

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

ETEC DE CIDADE TIRADENTES

Curso técnico em química (novotec)

Julia Lopes Gomes de Souza

Paulo Fernando Sousa Aleixo

Ranielly Almeida Bueno

Rebeca Vitória da Silva Santos

Sara Lion da Silva

**ATIVIDADE REPELENTE DO LIMONENO: Produção de vela
saneante livre de petrolatos.**

São Paulo

2024

Julia Lopes Gomes de Souza

Paulo Fernando Sousa Aleixo

Ranielly Almeida Bueno

Rebeca Vitória da Silva Santos

Sara Lion da Silva

**ATIVIDADE REPELENTE DO LIMONENO: Produção de vela
saneante livre de petrolatos.**

Trabalho de Conclusão de Curso Técnico em Química (NovoTec) da ETEC de Cidade Tiradentes, orientado pela Prof^o Daniéle Santos Lima, como requisito parcial para a obtenção do título de técnico em química.

São Paulo

2024

Julia Lopes Gomes de Souza

Paulo Fernando Sousa Aleixo

Ranielly Almeida Bueno

Rebeca Vitória da Silva Santos

Sara Lion da Silva

**ATIVIDADE REPELENTE DO LIMONENO: Produção de vela
saneante livre de petrolatos.**

Trabalho de Conclusão de Curso Técnico em Química (NovoTec) da ETEC de Cidade Tiradentes, orientado pela Prof^a Daniélla Santos Lima, como requisito parcial para a obtenção do título de técnico em química.

Aprovado em:

Daniélla Santos Lima

29/12/2024

Gemima Samara Bezerra Duarte

29/12/2024

Patricia Souza da Cruz Vernizzi

29/12/2024

AGRADECIMENTOS

Agradecemos imensamente nossa orientadora Daniéle Santos Lima, pelo apoio, atenção e carinho durante todo período de produção do presente trabalho, tornando possível sua conclusão. Aos professores Alberto, Gemima e Patrícia, pelos conselhos, conversas e aulas disponibilizadas. A auxiliar de laboratório, Laiza, pela ajuda, atenção e disposição.

Somos eternamente gratos a vocês educadores por ensinarem a nós mais do que o necessário para nossa formação técnica, mas, também, para nossa formação como pessoas melhores com um olhar crítico e confiante.

A nossa família e amigos que nos apoiaram durante toda duração do curso técnico em química, além de possibilitar nossa formação através de todo carinho, conselhos e motivação para enfrentarmos a todas as dificuldades encontradas pelo caminho.

E principalmente a nós mesmos, que persistimos todos os dias em busca de um futuro melhor apesar de todos os empecilhos e avenças, tentando a todo momento enfrentá-los com foco e disciplina.

RESUMO

A dengue, doença viral transmitida por mosquitos do gênero *Aedes*, é um grave problema que afeta o Brasil e diversos países. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um repelente saneante biodegradável e livre de derivados de petróleo utilizando o composto D-limoneno e óleo vegetal saturado. A extração do óleo essencial foi realizada pelo método de destilação simples, no qual se obteve uma mistura de água e óleo essencial. A quantidade de óleo essencial coletado das cascas de tangerina ponkan foi insuficiente para a produção da vela repelente, sendo necessária a compra de dois óleos essenciais de tangerina, na loja PHYTOTERÁPICA. Como alternativa sustentável, a vela foi produzida utilizando óleo essencial de tangerina, cera de soja, óleo de soja purificado e pavio de algodão. Para a testagem de eficácia da vela repelente, ela foi aplicada em ambientes abertos, no qual foi comparada à recorrência de moscas e pernilongos. A repelência pôde ser observada com concentrações maiores do óleo essencial, sua testagem mostrou-se positiva. Já as velas contendo concentrações menores de óleo essencial tiveram eficácia negativa.

Palavras-chave: repelente natural; tangerina; D-limoneno; vela; sustentável.

ABSTRACT

Dengue, a viral disease transmitted by *Aedes* mosquitoes, poses a significant threat to Brazil and various countries. In this context, this study aimed to develop a biodegradable and petroleum-free repellent using D-limonene and saturated vegetable oil. Essential oil extraction was performed using simple distillation, yielding a mixture of water and essential oil. The amount of essential oil obtained from Ponkan tangerine peels was insufficient for repellent candle production, requiring the purchase of two tangerine essential oils from PHYTOTERÁPICA. As a sustainable alternative, the candle was produced using tangerine essential oil, soy wax, purified soy oil, and cotton wick. To test the repellent candle's efficacy, it was applied in open environments, comparing its effectiveness against mosquito and fly recurrence. Repellency was observed with higher essential oil concentrations, yielding positive test results. Conversely, candles with lower essential oil concentrations showed negative efficacy.

Keywords: natural repellent; tangerine; D-limonene, candle; sustainable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Incidência de casos de dengue nos anos 2023 e 2024.....	10
Figura 2 - Estrutura Química Molecular do limoneno.....	12
Figura 3 – Enantiômeros do limoneno: D-limoneno e L-limoneno.	13
Figura 4 - Estrutura química molecular do γ -terpineno e linalol.....	13
Figura 5 - Sistema de Destilação Simples.....	18
Figura 6 - Sistema de Decantação.	19
Figura 7 - Processo de decantação do óleo de soja.	20
Figura 8 - Fluxograma de produção da vela saneante.	21
Figura 9 - Vela produzida no teste I.....	22
Figura 10 - Vela produzida no teste II.	22
Figura 11 - Velas produzidas no teste III.	24
Figura 12 - Fases de evaporação para obtenção do óleo essencial.....	27
Figura 13 - Óleos A, B e C após cada tratamento.....	29
Figura 14 - Reação de queima da vela.	30
Figura 15 - Reação de combustão completa e incompleta.	31
Figura 16 - Gráfico de picos cromatograma do óleo essencial de tangerina Phytoterápica...32	
Figura 17 - Tabela de constituintes cromatografia do óleo essencial de tangerina Phytoterápica.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporções utilizadas para a produção de velas-teste III.	23
Tabela 2 - Aspectos analisados durante o tratamento do óleo de soja saturado. (A) características analisadas após a filtração, (B) após a 1 ^o Lavagem e (C) após a 2 ^o lavagem.	28

SUMÁRIO

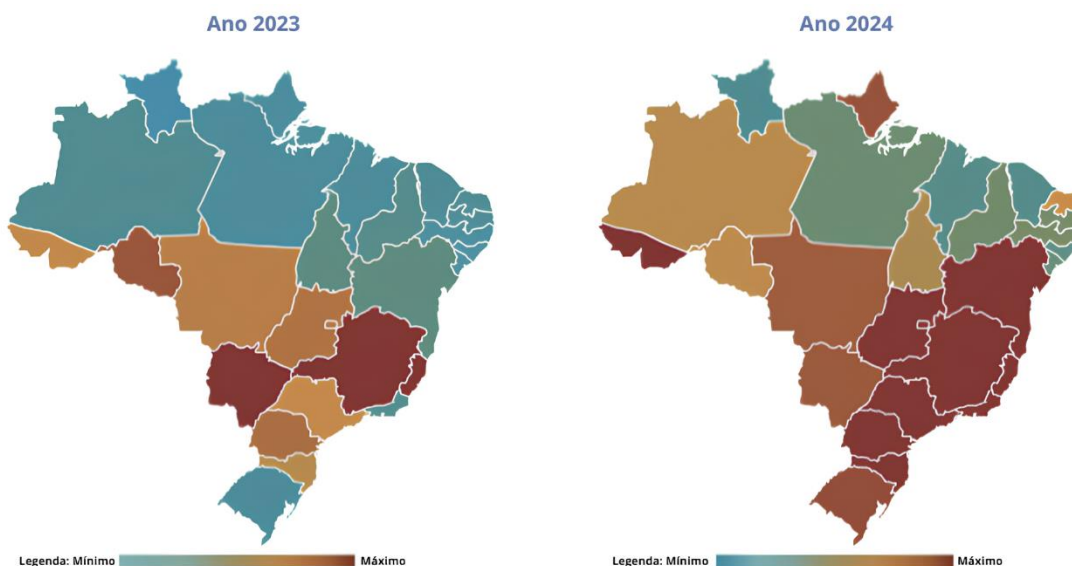
1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3.	METODOLOGIA	16
3.1	Materiais.....	16
3.2	Reagentes e solventes	16
3.3	Métodos	17
3.3.1	Obtenção do óleo essencial	17
3.3.1.1	Destilação simples para obtenção do óleo essencial	17
3.3.1.2	Separação do destilado	18
3.3.2	Produção da vela saneante.....	20
3.3.2.1	Purificação de óleo de soja saturado	20
3.3.2.2	Vela repelente	21
3.3.2.3	Velas-teste e teste de inibição de insetos	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1	Destilação simples.....	25
4.2	Separação do destilado	25
4.3	Purificação de óleo de soja saturado	27
4.4	Vela saneante	29
4.5	Velas-teste e teste de inibição de insetos	33
5.	CONCLUSÃO.....	35

1. INTRODUÇÃO

A dengue, enfermidade febril aguda, sistêmica, dinâmica, enfraquecedora e transmitida por mosquitos do gênero *Aedes* é destaque entre as enfermidades em crescimento e um perigoso problema de saúde pública que persiste com vasta incidência no Brasil e em outros diversos países em desenvolvimento (ARAÚJO, FERREIRA, ABREU, 2008). É considerada uma das mais graves doenças virais disseminadas por artrópodes, enfrentada desde o início dos anos 70 pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (BRAGA, VALLE, 2007; Governo do Estado do Espírito Santo, 2019; Saúde M, 2024).

