratadas com alfa-terpineol ou cinamaldeído. Assim, a identificação de alfa-terpineol é importante para caracterizar o OE associado ao produto saponáceo desenvolvido.

Um estudo sobre caracterização química e atividade antimicrobiana do OE de extratos de planta do gênero *Salvia* identificou uma série de compostos químicos voláteis semelhantes àqueles encontrados neste trabalho no OE de pinho pela técnica de CG-MS, como variantes de pineno, limoneno, terpineol, entre outros. Esse conjunto de compostos químicos voláteis atuam em sinergia, inibindo o crescimento de micro-organismos (Pierozan et al., 2009).

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, foi possível concluir que a reutilização de óleo vegetal residual proveniente de frituras é uma alternativa viável e sustentável para o desenvolvimento de um produto saponáceo. A adição de OE de pinho e eucalipto, ricos em monoterpenos e compostos fenólicos, foi realizada, de modo a potencialmente conferir propriedades antimicrobianas e desodorizantes ao sabão, além de proporcionar uma fragrância agradável e suave. As análises físico-químicas, como pH e índice de refração, confirmaram que o produto terminado atende aos padrões esperados, sendo estável e adequado para uso doméstico. A caracterização dos compostos voláteis dos OEs por CG-MS permitiu identificar a presença de substâncias com potencial atividade antimicrobiana, corroborando com a literatura científica. Portanto, o desenvolvimento desse produto saponácio apresentou resultados satisfatórios em termos de qualidade do produto terminado, demonstrando ser uma solução eficiente e ecologicamente responsável para o reaproveitamento de óleos residuais, com potencial de aplicação comercial e benefícios para a saúde humana.

8. REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. Identification of oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. 4.1 ed. Carol Stream: **Allured Publ. Corp.**, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 7, de 10 de fevereiro de 2015. Regulamentação de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes. **Diário Oficial da União, Brasília**, 2015. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_07_2015.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007. Aprovação de Uso de Aditivos Alimentares e Co-adjuvantes de Tecnologia. **Diário Oficial da União, Brasília**, 2007. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_02_2007.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 26, de 13 de maio de 2014. Regulamentação de Medicamentos Fitoterápicos e Produtos Tradicionais Fitoterápicos. **Diário Oficial da União, Brasília**, 2014. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_26_2014.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe sobre os procedimentos e requisitos técnicos para a notificação e o registro de produtos saneantes e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília**, 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0059_17_12_2010.html. Acesso em: 8 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 693, de 17 de agosto de 2022. Dispõe sobre os requisitos técnicos para o registro de produtos desinfetantes de uso geral. Disponível em:

<https://www.gov.br/anvisa>. Acesso em: 8 set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 725, de 1º de julho de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, 2022. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_725_2022_.pdf. Acesso em: 11 ago. 2024.

ALMEIDA, A. C. de et al. Atividade antisséptica do óleo essencial de *Lippia origanoides* Cham. (Alecrim-pimenta) na presença de leite bovino. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, p. 905-911, 2016.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Relatório Anual de Biodiesel 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/biodiesel>. Acesso em: 08 set. 2024.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BATISH, D. R. et al. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 12, p. 2166–2174, 2008.

BATISTA, F. L. A.; FILHO, C. B. F.; GONÇALVES, R. S. Óleo essencial de eucalipto: uma revisão sobre propriedades biológicas e aplicabilidade industrial. **Revista Fitos**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2016.

BEZERRA, R. V. et al. Atividade antimicrobiana dos monoterpênos (R)-(+)-citronelal, (S)-(-)-citronelal e 7-hidroxycitronelal contra cepa de *Bacillus Subtilis*. **Revista Uningá**, v. 56, n. 2, p. 62-69, 2019.

BIZZO, H. R. et al. Um conjunto de planilhas eletrônicas para identificação e quantificação de constituintes de óleos essenciais. **Química Nova**, v. 43, p. 98-105, 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos

Sólidos e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 3 ago. 2010. Seção 3, p. 62.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CAMPOS, R. C.; GRINBERG, P. Acoplamento cromatografia gasosa-espectrometria de absorção atômica em estudos de especiação: uma revisão. **Química Nova**, v. 24, p. 220-227, 2001.

CARSON, C. F.; HAMMER, K. A.; RILEY, T. V. Melaleuca alternifolia (Tea Tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 19, n. 1, p. 50-62, 2006.

