

CENTRO PAULA SOUZA

Etec JULIO DE MESQUITA

Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio

Allison Yule da Silva Oliveira Vieira

Guilherme Gomes Soares Santos

Kauã Pedro de Lana Cunha

Pedro Henrique Freitas Cecília

**DESENVOLVIMENTO DE DIFUSOR DE VARETAS COM AÇÃO
REPELENTE E ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA**

Santo André

2022

Allison Yule da Silva Oliveira Vieira

Guilherme Gomes Soares Santos

Kauã Pedro de Lana Cunha

Pedro Henrique Freitas Cecília

**DESENVOLVIMENTO DE DIFUSOR DE VARETAS COM AÇÃO
REPELENTE E ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio da ETEC Júlio de Mesquita, orientado pelo Prof. Dr. Jhonny Frank Sousa Joca, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em química.

Santo André

2022

RESUMO

Aedes é um gênero de mosquito com listras pretas e brancas em seu corpo. Originário de zonas tropicais e subtropicais, costuma ter sua circulação intensificada no verão, em virtude da temperatura e umidade elevadas, que favorecem sua reprodução. Atualmente, há uma crescente preocupação do Ministério da Saúde em relação à epidemia de dengue no Brasil causada pelo vírus transmitido por este mosquito, e, considerando isto, passa a ter importância o uso individual de formulações repelentes como meio de controle vetorial. Os repelentes podem ser sintéticos ou naturais e atuam formando uma camada de vapor com odor repulsivo aos insetos. Existem atualmente diversos estudos que procuram trazer mais visibilidade para os repelentes de formulação natural, que em geral tendem a ser mais acessíveis e menos nocivos para o ser humano e para o meio ambiente. Os óleos essenciais são monoterpenos, ou seja, são cadeias de hidrocarbonetos que possuem como principal características a presença de dois isoprenos; se encontram entre os ativos mais utilizados na formulação de repelentes naturais pois possuem baixo impacto ao meio ambiente, custo relativamente baixo e maior segurança ao ser humano em relação aos sintéticos. O óleo essencial de citronela é o ingrediente natural mais utilizado para essa finalidade desde a antiguidade. Pode ser obtido através da folha e do caule de diferentes espécies de *Cymbopogon*, como a capim-cidreira, que é popularmente conhecida como capim-limão. A laranja é parte importante da economia brasileira, e seus óleos essenciais são utilizados amplamente em diversas áreas industriais, cosméticas e farmacêuticas. Ao Limoneno, principal constituinte do óleo essencial de Laranja e também encontrado no óleo essencial de Citronela, são atribuídas características inseticidas e repelentes, tornando-os opções seguras e de fácil obtenção na formulação de repelentes para o controle biológico do *Aedes aegypti*. O objetivo do presente trabalho é propor uma alternativa aos ativos sintéticos como o DEET, cujas consequências do uso prolongado são graves, e produzir um repelente natural utilizando os óleos essenciais de laranja e citronela.

ABSTRACT

Aedes is a genus of mosquito with black and white stripes on its body. Originating in tropical and subtropical zones, its circulation is usually intensified in the summer, due to the high temperature and humidity, which favor its reproduction. Currently, there is a growing concern of the Ministry of Health of Brazil regarding the dengue epidemic caused by the virus transmitted by this mosquito, and considering that, the individual use of repellent formulations as a way of vector control becomes important. Repellents can be synthetic or natural and act by forming a layer of vapor with a repulsive odor to insects. There are currently several studies that seek to bring more visibility to natural formulation repellents, which in general tend to be more accessible and less harmful to humans and the environment. Essential oils are monoterpenes, hydrocarbon chains whose main characteristics are the presence of two isoprenes; They are among the most used actives in the formulation of natural repellents because they have a low impact on the environment, relatively low cost and greater safety for humans compared to synthetics. Citronella essential oil is the most used natural ingredient for this purpose since ancient times. It can be obtained from the leaf and stem of different species of *Cymbopogon*, such as lemongrass. Orange is an important part of the Brazilian economy, and its essential oils are widely used in various industrial, cosmetic and pharmaceutical areas. Limonene, the main constituent of Orange essential oil and also found in Citronella essential oil, insecticidal and repellent characteristics are attributed, making them safe and easily obtainable options in the formulation of repellents for the biological control of *Aedes aegypti*. The objective of the present work is to propose an alternative to synthetic actives such as DEET, whose consequences of prolonged use are serious, and to produce a natural repellent using orange and citronella essential oils.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1. Fundamentação teórica.....	6
1.1.1. Doenças infectoparasitárias	6
1.1.2. Repelentes de origem sintética	7
1.1.3. Os óleos essenciais e os repelentes com ativos de origem natural como alternativa segura aos sintéticos	7
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo geral	9
1.2.2. Objetivos específicos.....	9
2. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL	10
2.1. Materiais.....	10
2.2. Métodos.....	10
2.2.1. Extração dos óleos essenciais	10
2.2.1.1. Arraste a vapor	10
2.2.1.2. Clevenger.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1. Extrações	13
3.2. Desenvolvimento do difusor	13
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