Nos últimos anos foi registrado o aumento exponencial de casos de dengue, chegando anualmente a cerca de 400 milhões de novos casos (FERREIRA, 2023; OMS, 2024). No Brasil, de acordo com o Centro de Operações de Emergências (COE), em 2023, as regiões com maior incidência de casos foram o Sudeste, Norte e Centro-Oeste (Figura 1). Entretanto, em 2024, destacaram-se as regiões Centro-Oeste, Sudeste, Sul e Norte. (Figura 1) (COE, 2024).

Figura 1 - Mapa de Incidência de casos de dengue nos anos 2023 e 2024.



Fonte: SINAN, 2024.

Nesse contexto, recomenda-se o uso de telas nas janelas e repelentes, que são eficazes na proteção contra a dengue e outros insetos (Anvisa, 2022; OMS, 2024). Os repelentes podem ser apresentados comercialmente de algumas maneiras

diferentes, mas, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), são classificados em duas categorias: aqueles destinados à aplicação na pele, caracterizados como cosméticos, e os destinados ao uso em ambiente, descritos como saneantes (RODRIGUES, *et al.*, 2020; Anvisa, 2022). Ambos devem estar devidamente registrados, demonstrando aprovação perante as normas da agência (RODRIGUES, *et al.*, 2020; Anvisa, 2022)

Os repelentes cosméticos estão disponíveis em duas versões principais: sprays e cremes (Anvisa, 2024). Os compostos químicos utilizados como matéria-prima nesses produtos também são classificados, sendo eles:

Sintéticos: obtidos por meio de processos laboratoriais de síntese de moléculas cuja a estrutura é baseada em compostos de origem vegetal ou animal (OETTERER, 2016).

Naturais: resultantes de recursos do reino *Plantae*, no qual podem ser encontrados os repelentes veganos, originados sem qualquer fonte animal ou através do Reino *Animalia* (OETTERER, 2016).

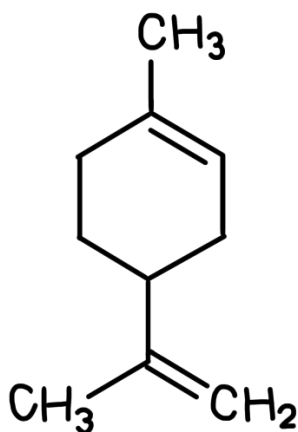
Os saneantes, repelentes utilizados em ambientes fechados e frequentemente comercializados em dispersores, contêm diversas substâncias, sendo a maioria delas piretróides (Anvisa, 2024). Esses inseticidas são sintetizados a partir do pó de flores secas *Chrysanthemum cinerariifolium*, da família Asteraceae, conhecidas como flores piretro e semelhantes à margarida comum (DeCS/MeSH, 2017; HIRATA, 1994).

Os repelentes saneantes atuam no sistema nervoso central e periférico dos insetos, por meio da ingestão ou do contato direto com o inseticida. Os sintomas dessa intoxicação apresentam-se rapidamente. Os piretróides, por exemplo, agem através da modulação dos canais de sódio das células nervosas, de modo que haja uma abertura mais longa que a habitual e em seguida uma inativação dos canais, causando um estado de hiperexcitabilidade a qual gera paralisia e então a morte do inseto (FIGUEIREDO, 2014).

Embora os repelentes frequentemente utilizem soluções à base de piretróides, existem alternativas totalmente naturais que também possuem propriedades inseticida. Um exemplo é o limoneno (Figura 2), um terpeno cíclico classificado como um “alceno natural”. Este composto apresenta uma dupla ligação carbono-carbono,

caracterizando-se como um hidrocarboneto insaturado McMurry (2011 apud FELIPE, BICAS, 2016).

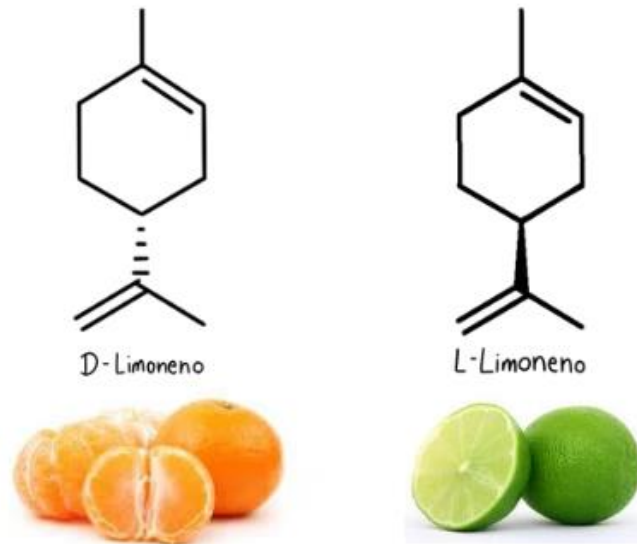
Figura 2 - Estrutura Química Molecular do limoneno.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

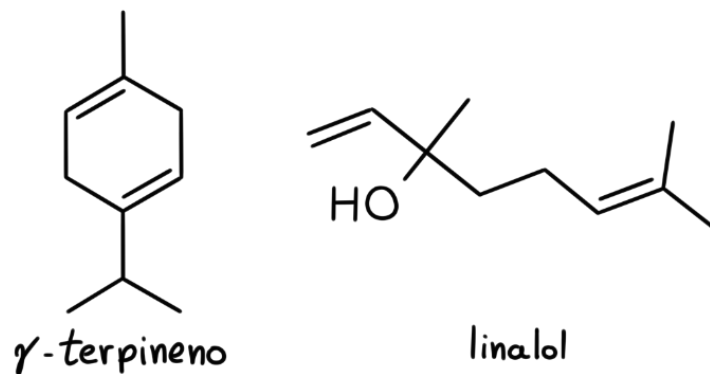
Os componentes principais do óleo essencial extraído das cascas das frutas cítricas são: limoneno, mirceno, linalol, felandrenos e o valenceno. O limoneno representa de 32% até 98% do óleo essencial dependendo da espécie e variedade cítrica, enquanto os outros componentes constituem os 2% restantes, com concentrações muito variadas (PAULETTI, SILVESTRE, 2018; FERREIRA, 2020). No óleo essencial da casca da laranja, o limoneno está predominantemente na forma do enantiômero D-limoneno, enquanto em frutas como o limão, ele se apresenta como L-limoneno (Figura 3). Nas cascas de tangerina, o D-limoneno é o composto majoritário encontrado, estando presentes também outros compostos como linalol e γ -terpineno (Figura 4) com concentrações variadas no óleo. (MARQUES, 2021).

Figura 3 – Enantiômeros do limoneno: D-limoneno e L-limoneno.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Figura 4 - Estrutura química molecular do γ -terpineno e linalol.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Os enantiômeros apresentam praticamente todas as propriedades físicas idênticas, contudo, comportam-se de maneira distinta quando expostos à luz polarizada (CARVALHO, FONSECA, 2006). Os terpenos têm despertado um interesse cada vez maior no âmbito comercial, devido à crescente compreensão de seus papéis na prevenção e terapia de várias doenças, incluindo câncer, além de sua atividade como inseticidas naturais e agentes antimicrobianos (MARQUES, 2021).

Uma forma de obtenção desses compostos seria o uso de cascas de frutas cítricas que normalmente são descartadas, promovendo, assim, o reaproveitamento

de resíduos. Dessa forma, obtêm-se, por consequência, concentrações de diversos compostos com uma diversidade de ações, bem como a molécula de interesse. (TAVARES, *et al.*, 2018; ANANDAKUMAR, KAMARAJ, MANICKAM, 2020).

Com isto em mente, torna-se pertinente à corrente pesquisa, coletar as cascas de tangerina descartadas durante o horário de almoço da ETEC de Cidade Tiradentes, a fim da execução do experimento apresentado. Nesse cenário, a criação de velas saneantes a partir das cascas de tangerina e óleo de soja residual se apresenta conveniente pela possibilidade de aliar a atividade repelente do composto D-Limoneno com soluções sustentáveis.

