

**CEETEPS – CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”
ETEC DEPUTADO SALIM SEDEH
HABILITAÇÃO: TÉCNICO EM QUÍMICA**

**MALAGUETA EM AÇÃO: REPELENTE À BASE DO ÓLEO
ESSENCIAL DE PIMENTA**

JAMILE LOURENÇO SILVA
JOSÉ ALEF DE SOUSA SILVA
MELINA RAVANINI JOEST
PAOLA VITÓRIA FERREIRA
PAULINA MARTINS

JAMILE LOURENÇO SILVA

JOSÉ ALEF DE SOUSA SILVA

MELINA RAVANINI JOEST

PAOLA VITÓRIA FERREIRA

PAULINA MARTINS

MALAGUETA EM AÇÃO: REPELENTE À BASE DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA

Trabalho apresentado na disciplina de Planejamento e Desenvolvimento de Trabalho de Conclusão de Curso como requisito básico para a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso do Técnico em Química.

Orientador (a):

Alessandra Cristina Hernandes Burin

Leme – SP

2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos este TCC a nós, integrantes do grupo, que, com muita dedicação e esforço coletivo, conseguimos superar as adversidades e aprender ao longo do processo. Além disso, direcionamos este trabalho à partes do núcleo científico que se dispõe inteiramente à criação de produtos visando o bem-estar humano, e a todo o corpo social, que está sujeito a contrair arboviroses.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradecemos à nossa professora Alessandra Cristina Hernandez Burin, que nos conduziu com resiliência na construção deste projeto, à professora Thais Moreno Priolli, que esteve a disposição sanando nossas dúvidas, e à Letícia Aparecida Brandão, técnica do laboratório escolar, que nos auxiliou prontamente em cada prática realizada. Atrelado a isso, também prestamos reconhecimento a farmácia Lemefarma, que com sua equipe nos deram o prazer de formularmos o repelente em parceria. Além disso, somos gratos aos nossos pais por nos apoiarem durante todo o processo desse trabalho, assim como à participação essencial dos entrevistados, que nos enriqueceram com suas atenções e conhecimentos.

“A vida precisa de cheiros, cores, sons, amores e muito sabores. Afinal, um pouco de pimenta nunca faz mal”.

Édio Guimarães

RESUMO

Repelentes são substâncias comumente aplicadas na pele, roupas e superfícies, com o objetivo de afastar insetos e, assim, prevenir doenças infecciosas. Entre esses, destacam-se os sintéticos, como a Icaridina, o IR3535 e o DEET, que, embora apresentem alta eficiência, também podem oferecer riscos tóxicos, dependendo de sua concentração. Diante disso, opções naturais têm sido amplamente utilizadas, como os repelentes extraídos de citronela e andiroba, por conterem óleos essenciais e compostos orgânicos voláteis, sem causarem danos à saúde humana ou ao meio ambiente. Além disso, vale ressaltar que a capsaicina, o princípio ativo responsável pela repelência de alguns desses produtos, pode ser encontrada em pimentas malaguetas, que também são fontes ricas em compostos vitamínicos e antioxidantes. A Icaridina, por sua vez, cria uma barreira de proteção eficaz. Assim, é fundamental analisar essas alternativas de proteção individual contra vetores de doenças como dengue, Chikungunya, febre amarela e Zika, transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Essas doenças podem ser combatidas por meio de controles químicos, biológicos, entre outros, impedindo a proliferação do mosquito e a contaminação do corpo social.

Palavras-chaves: Repelentes, Pimentas e Dengue.

ABSTRACT

Repellents are substances commonly applied to skin, clothing and surfaces, with the aim of repelling insects and thus preventing infectious diseases. Among these, stand out the synthetic ones, such as Icaridin, IR3535 and DEET, which, although highly efficient, can also pose toxic risks depending on their concentration. Therefore, natural options have been widely used, such as repellents extracted from citronella and andiroba, as they contain essential oils and volatile organic compounds, without causing harm to human health or the environment. Furthermore, it's worth noting that capsaicin, the active principle responsible for the repellent effect of some of these products, can be found in chili peppers, which are also rich sources of vitamin compounds and antioxidants. Icaridin, in turn, creates an effective protection barrier. Thus, it is essential to analyze these alternatives for individual protection against disease vectors such as dengue, Chikungunya, yellow fever and Zika, transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito. These diseases can be combated through chemical and biological controls, among others, preventing the proliferation of the mosquitoes and contamination of the social body.

Keywords: Repellent, Pepper and *Aedes aegypti*.

LISTA DE ABREVIações, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
α	Alfa
α -caroteno	Alfacaroteno
β	Beta
β -caroteno	Betacaroteno
β - criptoxantina	Criptoxantina
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
B12	Cobalamina
BHT	Butilhidroxitolueno
BCC	Ação de bloqueio controle de criadouros
BTI	Inseticida biológico
Ca ²	Íon Cálcio
C. frutescens	Capsicum frutescens
<i>Capsicum</i> L.	Pimenta
CRISPR/Cas9	Conjunto de Repetições Palindrômicas Curtas Regularmente Espaçadas
CGRP	Peptídeo Relacionado ao Gene da Calcitonina
C ₁₈ H ₂₇ N ₃ O ₃	Capsaicina
CO ₂	Gás Carbônico
cm	Centímetro
Complexo B	Tiamina, riboflavina, niacina ácido pantotênico, piridoxina, biotinina, ácido fólico e cobalamina
COVID-19	Coronavírus 2019
DENV-1	Vírus da dengue tipo 1
DENV-2	Vírus da dengue tipo 2
DENV-3	Vírus da dengue tipo 3
DENV-4	Vírus da dengue tipo 4
DEET	N, N-dietil m-toluamida
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
DNA	Ácido Desoxirribonucleico

Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EUA	Estados Unidos da América
g	Gramas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IR3535	Etil butilacetilaminopropionato
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
K	Potássio
KBR 3023	Icaridina
mg	Miligrama
mm	Milímetro
Na	Sódio
OMS	Organização Mundial da Saúde
p	Teor de polifenóis
PE	Pontos estratégicos
PMD	p-mentano 3,8-diol
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
PPN	Partes por notação
pH	Potencial hidrogeniônico
RNA	Ácido ribonucleico
RT-PCR	Diagnóstico laboratorial
SAMU	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
Substância P	Neurotransmissor relacionado à dor
SUS	Sistema Único de Saúde
TRPV-1	Receptor de potencial vaniloide tipo 1
TV	Televisão
Vitamina A	Retinol
Vitamina C	Ácido ascórbico
Vitamina E	Tocoferol

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. JUSTIFICATIVA.....	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 OBJETIVO GERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. METODOLOGIA	20
5. PROBLEMATIZAÇÃO	21
6. HIPÓTESES	22
7. REVISÃO DE LITERATURA.....	23
7.1 REPELENTE DE INSETOS.....	23
7.1.1 REPELENTE: DEFINIÇÃO E MODO DE AÇÃO	23
7.1.2 VARIAÇÕES DE REPELENTE.....	25
7.1.3 SUBSTÂNCIAS ATIVAS EM REPELENTE.....	27
7.1.4 ANÁLISE DA EFICÁCIA DE REPELENTE	29
7.2 EXPLORANDO O UNIVERSO DAS PIMENTAS: PROPRIEDADES REPELENTE E INTERAÇÕES QUÍMICAS	32
7.2.1 USO DA PIMENTA COMO REPELENTE	32
7.2.2 COMPONENTES ATIVOS DAS PIMENTAS.....	34
7.2.3 MECANISMOS DE AÇÃO DA CAPSAICINA E ICARIDINA.....	38
7.3 O MOSQUITO Aedes Aegypti.....	40
7.3.1 FATORES PARA A PROLIFERAÇÃO DO MOSQUITO.....	40
7.3.2 CICLO DE VIDA.....	42
7.3.3 DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO VETOR	44
7.3.4 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE CONTRA O MOSQUITO.....	46
7.4 ATIVIDADES PRÁTICAS.....	49
7.4.1 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DA PIMENTA	49
7.4.2 FORMULAÇÃO DO REPELENTE	55
7.4.3 TESTE DE EFICÁCIA DO REPELENTE	57
7.4.4 PALESTRA INFORMATIVA MINISTRADA	61
8. TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	62
8.1. GRÁFICOS.....	62

8.2 ENTREVISTAS.....	65
9. ASPECTOS ÉTICOS.....	95
10. ORÇAMENTO	96
11. APÊNDICES/ANEXOS/TABELAS/GRÁFICOS	97
12. CRONOGRAMA	102
13. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
14. REFERÊNCIAS	106

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais, como o aquecimento global, a poluição, a desflorestação e os incêndios, afetam não só o clima, mas também a reprodução e distribuição de insetos, muitos dos quais são vetores de doenças, como o mosquito *Aedes aegypti*, que transmite a dengue. A investigação mostra que doenças como a malária, a dengue e a febre amarela matam milhares de pessoas em todo o mundo e que há cerca de 50 a 100 milhões de infecções por ano (DAFLON; HUTHER; CANTO; et al, 2021).

De acordo com o relatório epidemiológico de saúde do governo brasileiro, até a semana 34 (29/12/2019 – 22/08/2020), o Brasil apresentou 924.938 casos suspeitos de dengue, 66.788 de Chikungunya e 5.959 de Zika. A preocupação principal com o coronavírus tem feito com que menos casos dessas doenças sejam relatados, e as pessoas também estão prestando menos atenção nelas (PEREIRA; SILVA; SILVA, 2020).

A propagação da dengue é influenciada por diversos fatores socioambientais, como mobilidade urbana, densidade populacional, disponibilidade de água, temperatura, vegetação e urbanização. A doença é mais comum em áreas urbanas, onde sua transmissão é afetada pelas condições precárias de saneamento e coleta de lixo em algumas regiões (RAMOS; QUINTELA; ALVES; et al, 2021).

Atualmente, o Brasil lidera em número de casos de dengue entre os países das Américas, representando cerca de 70% dos casos notificados. A presença simultânea dos três sorotipos (DENV-1, DENV-2 e DENV-3) na maioria dos estados tem contribuído para o aumento de casos graves e taxas de hospitalização (BARROSO; SOARES; SOARES; et al, 2020).

O *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais. O vírus causador da doença possui quatro sorotipos, incluindo o Zika vírus e a febre Chikungunya, os quais também são transmitidos pelo *Aedes aegypti*. A dengue clássica é uma doença autolimitada e inespecífica, caracterizada pelos sintomas de febre, dor de cabeça e dor muscular, podendo afetar crianças e

adultos, mas raramente resulta em morte. Por outro lado, a dengue hemorrágica é mais grave, podendo causar sangramentos e, ocasionalmente, choque e morte (SANTOS; STADLER; GIUSTI; et al, 2023).

É crucial combater a disseminação do *Aedes Aegypti*, especialmente por meio de estratégias que visem controlar a reprodução desse mosquito. Nesse sentido, o uso de repelentes pelos humanos tem se mostrado uma ferramenta eficaz na prevenção de doenças transmitidas por esse inseto. Atualmente, há um aumento na procura por alternativas mais naturais, provenientes de fontes sustentáveis e ecologicamente corretas, impulsionando a demanda por repelentes feitos à base de substâncias botânicas (DAFLON; HUTHER; CANTO; et al, 2021).

A utilização de óleos essenciais extraídos de diversas plantas tem mostrado um grande potencial como larvicida e inseticida no controle do *Aedes aegypti*. Esses óleos essenciais são preferencialmente usados por conterem substâncias químicas tóxicas para os insetos em todas as fases de seu ciclo de vida, além de possuírem outras propriedades associadas a essa atividade, como eficácia em pequenas concentrações, biodegradabilidade, ausência de fitotoxicidade e baixa toxicidade para animais superiores (MARTINS; EVERTON; ROSA; et al, 2020).

Foi constatado que o óleo das folhas do eucalipto-limão, composto principalmente por citronela, é um dos repelentes de origem botânica mais eficazes, oferecendo proteção duradoura contra mosquitos de importância médica, como o *Aedes aegypti*. Além disso, outro componente do óleo de eucalipto, o PMD (p-mentano-3,8-diol), também demonstrou forte atividade repelente, com uma pressão de vapor mais baixa e evaporação mais lenta, garantindo proteção por várias horas contra os mosquitos (SANTOSA; STADLER; GIUSTIA; et al, 2023).

A pimenta malagueta, conhecida cientificamente como *Capsicum frutescens*, contém compostos químicos com potencial inseticida e acaricida, comprovado em testes realizados em diferentes artrópodes. Por exemplo, estudos demonstraram que o extrato dos frutos dessa planta é tóxico para larvas de segundo instar do mosquito *Aedes aegypti*. Além disso, pesquisadores observaram uma significativa redução na população do ácaro-vermelho *Tetranychus evansi* após a aplicação do extrato fresco

da pimenta malagueta, alcançando uma diminuição de 86% (OLIVEIRA; VENZON; CRUZ; et al, 2021).

Quanto aos repelentes sintéticos, o DEET é um líquido que pode ser incolor ou ter uma tonalidade semelhante ao âmbar, sendo solúvel em álcool. Já o Icaridina é um composto natural extraído da pimenta que também pode ser utilizado em combinação com o DEET (TONACO, 2017).

Por meio de testes da eficiência como repelente do óleo de alecrim contra o *Aedes aegypti*, foi observado que os mosquitos evitam pousar em superfícies tratadas com esse óleo, apresentando um bom índice de eficácia de 84,1% (SANTOS; STADLER; GIUSTI; et al, 2023).

Outro ponto crucial a ser considerado na composição do óleo essencial de alecrim é o método utilizado em sua extração. Os métodos mais comuns empregados nesse processo são a hidro destilação e a destilação por arraste a vapor, os quais se baseiam na diferença de volatilidade de certos componentes presentes na matéria-prima vegetal. Além disso, esses métodos oferecem a vantagem de serem mais econômicos, permitindo o processamento de uma quantidade significativa de matéria-prima vegetal de uma só vez (TONACO, 2017).

Além de serem mais acessíveis, os repelentes derivados de plantas são não tóxicos e têm um baixo impacto sobre organismos não alvo e o meio ambiente. O eugenol, extraído do cravo-da-índia, tem diversas aplicações, como antibacteriano, antioxidante, antinociceptivo e inseticida, assim tornando-se uma opção muito interessante para o desenvolvimento de novos repelentes, sendo uma boa alternativa pela facilidade em sua obtenção, baixa toxicidade e custo benefício (CARVALHO; COSTA; SILVA; et al, 2019).

2. JUSTIFICATIVA

Um dos grandes problemas de saúde pública que o Brasil enfrenta atualmente é a dengue, que, transmitida pelo *Aedes aegypti*, tem como profilaxia a utilização de repelentes, sendo, portanto, um dos existentes mais eficazes. Com base no exposto, este projeto de TCC tem a intenção de auxiliar na criação de um produto natural que tem como ação repelente a extração do óleo essencial da pimenta como ponto central de sua composição. Paralelo a isso, conforme os tópicos anteriores, o presente estudo almeja chamar atenção para a gravidade da dengue e o quão simples é se proteger dessa moléstia.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Visamos desenvolver um repelente altamente eficaz à base de pimenta, direcionado ao *Aedes aegypti*, proporcionando proteção confiável contra picadas e auxiliando na prevenção de doenças transmitidas por mosquitos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma embalagem e identidade visual para o produto;
- Incorporar óleos essenciais selecionados para potencializar a eficácia do repelente;
- Realizar testes para garantir a máxima eficiência do repelente;
- Criar mecanismos acessíveis de proteção contra a dengue, visando especialmente a população de baixa renda;
- Realizar análises para selecionar a variedade de pimenta mais adequada para potencializar a composição do repelente.

4. METODOLOGIA

Para a constituição e formulação teórica deste trabalho acadêmico, foram realizadas diversas pesquisas em sites especializados e em artigos científicos considerados de grande relevância para o tema. Como forma de auxiliar e impulsionar as pesquisas, empregaram-se o uso de telefones celulares e computadores. Para a etapa prática, foram feitos o uso de vidrarias como: béqueres, bastões de vidro, provetas e erlenmeyers, além de outros instrumentos laboratoriais como, balanças analíticas e um phmetro. Ademais, foram aplicados reagentes específicos entre eles a água, álcool, glicerina e óleos essenciais de pimenta que seriam a base para a manipulação e formulação do produto

5. PROBLEMATIZAÇÃO

A luta contra doenças transmitidas por insetos envolve o uso de repelentes. Atualmente, o repelente mais utilizado devido à sua eficácia é o N, N-dietil-3-metilbenzamida (DEET). No entanto, apesar de ser eficaz, o DEET apresenta alguns problemas, como toxicidade para crianças, gestantes e lactantes (CARVALHO; COSTA; SILVA; et al, 2019).

Os óleos essenciais têm características que limitam sua eficácia como repelentes. Uma delas é a evaporação rápida ao entrar em contato com a pele humana, o que proporciona apenas proteção momentânea. Isso estimula os pesquisadores a desenvolver substâncias com efeito mais duradouro (TONACO, 2017).

6. HIPÓTESES

- Óleo extraído da pimenta ajuda na ação repelente.
- Falta de acesso a serviços de saúde eficientes e baixa conscientização sobre medidas preventivas podem contribuir para a propagação da dengue.
- Os repelentes sintéticos podem ser prejudiciais para o meio ambiente e perturbar a cadeia alimentar.
- As mudanças climáticas, aquecimento global e o aumento no desmatamento são os principais responsáveis pelo aumento na reprodução de mosquitos vetores de doenças.

7. REVISÃO DE LITERATURA

7.1 REPELENTES DE INSETOS

7.1.1 REPELENTES: DEFINIÇÃO E MODO DE AÇÃO

Repelentes são substâncias aplicadas sobre pele, vestimentas, superfícies e objetos afim de repelir insetos, colaborando para a diminuição da possibilidade de transmissão de diversas doenças infecciosas e de reações alérgicas ocasionadas pela picada destes artrópodes. Os repelentes químicos tópicos são os mais utilizados no mundo todo, mas sua utilização de forma inadequada, mesmo para as regiões endêmicas, muitas vezes, propicia resultados insatisfatórios (RIBAS; CARREÑO, 2010).

Para um repelente ser eficaz, esperam-se que ele tenha a volatilidade ideal, de tal forma que uma concentração suficiente de vapor permaneça na pele, não evaporando rapidamente e perdendo a eficiência. A eficácia do repelente é influenciada por vários fatores como, frequência de aplicação, uniformidade da aplicação, número e espécies de insetos que tentam picar, atratividade do usuário para os insetos e nível de atividade do usuário. A eficácia também pode ser reduzida em função da abrasão das vestes, evaporação, absorção pela pele, lavagens com suor ou com chuva, altas temperaturas e vento (FRADIN, 2016).

O uso de repelentes é essencial nas regiões onde as doenças transmitidas por vetores, como a dengue, malária, zika e chikungunya, são prevalentes. Seu mecanismo de ação, reside na interferência sobre os receptores sensoriais dos insetos, impedindo-os de reconhecer os sinais químicos produzidos pelo corpo humano. Estudos têm demonstrado que os repelentes podem reduzir significativamente a ocorrência de picadas e, conseqüentemente, a transmissão das doenças (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

Entretanto, garantir a eficiência e segurança dos repelentes requer a adequada informação à população a respeito do seu uso. Isto envolve instruções precisas quanto a quantidade a ser utilizada, a periodicidade de reaplicação e quais partições do corpo requerem proteção.

Ademais, a eficácia repelente pode variar com as condições ambientais, como a temperatura, com a quantidade de suor produzida pelo indivíduo, e com a aplicação de outros produtos sobre a pele. Dessa forma, a escolha do repelente deve considerar estes fatores, objetivando-se a otimização da proteção. Outrossim, a utilização dos repelentes conjugada com outras estratégias preventivas, como o uso de roupas protetoras e as redes mosquiteiras, pode proporcionar uma barreira mais eficaz contra os insetos vetores (RIBAS; CARREÑO, 2010).

Os avanços na formulação de repelentes têm se concentrado em proporcionar maior extensão de proteção e menor efeitos colaterais, como a irritação da pele. A contínua pesquisa é necessária para proporção de novos produtos mais eficazes e seguros, sobretudo para as populações mais vulneráveis, como as crianças e as gestantes. O trabalho em parceria entre as organizações de saúde, os governos e a indústria farmacêutica é necessário para que o desenvolvimento e a distribuição de repelentes que satisfaçam as necessidades das diferentes regiões e populações possa ocorrer (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020)

7.1.2 VARIAÇÕES DE REPELENTES

Os repelentes podem ser sintéticos ou de origem botânica, atuando mediante a formação de uma película vaporosa, com odor, capaz de repelir insetos. Os repelentes sintéticos incluem o DEET, ou N,N-dietil-m-toluamida, o qual é intensamente empregado nas diversas formulações, tais como cremes, loções e aerossóis, aplicados diretamente sobre a pele, com o intuito de repelir os insetos sem, no entanto, causar-lhes a morte (POSSEL, 2019).