1.1. Fundamentação teórica

1.1.1. Doenças infectoparasitárias

Por se tratar de um país tropical, de clima predominantemente quente e úmido, no Brasil encontram-se uma grande variedade de insetos transmissores de doenças infectoparasitárias que acometem, anualmente, milhões de pessoas no mundo e causam milhares de mortes. Atualmente, há uma crescente preocupação do Ministério da Saúde (MS) em relação à epidemia causada pelo vírus da Dengue – transmitida principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti* – no Brasil, como mostra o levantamento feito no Boletim Epidemiológico da Coordenação-Geral de Vigilância das Arboviroses do Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis da Secretaria de Vigilância em Saúde (COVISA) de março de 2022: No período entre os dias 1º de janeiro e 12 de março de 2022, foram notificados 161.605 casos prováveis de dengue (taxa de incidência de 75,8 casos por 100mil habitantes) no Brasil, havendo um aumento de 43,9% em comparação com o número de casos registrados para esse mesmo período no ano de 2021.

Quadro 1 – Número de casos prováveis e taxa de incidência (/100 mil hab.) da dengue no Brasil, até a SE 10.

Semana epidemiológica	Casos prováveis	Incidência (casos/100mil hab.)
Semana 10 de 2021	103595	48,9
Semana 10 de 2022	161605	75,8

Fonte: (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022)

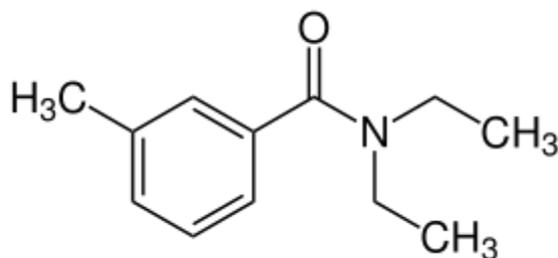
Considerando a nova alta das doenças transmitidas pela picada de artrópodes como o *Aedes*, passa a ter importância o uso individual de repelentes como forma de prevenção dessas doenças.

1.1.2. Repelentes de origem sintética

Os repelentes se apresentam como substâncias de origem sintética ou natural, que podem ser aplicadas diretamente sobre a pele ou dispersas no ambiente e formam nessas superfícies uma barreira de vapor desagradável e repulsivo aos insetos, impedindo sua aproximação, aterrissagem e conseqüentemente a picada, o que reduz o risco de transmissão de doenças como a dengue. (ANDRADE, 2008)

O principal composto presente nos repelentes sintéticos é o DEET, um ativo sintético persistente de nome IUPAC N,N-dietil-meta-toluamida, desenvolvido pelo exército dos Estados Unidos em 1946. Se utilizado frequentemente e em altas concentrações, o DEET pode ser tóxico e trazer danos à saúde, com maior risco para o público infantil, gestante e com comprometimento prévio do sistema respiratório; a absorção desse composto pela pele e vias aéreas pode comprometer o sistema nervoso e causar dermatites de contato, insuficiência renal, hepatite e urticária (STEFANI, 2009). A estrutura do DEET é apresentada abaixo.