Ao utilizar o óleo residual de cozinha, que, quando descartado de maneira errônea, é danoso ao meio ambiente, promovemos a reciclagem e a reutilização de resíduos. Essa abordagem não apenas minimiza impactos ambientais, mas também oferece uma alternativa ecológica e prática.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um repelente saneante biodegradável e livre de derivados de petróleo, utilizando o composto D-limoneno e óleo vegetal saturado.

2.2 Objetivos específicos

- I. Extração do óleo essencial de cascas de tangerinas através da destilação simples;
- II. Purificação do óleo essencial;
- III. Purificação de óleo saturado para aplicação em vela;
- IV. Teste de inibição da vela saneante.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

Para o desenvolvimento experimental do presente trabalho, utilizou-se as seguintes vidrarias:

Agitador magnético; balança semi-analítica; balão de fundo redondo de 1000mL; bastões de vidro; béqueres de 1000mL, 500mL e 50mL; capela; chapa de aquecimento; condensador para destilação simples (liso); conectores para o condensador (2); erlenmeyer de 250mL; espátulas; frasco âmbar de 125mL; funil de bromo de 125mL (2); funil de plástico de 250mL; garrafa PET de 300mL para armazenamento do óleo purificado; garras (2); ilhó; liquidificador de 1000mL; manta aquecedora; mangueiras (2); papel alumínio; papel filme; pavio de algodão sem parafina para produção da vela (SÃO VITOR); pinça de madeira; provetas de 100mL e 25mL; recipientes de alumínio de 20mL; suportes universais (5).

3.2 Reagentes e solventes

Para o desenvolvimento experimental do presente trabalho, utilizou-se os seguintes reagentes e solventes:

250mL de água destilada (ETEC de Cidade Tiradentes; sem marca) e 40g de cascas de tangerina ponkan (ETEC de Cidade Tiradentes; sem marca) para extração do óleo essencial; 50mL de Diclorometano (DINÂMICA), 50mL de mistura destilada e 3g de sulfato de sódio (SYNTH) para separação do destilado; 80mL de água destilada (ETEC de Cidade Tiradentes; sem marca), 6,75mL de hipoclorito de sódio (CÂNDIDA) e 150mL de óleo de soja saturado (sem marca) para a purificação do óleo de soja; 8g de cera de soja (BAOBÁ ESSÊNCIAS), 12mL de óleo de soja purificado (sem marca) e 1mL de óleo essencial de tangerina (PHYTOTERÁPICA) para produção da vela.

3.3 Métodos

3.3.1 Obtenção do óleo essencial

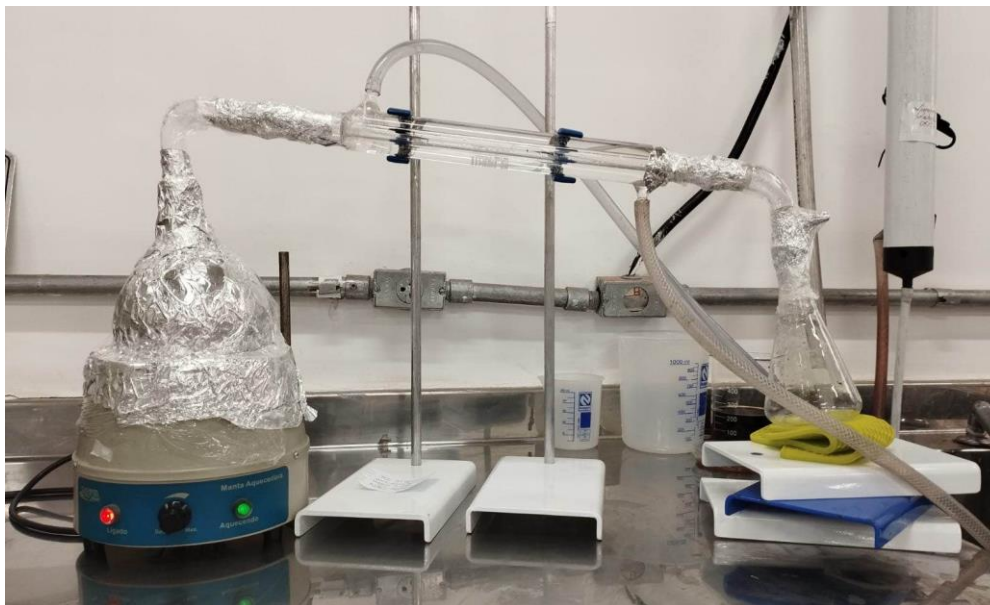
3.3.1.1 Destilação simples para obtenção do óleo essencial

As cascas de tangerinas do tipo ponkan, coletadas por meio da arrecadação voluntária durante o horário de almoço da ETEC de Cidade Tiradentes, foram trituradas utilizando-se um liquidificador elétrico comum. Após, o material triturado foi armazenado em um béquer de 1000mL e deixado no freezer, para auxiliar a manter o óleo essencial até o início do processo de extração.

Para a extração, 40g das cascas trituradas foram pesadas utilizando uma balança semi-analítica, já calibrada, em seguida as cascas foram transferidas para um béquer de 500mL e adicionou-se 250mL de água destilada para a formação de uma solução. Essa solução, foi transferida a um balão de vidro de fundo redondo de 1000mL com o auxílio de um funil de plástico e um bastão de vidro. O balão foi inserido no sistema de destilação e envolto com papel alumínio para auxiliar na não dispersão de calor, sendo fixado com o auxílio de plástico filme de pvc, conforme apresentado

na Figura 5, onde permaneceu por aproximadamente 30 minutos (TAVARES, *et al.*, 2018).

Figura 5 - Sistema de Destilação Simples.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Após a destilação completa obteve-se uma mistura de 250mL contendo água destilada e o óleo essencial extraído.

3.3.1.2 Separação do destilado

Para a separação do destilado utilizou-se o método partição líquido-líquido com adição de Diclorometano/cloreto de metileno (CH_2Cl_2). Preparou-se uma solução 1:1, combinando 50mL da mistura destilada e 50mL de Diclorometano com o auxílio de uma proveta (GARDA, MACEDO, FURLONG, 2004). Em seguida, verteu-se em um funil de bromo/funil de separação, os volumes do solvente e do destilado, posteriormente foi agitada lentamente até que obtivesse uma mistura parcialmente homogênea. A mistura foi deixada em repouso até a formação de uma mistura bifásica, composta por água (polar) e a solução contendo o Diclorometano e o óleo essencial (apolar). Por ocorrer a forte interação de hidrogênio nas moléculas de água, as moléculas do óleo tornam-se imiscíveis a mesma e como o óleo essencial possui densidade menor do que a água, ocupa a parte superior no sistema de decantação, como demonstra a Figura 6 (PROGRAMA DE APOIO A PROJETOS, S.D.).

Após 5 minutos, a fase contendo Diclorometano foi coletada e reservada, já a fase aquosa, ou o hidrolato, foi descartada. O procedimento de decantação foi repetido até a separação de todo o destilado obtido. (MARTINS, *et al.*, 2012).

Figura 6 - Sistema de Decantação.



Fonte: Autoria Própria, 2024.

Posteriormente, a solução passou pelo processo de filtração utilizando sulfato de sódio (Na_2SO_4), sendo coletada em um béquer e vedada com papel alumínio para eliminação do Diclorometano e isolamento do óleo essencial. Pequenos furos foram feitos no alumínio e o béquer deixado na capela de exaustão. Após, o óleo concentrado foi transferido para um frasco âmbar de 20mL (CANESIN, *et al.*, 2019; JUNIOR, 2015; TAVARES, *et al.*, 2018). Este método de eliminação foi escolhido, pois não havia disponível na instituição um evaporador com vácuo.

Entretanto, devido ao baixo volume obtido do óleo essencial, optou-se pela compra do óleo para prosseguimento do estudo.

3.3.2 Produção da vela saneante

3.3.2.1 Purificação de óleo de soja saturado

O óleo de soja saturado utilizado foi arrecadado pelo grupo através de seu próprio uso cotidiano.

Para a retirada de grandes sólidos, foram filtrados 150mL do óleo de soja saturado, utilizando um funil de plástico e tecido de algodão. Posteriormente, transferiu-se o óleo residual para um béquer de 1000mL e adicionou-se 75mL de água (H₂O) e 6,75mL de hipoclorito de sódio (NaClO) (JUSTINO, *et al.*, 2011). A mistura foi aquecida sob agitação constante por 20 minutos e retirada ao apresentar sinais de início de fervura. Posteriormente, foi transferida para um sistema de decantação e deixada em repouso durante 48 horas para a formação de um sistema trifásico, como apresentado na Figura 7, no qual apenas a fase contendo o óleo de soja foi reservada, e as restantes descartadas.