Os repelentes botânicos, ou seja, os de origem vegetal, apresentam baixa toxicidade, eficácia e facilidade de degradação, sendo, portanto, formados por misturas de compostos orgânicos voláteis, tais como monoterpenos, sesquiterpenos e fenóis. O monoterpeno e o sesquiterpeno são cadeias de isopreno, sendo os monoterpenos o principal grupo de repelentes de insetos. O fenol é um composto com anéis aromáticos ligados a grupos hidroxilas, tal qual ocorre, por exemplo, com flavonas, isoflavonóides e taninos. Os componentes dos óleos essenciais são α -pineno, limoneno, terpinoleno, citronelol, citronelal, cânfora e timol. O β -cariofileno destaca-se, dos sesquiterpenos, como sendo um importante repelente eficaz contra *Anopheles* spp (ABRANTES, 2022).

Os repelentes sintéticos podem ser definidos como substâncias quimicamente desenvolvidas, visando oferecer maior eficácia e durabilidade da proteção contra uma gama mais ampla de insetos. Os repelentes sintéticos mais utilizados são constituídos pelo n,n-dietil-3-metilbenzamida (DEET), pela Icaridina, também conhecida como picaridina, e pelo IR3535 (etil butilacetilaminopropionato). Esses compostos têm sido extensivamente estudados, sendo reconhecidos e aprovados pelas mais diversas agências regulamentadoras de saúde, tais como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

A utilização prolongada de repelentes sintéticos à base de DEET pode acarretar riscos; por isso, é importante estudar e divulgar repelentes a partir de ingredientes naturais. Estes, de modo geral, possuem um custo mais acessível e causam menos

danos à saúde e ao meio ambiente. Os óleos essenciais, obtidos a partir de plantas e frutos, constituem uma alternativa promissora, uma vez que possuem uma maneira de produção de baixo custo, um efeito ambiental reduzido e uma longa história de uso seguro em fragrâncias e medicamentos. Os óleos de citronela (*Cymbopogon winterianus*) e o de laranja doce (*Citrus aurantium dulcis*), por exemplo, apresentaram uma eficácia repelente similar ao DEET em diversas espécies de insetos (VIEIRA; SANTOS; CUNHA; et al, 2022).

Futuros desenvolvimentos em repelentes de insetos devem buscar combinar ingredientes naturais e sintéticos para obter produtos que apresentem o melhor dos dois mundos. Isto é, a eficácia prolongada dos sintéticos e a segurança e a biodegradabilidade dos naturais. Ademais, a inovação em métodos de aplicação, como os tecidos impregnados com repelente e as tecnologias de liberação controlada, poderiam apresentar novas formas de proteção contra insetos (RIBAS; CARREÑO, 2010).

7.1.3 SUBSTÂNCIAS ATIVAS EM REPELENTES

No Brasil, os repelentes geralmente contêm ingredientes ativos como N,N-dietil-m-toluamida (DEET), hidroxietilisobutilpiperidina (KBR 3023, icaridina ou picaridina) e propionato de etilbutil cetilamina (EBAAP ou IR3AP). Óleos de Citronela e Andiroba. O material ideal deve repelir uma ampla gama de insetos, ter odor suave, ser atóxico, impermeável e de baixo custo (ESTEVAM, 2018).

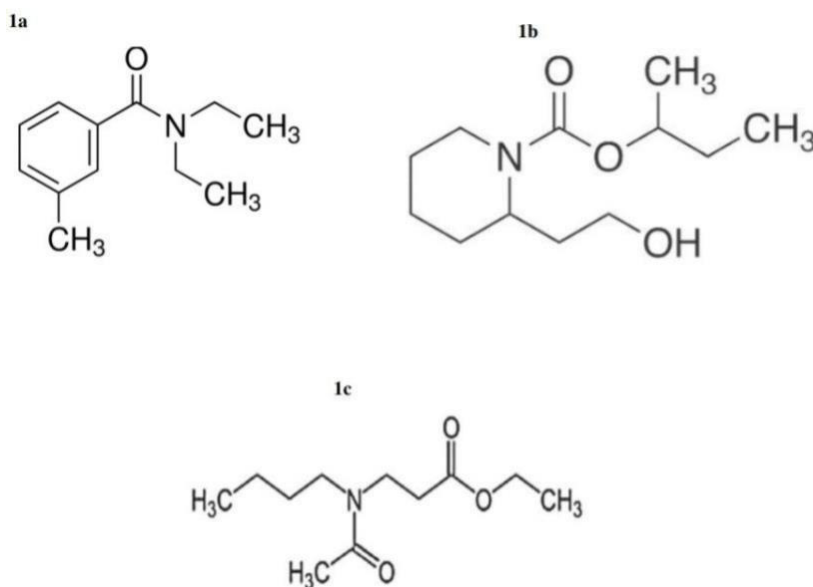


Figura 1. Estrutura química dos principais repelentes sintéticos: a) N,N-dietil-meta-toluamida (DEET), b) Hidroxietil isobutil piperidina carboxilato (KBR 3023, Icaridina ou Picaridina), c) butila cetilamina propionato de etila (IR3535 ou EBAAP).

A icaridina, conhecida como KBR 3023 (ácido 1-piperidinocarboxílico, 2-(2-hidroxietil)-1-metilpropilester), é uma substância ativa produzida pelo documento da Organização Mundial da Saúde (OMS) aprovada. Em concentrações de 10% e 20%, protege por três a cinco horas e oito a dez vezes, respectivamente, e também é eficaz em concentrações de 15-50% DEET, e os benefícios que tem podem ser frequentes. Estudos mostram que o DEET é 1,1 a 2,0 vezes mais eficaz contra o *Aedes aegypti* após 10 horas de exposição. Recomendado para crianças maiores de dois anos (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

A picaridina, desenvolvida pela Bayer na década de 1990 e usada desde 1998, é um repelente de insetos incolor, não oleoso e com odor mais forte que o DEET. A picaridina está disponível em sprays, loções e lenços umedecidos em concentrações de 7% a 25% e é vendida sob o nome Cutter Advanced em mais de 50 países, incluindo os Estados Unidos, além da Europa e Austrália. Funciona com uma variedade de mosquitos, incluindo Aedes, Culex e Anopheles, e leva 10 horas para capturar até 20%. É leve, resistente à água e ao suor e bem tolerado pela pele e mucosas. Seu modo de ação envolve o bloqueio dos receptores de lactato do mosquito, criando uma barreira de vapor na pele e interferindo nos sensores olfativos dos insetos, dificultando a detecção do cheiro humano (ABRANTES, 2022).

Outro ingrediente amplamente utilizado é o DEET, reconhecido como padrão ouro entre os repelentes de mosquitos. Desenvolvido pelos militares dos EUA na década de 1940, este composto oferece proteção eficaz contra uma variedade de insetos. Com décadas de pesquisas e testes, o DEET é o pesticida mais pesquisado do mercado. Sua eficácia depende da capacidade de ocultar sinais químicos que atraem insetos para os humanos. Dependendo da concentração, pode proporcionar proteção de duas a dez horas. Porém, seu uso também tem potencial para causar problemas como irritação na pele e outros efeitos colaterais, principalmente em altas doses (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

Embora o DEET seja eficaz, algumas de suas propriedades podem limitar seu uso como repelente de insetos. Sabe-se que tem efeitos plásticos e reage com outras substâncias. Além disso, podem ocorrer efeitos tóxicos quando utilizados em excesso das doses recomendadas ou quando utilizados repetidamente, levantando preocupações sobre a sua segurança a longo prazo e uso inadequado (MARTINI, 2013).

IR3535 é um composto bioativo com estrutura semelhante ao aminoácido alanina. É utilizado na Europa há mais de 30 anos. Na concentração de 20%, pode proporcionar 4 vezes a 6 horas de efeito repelente de mosquitos. O IR3535 é considerado seguro para uso durante a gravidez e é recomendado para crianças com mais de 30 meses de idade, tornando-o uma escolha confiável para famílias e mulheres grávidas (ESTEVAM, 2018).

7.1.4 ANÁLISE DA EFICÁCIA DE REPELENTES

O uso de pesticidas depende de muitos fatores, como o tipo e a concentração dos princípios ativos. A investigação mostra que as vacinas que contêm mais destes produtos químicos proporcionam uma proteção mais duradoura. Porém, o efeito tem limites, pois uma grande concentração pode causar consequências graves, como irritação na pele e até intoxicação (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

Além da concentração, a predisposição individual desempenha um papel significativo na eficácia dos repelentes. Fatores como as substâncias exaladas pela pele, incluindo ácido láctico, suor e CO₂, podem afetar a proteção oferecida. Outros fatores de risco para uma maior probabilidade de picadas incluem a presença de eczema, o sexo masculino, a idade adulta, o consumo de álcool, o uso de roupas escuras, alta umidade, odores, clima quente e úmido, e fragrâncias florais. Contrapõe-se a isso o fato de que o sexo feminino pode ser um fator de risco para a ineficácia do repelente, independentemente dos níveis de estradiol, assim como a prática de atividades físicas moderadas. Ademais, a temperatura pode impactar a eficácia dos repelentes, com um aumento de 10°C podendo reduzir o tempo de proteção em até 50% (STEFANI; PASTORINO; CASTRO; et al, 2009).

Na concentração de 20-30%, pode proporcionar efeito repelente de mosquitos por até 8 horas. Contudo, concentrações superiores a 50% não prolongarão significativamente este período de proteção e poderão aumentar o risco de irritação e desconforto cutâneo (ABRANTES, 2022).

Na concentração de 20%, a icaridina oferece proteção semelhante ao DEET, mas tem outras vantagens: não irrita e não danifica tecidos plásticos ou sintéticos. Estudos demonstraram que a icaridina é eficaz contra diversos tipos de mosquitos, como *Aedes aegypti*, *Culex* spp. E *Anopheles* spp., proporcionando proteção por 10 horas, é uma solução útil para pessoas que vivem em regiões tropicais (RODRIGUES; MORAES; SEO; et al, 2020).

IR3535 é um inibidor potente em concentrações tão baixas quanto 4% a 6%. Na concentração de 20%, é eficaz contra mosquitos como *Aedes aegypti* e *Anopheles*

stephensi, proporcionando proteção por até 8 horas. A quantidade que você aplica na pele é fundamental para sua eficácia, e é importante espalhar camadas sem exagerar. Um ensaio de 17% de IR3535 mostrou que doses de 0,5 mL, 3 mL e 6 mL forneceram 37%, 86% e 96% de proteção contra picadas de mosquito Anopheles, respectivamente, durante 9 horas. Uma dose de 3 ml também garante 80% de proteção contra esse tipo de mosquito Mansônia (ANDRADE, 2018).

O DEET (N,N-dietil-3-metilbenzamida) é um dos melhores e mais estudados pesticidas, proporcionando proteção eficaz há mais de 40 anos, mas seu uso pode causar efeitos tóxicos, principalmente se não for utilizado corretamente. Devido a riscos como irritação cutânea e toxicidade sistêmica, o uso de DEET em populações vulneráveis, como crianças e mulheres grávidas, é mais limitado. Possíveis efeitos colaterais incluem dermatite, reações alérgicas e, em casos graves, sintomas neurotóxicos ou cardiovasculares como ataxia, encefalopatia, hipotensão e bradicardia (MIOT; BATISTELLA; BATISTA; et al, 2004).

Repelentes tópicos podem ser de origem sintética ou natural e funcionam criando uma camada de vapor sobre a pele, que emite um cheiro desagradável para os insetos. O repelente ideal deve ser capaz de afastar diversas espécies ao mesmo tempo, oferecer proteção por pelo menos oito horas, ser seguro para a saúde, ter um odor suave, resistir à água e ao atrito, ser agradável de usar e ter um custo acessível (STEFANI; PASTORINO; CASTRO; et al, 2009).

Muitos fabricantes desenvolveram-no e, embora os produtos químicos convencionais tenham vantagens e desvantagens, muitos consumidores ainda escolhem os pesticidas devido às suas vantagens. No entanto, os pesticidas naturais são concebidos para serem uma opção mais sustentável e barata, sem produtos químicos ou pesticidas nocivos que possam causar doenças ou irritação (DUARTE; MACHADO; REZENA; et al, 2017).

A inovação contínua na formulação de repelentes visa combinar eficácia, segurança e sustentabilidade. Tecnologias emergentes, como nanopartículas e sistemas de liberação controlada, estão sendo exploradas para aumentar a duração da proteção e reduzir a quantidade de ingrediente ativo necessária. Essa abordagem

têm o potencial de oferecer soluções mais eficazes e seguras para o controle de insetos, beneficiando tanto a saúde pública quanto o meio ambiente (ABRANTES, 2022).

Além disso, estudos demonstram que em comunidades onde nem todos utilizam repelentes, aqueles que não os aplicam podem estar em maior risco de picadas, pois acabam atraindo os mosquitos que são repelidos por quem usa o produto. Os repelentes estão disponíveis em várias formas de apresentação, como aerossóis, géis, loções e sprays, cada uma com características distintas de aplicação e eficácia (STEFANI; PASTORINO; CASTRO; et al, 2009).

Em suma, a força de resistência é uma combinação entre a concentração da substância activa, a protecção do utilizador, a resistência às condições ambientais e a aceitação pública. É importante considerar estes aspectos ao escolher o melhor medicamento para proporcionar uma boa protecção contra picadas de insetos e a propagação de doenças relacionadas.

7.2 SUBSTÂNCIAS ATIVAS EM REPELENTES

7.2.1 USO DA PIMENTA COMO REPELENTE

O gênero botânico *Capsicum L.* abrange as pimentas e os pimentões, que são hortaliças originárias da América Central e do Sul. Acredita-se que a utilização dessas pimentas remonta ao início da colonização humana nas Américas, aproximadamente 12.000 anos atrás. Durante esse longo período, as populações indígenas da região aprenderam a atender diversas necessidades, aproveitando essas plantas tanto na alimentação quanto para o tratamento de doenças. Ademais, as pimentas passaram a ser integradas a rituais sagrados e utilizadas como plantas decorativas nas proximidades de suas habitações (ROMAN; MING; CARVALHO, 2011).

Desde os tempos antigos, em que as pimentas eram utilizadas em rituais e como plantas decorativas, seu uso evoluiu e hoje se estende a aplicações modernas, como seu emprego como repelente de insetos. Assim, além de seu valor cultural e culinário, as pimentas são reconhecidas por suas propriedades que auxiliam na repelência de insetos e na prevenção de doenças.

A capsaicina, presente nas sementes e membranas das pimentas do gênero *Capsicum*, é o composto que provoca a sensação de ardência associada a esses frutos. Embora tenham sido inicialmente incorretamente classificadas como um alcaloide, as pesquisas posteriores identificaram a capsaicina como um lipídio contendo nitrogênio em sua composição. O nome “capsaicina” foi atribuído a esse composto incolor, isolado da oleorresina de *Capsicum* em 1876. Na década de 1960, a capsaicina foi caracterizada adequadamente, revelando a fórmula molecular $C_{18}H_{27}NO_3$. Esse composto possui uma coloração vermelho-alaranjada e pode ser armazenado de maneira estável por muitos anos (GRÉGIO; FARIAS; GOMES; et al, 2008).

O condimento conhecido como pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), contém substâncias químicas que possuem potencial para agir como inseticida e acaricida; tais substâncias foram testadas em certos artrópodes com resultados positivos até o momento da avaliação do extrato proveniente dos frutos em larvas de

Aedes aegyti L, pertencentes à família Culicidae do gênero Dipterá; demonstrando toxicidade nos estádios larvais de segundo ínstár nesse organismo específico durante os estudos realizados por Kaputa et al., em 2015. O efeito do extrato de pimentão fresco nos ácaros vermelhos resultou em uma diminuição da população em 86% (OLIVEIRA; VENZON; CRUZ; et al, 2021).

Pimentas podem ser empregadas como repelentes de maneira mais natural, com potencial redução de impactos adversos à saúde associados ao seu uso. Será preciso realizar pesquisas adicionais para avaliar, em longos períodos, tanto sua efetividade quanto segurança. Comparar esses repelentes naturais com alternativas comerciais pode contribuir para identificar medidas protetoras mais eficientes sem comprometer a segurança.

7.2.2 COMPONENTES ATIVOS DAS PIMENTAS

As pimentas do gênero *Capsicum* são conhecidas por produzir oleorresinas e capsaicinóides, um grupo de compostos exclusivo deste gênero botânico. Esses compostos por sua vez, são produzidos nas células epidérmicas da placenta do fruto e é responsável pela pungência das pimentas. Por isso, têm levantado o interesse das pessoas para seu uso na forma de condimentos, repelentes, atividades ritualísticas e medicinais (BARBOSA; BAMBIRRA; BARBOSA; et al, 2012).

O fruto da pimenta contém capsaicina e capsaicinoides relacionados a vários compostos químicos. Estes incluem alquil vanililamidas de cadeia reta e séries homólogas ramificadas, com os principais produtos capsaicina e 6,7- dihidrocapsaicina. Além disso, existem outros menores como nordihidrocapsaicina, homodihidrocapsaicina e homocapsaicina. Ademais, outras partes da planta contêm alcaloides esteroidais e glicosídeos, com glicosídeos esteroidais capsicosídeo A a D e sementes allfurostanol (IDREES; HANIF; AYUB; et al, 2020).

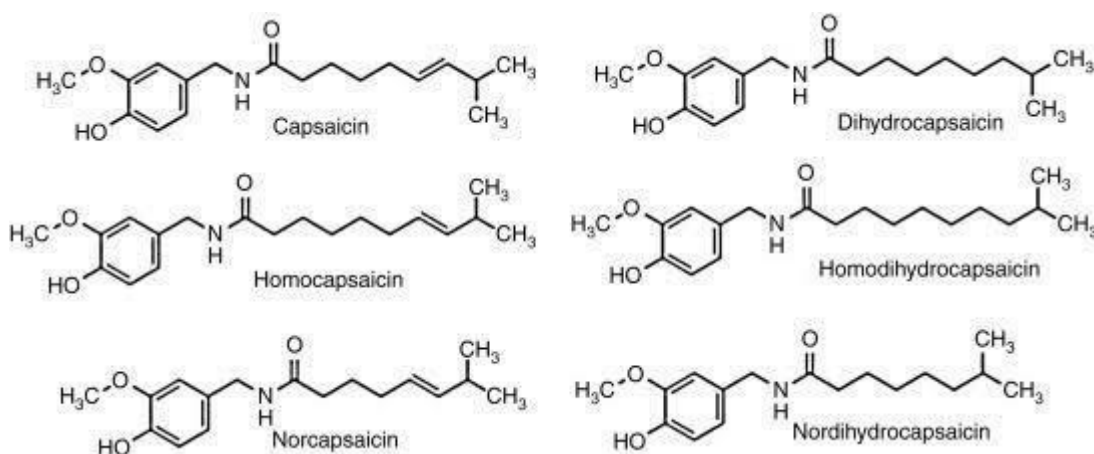


Figura 2. Estrutura química dos principais capsaicinóides.

A *capsicum frutescens*, nativa da América Central e do Sul, apresenta uma longa história de cultivo, com evidências que sugerem que sua utilização data de milhares de anos. O nome “frutescens” se origina do latim e faz referência ao fato da planta ser de natureza arbustiva. Essa espécie assim como outras do gênero *Capsicum*, só ganhou notoriedade no Ocidente após as viagens de Cristóvão Colombo, que trouxe algumas sementes, as quais foram introduzidas na Europa no

ano de 1493 e em pouco tempo, a especiaria conseguiu domar todas as cozinhas europeias (YAMAMOTO; NAWATA, 2005).

Na figura 3 pode ser visto a ilustração da pimenta malagueta, *Capsicum frutescens*, como exemplo do gênero *Capsicum*. Segundo a Embrapa (2016), a pimenta malagueta se destaca no Brasil pela sua alta concentração de capsaicinóides. Em termos morfológicos, a pimenta é composta por cálice, pedúnculo e placenta, esta última com a maior concentração de capsaicinóides. Tal fruto apresenta cerca de 85% dos capsaicinóides em sua placenta. Ademais, a quantidade desses alcalóides varia de acordo com o estágio de maturação do fruto e com as condições de cultivo (VALIM, 2019).