Figura 1 – Forma estrutural plana do DEET



1.1.3. Os óleos essenciais e os repelentes com ativos de origem natural como alternativa segura aos sintéticos

Tendo em vista os riscos do uso prolongado dos repelentes sintéticos com DEET, se faz necessário o estudo e a divulgação de repelentes com formulações focadas nos ativos naturais, que, em geral, tendem a ser mais acessíveis e menos nocivos para o ser humano e para o meio ambiente (OTTERER, 2016). Dentre os ativos utilizados no desenvolvimento de repelentes naturais estão os óleos essenciais extraídos de plantas e frutos, por terem custo de produção relativamente baixo, menor impacto ao meio ambiente e longo histórico de consumo humano em fragrâncias e medicamentos, podendo assim serem considerados mais seguros à saúde. Os óleos

presentes em diversas famílias de plantas demonstraram atividade repelente contra diferentes espécies de insetos através de um mecanismo semelhante ao DEET, como por exemplo o óleo de Citronela (*Cymbopogon winterianus*) e o óleo de laranja doce (*Citrus aurantium dulcis*). (SILVA, 2021)

A Citronela tem grande importância econômica e farmacêutica e apresenta em suas folhas e caules óleos essenciais que possuem um odor forte e característico, utilizados como repelentes de mosquitos ao redor do mundo há séculos (PEREIRA, 2020). Dentre suas atividades biológicas, destacam-se a ação repelente de insetos, a atividade inseticida contra larvas e pernilongos, a atividade antimicrobiana local e a atividade acaricida (contra micro ácaros da poeira do ar que são responsáveis por alergias respiratórias, por exemplo); nos insetos, age promovendo uma forte excitação do sistema nervoso central do inseto e um bloqueio da circulação de sódio nas células nervosas, provocando neles uma paralisia. (HUTHER, 2021)

A laranja é originária de regiões entre a Índia e o sudeste do Himalaia, e alguns autores afirmam que foi levada para o resto do mundo pelos portugueses na segunda metade do século XIX, sendo o Brasil o maior produtor da fruta no mundo; É rica em carotenóides, antocianinas, carboidratos e vitamina C, sendo destaque na economia não só do Brasil, mas de todo o mundo, devido a presença de óleos essenciais utilizados em diversas áreas industriais, cosméticas e farmacêuticas (LEÃO, 2015). Seus óleos possuem odor forte e podem conter até 300 diferentes compostos químicos, dentre os quais estão: Os monoterpenos limoneno (94%), mirceno (1,18%), sabineno (0,74%) e α -pineno (0,54%), além de compostos oxigenados como o linalol (0,89%) e o citronelal (0,07%).

Ao Limoneno, principal constituinte do óleo da laranja e também encontrado no óleo de citronela, são atribuídas características como a atividade antimicrobiana, antifúngica, repelente e inseticida, tornando-os opções seguras e de fácil obtenção na formulação de repelentes de insetos. (MAIA, 2020)

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de um difusor de ambientes com ação repelente, utilizando os óleos essenciais de Citronela e Laranja doce.

1.2.2. Objetivos específicos

- I) Extrair o óleo essencial das cascas de laranja através dos métodos de destilação por arraste a vapor e Clevenger;
 - a. Calcular e comparar o rendimento e viabilidade econômica de ambas as metodologias.
- II) Produzir um difusor de ambientes a partir do óleo essencial obtido.

2. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

2.1. Materiais

Para a obtenção do óleo essencial de laranja foram utilizadas cascas de laranja Bahia (arraste a vapor) e Pêra (Clevenger) frescas, compradas na semana das extrações e armazenadas entre -14°C e -25°C por, no máximo, três dias. O óleo essencial de citronela foi adquirido comercialmente no final do mês de agosto.

Também foram utilizados os seguintes reagentes na formulação do difusor: Glicerina, Álcool de cereais, Renex 95, hidrolato de laranja e corante laranja em pó da marca *Power Corantes*, cujas funções são listadas na tabela 1.

Tabela 1 – Funções dos componentes da fórmula

Componente	Função
Álcool de cereais	Base
Corante em pó	Corante
Glicerina	Base e conservante
Hidrolato de laranja	Substituinte da água deionizada
Renex 95	Emulsificante
Óleos essenciais	Ativo repelente e fragrância

2.2. Métodos

2.2.1. Extração dos óleos essenciais

2.2.1.1. Arraste a vapor

Foram realizadas seis extrações no sistema de arraste a vapor, utilizando um total de 1,402kg de cascas de laranja (média de 233,7g por extração).