Figura 7 - Processo de decantação do óleo de soja.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para a retirada de resquícios de hipoclorito de sódio presentes no óleo, foi realizada uma nova purificação com a adição de 5mL de água e 150mL de óleo de soja (JUSTINO, *et al.*, 2011). O sistema foi novamente deixado em aquecimento e

agitação para então ser transferido ao sistema de decantação. Após 6 dias, o óleo foi reservado em uma garrafa PET e o restante da decantação descartada.

3.3.2.2 Vela repelente

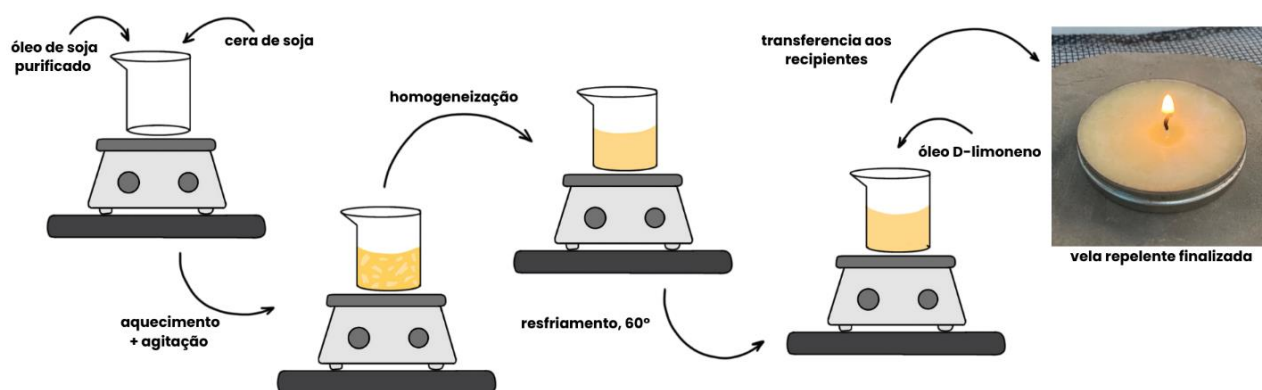
O método de produção da vela saneante foi adaptado do método descrito no Trabalho de Conclusão de Curso de Martinelli (2024).

Para produção da vela, o recipiente ao qual ocorreu a mistura passou por higienização para evitar qualquer contaminação que pudesse afetar a qualidade do produto final.

O processo iniciou-se com o corte do pavio de algodão em 2cm e seu ajuste dentro do recipiente foi realizado com o auxílio de um ilhó para manter o pavio na posição correta até que a cera se solidificasse totalmente.

Em um béquer, sobre uma chapa de aquecimento, adicionou-se 12mL de óleo de soja previamente tratado (conforme descrito no tópico 3.3.2.1) e 8g de cera de soja Baobá Essências. Esses ingredientes foram aquecidos e agitados em 70°C até a homogeneização completa de suas fases. Ao atingir 60°C, 1mL do óleo essencial de tangerina Phytoterápica foi incorporado à mistura. Posteriormente, a solução foi vertida em duas etapas ao frasco previamente preparado, permanecendo em descanso em ambiente fresco, seco e sem contato com luz solar durante 14 dias (SILVA, 2023). A Figura 8 demonstra o procedimento de preparo da vela saneante.

Figura 8 - Fluxograma de produção da vela saneante.



Fonte: Autoria própria.

3.3.2.3 Velas-teste e teste de inibição de insetos

A produção das velas-teste I e II foi realizada sem a utilização do óleo essencial de tangerina, e seu envasamento ocorreu em um recipiente provisório.

Vela-teste I: Para a produção da vela, foram utilizados óleo de soja saturado apenas filtrado, cera de soja e um barbante como pavio. A Figura 9 apresenta a vela produzida no teste I.

Figura 9 - Vela produzida no teste I.



Fonte: Autoria própria.

Vela-teste II: Para a produção da vela, foram utilizados óleo de soja após a 1ª lavagem, cera de soja e um pavio natural de algodão sem parafina. A Figura 10 apresenta a vela produzida no teste II.

Figura 10 - Vela produzida no teste II.



Fonte: Autoria própria.

Possuindo o óleo essencial de tangerina e o óleo de soja purificado após a 2ª lavagem, foram produzidas e envasadas em latas de alumínio as velas de testagem III, que passaram por teste de inibição para análise de capacidades repelentes do composto D-limoneno.

Velas-teste III: Para a produção das velas, foram utilizados óleo de soja após a 2ª lavagem, cera de soja, óleo essencial de tangerina Phytoterápica e um pavio natural de algodão sem parafina.

Foram realizadas 9 velas, identificadas com números de acordo com a concentração de óleo essencial em cada, assim como apresentado na Figura 11, sendo assim, as velas 1A, 2, 3 e 4 foram compostas pelas seguintes proporções: 60% de óleo de soja saturado e 40% de cera de soja. Já na vela 1B foram utilizadas proporções de 50% de óleo de soja e 50% de cera de soja.

A quantidade de óleo essencial aplicada em cada vela foi distinta, a fim de analisar a efetividade de suas diferentes concentrações durante o teste de inibição e o padrão adotado foi o de garantir 20g como peso líquido por vela.

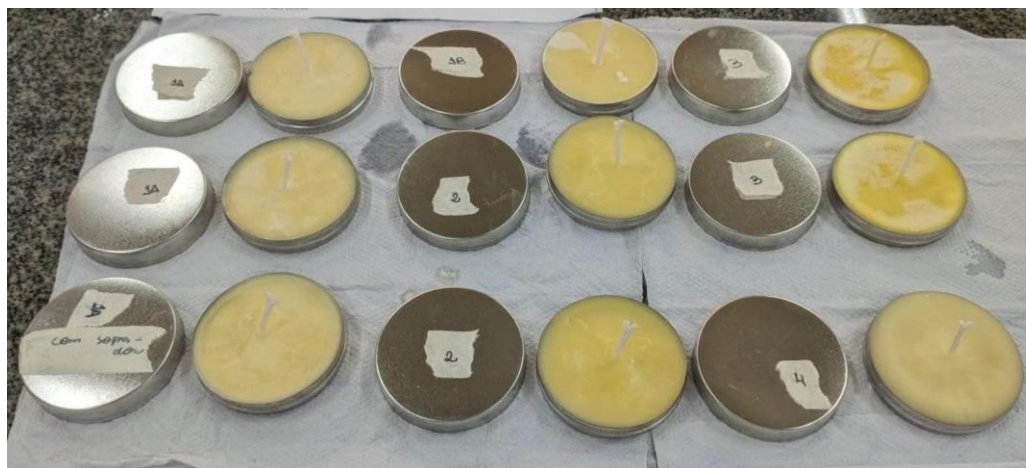
A Tabela 1 apresenta as quantidades de cada produto aplicado na formulação das velas.

Tabela 1 - Proporções utilizadas para a produção de velas-teste III.

	Cera de soja	Óleo de soja	Óleo essencial
Vela 1A (3 unidades)	7,6g	11,4mL	1mL
Vela 1B (1 unidade)	9,5g	9,5mL	1mL
Vela 2 (2 unidades)	7,4g	11,1mL	1,5mL
Vela 3 (2 unidades)	7,2g	10,8mL	2mL
Vela 4 (1 unidade)	7,8g	11,7mL	0,5mL

Fonte: Autoria própria.

Figura 11 - Velas produzidas no teste III.



Fonte: Autoria própria.

Os testes de inibição foram realizados de forma perceptiva em residências de São Paulo (SP) com altas queixas da presença de insetos. Após a ação das velas, os relatos fornecidos pelos moradores foram analisados e classificados como positivos ou negativos, de acordo com os efeitos sobre a incidência geral da aparição de pernilongos e outros insetos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Destilação simples

Como resultado do procedimento de destilação simples com as cascas de tangerinas, obteve-se uma solução de água e óleo essencial, em que a quantidade de água foi significativamente maior do que a quantidade de óleo essencial.

Os óleos essenciais incluem diferentes tipos de moléculas químicas, entre essas, destacam-se os ésteres derivados de ácidos graxos, os terpenos, as fenilpropanonas, alcoóis e aldeídos (SANTOS, *et al.*, 2004).

Devido às propriedades dos óleos essenciais, que se vaporizam à temperatura ambiente, foi realizada a extração deste óleo a partir do método de destilação simples, no qual ocorre a separação de componentes de uma mistura devido às diferenças de pressão de vapor e pontos de ebulição entre as substâncias. Em contato com a água quente, o óleo recebe pressão das moléculas de vapor d'água entrando em ebulição quando atinge a temperatura de 178°C (SILVEIRA, *et al.*, 2012). As cascas submersas na água em ebulição possibilitaram que o óleo essencial evaporasse juntamente com a água, devido ao rompimento das cavidades secretoras presentes nas cascas das tangerinas. O vapor formado por esse aquecimento, ao entrar em contato com o condensador realizou uma troca de calor e foi resfriado, resultando na condensação do óleo essencial e na formação de uma fase líquida, que contém tanto água quanto o óleo extraído (KUZEY, 2021).