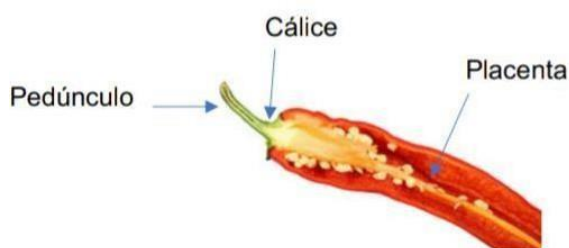


Figura 3. Anatomia do fruto *Capsicum frutescens* (pimenta malagueta).

Além das eventuais propriedades nutricionais, a cor e o sabor das pimentas são importantes parâmetros para sua aplicabilidade tecnológica. As cores das pimentas podem variar de verde a amarelo, laranja e vermelho, de acordo com o estágio maturativo, bem como da capacidade de sintetizar clorofilas e carotenoides. Já o sabor depende do grau da pungência, determinado pelos capsaicinóides. Pode ser picante ou doce (ROSÁRIO; CHAVES; PIRES; et al, 2021).

Além das propriedades sensoriais que atraem os consumidores, as pimentas são ricas em vitaminas e fornecem uma grande variedade de antioxidantes naturais, como a vitamina C e os carotenoides, que mostram uma atividade de provitamina A, assim como vitamina E e vitaminas do complexo B, bem como compostos fenólicos. Os principais compostos químicos encontrados nas pimentas incluem capsaicinóides,

carotenoides, ácido ascórbico, vitamina A e tocoferóis (PINTO; PINTO; DONZELES, 2013).

Observou-se que as frações aquosas e etanólicas de pimenta malagueta, apresentam maior atividade antioxidante significativamente ($p < 0,05$) em todas as concentrações testadas, apresentando desempenho equivalente ou superiores ao BHT. Esses resultados podem ser explicados pela alta concentração de compostos fenólicos e capsaicinoides presentes nessas frações, que apresentam uma grande capacidade de doar elétrons ao radical DPPH e estabilizá-lo (COSTA; MOURA; MARANGONI; et al, 2010).

Os carotenoides são pigmentos que dão cores como amarelo, laranja e vermelho às pimentas. Os carotenoides têm uma estrutura complexa composta por uma cadeia central longa e vários grupos terminais que definem suas cores. Alguns carotenoides comuns nas pimentas são o β -caroteno, o α -caroteno e a β -criptoxantina que ajudam a produzir a vitamina A no corpo (HASSAN; YUSOF; YAHAYA, 2019).

A vitamina A tem um grande peso nos processos biológicos do corpo, é importante para o metabolismo intermediário, a síntese de RNA e proteínas, enzimas, globulinas, glicoproteínas e queratina. Ademais, auxilia também na permeabilidade celular e no metabolismo da hemoglobina e zinco (GOMES; SAUNDERS; ACCIOLY, 2005).

O ácido ascórbico é uma vitamina que apresenta aspecto hidrossolúvel e é um antioxidante essencial. O mesmo atua diretamente com oxigênio, radical hidroxila e superóxido, e restaura a vitamina E. Conforme Reifschneider (2000), gênero *Capsicum* é considerado uma grande fonte dessa vitamina. O ácido ascórbico em pimentas brasileiras tem de 52 a 134 mg em frutas frescas por 100 g (CARVALHO; MATTIETTOS; RIOS; et al, 2014).

Os tocoferóis são membros do grupo da vitamina E, e, são considerados um dos antioxidantes naturais mais potentes. Eles têm sido utilizados extensivamente para prevenir a oxidação de óleos e gorduras comestíveis, especialmente ácidos graxos insaturados. A capacidade antioxidante dos tocoferóis é derivada de seu

caráter hidrogênico fenólico que doa radicais de hidrogênio para radicais livres lipídicos, levando à sua redução a hidroperóxido e formação de radicais tocoferoxila (PEREIRA, 2013).

7.2.3 MECANISMOS DE AÇÃO DA CAPSAICINA E ICARIDINA

Compreender o funcionamento da capsaicina e da icaridina é importante para o uso eficaz dessas substâncias em diferentes contextos, pois cada substância possui propriedades únicas.

Acapsaicina é a defesa natural da planta contra os animais, causando uma sensação de queimação que os afasta. Isso acontece porque ao entrar em contato com a capsaicina, os receptores da dor são ativados, permitindo a entrada de íons de cálcio nas células. Essa entrada é então enviada ao cérebro como uma sensação de queimação. Além disso, sua composição química é apolar, constituída por longas cadeias de hidrocarbonetos (CÉDRON, 2013).

A capsaicina também atua reduzindo substâncias relacionadas à dor, como a substância P e o neuropeptídeo CGRP, que desempenham um papel na percepção da dor e na inflamação. Isso causa uma sensação de queimação na pele. Em estudos com neurônios, descobriu-se que a capsaicina facilita a entrada de íons como cálcio, sódio e potássio nas células, enfraquecendo as membranas celulares e causando sensação de queimação. Com o tempo, as fibras nervosas geralmente se recuperam, mas o uso direto sobre os nervos pode causar danos permanentes, por isso seu uso é recomendado especialmente em indivíduos (MORENO; CAVIEDES; GONZÁLES, 2002).

Além disso, a capsaicina ativa o sistema nervoso simpático, liberando substâncias como adrenalina e noradrenalina, que ajudam a melhorar a respiração ao dilatar as vias aéreas. Esta é uma das razões pelas quais a capsaicina pode ser usada para tratar problemas respiratórios. Esse composto também ativa o receptor TRPV-1, responsável pela sensação de queimação (MILLQVIST; BENDE, 2006).

Em estudos feitos em amostras de cérebro, a capsaicina causa divisão celular, aumentando a quantidade de íons cálcio (Ca^{2+}), além de sódio (Na^+) e potássio (K^+). Após o término do programa, as fibras nervosas tendem a retornar à função normal. No entanto, a aplicação de capsaicina diretamente no nervo pode causar perda de

axônios, resultando em danos permanentes ao nervo. Portanto, seu uso deve ser limitado às atividades essenciais (GRÉGIO; FARIAS; GOMES; et al, 2008).

A Icaridina funciona de maneira diferente. Atua através da “nuvem” em que a planta KBR 3023 se transforma após a aplicação, criando uma barreira protetora na pele com cerca de 4 cm de espessura que repele insetos. É melhor aplicá-lo na roupa ou na pele exposta, mas não na roupa. Na concentração de 10%, a icaridina oferece proteção de três a cinco horas, e na concentração de 20% pode proteger de oito a dez horas. A sua eficácia é comparável às concentrações de DEET de 15% a 50%, mas é menos útil. Ao usar protetor solar, é importante tomar banho de sol primeiro e esperar 15 minutos antes de usar icaridina (A FÓRMULA, 2018).

A Icaridina demonstrou ser segura quando aplicada na pele e é igual ou melhor que o DEET (FERREIRA, 2020).

Embora a capsaicina e a icaridina tenham mecanismos de ação diferentes, ambas são eficazes em suas ações. A capsaicina, com sua ação analgésica, é útil na medicina, enquanto a icaridina oferece uma solução eficaz e duradoura para os insetos. Compreender as diferenças é importante para usar essas ferramentas de forma eficaz em diferentes situações.

7.3 O MOSQUITO AEDES AEGYPTI

7.3.1 FATORES PARA A PROLIFERAÇÃO DO MOSQUITO

O *Aedes aegypti*, conhecido comumente por transmitir a dengue, tem origens no passado. O termo “*Aedes*” se derivou do grego, que significa “desagradável”, foi descrito pela primeira vez em 1762, no Egito. Atualmente, o *Aedes* se destaca por ser vetor de doenças relevantes, como a Dengue, Zika e Chikungunya (SILVA; MIRANDA; SILVA; et al, 2018).

A desenvoltura do *Aedes Aegypti* possui padrões específicos referente ao seu ciclo de vida, variando com a região onde se localizam. Diante de alguns fatores que servem de influência são as características da espécie e também os ambientais (CASTRO JR; MARTINS; FILHO; et al, 2013).

O Brasil, a dengue apresenta uma tendência sazonal, tendo a maioria dos casos registrados nos primeiros cinco meses do ano, através do período mais quente e úmido, sendo característicos dos climas tropicais (BRAGA; VALE, 2007).

Esta sazonalidade é um reflexo direto das condições ambientais que favorecem a reprodução e a atividade do mosquito.

A concentração do *Aedes Aegypti*, está interligada com fatores do aquecimento global, agregado a urbanização e ao uso extensivo de recipientes sintéticos. Essas condições fazem que o mosquito tenha uma grande disseminação nas áreas urbanas dos climas tropicais e subtropicais dos lugares do mundo. Os mosquitos preferem criadouros artificiais e a escolha para fazerem a desova é fundamental para o aumento em diferentes territórios (BESERRA; FREITAS; SOUZA; et al, 2010).

No Brasil, o Estudo Nacional de Saneamento Básico do IBGE mostra que o país gera diariamente cerca de 228.413 toneladas de lixo, dos quais 50,8% são descartados de forma inadequada, e nenhuma medida é tomada para controlar a poluição, agravando a propagação de mosquitos (SILVA; MIRANDA; SILVA; et al, 2018).

Em muitas comunidades e povoações de baixos rendimentos, a água é escassa e está disponível apenas alguns dias por semana, forçando os residentes a armazenar água em contentores. Porém, essas fontes de água são vulneráveis à contaminação por agentes biológicos e favorecem o desenvolvimento de larvas de mosquitos (CLARO; TOMASSINI; ROSA, 2004).

Por conta de sua predileção por ambientes urbanos, adicionado ao fato da precariedade encontrada dentro das regiões mais desiguais das cidades, onde habitantes se encontram sem recursos básicos como o saneamento básico e limpeza de ruas, criando-se assim, um ambiente para procriação do vetor em objetos como, potes, copos descartáveis e vasos de plantas (LIMA; SILVA; SOUZA; et al, 2021).

Neste contexto, a dengue permanece endêmica devido à gestão inadequada de resíduos e ao abastecimento de água inadequado. Esses fatores geram muitos criadouros do *Aedes aegypti* (SILVA; MIRANDA; SILVA; et al, 2018).

O *Aedes aegypti* é uma doença grave como a dengue, Zika e chikungunya, o *Aedes aegypti* tem grande impacto na saúde pública. Compreender o seu ciclo de vida e os factores que influenciam a sua propagação é essencial para o desenvolvimento de estratégias de controlo eficazes. Para reduzir os efeitos destas doenças e prevenir futuros surtos, é necessária uma abordagem abrangente para reduzir os criadouros, aumentar os programas de sensibilização e a vigilância contínua.

7.3.2 CICLO DE VIDA

A presença da dengue está diretamente relacionada às condições biológicas e ambientais do mosquito *Aedes aegypti*, principalmente em grande número e adultos. As larvas precisam de água para crescer e os mosquitos adultos se alimentam de sangue humano. Esses fatores são muito importantes na propagação da doença. Compreender a bioecologia do vetor é importante para compreender sua capacidade de reprodução, alimentação e transmissão, conhecimento importante para o controle da dengue (CASTRO; MARTINS; FILHO; et al, 2017).

O *Aedes aegypti* tem um ciclo de vida holometábolo, incluindo ovo, larva, pupa e fase adulta. Durante a reprodução, a larva não se alimenta, utilizando a energia armazenada para completar a metamorfose e se transformar em um grande mosquito (INOUE, 2022).

O ciclo começa com a postura de ovos com cerca de 1 mm de diâmetro na superfície da água. Eles mudam de cor de branco para preto e, quando a temperatura e a umidade estão adequadas, podem desovar em até 48 horas. A fase larval dura de 2 a 3 dias, quando flutuam na água, prontos para emergirem como adultos. Após a metamorfose, os adultos vivem várias semanas, e a média diária é de 10%, o que provoca elevada mortalidade no primeiro mês de vida (ALDAMA; GARCIA, 2001).

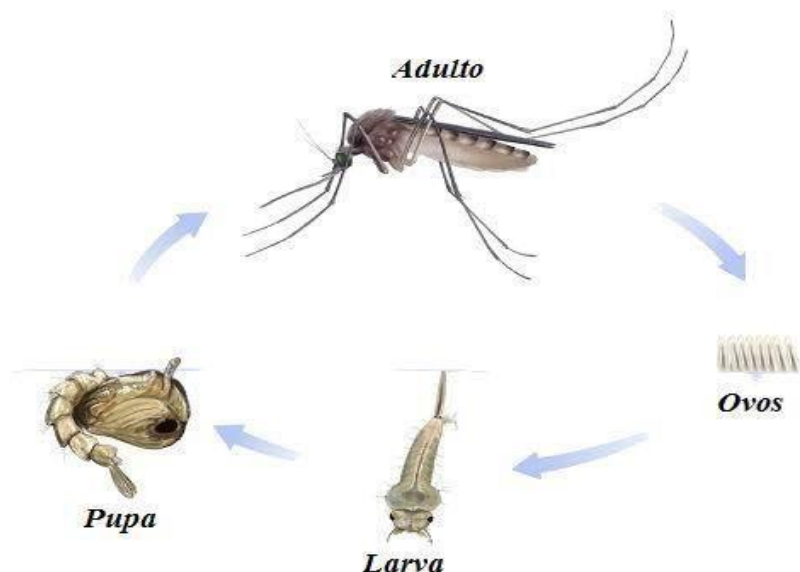


Figura 4. Ciclo de vida *Aedes Aegypti*

Se as condições ambientais, como temperatura e umidade, forem boas, os embriões do *Aedes aegypti* se desenvolvem rapidamente e, após cerca de 48 horas, as larvas se alimentam e crescem. A duração deste processo pode variar dependendo da temperatura, da quantidade de alimento disponível e da densidade e localização das larvas (TERRA; SILVA; PEREIRA; et al, 2017).

As mudanças demográficas e o intenso êxodo rural para as cidades resultaram em um crescimento urbano descontrolado, com falta de saneamento adequado, favorecendo a proliferação do vetor. Surto de dengue têm sido relatados em todos os cinco continentes. A febre de dengue possui uma distribuição geográfica global, abrangendo regiões tropicais e subtropicais (BRAGA; VALLE, 2007).

Compreender o ciclo de vida do *Aedes aegypti* e os fatores que influenciam seu desenvolvimento é importante para o controle desse vetor. As condições ambientais, os sistemas inadequados de proteção da água e o fraco desenvolvimento urbano são fatores importantes que apoiam a criação de mosquitos e a propagação de doenças como a dengue. Portanto, os sistemas de controle priorizam a eliminação de ambientes propícios à reprodução do mosquito e a educação da população sobre boas práticas de conservação da água para reduzir o impacto dos surtos causados por esse vetor.

7.3.3 DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO VETOR

Nos últimos anos, a Saúde Pública tem enfrentado grandes desafios com o mosquito *Aedes aegypti*, que é o principal transmissor dos quatro tipos de vírus da dengue no Brasil (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4). Além disso, ele também espalha os vírus Chikungunya e Zika, que surgiram recentemente no país (TERRA; SILVA; PEREIRA, et al, 2017).

Cada uma dessas doenças apresenta desafios únicos para a saúde pública, desde sintomas variados a potencialmente sérios. A dengue, algumas das arboviroses mais comuns e difundidas em todo o mundo, se manifesta de duas maneiras: como febre de dengue e febre hemorrágica, que pode se tornar uma síndrome de choque de dengue (BRAGA, VALLE, 2007).

O *Aedes aegypti* também é um vetor de febre chikungunya, uma doença viral muito dolorosa que provoca febre alta, fortes dores nas articulações e uma erupção cutânea. Os sintomas podem durar por várias semanas e, em certos casos, levar a dores articulares crônicas. Isso é causado por um vírus da família *Togaviridae*, normalmente transmitido pelos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (SILVA; MIRANDA; SILVA; et al, 2018).

Finalmente, o *Aedes aegypti* é o principal vetor de uma terceira doença que assolou o Brasil: febre amarela, que é outra arbovirose. A epidemia foi descrita como um dos piores períodos da história do país (LIMA; SILVA; SOUZA, 2021).

Seu agente etiológico é um flavivírus. No entanto, ao contrário de todos os outros transmitidos por mosquitos do gênero *Culex*, o agente da febre amarela é veiculado por *Haemagogus* e *Sabethes* (GAVA; SILVA; LYRA; et al, 2022).

O último agente etiológico é o vírus Zika, membro da família *Flaviviridae*. A transmissão é fornecida pelo mosquito *Aedes aegypti*. Foi observado pela primeira vez em 20 de abril de 1947 em um macaco Rhesus na floresta para a qual tomou o nome: a Floresta Zika, em Uganda (TERRA; SILVA; PEREIRA, et al, 2017).

Além dos vírus já mencionados, o *Aedes aegypti* tem o potencial de transmitir outros arbovírus emergentes, como o vírus Mayaro. Embora esse vírus seja transmitido principalmente por mosquitos selvagens, há uma preocupação crescente de que as espécies de *Aedes aegypti* também possam se tornar um vetor urbano para a febre Mayaro, aumentando o risco de surtos em áreas urbanas (LIMA; SILVA; SOUZA, 2021).

A compreensão dos mecanismos de transmissão e dos sintomas associados a essas doenças é essencial para a implementação de estratégias de controle eficazes. Medidas de controle do vetor, conscientização pública e pesquisa contínua são fundamentais para mitigar o impacto dessas arboviroses e prevenir futuros surtos. A vigilância ativa e a educação sobre práticas de controle de mosquitos são imperativas para reduzir a carga das doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*.

7.3.4 ESTRATÉGIAS DE CONTROLE CONTRA O MOSQUITO

O controle do *Aedes aegypti* é uma das abordagens mais importantes para prevenir as doenças associadas a esse vetor, como dengue, zika e chikungunya. No entanto, as estratégias que limitam a população de *Aedes aegypti*, e, portanto, a resultante propagação dos vírus, podem ser divididas em quatro principais abordagens: controle químico, controle biológico, manejo ambiental e educação em saúde (LIMA; SILVA; SOUZA, 2021).

Eles podem ser resumidos como sendo de várias maneiras. Primeiro a mecânica, que descarta ou diminui a criação de mosquitos e o contato entre humanos e mosquitos. Segundo, os métodos biológicos, que é utilizado predadores e patógenos para reduzir essas populações. Por outro lado, a abordagem química usa substâncias para eliminar mosquitos e larvas, preservando a qualidade dos produtos, evitar resistências e impactos ambientais (ZARA; SANTOS; OLIVEIRA; et al, 2016).

Como forma de enfatizar a eficiência do controle mecânico clássico, nosso entrevistado, o veterinário José Ricardo Mattos Varzone ressaltou durante reunião o seguinte fato: “Em eficiência, o controle mecânico (entrar na casa, identificar o ponto crítico, tombar, tirar água, retirar o ser vivo) é muito mais eficiente que a nebulização, que depende de muitos fatores como vento, velocidade, temperatura, umidade do ar, e só é possível pegar o alado, aquela larva que ficou.”

A abordagem química é uma das práticas mais tradicionais, onde os inseticidas são usados para matar larvas e mosquitos. Eles podem ser usados diretamente no habitat ou em áreas de alta proliferação. No entanto, a resistência ao uso repetido e abusivo de produtos químicos levou a uma resistência ao *Aedes aegypti*, reduzindo a eficácia da prática ao longo do tempo (BESERRA; FREITAS; SOUZA; et al, 2010).

Além disso, em pesquisas, compostos como óleos essenciais da planta foram estudados para larvas no *Aedes aegypti*. Em alguns grupos, a estrutura química de compostos ou a ação combinada entre eles pode aumentar ou diminuir a eficácia da morte larvária (ZARA; SANTOS; OLIVEIRA; et al, 2016).

Contrastantemente com o anterior, o controle biológico envolve agentes naturais que matam o mosquito. Dentre as estratégias mais promissoras, destaca-se a introdução de bactérias do gênero *Wolbachia* nos vetores, que atuam impedindo a propagação dos vírus. Outros métodos incluem a liberação de mosquitos estéreis, bem como predadores naturais das larvas do *Aedes aegypti* (CASTRO; MARTINS; FILHO; et al, 2013).

Outra estratégia essencial do meio ambiente é a remoção de criadouros, fontes em que os vetores se reproduzem, como recipientes usados como depósitos de água parada. A atividade da comunidade é um fator crítico para a eficácia dessa abordagem, já que a maioria desses locais estão em residências e ambientes urbanos. Promover atividades de conscientização e educação em saúde é importante para sensibilizar a comunidade e incentivá-la a adotar práticas que minimizem os criadouros (BRAGA; VALLE, 2007).