Para a realização de todas as extrações, foi adotado o seguinte procedimento: Adicionou-se a amostra em um balão de destilação de três vias de 1L, ligado por tubo de vidro à um balão com aproximadamente 1L de água deionizada, conforme a Figura 2. O sistema foi submetido a aquecimento em manta térmica, ficando em ebulição por aproximadamente 2 horas.

Figura 2 – Sistema de extração dos óleos essenciais por arraste a vapor



Fonte: Dos autores (2022).

A separação do óleo e do hidrolato foi realizada em duas etapas no funil de separação, tendo como solventes o éter-etílico e o diclorometano, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Processo de concentração do óleo essencial



Fonte: Dos autores (2022).

2.2.1.2. Clevenger

Foram realizadas doze extrações no aparelho de Clevenger, utilizando-se 1,798kg de cascas de laranja (média de 149,8g por extração).

Para a realização de todas as extrações, foi adotado o seguinte procedimento: Adicionou-se a amostra em um balão de destilação com aproximadamente 0,3L de água deionizada, conforme Figura 4. Este foi submetido a aquecimento em manta térmica e permaneceu em ebulição por aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Figura 4 – Sistema de extração dos óleos essenciais (aparelho de Clevenger)



Fonte: Dos autores (2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Extrações

Entre os dias 7 de maio e 1º de agosto, foram realizadas seis extrações no sistema de arraste a vapor, utilizando um total de 1,402kg de cascas de laranja e obtendo, ao final do processo, 850,91g de hidrolato.

Entre os dias 1º de agosto e 31 de outubro de 2022, foram realizadas doze extrações no aparelho de Clevenger. Foram utilizados 1,798kg de cascas de laranja (média de 149,8g por extração), resultando em 12,3mL de óleo essencial e 128mL de hidrolato, com um rendimento médio de 0,65%.

Durante o processo de separação do hidrolato obtido pelo método de arraste a vapor houve uma contaminação das vidrarias utilizadas, o que impossibilitou a obtenção do óleo essencial concentrado derivado desse método e, conseqüentemente, a avaliação de sua viabilidade contra o método de Clevenger.

3.2. Desenvolvimento do difusor

Como produto do trabalho, foi formulado um aromatizador de ambientes com varetas de 55mL, para uso em ambientes fechados e ventilados, com base no trabalho de TAVARES, 2018. Foram utilizados os seguintes reagentes: Álcool de cereais, Glicerina, Renex 95, óleo essencial de laranja e citronela, hidrolato de laranja e corante laranja. A Tabela 2 apresenta a composição centesimal do produto.

Tabela 2 – Composição centesimal do difusor

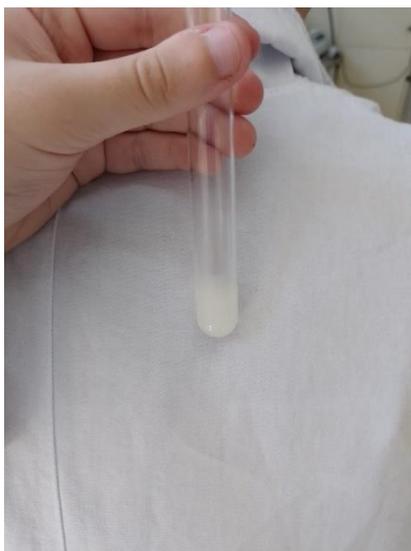
Componente	Quantidade (% em 100g)
Álcool de cereais	51
Óleo essencial de laranja	21,15
Glicerina	11,5
Óleo essencial de citronela	10
Renex 95	6,35
Hidrolato de laranja	-
Corante laranja	-

Fonte: Dos autores (2022).

O desenvolvimento do produto se deu a partir de testes de proporção. Partindo de um valor inicial, alterações foram feitas para alcançar o resultado esperado do produto: Uma mistura aromática, homogênea e translúcida.

Por apresentarem diferença de polaridades entre si, os óleos essenciais não se solubilizam no álcool, formando uma solução bifásica. Em primeiro momento, o **miristato de isopropila** foi utilizado como emulsificante, porém os resultados obtidos com ele não foram satisfatórios: Com o tempo após sua homogeneização, o produto voltava ao estado inicial de fases heterogêneas, conforme figuras 5 e 6.

Figura 5 – Solução emulsificada com miristato



Fonte: Dos autores (2022).

Figura 6 – Solução emulsificada com miristato, cinco minutos após o processo



Fonte: Dos autores (2022).