4.2 Separação do destilado

Após o procedimento de destilação simples, foi obtido um destilado de aproximadamente 250mL, contendo um alto teor de água juntamente do extrato de óleo essencial, conforme descrito no tópico 4.1, devido a isto, fez-se necessário a separação da solução através da decantação e em seguida a realização da filtração.

O solvente Diclorometano é um dos compostos organoclorados menos nocivos e foi utilizado no método de partição líquido-líquido para separação do óleo essencial contido no destilado aquoso obtido, pois é um padrão observado em trabalhos que fazem a destilação simples (ALVARENGA, *et al.*, 2011; ANDRADE *et al.*, S.D.). Além disso, nesse processo de separação há formação de uma mistura bifásica, que

consiste nas diferenças de polaridade entre os componentes da mistura, no qual a água (polar) se separa do Diclorometano e do óleo essencial (ambos apolares) (GARDA, MACEDO, FURLONG, 2004; ALVES, *et al.*, 2017).

Posteriormente, a filtração foi realizada para retirada de resquícios de água que ainda poderiam estar presentes na solução contendo o óleo essencial, para isso usou-se sulfato de sódio (Na_2SO_4), um agente desidratante que possui alto poder higroscópico (CANESIN, *et al.*, 2019). Após, para a remoção total do Diclorometano presente na solução o filtrado foi deixado na capela, vedado com um alumínio com pequenos furos, a fim da evaporação completa do mesmo, sobrando apenas o extrato do óleo essencial.

Foi observado que o Diclorometano evaporou antes do óleo essencial. Isso se deve as forças intermoleculares e pontos de ebulição. A principal força intermolecular entre o Diclorometano e o óleo essencial contendo D-Limoneno, é a dispersão de London. Ela surge devido à formação de dipolos instantâneos, que induzem dipolos em moléculas vizinhas, gerando uma atração fraca. (MELO, GUEDES, 2024). O Diclorometano tem ponto de ebulição de 40°C que, assemelha-se a temperatura ambiente enquanto o óleo essencial que contém D-limoneno a 178°C (LABSYNTH, 2022; SILVEIRA, *et al.*, 2012). Além disto, na Ficha de Dados de Segurança (FDS) é relatado que o solvente Diclorometano é um “líquido rapidamente evaporável”. (CETESB, 2024).

Duas hipóteses podem explicar o aspecto de “queima” observado no óleo essencial. A primeira, embora menos provável, sugere que a amostra tenha sido queimada acidentalmente durante o processo experimental. A segunda hipótese, mais plausível, atribui a alteração à oxidação do óleo. Óleos essenciais são compostos instáveis e tendem a se oxidar quando expostos ao ar, luz e outros fatores ambientais. A combinação dessas condições pode ter acelerado a degradação do óleo, resultando no aspecto observado. (SCIMAGO, 2008). A Figura 12 demonstra as fases de evaporação do Diclorometano ao decorrer dos dias até sua evaporação completa, para a obtenção do extrato de óleo essencial das cascas de tangerina.

Figura 12 - Fases de evaporação para obtenção do óleo essencial.



Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com a empresa de aromaterapia Phytoterápica, fornecedora do óleo essencial de tangerina utilizado neste estudo, a relação de extração é de aproximadamente 250 quilos de cascas da fruta para obter 1 litro de óleo essencial. Com base na referência citada, foi realizado o cálculo para determinar a quantidade de óleo essencial extraída de 40 gramas de cascas de tangerina. Considerando a proporção entre massa de cascas e o volume de óleo, obteve-se o rendimento de 160 microlitros. O cálculo encontra-se abaixo:

$$\frac{1000\text{mL} \times 40\text{g}}{\text{xmL} \times 250.000\text{g}} = 0,00016\text{mL} \times 1000 = 160\mu\text{L}$$

4.3 Purificação de óleo de soja saturado

O óleo de cozinha derivado de fontes vegetais é composto por triglicerídeos, possui consistência viscosa e baixa solubilidade em água (ZHENG, *et al.*, 2006). Para a purificação do óleo de soja saturado, foram adicionados água (H₂O) e hipoclorito de sódio (NaClO), que, devido suas propriedades e polaridades, retêm as impurezas presentes no óleo sem se misturarem a ele. O sistema foi agitado e aquecido para garantir a eficiência do processo e diminuição do tempo de reação, tomando cuidado para evitar que o sistema entrasse em ebulição, o que resultaria na degradação do hipoclorito de sódio – uma reação indesejada (ZHENG, *et al.*, 2006; JUSTINO, *et al.*, 2011).

O sistema de decantação foi deixado em repouso por 48 horas. Decorrido esse período, obteve-se a formação de um sistema de três fases: a primeira, com menor densidade, contendo o óleo purificado de coloração amarela; a segunda, uma fase

branca contendo o excesso de hipoclorito de sódio; e a terceira, fase de maior densidade que consistia em água com uma coloração esbranquiçada e opaca, contendo as impurezas contidas no óleo e o hipoclorito de sódio (Figura 7). As fases abrangendo água e o hipoclorito de sódio foram descartadas para isolar somente o óleo de soja.

Após uma análise olfativa da purificação, observou-se a necessidade de realizar o procedimento novamente, pois o óleo ainda possuía resquícios de odor residual rançoso. Após a segunda purificação, o óleo apresentou odor leve e característico, sendo satisfatório para a aplicação em vela. Em seguida, foi realizada uma lavagem adicional para a retirada de possíveis traços remanescentes de hipoclorito de sódio, resultando em um sistema bifásico, no qual, a fase aquosa, de maior densidade, continha o hipoclorito de sódio restante, e a fase de menor densidade continha o óleo purificado (JUSTINO, *et al.*, 2011). A fase aquosa foi descartada, e o óleo com coloração mais clara que a obtida durante a primeira decantação, foi reservado.

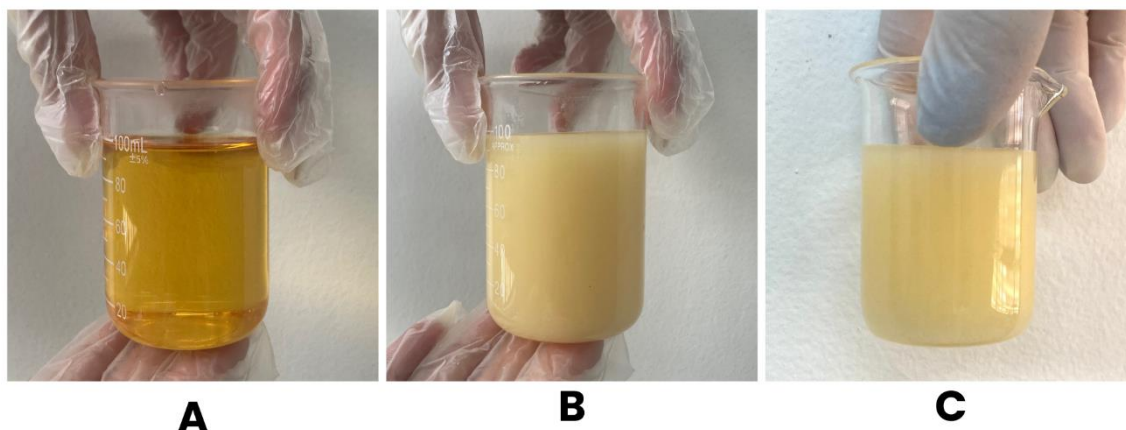
As características dos óleos após cada tratamento foram analisadas como apresentado na Tabela 2 e Figura 13.

Tabela 2 - Aspectos analisados durante o tratamento do óleo de soja saturado. (A) características analisadas após a filtração, (B) após a 1º Lavagem e (C) após a 2º lavagem.

	Filtração (A)	1º lavagem (B)	2º lavagem (C)
Coloração	Alaranjada	Amarela clara	Amarela clara
Odor	Forte com alto odor	Médio com	Fraco e
pH	de queimado e de matéria orgânica	resquícios de odor orgânico	característico de óleo de soja
	4,5	4,5	3,8

Fonte: Autoria Própria.

Figura 13 - Óleos A, B e C após cada tratamento.