José Ricardo Mattos Varzone, enfatiza que, a população precisa se sensibilizar em relação às atividades de combate ao mosquito, uma vez que o controle desse vetor é uma questão de responsabilidade coletiva. Apesar dos governos municipais, estaduais e federais terem sua parcela de responsabilidade nesse enfrentamento, a população também precisa se conscientizar, já que, apesar de existirem agentes profissionais voltados à vigilância, eles ainda dependem da boa vontade da população.

Campanhas de conscientização que usam mídias como TV, rádio, jornais, panfletos, cartazes e palestras comunitárias para incentivar a população a remover os criadouros do mosquito têm obtido resultados limitados. Atualmente, estratégias que incluem engajamento comunitário e educação em saúde estão se tornando cada vez mais importantes, acompanhadas de atividades ambientais e vigilância epidemiológica, entomológica e viral (CLARO; TOMASSINI; ROSA, 2004).

Outra ação adicional é a existência de novas tecnologias que estão sendo investigadas para ajudar a reduzir *Aedes aegypti*. A princípio, armadilhas inteligentes que capturam e monitoram mosquitos e a aplicação de drones para mapear áreas de

alto risco e aplicar o inseticida com mais direcionamento e eficácia (TERRA; SILVA; PEREIRA; et al, 2017).

Contudo, o controle eficaz do *Aedes aegypti* requer uma abordagem integrada que combine múltiplas estratégias e se adapte às condições locais específicas. A colaboração entre autoridades de saúde, investigadores e comunidade é essencial para o sucesso das medidas de controlo e redução do impacto das doenças transmitidas por este vetor (GAVA; SILVA; LYRA; et al, 2022).

Dessa forma, concluímos que, apesar de diversos aditivos e produtos químicos terem sua eficácia no combate ao mosquito, os métodos mais clássicos como, evitar água parada, a divulgação das formas de combate para a população, ações governamentais e atividades de educação em saúde devem andar juntos para um maior êxito na luta contra a disseminação do *Aedes Aegypti*.

7.4 ATIVIDADES PRÁTICAS

7.4.1 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DA PIMENTA

PROTOCOLO I

REAGENTES	QUANTIDADES
Pimenta malagueta (sem sementes)	25,822 gramas
Água destilada	320mL

MATERIAIS
Manta aquecedora
Balão de destilação com saída lateral
Condensador
Mangueira
Suporte universal e Garra
Béquer
Pinça

Com o auxílio de uma faca retiramos as sementes das pimentas malaguetas para posteriormente pesarmos sua quantidade na balança analítica, o que resultou em 125,589 gramas. Logo após isso, subtraímos o peso do béquer do valor apresentado para obtermos o peso exato das pimentas, sendo ele igual a 25,822 gramas.

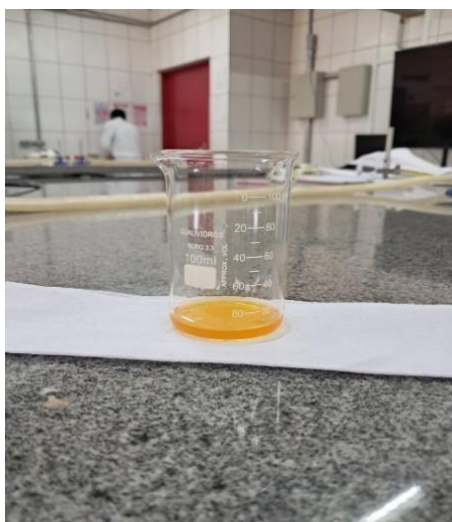


Montamos o sistema de hidrodestilação com os materiais descritos na tabela a cima, introduzimos as pimentas no balão com o auxílio de uma pinça e completamos seu volume até o menisco com 320mL de água destilada.

Ao ligarmos a manta aquecedora e a torneira acoplada na mangueira do sistema, começou-se a extração do óleo vegetal. Posto isso, o vapor d'água fervente penetrava nas cascas da pimenta extraindo o composto desejado, tal qual permaneceu no balão de destilação em estado oleoso enquanto o vapor d'água voltava ao seu estado líquido no condensador ao ser resfriado que, por fim, foi despejado no béquer no final do processo e descartado.



Ademais, o composto extraído foi armazenado em um frasco de vidro âmbar em temperatura ambiente por aproximadamente um mês (28/06/2024 a 29/07/2024), conferindo-lhe a presença de mofo ao término do período. Fato possivelmente motivado pela contaminação do ar e do mau manuseio pela ausência do uso de luvas.



PROTOCOLO II

REAGENTES	QUANTIDADES
Folhas de pimenta malagueta	24,536 g
Água destilada	320mL

Para realizar a extração do óleo essencial das folhas de pimenta malagueta colocamos as amostras em um almofariz para ser pesado na balança analítica, obtendo assim 24,536 gramas.



O sistema de hidrodestilação foi montado. As folhas foram inseridas no balão com o auxílio de um bastão de vidro. Por fim, o volume foi completado até o menisco com 320mL de água destilada.

Ao ligarmos a manta aquecedora e a torneira conectada à mangueira do sistema, iniciou-se o processo de hidrodestilação das folhas. A água fervente penetrava nelas, posteriormente o vapor era convertido em líquido ao passar pelo condensador.

No processo, não foi obtido óleo essencial, apenas uma água com a coloração característica das folhas utilizadas. Isso sugere que foram extraídos componentes solúveis em água, mas sem a separação do óleo.



PROTOCOLO III

REAGENTES	QUANTIDADES
Álcool etílico 96%	320mL
Pimenta Malagueta	90,848 gramas

Para realizar a extração do óleo essencial da pimenta malagueta colocamos as amostras em um béquer para ser pesado na balança analítica, obtendo assim 90,848 gramas. Posteriormente, montamos o sistema de destilação alcoólica com os mesmos materiais citados no protocolo I, logo após isso introduzimos as pimentas no balão com o auxílio de uma espátula e completamos seu volume com 320mL de álcool etílico 96%. Posto isso, ao ligarmos a manta aquecedora e a torneira acoplada na mangueira do sistema começou-se o processo, no qual o vapor do álcool fervente penetrava nas cascas da pimenta, porém sem arrastar o óleo vegetal esperado.



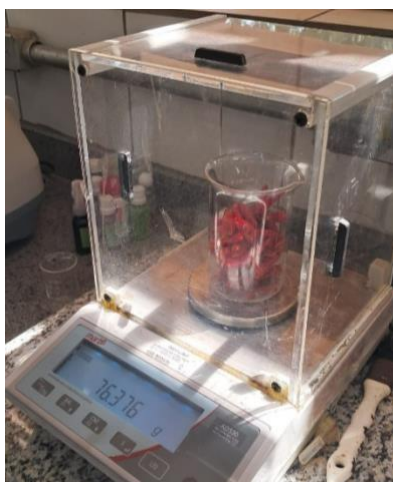
Concluiu-se assim, que esse método de extração não foi eficiente. Isso sugere que as vidrarias utilizadas não eram ideais para a destilação alcoólica.

PROTOCOLO IV

REAGENTES	QUANTIDADE
Glicerina	90mL
Álcool de cereais	10mL
Pimenta malagueta	76,376 gramas

MATERIAIS
Béquer
Proveta 100mL
Espátula
Liquidificador
Pote de vidro âmbar
Balança Analítica
Peneira
Pipeta Pasteur
Tubo de ensaio
Centrífuga
Filtro de papel

Para a realização da extração glicólica medimos 90mL de glicerina, 10mL de Álcool de cereais e pesamos 76,376 gramas de pimenta malagueta, tais quais foram trituradas no liquidificador. Por fim, misturamos tudo em um pote de vidro âmbar agitando-o e armazenando em um ambiente escuro por 7 dias.



Ao completar uma semana de maturação a mistura foi pesada e logo a seguir peneirada, a fim de separar a parte oleosa da parte sólida. Feito isso, distribuímos a solução em tubos de ensaio com o auxílio de uma pipeta para ser centrifugada e assim obter um extrato mais limpo que depois foi filtrado. Posteriormente pesamos o produto final para calcularmos sua porcentagem (concentração) que resultou em 7,2%. Portanto, conclui-se que a extração glicólica foi o melhor método utilizado.



Cálculos realizados:

Volume da solução: 107,78mL

Volume reagentes (glicose com álcool
de cereais): 100mL

Volume óleo essencial = Vol. solução – Vol. reagentes

Vol. óleo da pimenta = $(107,78 - 100) = 7,78\text{mL}$

Cálculo da Concentração (%) = $(\text{Vol. óleo da pimenta} / \text{Vol. solução}) * 100$

$C = (7,78 / 107,78) * 100$

$C = 7,2\%$

7.4.2 FORMULAÇÃO DO REPELENTE

REAGENTES	QUANTIDADES
Loção Emulium Delta	58,85 gramas
Extrato glicólico de pimenta malagueta 3%	1,831 gramas
Solução Aminometilpropanol - 95	5 – 10 gotas

MATERIAIS
Béquer
Espátula
Balança analítica
Vidro relógio
Pipeta Pasteur
Peagâmetro
Bisnaga plástica de 60g

Para a realização dessa prática fizemos uma visita ao laboratório da farmácia Lemefarma, tal qual nos auxiliou durante a formulação do produto final. Sendo assim, utilizamos uma base emulsificante feita por eles e pesamos 58,85 gramas dessa loção. Em seguida, em um vidro relógio com o auxílio de uma pipeta também foi pesado o extrato da pimenta que obtivemos nas práticas anteriores, assim alcançando um valor de 1,831 gramas, dessa forma ao misturarmos tudo em béquer com uma espátula abaixamos sua concentração para 3%.



Para finalizar, medimos o pH do repelente por meio de um peagâmetro e fomos ajustando os valores pelo acréscimo de uma solução aminometilpropanol, tal qual conferiu um pH na faixa de 6. Logo após isso, despejamos a mistura em uma bisnaga plástica e rotulamos com as informações do repelente, como a validade sendo de 4 meses (09/10/2024 - 06/02/2025).



7.4.3 TESTE DE EFICÁCIA DO REPELENTE PROTOCOLO I

REAGENTES	QUANTIDADES
Água	200mL
Açúcar Mascavo	50 gramas
Fermento Biológico	1 grama

MATÉRIAS
Garrafa pet de 600mL
Fita adesiva
Tesoura
Tinta acrílica e pincel
Folha sulfite

Para realização do teste de eficácia do repelente, decidimos por montar uma “gaiola” que conteria em seu interior um suco atrativo para os mosquitos. Para a montagem do sistema que foi feito inteiramente de garrafa PET, utilizamos uma tesoura para cortar a garrafa ao meio e separar seu corpo do funil e após a separação, viramos o funil de cabeça para baixo, o encaixamos dentro do corpo da garrafa e colamos com fita adesiva para maior sustentação do sistema. Em seguida, pintamos uma folha de sulfite com tinta roxa e azul com auxílio de um pincel e posteriormente, as folhas foram enroladas ao redor da garrafa, e fixadas na mesma com fita adesiva.



Logo após a montagem dos sistemas de garrafa PET, preparamos a solução emissora de CO₂ com o objetivo de atrair os mosquitos. Para sua elaboração foram medidos em balança analítica 50g de açúcar mascavo que foi sobreposto em um béquer. Em seguida, foram aquecidas 200ml de água em um béquer, a qual foi misturada junto do açúcar mascavo após seu resfriamento. Preparada a mistura de água e açúcar mascavo, pesamos 1g de fermento biológico seco para pães que foi adicionado à solução sem homogeneizá-los.



Após a preparação do suco atrativo para os mosquitos e com o sistema pronto em sua totalidade, a solução foi colocada dentro dos corpos das garrafas PET, e ao redor do funil de uma delas foi espalhado uma quantidade do óleo essencial de pimenta. Posteriormente, ambos os sistemas foram dispostos em áreas verdes no entorno da escola onde o suco foi deixado para agir durante um período de 6 dias (10 – 16 de outubro), porém após episódios de chuvas frequentes durante esse intervalo de tempo, encontramos os sistemas caídos no chão, fazendo com que toda a solução fosse derramada, interrompendo assim o teste de eficácia pela metade.

PROTOCOLO II

Para a realização de mais uma prática de eficácia, nossa equipe foi para o gramado da escola, tal qual contava com a presença de insetos, com a expectativa de analisar o comportamento desses ao entrarem em contato com nosso corpo. Para isso, identificamos nossos braços com o uso de uma caneta permanente escrevendo “sem” e “com”, a fim de analisarmos os resultados no membro que não recebeu o repelente e aquele em que o produto foi aplicado respectivamente. Dessa forma, seria possível constatar o grau de eficiência do ativo da pimenta malagueta para o afastamento de mosquitos.



Observou-se que a atração de picadas de insetos varia de indivíduo para indivíduo, pois enquanto as três pessoas que estavam sem o repelente não atraíram nenhuma picada, a quarta pessoa com um dos braços exposto sem a aplicação do produto obteve a picada com o aspecto de vermelhidão, entretanto seu outro braço não contou com nenhuma alteração por estar coberto pelo repelente. Ademais, o quinto integrante que estava com seus braços totalmente protegidos pela loção de pimenta, também não apresentou nenhuma mudança.

INTEGRANTES	REPELENTE	RESULTADO
1	Sem	Não foi picada
2	Sem	Não foi picada
3	Sem	Não foi picada
4	Sem / Com	Foi parcialmente picada
5	Com	Não foi picado



7.4.4 PALESTRA INFORMATIVA MINISTRADA

No dia 12/09/2024 em uma quinta-feira, José Ricardo Mattos Varzone, médico veterinário e um de nossos entrevistados, compareceu no período da manhã (8 horas as 9 horas e 40 minutos) na Escola Técnica Deputado Salim Sedeh a nosso convite para realizar uma palestra sobre o seguinte tema: A incidência de dengue no município de Leme e em suas áreas adjacentes, bem como as estratégias de combate e prevenção.

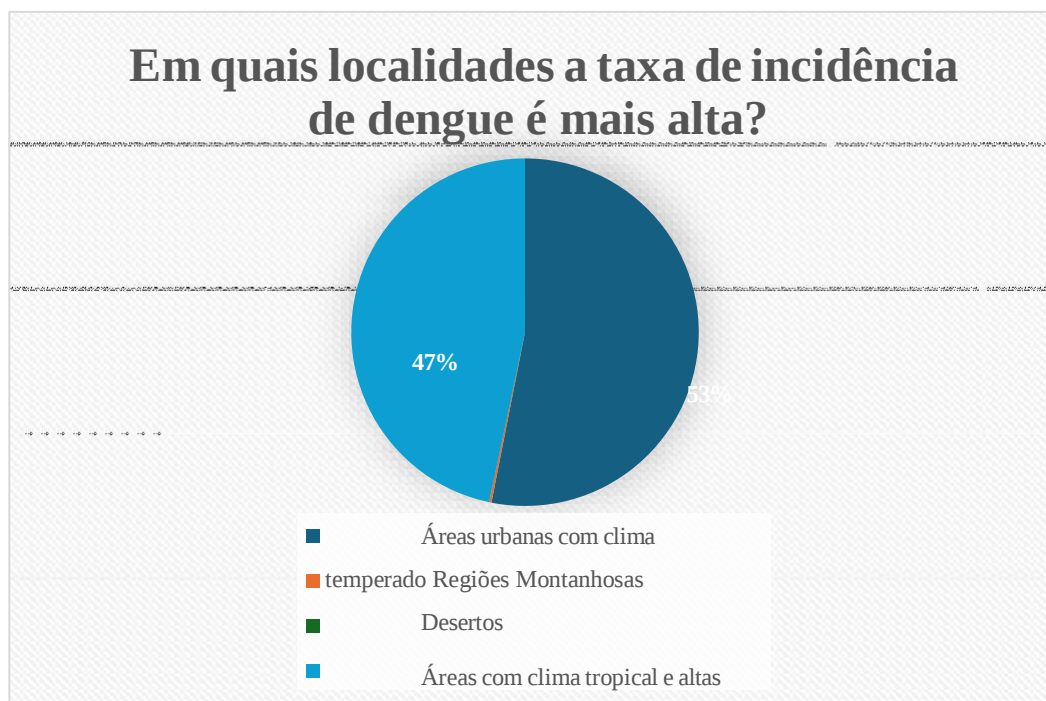
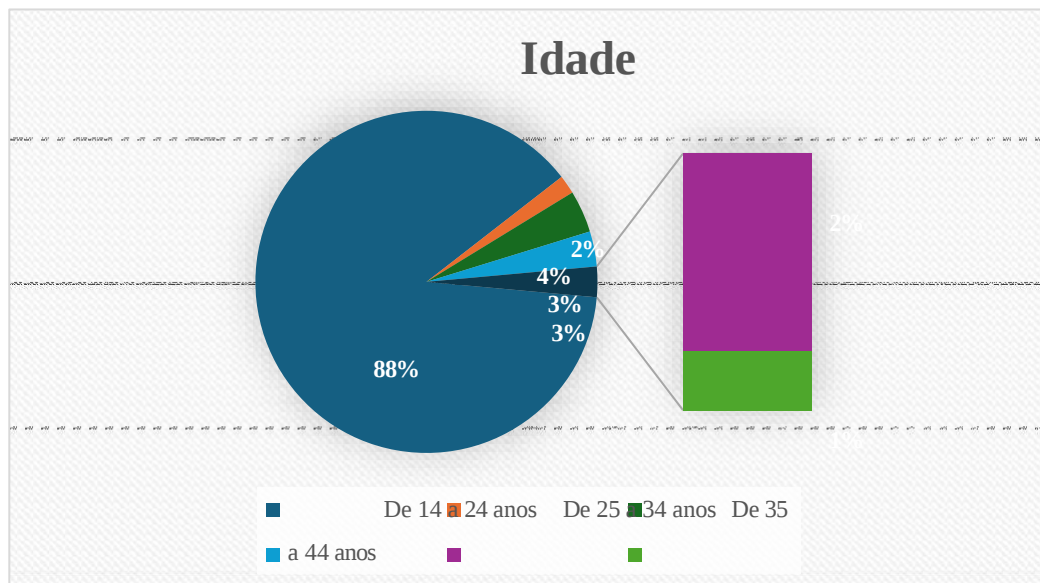


O evento lecionado teve o comparecimento das turmas dos 2º e 3º anos dos técnicos em Desenvolvimento de Sistemas e Química. Tais quais foram informados sobre ciclo de vida e reprodução do mosquito *Aedes Aegypti*, doenças transmitidas por esse, tratamentos possíveis e medidas de combate do vetor pela Zoonoses do município de Leme tendo em vista as altas taxas de letalidade enfrentadas.

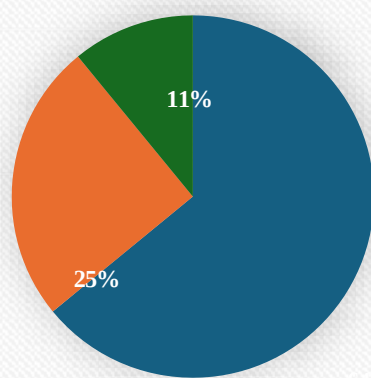


8 TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

8.1. GRÁFICOS



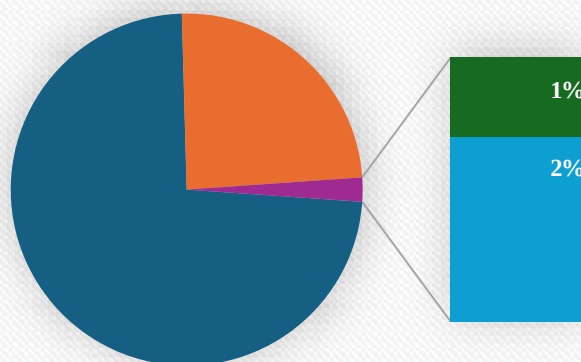
Você usa repelente?



■ Sim, regularmente ■ Sim, às vezes ■ Não, nunca usei

Total de entrevistados: 452

Qual repelente você acha mais



■ Repelentes sintéticos ■ Repelentes naturais ■ Qualquer repelente natural

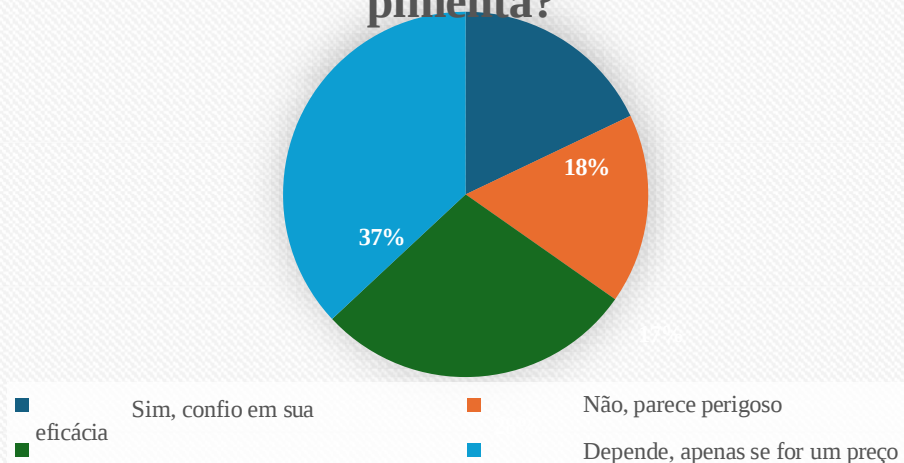
Total de entrevistados: 452

O odor dos óleos essenciais possui ação repelente a mosquitos?