Como alternativa, foi utilizado o Renex 95 (**Nonifenol etoxilado**), que obteve resultados satisfatórios, sendo eficiente em homogeneizar a solução.

Quando adicionado à mistura de óleos essenciais e álcool, apresenta um aspecto esbranquiçado e viscoso, conforme apresentado na figura 7, e após agitação manual obtém-se uma aparência límpida e homogênea, conforme figura 8

Figura 7 – Solução de renex com óleos essenciais



Fonte: Dos autores (2022).

Figura 8 – Solução de renex com óleos essenciais após agitação



Fonte: Dos autores (2022).

Os testes foram realizados em tubos de ensaio tarados, utilizando uma proporção reduzida (10%). A partir da mistura de óleos essenciais e álcool de cereais, adiciona-se gradualmente o emulsificante com o auxílio de uma pipeta Pasteur e agita-se manualmente o tubo de ensaio durante dois minutos. Esse processo é repetido até obter o resultado esperado. Ao final do teste, realiza-se a pesagem de todos os

materiais utilizados para determinar o padrão centesimal e, assim, possibilitar sua replicata em proporções maiores num momento futuro.

A coloração do produto foi realizada a partir de um corante sólido para solventes orgânicos, cor laranja, diluído três vezes em 100ml de álcool de cereais. Foram utilizados 0,1mL da diluição final para obter a aparência desejada, apresentada na figura 9.

Figura 9 – Difusor de ambientes



Fonte: Dos autores (2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As constantes ondas epidemiológicas de mosquitos aumentam a necessidade de conscientização e ações para o combate de doenças infecto parasitárias. Com o avanço tecnológico e dos estudos sobre alternativas para os repelentes a base de DEET, compostos naturais menos nocivos à saúde e ao meio ambiente se demonstram viáveis. A extração do Limoneno a partir da casca de laranja obteve rendimento satisfatório, e promove a usabilidade de uma matéria orgânica normalmente descartada na indústria.

O produto final contém compostos que não apresentam risco para o organismo humano, entretanto, o nonifenol etoxilado (Renex 95) afeta negativamente corpos de água, alterando o sistema endócrino de peixes. No Brasil não há legislação sobre o limite deste. Sobre essa ótica, buscar alternativas promove certa manutenção das políticas ambientais, além de um produto menos nocivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C. F. S. **Repelentes de Mosquitos** – Base Técnica para Avaliação. Artigos Técnicos - UNICAMP, Inst. de Biologia, Dep. de Zoologia, Campinas, 2008. Site Ecologia Aplicada. Disponível em: http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/. Acesso em: 14 jun. 2022
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de vigilância em Saúde. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos pelo mosquito Aedes**. Brasília - DF. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins>.
- COSTA, F. T. D. et. al. **Repelente natural a base de citronela para o combate do mosquito Aedes Aegypti**. Revista de iniciação científica da Universidade Vale do Rio Verde, v. 6, n. 2, 2017.
- HUTHER, C. M. et. al. **O uso da citronela no controle da dengue: Revisão**. Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar, [S. l.], v. 10 p. 170-182, 2021.
- LEÃO, M. **Análise do óleo essencial de laranja doce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck obtido das cascas secas e frescas através do método de extração por hidrodestilação**. 2015. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.
- MAIA, M. M. E. **A actividade biológica dos óleos essenciais, sua aplicação e potencialidades**. 68 f. Tese (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2020
- OETTERER, E. M. **Matérias-primas repelentes de insetos: naturais e sintéticas**. In: SEMINÁRIO SOBRE REPELENTES, 1, 2016, [S.l.]. Conselho Regional de Química IV Região, p. 10-35, 2016.
- PEREIRA, K. P. et. al. **Repelente natural: composto de plantas brasileiras**. In: Ciência Viva, Uberlândia, 2020.
- SILVA, F. G. **Desenvolvimento e caracterização de repelente natural de insetos utilizando diferentes óleos essenciais**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, 2021.
- STEFANI, G. P. et al. **Repelentes de insetos: recomendações para uso em crianças**. Revista Paulista de Pediatria, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 81-85, 2009.
- TAVARES, N. S. G. et. al. **Produção de repelente líquido, 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. Recife: UFRPE, p.176-179, 2018.