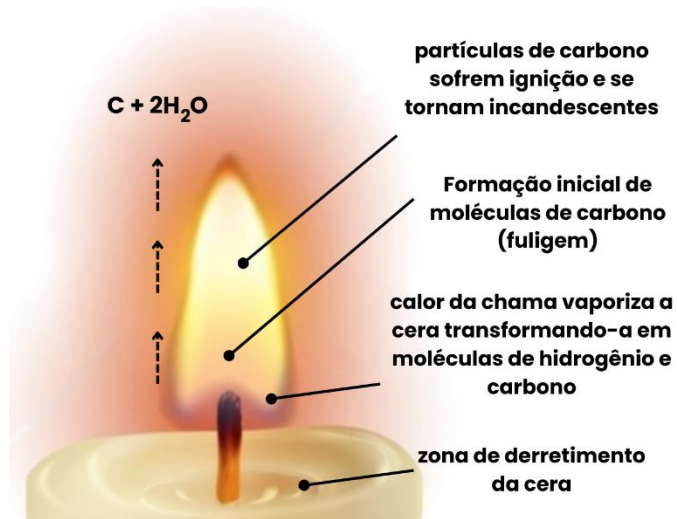
Fonte: Autoria própria.

4.4 Vela saneante

A produção de velas artesanais ecológicas representa uma estratégia para reutilização do óleo vegetal. As velas elaboradas a partir de biomassa residual dispensam a necessidade da adição de compostos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente aqueles derivados de petróleo (FERRARI, *et al.*, 2022). Assim, o uso de ceras vegetais como substitutas da parafina (petrolato) torna-se ecologicamente favorável, considerando que a queima de velas constituídas pela parafina libera fuligem e gases tóxicos, enquanto ceras vegetais como a cera de soja (resultado da hidrogenação do óleo de soja), apresentam uma baixa e até ausente produção desses subprodutos prejudiciais (MARTINELLI, 2024). O uso da cera de soja, juntamente ao pavio ECO de algodão que é projetado para velas de ceras naturais, auxiliam na formação de uma quantidade mínima de fumaça e fuligem (SILVA, 2023).

A reação química de uma vela é a combustão, durante a queima sua chama vaporiza a cera (hidrocarboneto), liberando partículas de carbono (C) que, ao se aquecerem, são levadas ao ar e reagem com o gás oxigênio (O₂) ali presente, promovendo a reação e produzindo energia térmica e luminosa, como demonstrado na Figura 14 (FARADAY, 2011).

Figura 14 - Reação de queima da vela.

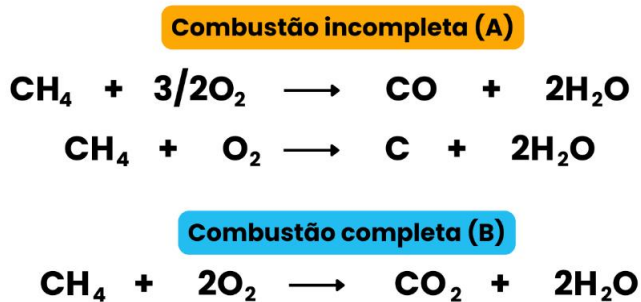


Fonte: Autoria própria.

Durante esta reação, o que efetivamente é queimado é o vapor da cera e não o pavio em si. Nesse sentido, o pavio apresenta uma característica importante chamada capilaridade, dependendo das forças de coesão e adesão de ambos os materiais, sendo esta responsável pela movimentação do líquido (cera) sobre o sólido (pavio) no momento em que ambos entram em contato, neste momento, o pavio absorve a cera líquida, puxando-a para cima enquanto ocorre a queima da vela (SOUZA, 2010).

Deste modo, as variações nas cores das chamas, revelam os diferentes tipos de combustão que ocorrem no sistema conforme demonstrado na Figura 15. A chama amarelada, alaranjada e avermelhada, comum na queima da vela, indica um processo de combustão incompleta, onde parte do combustível (vapor da cera) não reage completamente com o comburente (O_2), resultando em partículas de carbono (C) que formam a fuligem (Figura 14). Essas partículas de carbono emitem as cores mencionadas devido ao processo de incandescência ocorrido ao receberem energia (Figura 15).

Figura 15 - Reação de combustão completa e incompleta.



Fonte: Brasil Escola.

Fonte: Autoria própria.

Segundo Cortelazzi, o D-limoneno, um dos subprodutos do processamento de cascas de frutas cítricas apresenta 84 compostos voláteis em sua composição. Os óleos voláteis são capazes de evaporar em temperatura ambiente; deste modo, para a produção de uma vela que contenha este óleo essencial, torna-se necessário um cuidado prévio para sua adição na formulação em uma temperatura adequada, a fim de ausentar o risco da perda parcial do produto durante o processo de fabricação (CORTELAZZI, 1995). Assim, para a sua aplicação durante o preparo da vela, a temperatura que se mostra adequada é de 60°C, não apresentando o risco de evaporar ou cristalizar o óleo essencial durante o processo (ARCANJO, 2022).

A vela composta por cera de soja necessita passar por uma cura de cerca de 7 a 14 dias (SILVA, 2023). Esse processo de cura garante qualidades à vela, como dureza, melhor desempenho de chama e maior fixação do aroma, sendo essencial para que a vela atenda aos padrões de comercialização (SILVA, 2023).

Considerando que o enrijecimento de uma cera depende da organização e complexidade de suas moléculas, a cera de soja, por ser originada principalmente de triglicerídeos hidrogenados, necessita de mais tempo comparada à parafina (cadeia simples de carbonos) para a sua organização molecular adequada (SILVA, 2023; POLETTI, 2020; GOUVÊA, VIEIRA, COSTA, 2006).

O recipiente para vela é uma das etapas essenciais na produção, este deve ser à prova de fogo e rachaduras, podendo ser de alumínio, cerâmica, concreto ou vidro (SILVA, 2023). O pavio é a parte mais importante da vela e influencia diversos fatores como, por exemplo, o alcance do aroma que a vela consegue exalar durante sua

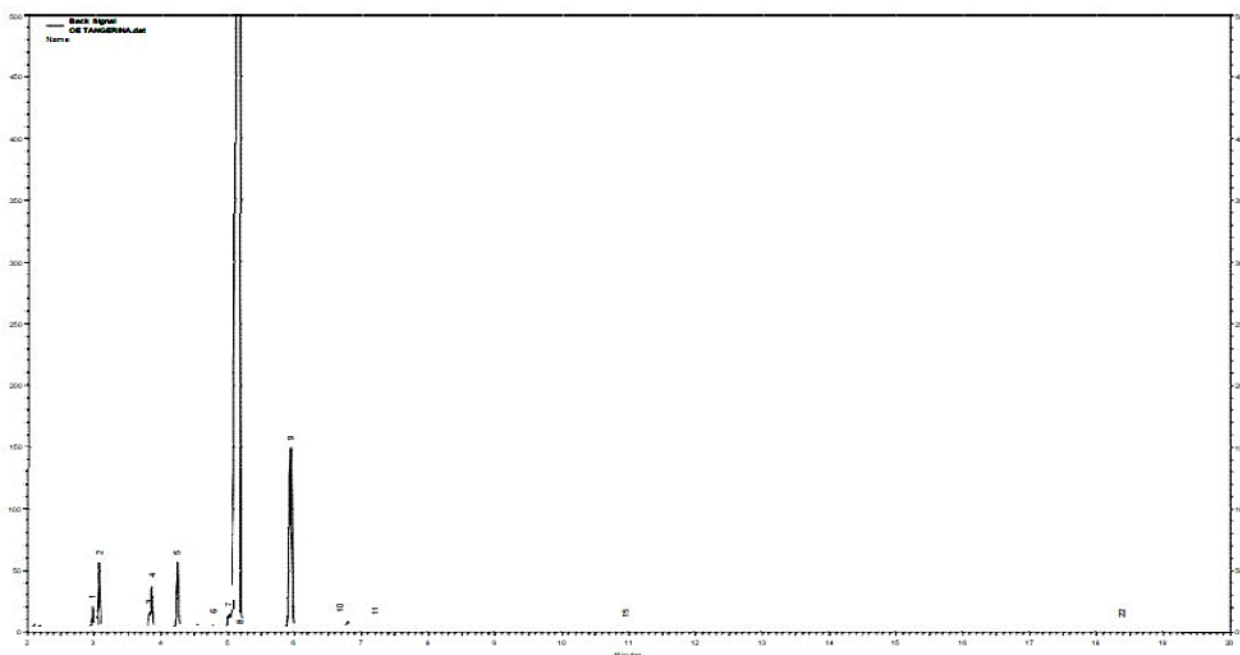
queima, como ocorre a queima e o comprimento de sua chama. Além disso, o pavio não deve ficar apagando ou a chama falhando, deve queimar sem liberar fumaça e a poça de derretimento deve chegar até a borda do recipiente (SILVA, 2023).