Total de entrevistados: 452

Você usaria um repelente à base de pimenta?



Total de entrevistados: 452

8.2 ENTREVISTAS

Entrevista realizada com Thales Vieira Rodrigues, estudante de Biotecnologia na Universidade de São Paulo (USP).

Como a biotecnologia está sendo aplicada no desenvolvimento e aprimoramento de vacinas contra a dengue?

Resposta: Então, a gente tem vários tipos de vacina. Temos aquelas vacinas com o vírus vivo atenuado, temos também a vacina de vetores, temos também a vacina de DNA e de subunidade. No que diz respeito à dengue, o que a biotecnologia está fazendo e o que está sendo lançado no mercado são as vacinas com os vírus vivos atenuados.

Durante algumas pesquisas minhas, acabei encontrando que, desde o ano de 2015, temos a Dengvaxia. Porém, ela era destinada a pessoas que já tiveram dengue e queriam se imunizar para não se infectarem mais. Agora, como todo mundo já está sabendo, neste ano entrou uma nova vacina no mercado, que foi incorporada pelo SUS, chamada Q-Denga. Ela segue o mesmo modelo de vacina da Dengvaxia, que é a do vírus vivo atenuado.

Também estão sendo feitas várias pesquisas sobre os outros tipos de vacina que já mencionei, com foco principal na de subunidade, porque elas focam na proteína E do vírus da dengue, se não me engano. Além disso, vacinas de DNA, que, se não me engano, estavam sendo estudadas pelo Instituto Butantã, ainda se encontram em fase de testes.

Quais são os potenciais impactos ambientais do uso de reagentes sintéticos na prevenção da Dengue e como a biotecnologia pode ajudar a mitigar esses impactos?

Resposta: Bom, os possíveis impactos ambientais poderiam ser, por exemplo, o reagente sintético ser específico para o mosquito da dengue, porém acabar infectando outros organismos não alvos, de modo a, por exemplo, desbalancear o ecossistema. Acredito que não seria tão grave a esse ponto, mas é algo a se pensar: uma especificidade maior para o mosquito da dengue.

No caso das embalagens, temos, por exemplo, a poluição dos solos e da água. Acredito que poderiam ser feitas embalagens biodegradáveis, o que seria uma boa ideia para minimizar isso. Quanto à parte do repelente, acredito que seria isso mesmo.

Para mitigar a parte da toxicidade dos organismos não alvos, acredito que usar reagentes orgânicos seria melhor, pois teriam uma especificidade maior. Porém, não tenho certeza.

Existe a possibilidade de criarem pesquisas em biotecnologia focadas na modificação genética da pimenta para reduzir ou eliminar sua ardência?

Resposta: Então, a possibilidade sempre existe. A biotecnologia pode mexer com basicamente qualquer coisa; só temos que verificar se há algum interesse da sociedade nisso, não necessariamente um interesse econômico, para serem desenvolvidas pesquisas a respeito. Por exemplo, é possível “nocautear” o gene da capsaicina, que é o que traz a ardência da pimenta, por diferentes métodos, como CRISPR-Cas9. Podemos utilizar também o método de RNA de interferência. Enfim, existem várias maneiras de silenciarmos esse gene que causa a ardência. Então, sim, é possível, porém é um processo que tem longa duração.

Quais são os desafios e implicações éticas envolvidos nesse processo?

Resposta: Então, como estamos trabalhando com a pimenta em si, acredito que não usaríamos nenhum modelo animal e também não envolveria seres humanos em testes. Então, acredito que na parte ética seria bem tranquilo. A única coisa que talvez me preocuparia seria a segurança alimentar, porque a introdução de organismos geneticamente modificados no mercado é algo complicado e tem que passar por diversas agências reguladoras.

Como é para o repelente, eu acho que seria mais ok, mas se for para consumo, as complicações começam a surgir. Uma outra implicação ética que foi comentada na segunda pergunta seria a respeito do repelente contaminar o ecossistema, caso ele não fosse tão específico para o mosquito da dengue.

Quais são as técnicas biotecnológicas mais promissoras para acelerar o desenvolvimento de métodos de detecção precoce e eficaz da dengue?

Resposta: No quesito de detecção da dengue, a única coisa em que consigo pensar e que também é a mais usada é o método de RT-PCR, o mesmo utilizado para detectar a COVID-19. Acredito que vocês devam conhecer. Ele é bem rápido porque amplifica a quantidade de RNA do vírus presente no sangue antes mesmo que ele se

torne visível por outros tipos de exame. Então, é uma metodologia bem rápida e também a mais utilizada, e uma das únicas em que consegui pensar.

Como a biotecnologia está contribuindo para a compreensão dos diferentes sorotipos do vírus da Dengue e seus efeitos na patogenicidade?

Resposta: Então, no quesito de compreender os diferentes tipos de sorotipos, isso também complementa um pouco da minha resposta anterior. O método de RT-PCR permite detectar e diferenciar os 4 sorotipos do vírus. Assim, a pessoa não é só diagnosticada com dengue, mas também conseguimos identificar o sorotipo que está envolvido na contaminação. É um método bem sensível e específico.

Agora, para compreender os efeitos da patogenicidade desses 4 sorotipos, eu diria que dá para fazer estudos de sequenciamento genético e análise filogenética do genoma do vírus para avaliarmos as diferenças genéticas entre esses 4 sorotipos. Acredito que isso já tenha sido feito, mas não tenho muito conhecimento sobre essa parte.

De que forma a biotecnologia está sendo utilizada para identificar e desenvolver novos alvos terapêuticos para tratamentos antivirais contra a dengue?

Resposta: Bom, a biotecnologia permite que sejam desenvolvidos bioinseticidas. Os inseticidas convencionais têm um problema: eles afetam vários organismos diferentes no ecossistema. Como já foi dito antes, haveriam problemas de desequilíbrio. Os bioinseticidas seriam melhores, já que seriam específicos para o mosquito da Dengue e não causariam danos à saúde humana e ao meio ambiente, como acontece com os pesticidas convencionais. Isso consequentemente reduziria a transmissão da doença.

Além disso, acredito que dê para falar que a biotecnologia também está sendo aplicada no campo da bioinformática para avaliar as interações entre o vírus da dengue e as células-alvo do hospedeiro que é infectado. Isso ajuda a estudar também os mecanismos de patogenicidade dos diferentes sorotipos da dengue, além do desenvolvimento de vacinas, o qual já foi comentado anteriormente.

Quais são as perspectivas futuras da biotecnologia na modificação genética de mosquitos para reduzir sua capacidade de transmitir o vírus da dengue?

Resposta: Pelo que consigo pensar sobre isso, seria na parte da modificação genética dos mosquitos. Isso não é relativamente novo. Lembro que no ano de 2015 estava sendo discutido na Câmara o uso de mosquitos geneticamente modificados para controlar a disseminação da Dengue. Porém, não me lembro como essa discussão ficou. Mas dá para, por exemplo, criarmos mosquitos geneticamente modificados que iriam carregar genes letais ou estéreis. Se espalhados, podem reduzir a população do *Aedes aegypti*.

Por exemplo, se for um mosquito estéril, eles competiriam com os machos que copulam com a fêmea. Só que, caso ele “vença” (entre aspas essa competição com o macho), a fêmea não daria ovos, minimizando assim a população desse mosquito.

Como a biotecnologia pode ser aplicada no desenvolvimento de métodos de controle do mosquito *Aedes Aegypti* que sejam eficazes e ambientalmente sustentáveis?

Resposta: Então, como já foi dito antes, é possível o desenvolvimento de bioinseticidas que são ambientalmente mais sustentáveis do que os inseticidas convencionais. Eles ajudam a controlar as larvas dos mosquitos. Pelo que fui dando uma olhada, esses produtos são baseados em bactérias como a BTI. Esses organismos são inofensivos para seres humanos e animais domésticos, porém são mortais para as larvas dos mosquitos, sendo um método bem específico.

Além disso, também tem o que já foi falado na pergunta anterior sobre os mosquitos geneticamente modificados. Eles não acabariam por desbalancear o ecossistema, por exemplo, porque não é como se eles fossem o predador natural de algum outro organismo. A interação entre os mosquitos seria entre eles mesmos, então seria relativamente ok. Portanto, no caso, seria a manipulação genética de mosquitos e o desenvolvimento de bioinseticidas.

Existe alguma biotecnologia que poderíamos utilizar para realizar o teste de eficiência do produto e também garantir segurança da aplicação?

Resposta: Eu não diria que existe um teste específico na biotecnologia para isso. Até porque, para testar a eficácia desse produto, são necessárias diversas etapas. Então, é toda uma escala de testes, e eu não sei se teria algo de imediato

para testar a eficácia do produto. Seria algo mais de testar cada uma das partes do desenvolvimento dele, para no final vermos como ficou.



Entrevista via Google Meet com Thales Vieira Rodrigues, estudante de biotecnologia na USP.

Entrevista realizada com José Ricardo Mattos Varzone, graduado em Medicina Veterinária, especializado em Gestão Ambiental, mestre em Produtividade Animal, e atualmente coordenador da Vigilância em Saúde de Leme/SP.

Quais são as principais características das regiões da cidade com maior incidência de casos de dengue, com estatísticas relevantes?

Resposta: A dengue é normalmente cíclica. Ela afeta a população a cada três ciclos de três anos ou a cada cinco ciclos de cinco anos. Estamos vivendo o ciclo de cinco anos, sendo a última epidemia em 2019 que se consolidou novamente este ano, cumprindo o ciclo. Toda vez, pelo histórico epidemiológico do município, essas ocorrências de caso positivo sempre se iniciam pelos bairros mais marcantes, como a região do Jardim Imperial e do bairro Quágua. Normalmente, isso está ligado a bairros onde encontramos uma maior resistência para entrar casa a casa e fazer a vistoria, devido ao maior acúmulo de lixo e materiais inservíveis que podem acumular água. Por isso, esses bairros historicamente são os que apresentam mais problemas em relação às arboviroses.

Em relação a vacinação contra a dengue, está disponível nos postos de saúde? E qual é a perspectiva de adesão da população a essa campanha de vacinação?

Resposta: A vacina da dengue está sendo elaborada por um laboratório japonês, o laboratório Takeda. O governo brasileiro adquiriu cerca de 5 milhões de doses, e nessa aquisição ainda teve um aporte de doação do laboratório de 1,5 milhões de doses, totalizando 6,5 milhões de doses. Muito embora não seja possível vacinar nem 6,5 milhões por conta de a vacina ser feita em duas aplicações (duas doses), esse quantitativo é quase insignificante para conseguir atingir o nível adequado da população, tendo em vista nossa população de mais de 230 milhões de habitantes.

Isso vai se adequar com o tempo. O governo está tentando negociar com os laboratórios nacionais a aquisição dessa tecnologia, com o Butantã e todo o pessoal que fabrica vacinas no país, para aumentar a produção e alcançar as faixas etárias de forma geral. Nesse primeiro momento, essas vacinas foram direcionadas principalmente para regiões do Centro-Oeste.

Existiram alguns parâmetros para distribuição em determinadas áreas, sendo elas cidades com mais de 100 mil habitantes que tivessem ocorrências de dengue do tipo 2 (que normalmente são as que levam a uma gravidade maior), para a faixa etária de 12 a 16 anos e que tivessem tido maior ocorrência de casos de óbito. Os 6,5 milhões de doses iniciais adquiridos foram direcionados para essas áreas e estados onde esses indicadores eram confirmados.

A ideia, obviamente, é vacinar todos, mas considerando cerca de 200 milhões de pessoas para vacinar, seriam necessárias 400 milhões de doses, o que não é pouco. Há muitas outras vacinas que precisam ser fabricadas e continuadas, como poliomielite, sarampo, coqueluche, caxumba, então é difícil direcionar tudo para uma única coisa, como mais ou menos ocorreu com a Covid.

Em relação à adesão a esse tipo de vacina da dengue pelas regiões elegíveis, pelos contatos que tenho das cidades que foram elegíveis, vemos que a adesão é muito baixa. Talvez isso se deva ao que aconteceu durante a pandemia, com incertezas sobre a vacina e fake news associadas às vacinas que afetaram a confiança, inclusive nas vacinas mais tradicionais, utilizadas há várias décadas, comprometendo toda essa parte de imunização da população.

Você acredita que o uso de repelente poderia levar a uma diminuição, mesmo que pequena, no número de casos de dengue?

Resposta: Sim, tudo o que a gente utiliza para combater ou controlar a dengue tem uma parcela de fundamentação com resultado positivo. Então, lógico, sim, o repelente pode e deve auxiliar no controle. Os repelentes, no caso do mosquito-da-dengue, precisam ter o componente cientificamente comprovado, que é a icaridina, que tem efeito comprovado contra o *Aedes aegypti*.

A vigilância realizada em casas e bairros pelo governo municipal ainda está em andamento? Se sim, como são selecionados os bairros e casas para essa vigilância?

Resposta: Assim, existe um algoritmo que se traça para fazer essas visitas, e, muito embora o foco aconteça através de medidas alternativas, o casa a casa, de forma geral, é feito em todas as residências do município, em torno de 47 mil. Um agente de controle de endemias indicado pelo órgão que controla esse tipo de avaliação é responsável por volta de 800 a 1000 casas. Obviamente, nós não temos

um número tão satisfatório. Estamos tentando trazer mais agentes mediante um concurso, mas tem que ser tudo muito planejado porque o dinheiro que se gasta na administração municipal tem que ser dividido. Existe um limite para pagamento de servidores; isso é controlado pelo Tribunal de Contas da União. A gente tenta aumentar o efetivo, mas dentro do que a lei permite gastar em relação a isso.

As ações do casa a casa são feitas permanentemente o ano todo, e outras ações correlatas que fazemos são em momentos que a gente vê necessidade de ser feito, ações em praça pública. Deslocamos pessoas para uma barraca, um mini laboratório com um mosquito, uma larva, panfletamos as pessoas que transitam naquele momento na praça, geralmente em final de semana. Também fazemos os mutirões sanitários. Estabelece-se um cronograma para todos os meses subsequentes, passando cada semana em um bairro diferente. Eles foram interrompidos por conta da epidemia porque as ações tinham que ser direcionadas para o controle do alado (o mosquito na fase adulta) com nebulização. Nós chamamos de BCC esse controle mecânico, sendo o mais eficiente. Tem que deixar bem claro isso: a nebulização é a última instância para combater e controlar o *Aedes aegypti*. Em eficiência, o controle mecânico (entrar na casa, identificar o ponto crítico, tombar, tirar água, retirar o ser vivo) é muito mais eficiente que a nebulização, que depende de muitos fatores como vento, velocidade, temperatura, umidade do ar, e só é possível pegar o alado, aquela larva que ficou. Daqui a uma semana essa larva já se tornou adulta de novo, então é um trabalho constante e permanente.

Fizemos 619 bairros com 3 nebulizações em cada um. Foi eficiente? Provavelmente, sim, não tem como medir isso, mas se não tivesse sido feito, com certeza essa epidemia teria sido pior. É mais uma ação que se faz, mas a mais eficiente é o controle mecânico. É a população se sensibilizar com isso, pois o controle do *Aedes aegypti* é um problema de corresponsabilidade. Tem a parcela de responsabilidade do governo federal, estadual e municipal, mas a população também precisa ter essa parcela, porque mesmo se eu tivesse 500 agentes para fazer isso, ainda dependeria da população. A gente não abre toda a casa, tem a dificuldade de casa muito fechada. Hoje todo mundo trabalha, sai de casa às 6:00 e volta às 18:00. Então estamos desenvolvendo um projeto-piloto de fazer ações nos bairros aos finais de semana para tentar achar um horário onde eu consiga abrir essas casas que não é possível abrir em horário comercial, por conta do trabalho das pessoas. Esse projeto já está para inicializar; obviamente é preciso disponibilizar funcionários, que não

possuem obrigatoriedade. Tem toda uma estratégia para tentar abrir casas que estão fechadas.

Outra estratégia que estamos desenvolvendo com tecnologia é que estamos em contato com empresas que possuem drones profissionais, que vão circular para identificar pontos críticos, e drones que realizam até mesmo a colocação do larvicida. Isso é uma inovação tecnológica para o combate da dengue. Estamos em projeto, mas a ideia é que a gente realize essas atividades. Fora o controle de PE, que são pontos estratégicos como ferro-velho, acumuladores que têm muito material acumulado como lixo, entulho e que possuem um cadastro. As visitas são quinzenais, realizadas de forma mais criteriosa, por ser pontos muito críticos em relação à dengue, além de escolas, postos de saúde, hospitais, enfim, onde há uma circulação intensa de pessoas.

Quais são os padrões comuns encontrados nessas casas e bairros durante a vigilância para prevenir a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* e, consequentemente, a propagação da dengue?

Resposta: Então, o que fazemos são essas visitas indicadas por denúncia da população pelo canal de comunicação da prefeitura, que é a ouvidoria. A pessoa liga, não precisa se identificar, passa as características do local, endereço, e nós vamos fazer essa visita pontual nesse lugar. Muitas delas, dessas denúncias, não são tão fidedignas do jeito que a população pensa, porque precisa de um conhecimento técnico. Não é toda piscina que, mesmo com a água verde, tem larva. Se ela tem cloro, mesmo abaixo do indicador de PPN (como medimos o cloro), a larva não se desenvolve. Embora a piscina tenha uma aparência ruim, você vai visitar e não tem nada, mas mesmo assim colocamos o larvicida.

Nós procuramos atender todas as reclamações: tem terrenos abertos, casas abandonadas. Temos o apoio do Núcleo de Fiscalização e Posturas, que pode intimar o proprietário daquela área, daquele móvel, daquele terreno, a proceder à limpeza e adequação da área.

Quais são as medidas eficazes de controle do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas, além do uso de repelentes?

Resposta: Existem várias outras, como eu estava dizendo para vocês aqui: todo esse controle, que a gente chama de BCC, ele é feito. É produzido um relatório, os

agentes têm uma produção a cumprir, um mínimo de casas para visitar diariamente. A somatória de tudo que falei agora pouco para vocês é feito dentro do perímetro urbano. É óbvio que existem bairros mais afastados do centro urbano, como Taquari, Caju, Ibicatu, enfim, se é área que você tenha IPTU, o trabalho também é feito da mesma forma.

Como os sistemas de saúde público estão se preparando para lidar com surtos de dengue, especialmente durante períodos de alta temporada de transmissão?

Resposta: A alta temporada de transmissão hoje já não é mais considerada por nós que trabalhamos com isso, pois o mosquito se desenvolveu e se adaptou demais. Ele não fica mais a um metro e meio de altura; é possível encontrá-lo no quinto andar. Ele voava 200 e agora pode voar 300 metros. O vírus que ele carrega se adaptou com ele em décadas.

Essa atenção mudou bastante. Não existe mais sazonalidade de reprodução e ocorrência; acontece o ano todo. Sabemos hoje que o ovo fica num invólucro. Pode colocar o ovo em qualquer lugar, até numa tampinha, e ficar um ano esperando a chuva. Ele permanece naquela posição, naquele lugar, por um ano esperando cair água para fazer o desenvolvimento, que em uma semana vai de larva à pupa.

Quanto aos sistemas de saúde, quando o alerta de risco foi dado pelo órgão competente estadual em novembro do ano passado, todo o município precisou fazer um plano municipal de combate contra as arboviroses. Nesse plano, que é feito todo ano, é preciso entregar para o órgão competente em São Paulo. Tem um prazo para entregar, e esse prazo prevê todas as ações que o município fará, não só no controle e no combate propriamente do mosquito, mas também as consequências que ele pode trazer na saúde pública. Isso obviamente refletirá no segundo e no terceiro setor, sendo as unidades básicas de saúde.

Então o que o município fez? Reunimos todos os agentes de endemias e comunitários de saúde, treinamos e mostramos como funcionam as inspetorias. Treinamos também as enfermeiras para fazer a correta adequação, porque a dengue é estabelecida em 4 situações diferentes, em casos A, B, C e D, sendo o A o caso mais leve e o D o mais grave, caso de internação. Nesse período, nós estabelecemos uma unidade que chamamos de unidade sentinela, onde só atendia os casos de dengue.