CARVALHO, M. G.; PINA, M. S. Óleos essenciais de pinho: composição, propriedades terapêuticas e usos industriais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 89-98, 2015.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Relatório de Reciclagem 2023**. Disponível em: <https://www.cempre.org.br/reciclagem-no-brasil-relatorio-2023/>. Acesso em: 08 set. 2024.

CRUZ, M. M. S. Estudo da molhabilidade da madeira de pinho pela resina ureia-formaldeído. 2006. Dissertação (Mestrado). **Universidade Técnica de Lisboa**, Lisboa, Portugal, 2006.

DE ANDRADE, M. F. et al. Óleos essenciais de alecrim-pimenta, laranja e cravo-da-índia como aditivos naturais antimicrobianos: uma revisão narrativa. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 6, p. 295-308, 2022.

DE ARAÚJO, Larissa Carolina Ramos et al. Atividade do óleo de copaíba sobre radicais livres formados durante a resposta inflamatória. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53538-53553, 2020.

DE LUCENA, K. P.; DE ALBUQUERQUE, W. G.; MOURA, E. F. Alternativas

ambientais: reciclagem do óleo de cozinha na fabricação de sabão. **Revista INTESA**, v. 8, n. 2, p. 08-14, 2014.

DEMAJOROVIC, Jacques; LIMA, Márcia. Cadeia de reciclagem: um olhar para os catadores. **Editora Senac** São Paulo, 2019.

DORAN, J. C.; WILLIAMS, E. R. Fast-growing Eucalyptus camaldulensis clones for foliar-oil production in the tropics. **The Commonwealth Forestry Review**, p. 261-266, 1994.

FILHO, S. T. et al. Sistema de análise estequiométrica para produção de sabão a partir de óleo vegetal residual: uma estratégia para redução do impacto ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 15, n. 15, 8 out. 2013a.

GNATTA, Juliana Rizzo. Comparação da eficácia antimicrobiana de sabonetes contendo óleo essencial de Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*) e triclosan na higienização de mãos artificialmente contaminadas. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2012.

GONÇALVES, P. Gestão de resíduos sólidos: conceitos, experiências e alternativas. In: Seminário Cadeia Produtiva da Reciclagem e Legislação Cooperativista, Juiz de Fora, MG. Anais... São Paulo: **Instituto de Desenvolvimento Tecnológico**, 2018.

GRIFFIN, S. G.; MARKHAM, J. L.; LEACH, D. N. An agar dilution method for the determination of the minimum inhibitory concentration of essential oils. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, p. 249-255, 2000.

GUIMARÃES, A. G. et al. Terpenes and derivatives as a new perspective for pain treatment: a patent review. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, v. 24, n. 3, p. 243-265, 2014.

HOMMA, Alfredo Kingo Oyama. O extrativismo do óleo essencial de pau-rosa na Amazônia. 2005.

HUSSEIN, A. K.; SANDERS, G. M. Environmental impacts of improper waste disposal. **Waste Management Journal**, v. 35, p. 279-283, 2019.

ISHIDA, K.; MATSUMOTO, Y.; BAE, D. H. Effect of different Eucalyptus species on

microbial and fungal activity in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 39, n. 8, p. 2316-2324, 2007.

JANKOWSKI, K. J.; ZDZISLAW, W.; LUKASZ, S. Application of essential oils in production of natural plant protection products. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 2, p. 159-165, 2008.

JÚNIOR, M. M. L.; FARIAS, P. L.; MENDES, S. L. Efeito antimicrobiano de óleos essenciais de eucalipto, pinho e alecrim em bactérias patogênicas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 25, p. 37-48, 2019.

KATZ, T. M.; MILLER, J. H.; HEATH, A. Insect repellents: historical perspectives and new developments. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 2, p. 147-162, 2008.

KAVAZ, D.; AHMAD, Z. Use of pine essential oil in cosmetics and pharmaceuticals: antimicrobial and skin protective properties. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 8, n. 3, p. 95-100, 2018.

KNIGHT, D. J.; REYNOLDS, A. N. Evaluation of the toxicity of eucalyptus oil for industrial disinfection purposes. **Journal of Hazardous Materials**, v. 101, n. 1, p. 15-22, 2009.

KUBEC, R.; MUSAH, R. A. Chemical composition and antimicrobial properties of the essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Pinus sylvestris*. **Phytochemistry**, v. 72, p. 167-172, 2011.

LEITE, A. M.; ALMEIDA, T. A.; PEREIRA, S. N. Estudo de alternativas sustentáveis para destinação de resíduos oleosos na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 47-56, 2019.

LIMA, A. S.; OLIVEIRA, R. R. Sabão ecológico: fabricação com óleo de fritura reciclado. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 13, p. 123-130, 2020.