A concentração do composto limoneno contido no óleo essencial aplicado nas velas desta pesquisa foi determinada por meio da análise cromatográfica do óleo essencial de tangerina Phytoterápica, realizada pelo Centro Analítico de Instrumentação da Universidade de São Paulo, que detectou a presença de 86,18% do composto em sua formulação, conforme demonstrado na Figura 16 e Figura 17.

O método de extração utilizado foi o de prensagem a frio da casca da fruta e os compostos mais abundantes são o limoneno ($C_{10}H_{16}$) e o gama-terpineno ($C_{10}H_{16}$), ambos monoterpenos naturais presentes em óleos essenciais de uma grande variedade de plantas cítricas, que apresentam capacidades farmacológicas, como atividade anti-inflamatória, microbicida e analgésica (GOMES, 2016).

A fruta coletada para a extração é da família *Rutaceae*, mais especificamente da espécie *Citrus reticulata blanco* - mesma espécie utilizada para a extração do óleo essencial por meio da destilação simples nesta pesquisa.

Figura 16 - Gráfico de picos cromatograma do óleo essencial de tangerina Phytoterápica.



Fonte: Laboratório de análises Phytoterápica.

Figura 17 - Tabela de constituintes cromatografia do óleo essencial de tangerina Phytoterápica.

PICO	IR calc*	Constituintes	%
1	978	α -thujeno	0.39
2	981	α -pineno	1.39
3	1001	sabineno	0.35
4	1002	β -pineno	1.12
5	1012	mirceneno	1.95
6	1026	α -terpineno	0.18
7	1033	p-cimeno	0.50
8	1036	limoneno	86.18
9	1058	γ -terpineno	6.67
10	1082	terpinoleno	0.26
11	1097	linalool	0.23
12	1115	hidrato sabineno	***
13	1122	Z-óxido limoneno	***
14	1126	E-óxido limoneno	***
15	1227	citronelal	0.11
16	1232	neral	***
17	1252	acetato de linalila	***
18	1264	geranial	***
19	1278	acetato de terpinila	***
20	1365	eugenol	***
21	1386	acetato de geranila	***
22	1404	β -cariofileno	0.05
23	1428	α -bergamoteno	***
24	1505	δ -cadineno	0.07
25	1759	farnesol	***
26	1929	nonadecano	0.09
		Outros	0.48

Fonte: Laboratório de análises Phytoterápica.

4.5 Velas-teste e teste de inibição de insetos

As velas-testes produzidas foram observadas e passaram por análise sensorial. Durante sua queima, a vela-teste I transmitiu um alto odor de queimado, devido à ausência de tratamento do óleo de soja de reuso, que inevitavelmente possui este odor por sua utilização prévia em frituras. A vela teste II demonstrou menor odor residual de matéria orgânica em decorrência da primeira lavagem do óleo de soja, além disso, observou-se a necessidade de um recipiente menor, devido a concentração baixa de óleo essencial que viria a ser adicionado. Ademais, ambas as velas apresentaram textura homogênea, porém, aparência considerada desagradável devido a concentração de ingredientes incorreta e envase inadequado.

Após 14 dias de cura, foram examinadas as velas do teste III. As velas 1A, 2, 3 e 4 apresentaram texturas mais oleosas, já a vela 1B mostrou-se mais rígida e pouco oleosa ao toque. Contudo, todas as velas levaram aproximadamente 1 hora e 20 minutos para a queima completa, além de não apresentarem nenhuma falha durante

o processo. Dessa forma, as velas contendo proporções de 60% e 40% se mostraram mais ecológicas pela maior aplicação de óleo de soja saturado. Levando em consideração a duração de queima completa das velas saneantes ecológicas, comparou-se os resultados dessas a uma vela de parafina com a mesma proporção, o tempo de queima da vela de parafina foi semelhante ao de sua alternativa biodegradável.

Para o teste de inibição foram aplicadas diferentes proporções de óleo essencial em cada uma das velas, visando descobrir qual a quantidade ideal do composto para o afastamento de insetos. O resultado obtido perante a observação da vela com concentração de 0,5mL se demonstrou ineficaz tanto no afastamento de mosquitos quanto na transmissão da fragrância do óleo essencial. Por outro lado, as velas com 1mL ou mais de óleo essencial possuíram capacidade repelente e sua fragrância foi proporcional a quantidade de óleo em sua formulação.

Alguns voluntários realizaram apontamentos acerca das características da fragrância expelida pela vela durante sua queima, identificando-a como agradável e suave, além de perpetuar por um longo período de tempo no ambiente.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo, foi investigada a eficácia do óleo essencial extraído das cascas de tangerina ponkan como agente repelente, através de sua aplicação em uma vela saneante livre de petrolatos. Obteve-se uma baixa quantia de óleo essencial extraído a partir do método de destilação simples, o que demandou a aquisição do produto na loja Phytoterápica. O objetivo de promover sustentabilidade na produção da vela foi atingido, às quais alternativas ecológicas foram adotadas, como a substituição da parafina (derivado de petróleo) por cera de soja (biodegradável), o uso de pavio de algodão (livre de substâncias químicas nocivas) e a reutilização do óleo de soja saturado. Os testes de inibição, realizados de forma perceptiva, embora não concretos, indicaram uma correlação positiva entre a concentração de óleo essencial na vela e sua capacidade de repelir mosquitos. Sugere-se a realização de estudos complementares para avaliar o efeito repelente em diferentes concentrações do óleo essencial e a aplicação de métodos de inibição mais precisos, visando otimizar os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Produtos repelentes**, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/campanhas/dengue/produtos-repelentes>. Acesso em: 29 mar. 2024.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Repelentes e inseticidas: Perguntas e Respostas**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2016/repelentes-e-inseticidas-perguntas--respostas>. Acesso em: 28 fev. 2024.

ALVARENGA, Davi *et al.* **Obtenção de óleo de eucalipto pelo arraste a vapor**. Universidade de Uberaba, 2011. Disponível em: <https://uniube.br/eventos/entec/2011/arquivos/quimica3.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

ALVES, G.G *et al.* **Extração de Lipídios Totais em Amostra de Semente de Maracujá Utilizando Diclorometano**. Congresso Brasileiro De Engenharia Química Em Iniciação Científica, 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e630/1e0407870106844cd1ee676333cd746e8d31.pdf>. Acesso em: 25 out. 2024.

ANDRADE, Priscila M. de *et al.* **ÓLEOS ESSENCIAIS: EXTRAÇÃO, IMPORTÂNCIA E APLICAÇÕES**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, S.D. Disponível em: <https://memoriajornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpas/jspas/paper/viewFile/2155/1672>. Acesso em: 11 nov. 2024.

ARAÚJO, José Raimundo de; FERREIRA, Efigênia Ferreira e; ABREU, Mauro Henrique Nogueira Guimarães de. **Revisão Sistemática Sobre Estudos de Especialização da Dengue no Brasil**. Scielo, 2008. Disponível em: https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rbepid/v11n4/15.pdf. Acesso em: 31 mar. 2024.

BRAGA, Ima Aparecida; VALLE, Denise. **Aedes Aegypti: Histórico do Controle no Brasil**. Portal de Periódicos Eletrônicos, 2007. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v16n2/v16n2a06.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2024.

CANESIN, Edmilson Antonio *et al.* **Caracterização de Biodiesel Metílico Obtido em Transesterificação por catálise ácida a partir de óleos residuais de soja**. REBRAPA, 2019. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/5182/pdf#>. Acesso em: 13 out. 2024.

CARVALHO, Carla C.C.R. de; FONSECA, M. Manuela R. **Biotransformação de Terpenos**. Biotechnology Advances, v. 24, n. 2, p. 134–142, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0734975005001023?via%3Di> hub. Acesso em 15 ago. 2024.

Centro de Operações de Emergências (COE). **INFORME SEMANAL Edição Nº7**. Gov, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a->

z/a/arboviroses/informe-semanal/informe-semanal-no-07-coe. Acesso em: 28 fev. 2024.

CORTELAZZI, Tereza Delfina. **Composição de Voláteis e Qualidade de Aroma e Qualidade do Óleo D-Limoneno**. Repositório UNICAMP, 1995. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/97389>. Acesso em: 12 out. 2024

Descritores em Ciências da Saúde (DeCS/MeSH). **Chrysanthemum cinerariaefolium**. Biblioteca virtual em saúde, 2017. Disponível em: <https://decs.bvsalud.org/ths/resource/?id=12160>. Acesso em 29 mar. 2024.