Você acredita que em geral, a população se preocupa, busca conhecimento sobre a dengue e exerce práticas a fim de se proteger e evitar a proliferação da doença?

Resposta: Não, nós enfrentamos muita resistência ainda. Às vezes, a pessoa fala: “Não, meu quintal tá bom, não precisa entrar.” Mas mesmo uma pessoa achando que o quintal está limpo, existe a necessidade de um olhar mais criterioso e técnico, pois muitas coisas que a população acha estar bem, e que não poderiam ser um criadouro do *Aedes aegypti*, podem ser. Permanecendo água por uma semana, já está sendo criado um meio propício ao desenvolvimento dele, que acontece de forma bem rápida, como eu disse, em uma semana. É um inseto que vive por volta de 30 dias e, nesse tempo, voa bastante. O macho não pica, apenas se alimenta de seivas, e a fêmea só pica quando necessita do sangue para fazer a reprodução.

Além das inspetorias já realizadas nos bairros, se houvesse a doação de repelentes para essas comunidades, essa ação contribuiria para a diminuição dos casos enfrentados?

Sim, com certeza. Existem formas de medir, como fazer um experimento em bairros próximos com repelente e outros sem, para medir a eficiência. Ele pode colaborar no combate ao *Aedes aegypti*? Sim, pode colaborar, assim como todas as indicações do Ministério da Saúde, como usar roupa branca, usar repelente, colocar telas nas janelas. São medidas que chamamos de mitigatórias, sendo as medidas de prevenção que diminuem a possibilidade de você adquirir a enfermidade.



Entrevista realizada no Centro de Controle de Zoonoses de Leme com José Ricardo Mattos Varzone, especializado em Gestão Ambiental, mestre em Produtividade Animal, e atualmente coordenador da Vigilância em Saúde de Leme/SP

Entrevista realizada com Christianne Elisabete da Costa Rodrigues, Engenheira Química com mestrado em Engenharia Química, doutorado em Engenharia de Alimentos e pós-doutorado na mesma área.

Quais são os benefícios e aplicações da pimenta em cosméticos?

Resposta: Eu não consigo te dizer especificamente quais cosméticos possuem compostos ativos extraídos de alguns tipos de pimenta. Acredito que existam cosméticos que utilizem esses compostos, alguns até com apelo cultural, mencionando no rótulo a pimenta X, Y ou Z. Porém, não posso afirmar isso de imediato.

Perceba que estamos lidando com materiais que usam componentes extraídos de sistemas complexos, que podem conter até 200 ou 300 substâncias diferentes. Para incorporar um desses componentes em um cosmético ou repelente, é necessário extrair e purificar essa substância. A purificação é crucial para evitar que componentes secundários interfiram, causem reações alérgicas ou diminuam a eficácia desejada.

Além disso, é preciso determinar a quantidade ideal desse composto na formulação, de modo que não cause alergias no local de aplicação. Também é necessário pesquisar a quantidade máxima segura e a frequência de aplicação ao longo do dia. O tempo de eficácia da repelência está relacionado à concentração do composto no produto e ao tempo que ele permanece ativo para repelir os insetos.

Portanto, se você deseja um cosmético com um componente específico, é preciso buscar um método para extrair e purificar essa substância adequadamente.

Quais são as pimentas mais comumente utilizadas na indústria cosmética?

Resposta: Acho que a questão depende se vocês estão falando da pimenta em si ou de seus componentes. Vocês já fizeram um recorte do universo, selecionando três possibilidades: a pimenta malagueta, a pimenta-do-macaco e a pimenta-da-jamaica. Talvez precisem buscar estudos que apresentem as composições dessas pimentas, pois, além de saberem quais componentes elas possuem, vocês também descobrirão as quantidades desses componentes. Pode ser que elas tenham componentes semelhantes, mas em quantidades diferentes.

Vou dar um exemplo com óleos mais próximos do nosso cotidiano, cujos aromas e frutos conhecemos bem. Pensem no óleo de laranja e no óleo de limão. Se

vocês consomem Sprite, sabem que ali há óleo de limão, e na Fanta Laranja, há óleo de laranja. Os componentes desses óleos, com exceção de alguns, são em sua maioria bem similares, mas as quantidades são muito diferentes. Isso faz com que suas características sejam completamente distintas.

Portanto, nos estudos sobre as três pimentas mencionadas, é importante identificar os componentes e suas quantidades. Pode ser que todas tenham componentes semelhantes, pois todas têm essa propriedade de repelir mosquitos, mas as quantidades variam, resultando em características diferentes.

Por que a icardina é escolhida como vantajosa para formulações de repelentes?

Resposta: A icaridina é escolhida como um componente vantajoso em formulações de repelentes por várias razões. Os repelentes que contêm icaridina são altamente eficazes contra o mosquito *Aedes aegypti*, que transmite doenças como dengue e chikungunya. Além disso, a icaridina também repele outros mosquitos, incluindo o *Anopheles*, transmissor da malária, com eficácia de até 12 horas.

Comparativamente, repelentes sem icaridina tendem a ser menos eficazes e a ter um tempo de duração significativamente menor. É importante notar que, entre os repelentes que contêm icaridina, a eficácia pode variar de acordo com a concentração do composto, o que também pode influenciar o preço do produto. Em resumo, a icaridina oferece uma proteção mais ampla e duradoura contra uma variedade de mosquitos, tornando-a uma escolha superior em repelentes.

Quais são os métodos mais eficazes de extração do óleo da pimenta?

Resposta: Existem vários métodos de extração que podem ser aplicados, dependendo do que se deseja extrair. Há uma diferença significativa entre o óleo essencial e o óleo vegetal em termos de moléculas. O óleo vegetal, como o de soja, não possui volatilidade nem aroma muito intenso. Sua estrutura química é constituída principalmente de triacilgliceróis (>95%) e pequenas quantidades de mono e diacilgliceróis, com estruturas grandes e moléculas que têm cerca de 800 g/mol.

Por outro lado, os óleos essenciais possuem moléculas completamente diferentes. São formados por pequenas moléculas, onde o esqueleto precursor é composto por unidades de cinco carbonos, chamadas isoprenos. Combinando essas unidades de cinco carbonos, obtêm-se compostos com 10 carbonos, os

monoterpenos, e com 15 carbonos, os sesquiterpenos. Além disso, os óleos essenciais podem conter outros componentes, como os carotenoides, que conferem pigmentos a alimentos como a cenoura. Os terpenos são precursores desses pigmentos. Se essas moléculas não fossem pequenas, não conseguiríamos sentir seu odor.

Os métodos de extração que podem ser aplicados à extração da pimenta incluem o de arraste a vapor e a hidrodestilação. No método de arraste a vapor, o material vegetal é preparado, geralmente seco e triturado. Em seguida, o vapor é gerado em uma caldeira e direcionado para um tanque contendo o material vegetal. O vapor passa através do material, carregando substâncias voláteis. Esta mistura de vapor e óleos essenciais é então condensada, transformando-se em líquido. O líquido condensado é coletado em um separador, onde os óleos essenciais se separam da água devido à diferença de densidade.

Já na hidrodestilação, o material vegetal é imerso em água dentro de um alambique. A mistura é aquecida até a ebulição, fazendo com que o vapor d'água carregue as substâncias voláteis do material vegetal. A mistura de vapor e óleos essenciais é direcionada para um condensador, onde é resfriada e volta ao estado líquido. Esse líquido é coletado em um recipiente de separação, onde os óleos essenciais se separam naturalmente da água.

O que causa a sensação de ardência das pimentas?

Resposta: A sensação de ardência das pimentas é causada por um composto químico chamado capsaicina. A capsaicina se liga a receptores na língua e outras mucosas que normalmente detectam calor e dor, conhecidos como receptores TRPV1 (Transient Receptor Potential Vanilloid 1). Quando a capsaicina se liga a esses receptores, eles enviam sinais ao cérebro que são interpretados como sensação de calor ou ardência, mesmo que não haja uma temperatura elevada de fato.

Além de provocar a sensação de ardência, a capsaicina pode desencadear a liberação de endorfinas, que são substâncias químicas no cérebro que podem gerar uma sensação de bem-estar, razão pela qual algumas pessoas apreciam a ardência das pimentas.

Existem variedades de pimentas que não são ardidas?

Resposta: Sim, existem várias variedades de pimenta que têm diferenças em sua composição, as quais estão relacionadas à ardência. Inclusive, existem escalas de ardência que classificam os diferentes tipos de pimenta, variando desde aquelas que não são ardentes até aquelas com uma ardência super elevada. Além disso, há tipos de pimenta cuja ardência pode depender do estado de maturação.

Há métodos para reduzir ou eliminar a ardência das pimentas?

Resposta: Sim, é possível diminuir a ardência da pimenta através da modificação genética da planta. Além disso, ao extrair o óleo essencial de uma pimenta e desejar reduzir sua ardência, também é possível. Se conhecermos os componentes químicos e o conjunto de moléculas responsáveis pela ardência, podemos fracioná-los e removê-los. Embora não seja simples, é viável com um método de fracionamento específico. Quando se quer modificar uma planta ou um extrato, ambas as abordagens são possíveis. É como quando falamos sobre o odor, seguimos a mesma linha de raciocínio, buscando eliminar o odor característico da pimenta. É importante identificar e isolar as moléculas desejadas para alcançar o resultado desejado. As indústrias farmacêuticas que possuem patentes para esse tipo de isolamento investem muito dinheiro em pesquisa e desenvolvimento a longo prazo. Tudo isso está relacionado à ardência.

Além da pimenta, existem outros componentes naturais que possam atuar como repelentes contra mosquitos?

Resposta: Sim, além da pimenta, existem vários outros componentes naturais que podem funcionar como repelentes contra mosquitos. Por exemplo, óleos essenciais como alecrim, cravo, eucalipto, citronela, lavanda, hortelã-pimenta, cravo-da-índia, limão, geraniol (do gerânio), neem e andiroba são conhecidos por suas propriedades repelentes. Esses ingredientes foram utilizados em formulações de extrato hidroalcoólico com álcool de cereais, além de óleo de amêndoas e glicerina, para criar repelentes naturais. A eficácia desses componentes pode variar, sendo necessário realizar testes específicos para verificar sua capacidade de repelir mosquitos como o *Aedes aegypti* e determinar a duração do efeito.



Entrevista realizada na USP FZEA em Pirassununga-SP, com Christianne Elisabete da Costa Rodrigues Engenheira Química com mestrado em Engenharia Química, doutorado em Engenharia de Alimentos e professora universitária na USP.

Entrevista com Juliana Pinto Bernardo de Oliveira, Farmacêutica com graduação em Farmácia.

Quais são os benefícios dos repelentes em termos de proteção contra insetos?

Resposta: Benefício? Bom, o benefício principal seria a repelência, pois o inseto vai evitar ou se manter afastado da área tratada. Principalmente para os repelentes cutâneos, acredito que essa seja a intenção, já que os insetos não costumam gostar de substâncias oleosas, como acontece com os inseticidas. Portanto, o benefício seria proporcionar conforto e bem-estar à pessoa, já que ela não será picada e evitará a inflamação causada pelas picadas.

Outro benefício seria a possível redução da vermelhidão e da coceira após as picadas. Então, além de repelir os insetos, o repelente poderia incluir ativos que ajudem a diminuir esses sintomas irritantes. Acho que esses seriam os principais benefícios do repelente.

Quais seriam os elementos básicos presentes na formulação dos repelentes?

Resposta: Bom, geralmente, para uma base de repelente em creme, é necessário ter um emulsificante. Você vai criar uma emulsão com cera e um hidratante. Na composição do repelente em creme, é essencial ter água e possivelmente algum extrato, como extrato licórico de cravo, por exemplo, para ajudar na eficácia.

Os líquidos geralmente contêm conservantes para evitar a proliferação de micro-organismos. Pode haver uma solução aquosa e, às vezes, uma concentração de álcool de cereais para evitar a sensação de melado na pele, pois evapora rapidamente. Além disso, pode-se adicionar um estado glicólico junto com o ativo principal. Essa seria a base para ambos os produtos.

Que causa diferença na durabilidade entre os diferentes tipos de repelente?

Reposta: O creme, por exemplo, eu acredito que fique mais em contato com a pele. Então, assim, a chance de um bebê, por exemplo, tirar, eu acho que é menor, porque ele fica mais tempo em contato. O spray, por ser hidroalcoólico em água,

evapora mais rápido, então talvez seja necessário fazer mais aplicações. Entendeu? É como a diferença entre pomada e creme. A pomada, por ser mais oleosa, fica mais tempo na pele do que o creme. Tudo que tem mais óleo, permanece por mais tempo. Portanto, a durabilidade do creme, na minha opinião, seria melhor. Mas também depende do tipo de spray. Por exemplo, se tiver fixador, como em desodorantes ou perfumes, que ajude na aderência à pele, entendeu? Que facilite a penetração do produto. Outra coisa que pode ser usada é o propilenoglicol, porque ajuda na dissolução das matérias-primas e na penetração do produto na pele.

Por exemplo, esses produtos industrializados que prometem durar 24 ou 12 horas, eu não sei se realmente cumprem, mas provavelmente contêm fixador. Aqui não utilizamos fixador. Recomendamos repetir a aplicação a cada duas horas quando se trata de spray. Existem alguns produtos repelentes, como o Merck, que duram até quatro horas e são hipoalergênicos. Eu acho que é mais ou menos isso.

E qual é a distinção de repelente entre infantis e adultos, sobre formulação e eficácia?

Resposta: Então aí seria a dosagem, porque existem alguns repelentes que, dependendo da concentração utilizada, podem ser usados por crianças acima de seis meses. No entanto, não recomendamos antes dessa idade. Alguém pode dizer: “Ju, o médico me receitou óleo de cravo como repelente.” O óleo de cravo é mais... Mas pode ser tóxico devido ao seu cheiro forte, então não indicamos. Geralmente, sugerimos o uso de repelentes físicos, como o vel, nesses casos.

Para crianças acima de seis meses, há repelentes que podem ser usados por adultos e crianças, dependendo da porcentagem. Por exemplo, existem produtos para adultos que podem ser adaptados para crianças. E sobre produtos naturais, como no caso do repelente infantil, pode-se usar o andiroba ou o cravo. Quanto à citronela, eu não aconselho muito. Embora seja eficaz, o cheiro é forte e algumas crianças podem ser alérgicas. No entanto, o óleo de andiroba é muito utilizado e tem menos chance de causar alergias. Quanto aos produtos químicos, é necessário testá-los, mas tudo depende da porcentagem utilizada. É uma questão de escolher entre produtos naturais e químicos.

E como são conduzidos esses O que é o teste de eficácia dos repelentes e cosméticos em geral? E quais são os testes que vocês fazem aqui?

Resposta: Na realidade, teste de eficácia a gente não faz. Na indústria, eles têm vários testes para isso. O que fazemos aqui é o controle de qualidade para garantir que não haja crescimento de micro-organismos. Monitoramos a temperatura para evitar qualquer problema e verificar se o conservante está funcionando. Quando precisamos confirmar a eficácia do produto, confiamos no fornecedor.

O fornecedor nos garante a eficácia, como por exemplo, quatro horas de duração. Eles realizam testes com base na matéria-prima utilizada, e nós seguimos suas especificações. Não fazemos testes de bioequivalência ou disponibilidade produzida, pois isso já é parte da indústria. Fazemos controle de qualidade para garantir que o produto tenha o peso correto e esteja de acordo com as especificações do fornecedor. O que não produzimos aqui, vem do fornecedor, incluindo a matéria-prima.

Aqui, no caso, não fazemos teste de eficácia. O que fazemos é controle de qualidade. Realizamos testes de peso do produto, verificamos se houve crescimento microbiano. Enviamos alguns produtos durante o mês para análise, não todos, mas alguns, para garantir que não haverá contaminação bacteriana. Também verificamos o cheiro, às vezes. Analisamos a densidade para garantir que o produto está correto. Esses são testes de controle de qualidade físico, não de eficácia. A eficácia vem do fornecedor do produto.

Quais medidas são tomadas para garantir a segurança dos repelentes e evitar reações alérgicas na pele de todos os usuários?

Resposta: Nesse caso, a alergia pode acontecer, porque eu não sei te dizer se você é alérgico ou não. O fornecedor coloca essa informação no laudo. Pode ser utilizado para crianças, mas a alergia pode acontecer. De repente, você pode desenvolver uma alergia que não tinha antes. É meio complicado. O teste para ver se dá alergia não é realizado previamente. Só se um cliente ligar e dizer: “Olha, eu usei o repelente e tive uma reação alérgica.” Isso é feedback do cliente. Então, verificamos o que aconteceu. Eles mandam fotos, e analisamos. Mas, se a pessoa for alérgica àquele produto, não há muito o que fazer. Não testamos o produto em clientes antes.

Não realizamos testes de alergia previamente. Portanto, não podemos garantir que não haverá uma reação alérgica. O fornecedor garante que é um produto seguro, e tudo o que fazemos é garantir produtos seguros. No entanto, como é um produto tóxico, não posso afirmar que não causará alergia. Pode acontecer. É raro, mas

possível. Nunca tivemos reclamações de alergia até agora, mas pode acontecer, especialmente com algum extrato glicólico a que a pessoa seja alérgica. Algumas pessoas são muito alérgicas.

Não fazemos testes de alergia previamente. Por exemplo, no caso de desodorante, alguém pode relatar coceira. Pode ser devido a algum componente da formulação a que a pessoa é alérgica. Às vezes, encaminhamos para um dermatologista para fazer testes de sensibilidade e identificar a alergia ao ativo. Mas antes de lançar o produto, não realizamos esses testes.

A precaução, na realidade, está relacionada à idade e ao modo de aplicação. Às vezes, as pessoas acham que devem virar o vidro de repelente no corpo. Então, colocamos nas instruções de uso para passar uma camada fina e espalhar, evitando levar aos olhos. Também orientamos para evitar que as crianças coloquem o produto nos olhos e na boca. As precauções referem-se ao produto já pronto, e incluímos essas informações nas instruções.

Evitar levar as mãos aos olhos, ingerir ou inalar o produto, essas são as orientações que damos. No caso de bebês, por exemplo, orientamos as mães a não passarem o repelente nas mãos da criança. Essas são as recomendações de precaução com o uso do produto.

Por que os repelentes sintéticos são geralmente considerados mais eficazes do que os naturais?

Resposta: Justamente por ele ter, tem até alguns repelentes que a gente não sabe, mas alguns deles têm até inseticida em baixas concentrações. É a mesma coisa com o batom, que contém metais. Se a gente parar para pensar, eles estão tentando tirar esses metais, mas não conseguem. Alguns produtos industrializados são bem mais fortes, entende? Eu acho que a concentração de ativos é importante. Não vou entrar na parte industrial, mas acredito que eles têm muitos estudos sobre isso. Eles têm uma análise e uma equipe que faz todas essas análises dos produtos, juntando ativos, um potencializando o outro.

Por exemplo, se você for criar um repelente de óleo de cravo ou de pimenta, ele só terá o óleo de pimenta, um hidratante, um conservante e alguma coisa para permeabilizar. O produto industrializado, por outro lado, provavelmente começa a colocar outros ativos para potencializar essa ação. Eles fazem testes, algo que a farmácia de manipulação não consegue fazer. Então, acho que essa é a diferença

entre o natural e o industrializado. Não que o natural não seja bom, mas talvez seja menos agressivo, entende? Acho que a intenção de vocês é essa: ter menos agressividade na pele com um produto bom, mas que talvez precise ser reaplicado mais vezes. Não é como o industrializado que você passa e garante oito horas de proteção, mas pode ser mais tóxico.

Você conhece a icaridina? O cheiro é muito forte. Um dia comprei porque falam que é o melhor, mas o cheiro é muito forte, como se você tivesse passado um aerosol no nariz. Às vezes, depende disso também, são os ativos que fazem as formulações, e acredito que isso vai potencializando.

Como os repelentes podem interagir com outros produtos cosméticos ou medicamentos?

Resposta: Medicamento oral, acredito que não, a não ser que o repelente tenha um cheiro muito forte, um odor muito forte, e aí a pessoa passe mal. Mas com medicamento, não sei. A não ser que seja um repelente muito forte e a pessoa faça uso de alguma coisa tópica. No caso da pimenta, ela é vasodilatadora, para impermeabilizar os ativos. Então, ela melhora a absorção e cai na corrente sanguínea. Assim, de repente, um medicamento de ação sistêmica pode ter a ação diminuída. Não sei, tem que pensar no caso da pimenta. Ela provoca vermelhidão na pele, rubor, por exemplo. A pessoa que é alérgica à pimenta morre, ou a pessoa que inala ou alguma coisa assim, já vi em estudos. Mas tem que ser uma concentração muito alta nesses casos; tem que ser baixa.