LOPES-LUTZ, D. et al. Phytochemical composition and in vitro antimicrobial activity of the

essential oils of three plants from the Myrtaceae family. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 2, n. 12, p. 320-324, 2008.

LUCCHESI, M. E.; CANCEILLER, N.; BESSIERE, J. M. Supercritical CO₂ extraction of essential oils from rosemary and oregano. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 7671-7676, 2004.

LYRA, Cassandra Santantonio de. A aromaterapia científica na visão psiconeuroendocrinoimunológica: um panorama atual da aromaterapia clínica e científica no mundo e da psiconeuroendocrinoimunologia. 2009. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

MARINHO, Oziel Ribeiro. Determinação da atividade antioxidante de óleos de plantas amazônicas utilizando imagens digitais. 2014.

MENDES, F. R. A.; FIGUEIRA, R. B. Biodegradabilidade e toxicidade de detergentes sintéticos e naturais: uma revisão. **Journal of Environmental Science**, v. 26, p. 115-123, 2021.

MORAES, P. de C. C.; CARVALHO, M. A. B. Eficácia antimicrobiana de óleos essenciais no desenvolvimento de produtos de limpeza naturais. **Revista Brasileira de Química Tecnológica**, v. 15, n. 3, p. 85-92, 2022.

OLIVEIRA, M. B. P. P.; CAVALHEIRO, R. M. Sustentabilidade e inovação na reciclagem de óleos de cozinha. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 18, n. 4, p. 163-172, 2020.

OLIVEIRA, T. R. et al. Propriedades desodorizantes de óleos essenciais de eucalipto e pinho em formulações cosméticas. **Cosmetic & Toiletry Brazil**, v. 31, n. 1, p. 45-52, 2022.

OLIVEIRA, W. B.; MARTINS, D. G.; VASCONCELOS, C. H. Aplicação de resíduos de óleos vegetais em sabonetes: estudo de viabilidade técnica e econômica. **Revista Ecodema**, v. 5, n. 2, p. 99-108, 2020.

PEDRO, Laís dos santos freitas. A ação antimicrobiana e anti-inflamatória do óleo resina de

copaíba no tratamento de doenças cutâneas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). **Faculdade Pitágoras**, Poços de Caldas, 2017.

PIEROZAN, Morgana Karen et al. Caracterização química e atividade antimicrobiana de óleos essenciais de distintas espécies de salvia L. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 764-770, 2009.

PINA, M. S.; ALBUQUERQUE, W. A. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais para a produção de saneantes naturais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 6, p. 147-155, 2018.

PINTO, E. B.; OLIVEIRA, A. L. R. Caracterização química de sabões ecológicos a partir de óleos vegetais residuais. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 23, n. 2, p. 99-105, 2021.

RIBEIRO, A. C. et al. Uso de óleos essenciais como desodorizantes naturais em produtos de higiene pessoal. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, p. 123-130, 2023.

RODRIGUES, L. H.; SANTOS, E. P. Ação fungicida de óleos essenciais de eucalipto em patógenos de interesse agrícola. *Journal of Essential Oil Research*, v. 17, n. 3, p. 175-183, 2005.

SHARIFI-RAD, Javad et al. Biological activities of essential oils: From plant chemoecology to traditional healing systems. **Molecules**, v. 22, n. 1, p. 70, 2017.

SILVA, M. D.; FREITAS, M. M. Gestão de resíduos: tecnologias para reaproveitamento de óleo de cozinha. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 25, p. 34-45, 2020.

SOUZA, R. F. et al. Efeitos antimicrobianos e antioxidantes de compostos voláteis de óleos essenciais em formulações de saneantes. **Revista de Química e Saúde Pública**, v. 4, n. 2, p. 75- 81, 2019.

THODE FILHO, Sérgio et al. Aspectos Associados ao Descarte Inadequado e ao Reuso do Óleo Vegetal Residual. **Revista Conhecimento Online**, v. 1, 2014.

VIEIRA, Andréia Bacarin. Os princípios da precaução e prevenção como instrumentos

indutores de preservação ambiental pela implementação da agroenergia. 2012.

VIEIRA, G. H. F. et al. Essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus globulus*: antibacterial activity and effect on macrophage functions. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 1B, p. 623-628, 2009.

ZAKI, E. A.; SOLIMAN, S. S. Antifungal properties of essential oils from *Eucalyptus globulus* and *Pinus sylvestris* against *Aspergillus flavus*. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 24, p. 2038-2043, 2015.