FAUSTINO, Caroline Vieira. **Caracterização Físico-Química do Óleo Residual de Fritura Tratado com Terra Clarificante para Utilização na Produção de Biodiesel**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6768/2/CM_COEAL_2014_2_04.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

FELIPE, Lorena O; BICAS, Juliano L. **Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais**. Química e Sociedade, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

FERRARI, Jailton de Souza *et al.* **Produção Artesanal de Sabões, Tintas e Velas Ecológicas a Partir de Óleo Residual de Fritura como Estratégia de Educação Ambiental**. Extensão em Foco, 2022, Issue 27, p311, 2022. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrnl=19824432&AN=158578267&h=YGUSemS12BPRMXoAQyI5qbDvSXlyCLAgwvWIOZB7QFPujgbORMA9oqiu5eA9DyHXUfnB2qKFEIzZDUGNqVWmWw%3D%3D&crl=c>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FERREIRA, Francisco Inacio Paiva. **Análise de Sequências de Genes de Limoneno Sintases em Genomas de Citros**. Universidade Federal de São Carlos, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13386/FERREIRA_Francisco_2020.pdf?sequence=8&isAllowed=y. Acesso em: 15 ago. 2024.

FERREIRA, Glauciano de Oliveira. **Análise de Casos de Dengue e Sua Relação com a Precipitação e Temperatura nos Municípios Cearenses**. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), 2023. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3671/1/Disserta%20com%20ficha%20catalogr%20organizada.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2024.

FIGUEIREDO, Ana Catarina Pereira. **Piretróides: Uma nova geração de inseticidas**. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Saúde, 2014. Disponível em: <https://recil.ulusofona.pt/items/4913ba75-5a4a-4a7f-b441-9a7cee443a42>. Acesso em: 03 mai. 2024.

GARDA, Jaqueline; MACEDO, Rejane Martins; FURLONG, Eliana Badiale. **Determinação de tricotecenos em cerveja e avaliação de incidência no produto comercializado no Rio Grande do Sul.** SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/kVF4XScXNxxXJBDmw5qkYwrP/?lang=pt#>. Acesso em: 8 out. 2024.

GOMES, Kássia Karoline Leal Barros. **Desenvolvimento de Nanocápsulas de γ -terpineno e Avaliação da Atividade Cardiovascular e Antioxidante.** Universidade Federal do Piauí, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufpi.br:8080/bitstream/handle/123456789/1345/KASSIA%20KAROLINE%20LEAL%20BARROS%20GOMES.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GOUVÊA, Leonardo Henrique; VIEIRA, Ricardo; COSTA, Fernando de Souza. **Performance de Propulsores Híbridos Utilizando Parafina e Peróxido de Hidrogênio.** CONEM 2006, 2006. Disponível em: http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2007/09.05.12.44/doc/gouvea_performance.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

Governo do Estado do Espírito Santo. **Conheça o ciclo do mosquito Aedes aegypti e saiba como combatê-lo.** Gov, 2019. Disponível em: <https://www.es.gov.br/Noticia/conheca-o-ciclo-do-mosquito-aedes-aegypti-e-saiba-como-combate-lo>. Acesso em: 14 mar. 2024.

HIRATA, Rodobiko. **Piretróides: Estrutura Química - Atividade Biológica.** Instituto Biológico, 1994. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol18No4_368_v18_n4_08.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

JUNIOR, Raimundo Nonato da Silveira. **Propriedades Fotoluminescentes e Higroscopia do Composto SrAl_2O_4 Dopado com Íons de Ni^{2+} .** Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/12852>. Acesso em: 9 out. 2024.

JUSTINO, Ana Luiza *et al.* **A Engenharia de produzir sabonetes com óleo vegetal: Uma produção sustentável. e-xacta.** Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 19-28, 2011. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/download/310/421>. Acesso em: 19 out. 2024.

MARQUES, Rodrigo Tavares. **Desenvolvimento de Formulações à Base de D-Limoneno para o Controle da Mosca-Branca.** Universidade Federal de São Carlos, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/14330/2021_RodrigoMarques_Rev.%28FCW26052021%29-Rev.RM4.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em 14 ago. 2024.

MARTINELLI, Cristina; SILVA, Camila da. **REUTILIZAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE VELAS AROMATIZADAS.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Unisul Maringá v. 13, n. 1, p.66-85, 2024. Disponível em:

https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/12536. Acesso em: 01 out. 2024.

MARTINS, Manoel *et al.* **Microextração Líquido-Líquido Dispersiva (DLLME) Fundamentos e Aplicações**. Instituto Internacional da Cromatografia, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Renato-Zanella/publication/289384421_Microextracao_liquido-liquido_dispersiva_fundamentos_e_aplicacoes/links/58bc93c3aca27261e528d853/Microextracao-liquido-liquido-dispersiva-fundamentos-e-aplicacoes.pdf. Acesso em: 8 out. 2024.

MELO, Hercílio Gomes de; GUEDES, Isabel Correia. **LIGAÇÕES QUÍMICAS – CAPÍTULO 5 FORÇAS DE VAN DER WAALS**. Moodle USP, 2024. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://edis.ciplinas.usp.br/mod/resource/view.php%3Fid%3D2538821&ved=2ahUKEwiauuarGrtyJAXVmFLkGHeRvEflQFnoECCKQAQ&usq=AOvVaw3xvkjT8eFfe_wRoOjkLGt. Acesso em: 14 nov. 2024.

Ministério da Saúde (OMS). **Atenção! Vacinas Contra Dengue São Seguras e Efetivas**. Gov, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-com-ciencia/noticias/atencao-as-vacinas-contr-a-dengue-sao-seguras-e-efetivas>. Acesso em: 28 fev. 2024.

OETTERER, Enilce Maurano. **Matérias Primas Repelentes de Insetos: Naturais e Sintéticas**. Conselho Regional de Química - IV Região Comissão de Cosméticos, 2016. Disponível em: https://crq4.org.br/sms/files/file/repelentes_3_2016.pdf. Acesso em: 03 mai. 2024.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Dengue**. Gov.br, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>. Acesso em: 03 mai. 2024.

Organização Mundial de Saúde (OMS). **Dengue**. Organização Pan-americana de Saúde (OPAS), 2024. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>. Acesso em: 28 fev. 2024.

PAULETTI, Gabriel; SILVESTRE, Wendel Paulo. **Óleo Essencial Cítrico: Produção, Composição e Fracionamento**. ResearchGate, 2018 Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Wendel-Silvestre/publication/332229707_Oleo_essencial_citrico_producao_composicao_e_fracionamento/links/5ca75dd34585157bd323e5b9/Oleo-essencial-citrico-producao-composicao-e-fracionamento.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

POLETTI, Matheus. **Modificação química do óleo de soja com anidrido maleico: uma alternativa sustentável para o óleo após a fritura**. Revista Geama – Ciências Ambientais e Biotecnologia, Rio Grande do Sul, Caxias do Sul, v. 6, n. 1, p. 38-43, abril, 2020. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/327167347.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

PROGRAMA DE APOIO A. PROJETOS. **SEPARAÇÃO DE MISTURAS**. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, S.D. Disponível em: https://faquim.unifesspa.edu.br/images/Experimentoteca/Separa%C3%A7%C3%A3o_de_mistura.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

RAMALHO, Theresa Raquel de Oliveira. **Gamma-Terpineno Modula Resposta Inflamatória Aguda em Camundongos**. *Planta Med*, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26132854/>. Acesso em: 27 out. 2024.

RODRIGUES, Gisele Neres *et al.* **Protocolos de Eficácia de Repelentes de Insetos – Abordagens Teóricas**. Centro Universitário SENAC, 2020. Disponível em: <https://repositorio-api.ipen.br/server/api/core/bitstreams/fa650863-6b6d-4ddc-8cda-5177cf60be85/content>. Acesso em: 28 fev. 2024.

SILVA, Carolina Faustino da. **Extração do Óleo Essencial de Alecrim (Rosmarinus Officinalis L.): Obtenção Mediante Arraste a Vapor de Água e Uso Na Produção De Velas Aromáticas**. Universidade Federal do Pampa, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/bitstream/rii/8853/1/TCC%20Carolina%20Silva%202023.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SILVEIRA, Jeniffer Cristina *et al.* **Levantamento e Análise de Métodos de Extração de Óleos Essenciais**. *Enciclopédia biosfera* 8 (15), 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20exatas%20e%20da%20terra/levantamento%20e%20analise.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2024.

TAVARES, Nathália Stefane Gomes *et al.* **Difusor e Sabonete com Óleo da Casca de Laranja: Extração de Óleo d-Limoneno Visando o Aproveitamento e Redução do Resíduo**. *Resíduos sólidos: Tecnologias e Boas Práticas de Economia Circular*, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joao-Santos-59/publication/331161024_Residuos_solidos_Tecnologias_e_Boas_Praticas_de_Economia_Circular/links/5c697c16299bf1e3a5aef7ba/Residuos-solidos-Tecnologias-e-Boas-Praticas-de-Economia-Circular.pdf#page=178. Acesso em: 03 mai. 2024.

ZHENG, Sheng *et al.* **Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil**. *Biomass and Bioenergy*, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953405001790>. Acesso em: 19 out. 2024.