Entrevista realizada na farmácia de manipulação, Lemefarma em Leme-SP, com Juliana Pinto Bernado de Oliveira, farmacêutica

Entrevista realizada com Jordana Sales Diez, graduada em Medicina pela Universidade Nilton Lins, atualmente médica plantonista no interior de São Paulo e com seguimento em consultório na área dermatológica.

Como os repelentes funcionam na pele para evitar picadas de insetos?

Resposta: Sabe-se que a pele elimina diversos odores e que os mosquitos localizam a pele humana através dos receptores olfativos que estão localizados nas antenas desses insetos. Quando se passa um repelente na pele, forma-se uma película de proteção epidérmica. Os repelentes têm duas formas básicas e principais de atuação: como agonistas ou antagonistas dos receptores olfativos.

No caso dos agonistas, os componentes dos repelentes se ligam diretamente aos receptores olfativos dos insetos, dificultando a percepção e o reconhecimento da pele humana. Assim, os mosquitos podem até se aproximar, mas não vão picar. Já no caso dos antagonistas, o odor que normalmente seria agradável para os mosquitos e os atrairia se transforma em algo perturbador para os receptores olfativos dos insetos. Dessa forma, eles agem de maneira repulsiva e nem se aproximam da pele humana.

Por que algumas pessoas experimentam reações adversas a cosméticos, como sensação de coceira, enquanto outras não?

Resposta: Em relação às reações alérgicas no geral, a tendência a desenvolvê-las é definida desde o processo de formação do ser humano. Sabe-se que existe uma forte relação com a genética; ou seja, se o pai ou a mãe forem alérgicos, tanto de pele quanto respiratórios, há 50% de chance de o filho ter algum tipo de alergia. Se ambos os pais forem alérgicos, a chance do filho ser alérgico aumenta para 75%.

A predisposição alérgica dependerá do que o sistema imunológico da pessoa vai reconhecer e reagir como uma ameaça, algo que é normal e habitual na maioria das pessoas. Ao entrar em contato com algum produto que o sistema imunológico considera uma ameaça, ele responderá liberando substâncias químicas que desencadearão reações adversas.

Portanto, pessoas com alguma herança genética de alergia, que vivem em um ambiente extremamente estressante, e que têm contato com poluição e muitos fatores ambientais, podem desenvolver alergia a qualquer tipo de produto. As reações adversas são muito relativas a cada paciente, dependendo de como o sistema imunológico reconhecerá e reagirá aos alérgenos com os quais entra em contato. Se

o sistema imunológico se sentir ameaçado, ele liberará substâncias inflamatórias, como histamina e outros produtos químicos, desencadeando as reações alérgicas.

O que são reações alérgicas na pele e como elas podem ser desencadeadas por certos cosméticos?

Resposta: As reações alérgicas acontecem quando o sistema imunológico reage de forma exagerada a substâncias que, para a maioria das pessoas, são inofensivas. Não é o primeiro contato que leva uma pessoa a desenvolver uma alergia, mas sim as reações que ocorrem quando o sistema imunológico é exposto diversas vezes a esses alérgenos. Esse processo leva um tempo para se desenvolver na maioria das pessoas. Quando o sistema imunológico é exposto repetidamente aos alérgenos, ele os reconhece e cria anticorpos que atuam como agentes de proteção no organismo, atacando esses alérgenos. Esse processo de sensibilização é chamado de sensibilização.

As reações alérgicas podem ser desencadeadas por certos cosméticos. Como já mencionei, as reações ocorrem porque o sistema imunológico confunde uma substância inofensiva com um agente invasor após a exposição. Geralmente, isso resulta em uma dermatite ou alergia de contato. Na maioria das vezes, essas reações são causadas por produtos tópicos. Os principais responsáveis por essas reações são os conservantes, que são substâncias presentes na maioria das formulações cosméticas.

Quais são os sintomas de uma reação alérgica a produtos cosméticos ou repelentes?

Resposta: Na verdade, no geral, a maior parte das reações alérgicas manifesta-se como irritação, coceira (ou prurido) e vermelhidão. A vermelhidão pode causar inchaço, formação de bolhas ou até mesmo descamação.

Quais são as medidas de primeiros socorros recomendadas para reações alérgicas na pele?

Resposta: Bom, em relação às medidas de primeiros socorros recomendadas para reações alérgicas, há dois pontos importantes. O paciente pode ter uma reação alérgica leve, devido ao contato direto com um alérgeno que sensibilizou o paciente, ou pode ter uma reação alérgica mais grave, que requer atendimento médico de

emergência. Reações graves podem levar a edema de glote, dificuldade respiratória e até mesmo parada cardiorrespiratória (PCR).

Nos casos mais graves de anafilaxia, os pacientes que estão comunicativos devem ser questionados sobre alergias ou medicações. É importante colocar a pessoa em uma posição confortável e, se houver um antialérgico que o paciente possa tomar sem risco de reação adversa, oferecê-lo. Caso o paciente tenha utilizado algum produto tópico, recomenda-se não esfregar a pele para não agravar a coceira. Lave a área afetada com água corrente, inclusive olhos e nariz, para proporcionar algum alívio, especialmente se a reação ocorrer nas vias aéreas superiores.

Quem está prestando os primeiros socorros deve monitorar o paciente de perto, observando se a reação alérgica evolui para uma reação mais grave.

Já nos casos de anafilaxia, que é uma reação mais grave, é necessário chamar urgentemente o serviço de atendimento médico de emergência, que é o SAMU. É importante observar se há alguma obstrução ou dificuldade respiratória e monitorar o pulso do paciente para avaliar a frequência cardíaca, se está acelerada (taquicardia) ou se o coração está descompassado. Mesmo quem não tem treinamento pode perceber isso através do pulso, próximo ao punho ou na região cervical, perto das carótidas.

Avaliar o pulso do paciente e a parte respiratória é crucial. Caso necessário, será preciso administrar medicações intramusculares para tratar a anafilaxia, mas isso deve ser feito por um médico ou profissional com conhecimentos específicos.

Enquanto aguarda a chegada do atendimento médico de emergência, é essencial monitorar o paciente de perto, observar qualquer alteração no nível de consciência e estar preparado para iniciar uma massagem cardíaca caso ocorra uma parada cardiorrespiratória. Todos devem saber como realizar uma massagem cardíaca, que é uma fase da ressuscitação cardiopulmonar, mesmo que seja um procedimento básico. Isso é especialmente importante em casos de anafilaxia grave, que pode ocorrer devido ao uso de produtos como cremes e repelentes.

Existe risco da pimenta causar queimação ou ardência na pele quando utilizada como repelente?

Resposta: Sim, existe esse risco, e tudo vai depender da concentração do óleo de pimenta utilizado no repelente. É claro que esse tipo de produto não pode ser utilizado por todas as pessoas. Há indivíduos que são hipersensíveis, extremamente

sensibilizados, e por isso existem reações leves e reações de anafilaxia, que são mais graves.

Tudo vai depender da formulação do produto. O risco certamente existe, e esse tipo de produto deve ser bem direcionado. É necessário evitar seu uso em crianças, bebês (existem repelentes específicos para bebês) e em pacientes com risco de alergias severas, incluindo alergias respiratórias e alergias de pele.

A essência de pimenta em repelentes podem ser prejudiciais aos olhos ou vias nasais?

Resposta: A explicação é exatamente em relação ao risco que a essência de pimenta pode ocasionar na pele. O mesmo vale para as vias aéreas. Pacientes extremamente sensibilizados podem sim ter alergias respiratórias. Tudo vai depender da concentração utilizada no produto que vocês querem produzir.

Seria mais seguro diminuir a concentração dos princípios ativos nos repelentes?

Resposta: Falando em segurança, sabendo que não temos muitos estudos a respeito do óleo essencial de pimenta com repelente, o correto seria reduzir a concentração para evitar riscos de processos alérgicos, tanto leves quanto graves. Não temos muitos testes para definir o que poderia acontecer. Porém, sabemos que a eficácia do produto é muito dependente da concentração, mesmo que seja natural. É importante ter esse cuidado e definir quais são os objetivos em relação a esse produto. O que vocês querem atingir com esse repelente?

Pensando em segurança e na redução de reações adversas, o mais correto seria diminuir ainda mais a concentração. Se o objetivo é ter um produto eficaz, que ofereça bons resultados, então aumentar a concentração seria apropriado. Tudo depende dos objetivos que vocês desejam alcançar com o produto que estão desenvolvendo.

As crianças correm risco ao utilizar produtos repelentes na pele?

Resposta: Bom, pensando nos repelentes naturais, que é o tema do trabalho de vocês, são um dos repelentes mais antigos utilizados. No entanto, eles oferecem uma proteção de curta duração, porque a maioria dos ativos nesses repelentes naturais se dissipam mais rapidamente.

De qualquer forma, tudo vai depender da concentração do ativo presente no repelente. Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria, é sempre recomendado fazer uma avaliação prévia com um médico pediatra antes de usar esses produtos. É necessário ter muito cuidado na aplicação, pois há um grande risco de causar reações graves em crianças, tanto na pele quanto sistemicamente no organismo. Os ativos devem ser cuidadosamente avaliados e sua utilização deve ser estritamente orientada por essa avaliação médica prévia.

Por que as gestantes são aconselhadas a restringirem o uso de certos produtos repelentes?

Resposta: Bom, não existe restrição quanto ao uso de repelentes por gestantes, principalmente porque todos aqueles que contêm Icaridina, DEET ou IR3535 são liberados pela Anvisa e podem ser utilizados. Entre esses três, a Icaridina possui muitos estudos científicos que comprovam sua eficácia. Primeiro, ela combate a maioria dos mosquitos. Segundo, apresenta baixa toxicidade, ou seja, um risco muito pequeno de causar reações alérgicas ou respiratórias na pele. Além disso, estudos mostram que seu tempo de proteção é superior aos outros ativos. Adicionalmente, ela possui um odor menos perceptível, sendo pouco irritante tanto para gestantes quanto para crianças.

Independentemente desses três ativos mencionados, que são amplamente estudados e não têm restrições específicas para gestantes, é sempre importante considerar o período gestacional em que a paciente se encontra. Geralmente, é recomendável evitar muitos produtos até o terceiro trimestre, mas tudo deve ser avaliado e discutido com o médico obstetra para garantir segurança durante a gestação.

Você já tratou casos de reações adversas a repelentes ou cosméticos semelhantes?

Resposta: Bom, nunca tratei nenhuma reação adversa, seja a repelentes, cosméticos ou dermocosméticos. As dermatites, eczemas e dermatites de contato são muito comuns, mas especificamente em relação a repelentes não, especialmente entre os meus pacientes no ambulatório. Eu sempre converso sobre as reações prévias que tiveram e procuro conhecer a história clínica do paciente para poder direcionar os produtos.

Claro que alguns pacientes podem apresentar reações, mas são minoria quando se conhece bem a história clínica. É mais difícil isso ocorrer, a menos que o paciente nunca tenha tido qualquer tipo de reação alérgica e seja exposto a um novo produto que desencadeie uma reação que ele desconhecia poder ter. Na maioria das vezes, os pacientes já relatam alergias a certos medicamentos ou substâncias porque já tiveram experiências anteriores.

É importante lembrar que as reações alérgicas, tanto na pele quanto respiratórias, podem ocorrer, e só saberemos se o paciente é alérgico ou não quando ele entrar em contato com o princípio ativo em questão.

Existem métodos para reduzir o ácido carboxílico na pele, afim de evitar a atração de insetos?

Resposta: Sabemos que a pele é colonizada por diversos micro-organismos não patogênicos, e a produção de sebo é feita pelas glândulas sebáceas. Esses micro-organismos consomem o sebo, liberando ácidos carboxílicos como resultado. Algumas pessoas produzem mais sebo e, conseqüentemente, mais ácido do que outras. Existem métodos para tentar reduzir essa produção, como produtos dermatológicos que controlam o pH da pele e reduzem a produção de sebo.

O bicarbonato de sódio, por exemplo, pode ser utilizado dissolvido em água para higienizar áreas mais propensas ao calor, ou até mesmo para lavar roupas de pessoas que produzem mais ácido carboxílico. Além disso, há estudos que mencionam a vitamina B12. Se houver necessidade de reposição dessa vitamina, é importante primeiro realizar dosagens para determinar a necessidade de suplementação oral.

Estudos também indicam que a vitamina B12 pode ser eliminada através da transpiração, o que reduz a atração de insetos. Essas informações estão descritas em artigos, e eu já utilizei essa abordagem com meus pacientes.



Entrevista realizada no laboratório de ciências da ETEC Deputado Salim sedeh em Leme-SP com a Dra. Jordana Sales Diez, médica dermatologista.

9 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto é enviado ao comitê de Ética da escola Deputado Salim Sedeh para confirmar sua autorização conforme as normas estabelecidas pelo comitê de Ética em pesquisa, da instituição em questão. Esse projeto atende às normas Regulamentares para o desenvolvimento de pesquisas de acordo com a resolução 196/96 Conselho de Saúde do Ministério de Saúde (1996).

10. ORÇAMENTO

MATERIAIS / PRODUTOS	VALOR
Pimenta malagueta	R\$ 40,00
Glicerina	R\$ 4,99
Álcool de cereais	R\$ 4,79
Impressão	R\$ 150,00
Adesivo e embalagem	R\$ 15,00
Presente para palestrante	R\$ 50,00
Total	R\$ 264,78

11. APÊNDICES/ANEXOS/TABELAS/GRÁFICOS



Figura 1: Notícia sobre a descoberta ao efeito inseticida da pimenta.



Figura 2. Notícia sobre a crescente busca por repelente no último ano.

CARACTERÍSTICAS DOS REPELENTE AVALIADOS E TEMPO DE PROTEÇÃO COMPLETA (ESTIMADO E MEDIANA VERIFICADA)

Princípio ativo	Concentração	Produto	Tempo estimado	Tempo de proteção completa (mediana)
DEET	7,125	Repelente 1	Até 2 horas	30 minutos
	9,5	Repelente 2	Até 6 horas	30 minutos
	11	Repelente 3	Até 5 horas	90 minutos
	15	Repelente 4	Até 10 horas	60 minutos
	15	Repelente 5	Até 10 horas	60 minutos
IR3535	12,5	Repelente 6	Até 4 horas	60 minutos
	12	Repelente 7	Até 4 horas	30 minutos
Icaridina	25	Repelente 8	Até 5 horas	120 minutos

Infográfico elaborado em 14/05/19



Figura 3: Imagem sobre avaliação das características de repelência dos princípios ativos.



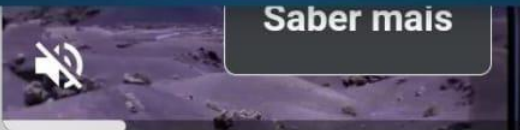
Figura 4: Notícias sobre o número de casos confirmados de dengue a partir do ano 2000.



Figura 5: Infográfico sobre medidas preventivas da dengue.



CANAL RURAL



Saber mais

Início > **Agricultura**

Agricultura

Extrato de pimenta-malagueta é eficiente no controle de pragas, diz pesquisa

Cientistas perceberam que o extrato hidroalcoólico preparado a partir de sementes de pimenta malagueta possui efeito tóxico ao ácaro-branco

Figura 6: Notícia descoberta eficiência da pimenta malagueta no controle de pragas.



Figura 7. Notícia sobre casos e mortes no Brasil da última epidemia de dengue.

12. CRONOGRAMA

Atividades	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pesquisa do tema	X										
Definição do tema	X										
Pesquisa bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X			
Coleta de Dados			X	X							
Apresentação e discussão dos dados			X		X			X			
Elaboração do projeto		X	X	X	X	X					
Entrega do projeto						X					
Conclusão										X	
Entrega do TCC										X	
Avaliação/ Defesa Banca											X

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A priori, nos dedicamos a fazer como tema deste trabalho uma bebida isotônica com taurina e cafeína, assim tendo como assunto central o ramo alimentício. Entretanto, no decorrer do trabalho nos deparamos com empecilhos bibliográficos e práticos, o que nos motivou no mês de abril de 2024 a mudar esse projeto para um da esfera cosmética que visasse o bem-estar humano frente aos desafios da dengue em território nacional.

Em todos os levantamentos realizados durante o estudo, constatou-se que um grande número de brasileiros já foram infectados por arboviroses transmitidos pelo mosquito *Aedes aegypti*, incluindo as doenças zika, chikungunya e febre-amarela. Portanto, a dengue apresentou-se como uma das doenças com maior impacto em termos de número de casos e de fatalidades. Além disso, ficou notável que a incidência de arboviroses, incluindo a dengue, no Brasil é significativamente elevada em áreas rurais, onde as condições sanitárias deficientes combinam com água parada e lixo ao oferecer um ambiente perfeito para a disseminação destas doenças entre pessoas de baixa renda. Nesse sentido, com estas questões graves e desafiadoras em mente, o foco principal deste projeto passou a ser a formulação de um repelente à base de *Capsicum frutescens*, por apresentar menor impacto ambiental e baixo custo para sua produção. Dessa forma, tivemos como expectativa a fabricação de um repelente mais acessível, focado para pessoas vulneráveis que são mais afetadas pelas doenças transmitidas por insetos.

Entrevistas com vários especialistas também foram organizadas para aprimorar a pesquisa. Em particular, gostaríamos de mencionar a entrevista para a qual foi falado com José Ricardo Mattos Varzone, coordenador do serviço de proteção pecuária de Leme–SP, cuja contribuição foi valiosa para validar as questões analisadas. Devido à experiência de Varzone, foi possível obter informações sobre as condições em áreas mais suscetíveis à dengue, corroborando os resultados obtidos através da pesquisa e gerando ideias incorporadas na tese.

Ademais, a entrevista com Thales Vieira Rodrigues, estudante de biotecnologia da USP, também trouxe contribuições sobre os mosquitos transmissores, vacinas contra a dengue e os impactos ambientais que repelentes sintéticos podem causar, como desequilíbrios ecológicos e perturbações na cadeia alimentar de determinados ecossistemas, o que acentuou a relevância da criação do nosso repelente natural.

No geral, as entrevistas foram extremamente úteis para o projeto, pois não só forneceram dados concretos, mas também ajudaram a demonstrar uma perspectiva mais ampla dos problemas existentes nas áreas afetadas.

Após a conclusão dessa fase de pesquisa, pudemos finalmente organizar nossas ideias e começar a trabalhar no laboratório de ciências visando desenvolver o repelente de insetos. Dito isso, começamos com o processo de extração do óleo de pimenta, mas não alcançamos sucesso. Por exemplo, nos primeiros experimentos, não conseguimos achar o método correto de extração e nem mesmo armazenar o extrato obtido de forma adequada, pois ao realizarmos a hidrodestilação e destilação alcoólica, obtivemos apenas um líquido acinzentado e um composto alaranjado, tal qual acabou mofando devido às más condições de manuseio. Entretanto, nas etapas finais conseguimos resultados satisfatórios, extraíndo o óleo essencial por meio de um extrato glicerinado.

Em suma, os objetivos do projeto foram alcançados com sucesso, e em colaboração com a farmácia de manipulação “Lemefarma”, conseguimos criar um produto final viável. Embora os objetivos específicos tenham sido parcialmente atingidos, conseguimos incorporar o óleo essencial ao repelente para potencializar sua eficácia e realizar testes que comprovam sua eficiência. Contudo, não foi possível concluir a análise de diferentes tipos de pimenta para determinar a de melhor potencial, nem criar um mecanismo de proteção acessível para pessoas de baixa renda.

Para complementar nossa pesquisa, buscamos um teste de eficácia que envolvia um sistema com açúcar mascavo, fermento biológico e óleo essencial de pimenta (solução atrativa). No entanto, não conseguimos chegar a uma conclusão concreta, pois a chuva do dia anterior fez com que as garrafas caíssem. Em uma segunda tentativa, realizamos um teste mais preciso, aplicando o produto repelente de pimenta na pele de alguns participantes, e em outros não. Contudo, por se tratar de um teste caseiro, não pudemos confirmar sua eficácia com precisão, pois não temos evidências suficientes para uma conclusão concreta. A afirmação de uma resposta conclusiva, principalmente no meio científico, é muito complexa e exige diversas comprovações, o que não obtivemos por termos recursos limitados para isso. Assim, não foi possível comprovar sua real eficiência.

Por fim, o trabalho final deste curso revelou-se um excelente recurso para estudos em grupo, desafiando-nos a encontrar soluções inovadoras e a enfrentar os

diversos desafios ao longo do projeto. A experiência adquirida e as lições aprendidas certamente contribuirão para futuras pesquisas e iniciativas na área de saúde pública e controle de vetores.

14. REFERÊNCIAS

ABRANTES, Daniele Fernandes. **REPELENTES CONTENDO MISTURAS DE ATIVOS EM ASSOCIAÇÃO COM CARREADORES NANOESTRUTURADOS PARA COMBATE À PROPAGAÇÃO DE ARBOVIROSES** — 2022.

Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/items/f498197b-959d-4b75-9354-8d8062ed220c>

Acesso em: 02/08/2024

A FÓRMULA. **ICARIDINA: REPELENTE EFETIVO CONTRA O AEDES AEGYPTI, INDICADO PARA CRIANÇAS E GESTANTES** — 2018.

Disponível em: <http://aformulabr.com.br/qrcode/icaridinafv01.pdf>

Acesso em: 17/08/2024

ALDAMA, Patricia Chico; GARCÍA, Felipe de Jesús Hidalgo. **CICLO DE VIDA DEL AEDES AEGYPTI Y MANIFESTACIONES CLÍNICAS DEL DENGUE** — 2001.

Disponível em: <http://repositorio.pediatrica.gob.mx:8180/handle/20.500.12103/1532>

Acesso em: 19/08/2024

ANDRADE, Carlos Fernando S. **REPELENTES DE MOSQUITOS - BASE TÉCNICA PARA AVALIAÇÃO** — 2018.

Disponível em:

http://www2.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/arquivos/artigos_tecnicos/REPEL%20MOSQUITOS%20Base%20T%E9cnica%20fim%20fim.pdf

Acesso em: 20/08/2024

BARBOSA, Flávio Henrique Ferreira; BAMBIRRA, Felipe Henrique Silva; BARBOSA, Larissa Paula Jardim de Lima; FAUSTINO, Silvia Maria Mathes; NICOLI, Jacques Robert. **PROPRIEDADE ANTIMICROBIANA DE EXTRATO DE PIMENTA (CAPSICUM FRUTESCENS L.) CONTRA SALMONELLA TYPHIMURIUM, STAPHYLOCOCCUS AUREUS E CANDIDA ALBICANS** — 2012. Disponível em:

http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/artigo_flavio_bioterra_v12_n2-5183325e8cf76.pdf

Acesso em: 13/08/2024

BARROSO, Iandara Lopes Dias; SOARES, Antonia Gêssica dos Santos ; SOARES, Gismailly da Silva; VIANA, Janayna Araújo; LIMA, Natália Ferreira; SOUSA, Matheus da Conceição Sousa; VANCCIN, Priscila Dayane Alves; DINIZ, Rodrygo de Moura (2020). **UM ESTUDO SOBRE A PREVALÊNCIA DA DENGUE NO BRASIL: ANÁLISE DA LITERATURA** — 2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-565>

Acesso em: 16/04/2024

BESERRA, Eduardo B.; FERNANDES, Carlos R. M.; SOUSA, José T. de; FREITAS, Eraldo M. de; SANTOS, Keliana D. **EFEITO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO CICLO DE VIDA E NA ATRAÇÃO PARA OVIPOSIÇÃO DE AEDES AEGYPTI (L.) (DIPTERA: CULICIDAE)** — 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600026>

Acesso em: 20/08/2024

BRAGA, Aparecida Ime; VALLE, Denise. **AEDES AEGYPTI: HISTÓRICO DO CONTROLE NO BRASIL** — 2007.

Disponível em:

http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S167949742007000200006&script=sci_arttext&tlng=en

Acesso em: 20/08/2024

CARVALHO, Ana Vânia; MATTIETTO, Rafaella de Andrade; RIOS, Alessandro de Oliveira; MORESCO, Karla Suzana. **MUDANÇAS NOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PIMENTAS DA REGIÃO AMAZÔNICA** — 2014.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/S5kv3K3RXGcgBP8R3KvM8GC/>

Acesso em: 18/08/2024

CARVALHO, Vitor; COSTA, Clauber; SILVA, Jerônimo Lameira da; NAHUM, Cláudio. **ESTUDO DO POTENCIAL DO EUGENOL COMO REPELENTE VISANDO A PROTEÍNA LIGANTE DE ODORANTE DO MOSQUITO ANOPHELES GAMBIAE** — 2019.

Disponível em:

<https://proceedings.science/epqa-2019/trabalhos/estudo-do-potencial-do-eugenol-como-repelente-visando-a-proteina-ligante-de-odor?lang=pt-br>

Acesso em: 16/04/2024

CASTRO, Francisco P. de Jr.; MARTINS, Walter F.S.; FILHO, Maurício L. de Lucena; ALMEIDA, Raul P. de; BESERRA, Eduardo B. **CICLOS DE VIDA COMPARADOS DE Aedes Aegypti (DIPTERA, CULICIDADE) DO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA** — 2013.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200006>

Acesso em: 20/08/2024

CLARO, Lenita Barreto Lorena; TOMASSINI, Hugo Coelho Barbosa; ROSA, Maria Luiza Garcia. **PREVENÇÃO E CONTROLE DO DENGUE: UMA REVISÃO DE ESTUDOS SOBRE CONHECIMENTOS, CRENÇAS E PRÁTICAS DA POPULAÇÃO** — 2004.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csp/a/BpC6hcrZkSsK9drNxHzts8t/?lang=pt&format=html>

Acesso em: 20/08/2024

CEDRÓN, Juan Carlos. **LA CAPSAICINA** — 2013.

Disponível em:

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/download/7590/7835>

Acesso em: 11/08/2024

COSTA, Luciene Mendonça da; MOURA, Neusa Fernandes de; MARANGONI, Cristiane; MENDES, Caroline Eliza; TEIXEIRA, Alexandre de Oliveira. **ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PIMENTAS DO GÊNERO CAPSICUM** — 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/Wp8VHB7QhJyKMSyrRdKq53h/>

Acesso em: 18/08/2024

DAFLON, Taciana da Mata; HUTHER, Cristina Moll; CANTO, Ana Carolina Barbosa do; SANTOS, Caíssa Machado Perucci Pereira dos; CARVALHO, Luiza Ferreira de; PEREIRA, Carlos Rodrigues. **O USO DA CITRONELA NO CONTROLE DA DENGUE: REVISÃO** — 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/sma.v10.2228>

Acesso em: 16/04/2024

DUARTE, Karoline Da Silva; MACHADO, Roberta Quadros; REZENA, Juliano Da Silva; MAIA, Alisson Larruscain; VIEIRA, Rosele Fialho Gonçalves; MINCOLLA, Gabriel Castilho. **USO DE REPELENTE NATURAL PARA ECTOPARASITAS DE BOVINOS DE LEITE NA EEEPDP** — 2017.

Disponível em:

<http://revista.urcamp.tche.br/index.php/congregaanaismic/article/view/432>

Acesso em: 02/08/2024

ESTEVAM, Adriana dos Santos. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE FORMULAÇÕES COMERCIAIS DE REPELENTE SOBRE MOSQUITOS AEDES AEGYPTI (DIPTERA-CULICIDAE)** — 2018. Disponível Em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/9810>

Acesso em: 07/08/2024

FARIA, Wilma Pereira Santos; SILVA, Maria Clara Álvares de Melo; SILVA, Matheus Álvares de Melo. **REPELENTE NATURAL: COMPOSTO DE PLANTAS BRASILEIRAS** — 2020.

Disponível em: https://dicaufu.com.br/dica_sys/pdf/1612640850.pdf

Acesso em: 16/04/2024

FERREIRA, Henrique Rafael Pontes. **AVALIAÇÃO REPELENTE DE ICARIDINA APLICADO EM TECIDO DE ALGODÃO SOBRE LUTZOMYIA LONGIPALPIS (LUTZ & NEIVA, 1912)** — 2020.

Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/29279>

Acesso em: 17/08/2024

FRADIN, Mark. **MOSQUITOES AND MOSQUITO REPELLENTS: A CLINICIAN'S GUIDE** — 2016. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/abs/10.7326/0003-4819-128-11-199806010-00013>

Acesso em: 07/08/2024

GAVA, Caroline; SILVA, Theresa Cristina Cardoso da; LYRA, Danielle Grillo Pacheco; KARLA, Spandl Ardisson; MARQUES, Clemilda Soares; ALMADA, Gilton Luiz;

CORRÊA, Luana Morati Campos; SIQUEIRA, Priscila Carminati; RODRIGUES, Gilsa Aparecida Pimenta; MOURA, Lenildo de; CRUZ, Oswaldo Gonçalves; MACIEL, Ethel Leonor Noia; CAMACHO, Luiz Antonio Bastos. **PREVENÇÃO E CONTROLE DA FEBRE AMARELA: AVALIAÇÃO DE AÇÕES DE VIGILÂNCIA EM ÁREA INDEME NO BRASIL** — 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00000521>
Acesso em: 20/08/2024

GOMES, Mirian Martins; SAUNDERS, Cláudia; ACCIOLY, Elizabeth. **PAPEL DA VITAMINA A NA PREVENÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO EM RECÉM-NASCIDOS** — 2005.
Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/5ykSdz6Zwvpd34xx8m7nbQp/?lang=pt>
Acesso em: 18/08/2024

GRÉGIO, Ana Maria Trindade; FARIAS, Michelle Moura de; GOMES, Maria Cláudia Baggio; AZEVEDO, Luciana Reis de; LIMA, Antônio Adílson Soares de; MACHADO, Maria Ângela Naval. **CAPSAICINA E SUA APLICAÇÃO EM ODONTOLOGIA** — 2008.
Disponível em:
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/arquivoosemodontologia/article/view/3463>
Acesso em: 18/08/2024

HASSAN, Norazian Mohd; YUSOF, Nurul Asyiqin; YAHAYA, Amirah Fareeza; ROZALI, Nurul Nasyitah Mohd; OTHMAN, Rashidi. **CAROTENOIDS OF CAPSICUM FRUITS: PIGMENT PROFILE AND HEALTH-PROMOTING FUNCTIONAL ATTRIBUTES** — 2019.
Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2076-3921/8/10/469?ref=barkandwhiskers.com/1000>
Acesso em: 11/08/2024

IDREES, Saba; HANIF, Muhammad Asif; AYUB, Muhammad Adnan; HANIF, Asma; ANSARI, Tariq Mahmood. **CHILI PEPPER** — 2020. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081026595000094>
Acesso em: 11/08/2024

INOUE, Daví Kiyoshe. **ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA: ESTUDANDO A BIOLOGIA DO AEDES AEGYPTI E A CONSTRUÇÃO DO COMITÊ ESCOLAR NO COMBATE À DENGUE, CHYKUNGUNYA E ZIKA** — 2022.

Disponível em:

<https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=570874&tipoMidia=0>

Acesso em: 20/08/2024

LIMA, Luana Ponciano de; SILVA, Elaine Machado da; SOUZA, Alex Sandro Barros de. **AEDES AEGYPTI E DOENÇAS RELACIONADAS: UMA REVISÃO HISTÓRICA E BIOLÓGICA** — 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-050>

Acesso em: 22/08/2024

MARTINI, Gisela de Assis. **AVALIAÇÃO DA CITOTOXICIDADE DO DIETILTOLUAMIDA (DEET) EM MEXILHÕES PERNA PERNA (LINNAEUS, 1758) IRRADIADOS E NÃO IRRADIADOS COM RADIAÇÃO GAMA DE 60CO** — 2013.

Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_58a8ff3107e74b4d8d653c90708b6cc2

Acesso em: 13/08/2024

MARTINS, Thércia Gabrielle Teixeira; EVERTON, Gustavo Oliveira; ROSA, Paulo Victor Serra; ARRUDA, Mariana Oliveira; SOUTO; Laiane Araujo da Silva; FONSECA, Danielly; SILVA, Igor Santos da; COSTA, Andressa Teixeira; Souza, Lauriane dos Santos; SOUZA, Laurilene dos Santos; NETO, Ari Pereira de Araújo; FILHO, Victor Elias Mouchrek. **ATIVIDADE LARVICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA DIOICA LINDL. FRENTE AS LARVAS DO MOSQUITO AEDES AEGYPTI** — 2020.

Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5518>

Acesso em: 16/04/2024

MILLQVISTA, Eva; BENDEB, Mats. **ROLE OF THE UPPER AIRWAYS IN PATIENTS WITH CHRONIC COUGH** — 2006.

Disponível em:

https://journals.lww.com/coallergy/fulltext/2006/02000/Atopic_march_link_to_upper_airways.3.aspx

Acesso em: 18/08/2024

MIOT, Hélio Amante; BATISTELLA, Rafaelle Fernandes; BATISTA, Khristiani De Almeida; VOLPATO, Dimas Eduardo Carneiro; AUGUSTO, Leonardo Silveira Teixeira; MADEIRA, Newton Goulart; JR, Vidal Haddad; MIOT, Luciane Donida Bartoli. **ESTUDO COMPARATIVO DA EFICÁCIA TÓPICA DO ÓLEO DE ANDIROBA (CARAPA GUIANENSIS) E DEET 50% COMO REPELENTE PARA AEDES SP —**

2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rimtsp/a/7CxzZ67yJmNDcKKhycLmBKx/>

Acesso em: 11/08/2024

MORENO, Gloria Cristina; CAVIEDES, Javier; GONZÁLEZ, John Mario. **EFFECTO DE LA CAPSAICINA SOBRE LA PROLIFERACIÓN Y CICLO CELULAR DE FIBROBLASTOS PULPARES HUMANOS —** 2002.

Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-351974>

Acesso em: 18/08/2024

OLIVEIRA, Juliana Maria de; VENZON, Madelaine; TUELHER, Edmar de Souza; FONSECA, Maira Christina Marques. **TOXICIDADE DO EXTRATO DE SEMENTES DE PIMENTA-MALAGUETA AO ÁCARO-BRANCO —** 2021.

Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303530.pdf>

Acesso em: 16/04/2024

PEREIRA, Danusa Cassiano. **EFEITO ANTIOXIDANTE DE EXTRATO DE PIMENTA EM ÓLEO DE SOJA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTOCAGEM —** 2013.

Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/items/17bc518d-92eb-4410-b4e1-7cc115a0c37f>

Acesso em: 18/08/2024

PINTO, Cleide Maria Ferreira; PINTO, Cláudia Lúcia de Oliveira; DONZELES, Sérgio Mauricio Lopes. **PIMENTA CAPSICUM: PROPRIEDADES QUÍMICAS, NUTRICIONAIS, FARMACOLÓGICAS E MEDICINAIS E SEU POTENCIAL PARA O AGRONEGÓCIO —** 2013.

Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2816>

Acesso em: 16/08/2024

POSSEL, Richard Dias. **ATIVIDADE INSETICIDA E REPELENTE DE PLANTAS DO CERRADO NO CONTROLE ALTERNATIVO DO MOSQUITO AEDES AEGYPTI** — 2019.

Disponível em:

<https://umbu.uft.edu.br/bitstream/11612/1280/1/Richard%20Dias%20Possel%20-%20Disserta%3%a7%c3%a3o.pdf>

Acesso em: 02/08/2024

RAMOS, André Luís Belmiro Moreira; QUINTELA, Eduardo Henrique Souza Xavier; ALVES, Ianara Fabiana Ramalho Dias; MELO, Luan Araújo Freitas; NUNES, Isadora Maria Lucena; MOREIRA, Thaís Fernanda Rebouças; FEITOSA, João Victor Araújo; BEZERRA, Klenia Felix de Oliveira. **A EFICIÊNCIA DAS AÇÕES DE COMBATE À DENGUE NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE NO BRASIL** — 2021. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/29858>

Acesso em: 16/04/2024

RIBAS, Jonas; CARREÑO, Ana Maria. **AVALIAÇÃO DO USO DE REPELENTE CONTRA PICADAS DE MOSQUITO EM MILITARES NA BACIA AMAZÔNICA. Amazonas** — 2010.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abd/a/Mp9r3X7GPWQ7LczRsTDm9zv/?lang=pt>

Acesso em: 02/08/2024

RODRIGUES, Gisele Neres; MORAES, Carla Aparecida Pedriali; SEO, Emília Satoshi Miyamaru; GOMES, João Paulo Correia. **PROTOCOLOS DE EFICÁCIA DE REPELENTE DE INSETOS** — 2020.

Disponível em:

<https://repositorio-api.ipen.br/server/api/core/bitstreams/fa650863-6b6d-4ddc-8cda-5177cf60be85/content>

Acesso em: 02/08/2024

ROMAN, André Luís Cote; MING, Lin Chau; CARVALHO, Izabel de; SABLAYROLLES, Maria das Graças Pires. **USO MEDICINAL DA PIMENTA**

MALAGUETA (CAPSICUM FRUTESCENS L.) EM UMA COMUNIDADE DE VÁRZEA À MARGEM DO RIO AMAZONAS, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL — 2011.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222011000300005>

Acesso em: 13/08/2024

ROSÁRIO, Victória Natalia Moura; CHAVES, Rosane Patrícia Ferreira; PIRES, Ianê Valente; FILHO, Adilson Ferreira Santos; TORO, Maricely Janette Uria. **CAPSICUM ANNUUM E CAPSICUM CHINENSE: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS, BIOATIVAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE — 2021.**

Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30060>

Acesso em: 13/08/2024

SANTOS, William Ivecio, STADLER, João Paulo; GIUSTI, Edneia Durli; CHENDYNSKI, Leticia Thaís ADAMS Sandra Inês. **DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NATURAIS COM POTENCIAL REPELENTE PARA A PREVENÇÃO À DENGUE — 2023.**

Disponível em:

<https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/10377>

Acesso em: 16/04/2024

SILVA, Luciana Andrade da; MIRANDA, Maria Geralda de; SILVA, Alexandra Anastácio Monteiro; DUSEK, Patricia Maria; AVELAR, Kátia Eliane Santos. **A INFLUÊNCIA DO DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL SOBRE AS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR AEDES AEGYPTI — 2018.**

Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3515>

Acesso em: 20/08/2024

STEFANI, Germana Pimentel; PASTORINO, Antonio Carlos; CASTRO, Ana Paula B. M.; FOMIN, Angela Bueno F.; JACOB, Cristina Miuki Abe. **REPELENTE DE INSETOS: RECOMENDAÇÕES PARA USO EM CRIANÇAS — 2009.** Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S0103-05822009000100013>

Acesso em: 08/08/2024

TERRA, Márcia Regina; SILVA, Rafaela Sterza da; PEREIRA, Maria Gorete Nicolette; LIMA, Acenaldo Ferreira. **AEDES AEGYPTI E AS ARBOVÍROSES NO BRASIL** — 2017.

Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/download/2028/1620>

Acesso em: 22/08/2024

TONACO, Joyce Gabrielle Reis. **REPELENTE PARA O AEDES AEGYPTI A BASE DE ÓLEO DE ALECRIM: ESTRATÉGIA PARA PREVENÇÃO DA FEBRE POR ZIKA VÍRUS** — 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/88>

Acesso em: 16/04/2024

VALIM, Thays Cardoso. **ESTUDO DA PIMENTA MALAGUETA (CAPSICUM FRUTESCENS) E SEUS COMPONENTES USANDO A TÉCNICA DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR** — 2019.

Disponível em:

https://sappg.ufes.br/tese_drupal/tese_13098_Thays%20Valim%20%20Disserta%E7%E3o%20de%20Mestrado.pdf

Acesso em: 13/08/2024

VIEIRA, Allison Yule da Silva Oliveira; SANTOS, Guilherme Gomes Soares; CUNHA, Kauã Pedro de Lana; FREITAS, Pedro Henrique **DESENVOLVIMENTO DE DIFUSOR DE VARETAS COM AÇÃO REPELENTE E ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA** —

2022. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/12140>

Acesso em 02/08/2024

YAMAMOTO, Sota; NAWATA, Eiji. **CAPSICUM FRUTESCENS L. IN SOUTHEAST AND EAST ASIA, AND ITS DISPERSAL ROUTES INTO JAPAN** — 2005.

Disponível em:

[https://link.springer.com/article/10.1663/0013-0001\(2005\)059\[0018:CFLISA\]2.0.CO;2](https://link.springer.com/article/10.1663/0013-0001(2005)059[0018:CFLISA]2.0.CO;2)

Acesso em: 17/08/2024

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio; SANTOS, Sandra Maria dos; OLIVEIRA, Ellen Synthia Fernandes, CARVALHO, Roberta Gomes; COELHO, Giovanini Evelim.

ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DO AEDES AEGYPTI: UMA REVISÃO — 2016.

Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017>

Acesso em: 20/08/2024