



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FUNDAMENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR

**Microformulações de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) como agente larvicida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Aedes aegypti***

Recife

2024

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR

**Microformulações de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) como agente larvicida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Aedes aegypti***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de doutor em Química. Área de concentração: Química Orgânica

Orientadora: Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Recife

2024

Catálogo na fonte

Bibliotecário Josias Machado da Silva Junior, CRB4-1690

A282m Aguiar, Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de

Microformulações de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) como agente larvícida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Aedes aegypti* / Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de Aguiar. – 2024.

167 f.: il., fig., tab., abrev. e sigls.

Orientador: Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro.

tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCEN, Química, Recife, 2024.

Inclui referências e apêndices.

1. Larvícida. 2. Oviposição. 3. Deterente. 4. Dengue. 5. Arboviroses. 6. Terpenos. 6. Produtos naturais. 7. Bioensaios. I. Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz (orientador). II. Título.

543

CDD (23. ed.)

UFPE-CCEN 2024 - 38

**JÚLIO CÉSAR RIBEIRO DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR**

**“MICROFORMULAÇÕES DE COMPOSTOS TERPÊNICOS À BASE DE ÓLEOS  
ESSENCIAIS DE *ABIES SIBIRICA* (PINHEIRO-SIBERIANO), *UNIPERUS  
COMMUNIS* (ZIMBRO) E *POGOSTEMON CABLIN* (PATCHULI) COMO AGENTE  
LARVICIDA E DE OVIPOSIÇÃO FRENTE ÀS LARVAS E AOS MOSQUITOS DE  
*AEDES AEGYPTI*”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Química.  
Área de concentração: Química Orgânica

Aprovada em: 11/06/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro (Orientadora)**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

**Prof. Dr Ricardo Oliveira da Silva (Examinador Interno)**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sofia Suely Ferreira Brandão Rodrigues (Examinador Externo)**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco-IFPE

---

**Prof. Dr Antônio Eduardo Miller Crotti (Examinador Externo)**

Universidade de São Paulo-USP

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosângela Maria Rodrigues Barbosa (Examinador Externo)**

Instituto Aggeu Magalhães - Fundação Oswaldo Cruz



*Dedico essa tese aos meus pais, José Farias de Aguiar e Júlia Maria Ribeiro de Oliveira Farias de Aguiar, por sempre me apoiar, me ouvir, me entender e me incentivar com toda a atenção e compreensão.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família em especial a Amanda Souza, Ágata Sofia e Ana Júlia pela paciência e compreensão pelos vários momentos de ausência para a elaboração deste trabalho.

À professora Dr<sup>a</sup> Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro pela compreensão e companheirismo em momentos difíceis, pelas orientações, pelos ensinamentos e pela ajuda durante a confecção deste trabalho.

Ao professor Dr Ricardo Oliveira pelos esclarecimentos das minhas dúvidas e questionamentos

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Química do Departamento de Química Fundamental pelo apoio durante os experimentos e as disciplinas.

Não há felicidade eterna e nem tristeza infinita para aqueles que sabem o significado da dádiva que é o presente: VIVA, então, o hoje!!!! Pois a chave do júbilo é a dissolução dos problemas em cooperativas originárias do propósito coletivo uma vez que a pacificidade dos tempos é o paraíso dos tolos, lute, portanto, pelos seus sonhos!!!"

(Devaneios do autor, 2024)

## RESUMO

*Aedes aegypti* é o vetor responsável pela transmissão de diversas arboviroses como Chikungunhya, Dengue, Zika vírus e Febre Amarela, as quais atingem milhões de pessoas ao redor do mundo. Esse mosquito adaptou-se muito bem às grandes cidades, sendo considerado pela Organização Mundial de Saúde como um dos principais problemas de saúde pública no mundo. Assim, a busca por novas substâncias se torna fundamental para reduzir os crescentes números de contaminações e danos ocasionados por esse vetor, sendo o uso de óleos essenciais extraídos de materiais vegetais, uma ótima alternativa por possuírem uma menor toxicidade e apresentarem uma gama de atividades biológicas. O objetivo desse trabalho, portanto, foi avaliar a atividade larvicida e deterrente de oviposição de óleos essenciais de *Abies sibirica*, *Juniperus communis* e *Pogostemon cablin* e de suas microformulações à base desses óleos frente às larvas e aos mosquitos *Ae. aegypti*. Com as análises cromatográficas foi possível observar um total de 28, 18 e 52 compostos identificados das espécies *A. sibirica*, *P. cablin* e *J. communis*, totalizando respectivamente 98,70; 93,11 e 97,33% dos óleos. Os componentes majoritários para *A. sibirica* são:  $\delta$ -3-careno (12,65%), canfeno (20,83%) e acetato de bornila (25,89%). Já para *P. cablin* tem-se:  $\alpha$ -guaieno (17,22%),  $\alpha$ -bulnesene (20,40%) e álcool patchouli (27,62%). Enquanto para *J. communis* são sabineno (18,42%), mirceno (14,64%) e  $\alpha$ -pineno (24,73%). Os testes larvicidas apresentam respectivamente uma  $CL_{50}$  de 67,53 ppm, 92,45 ppm e 35,95 ppm para o *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* bem como as suas microformulações binárias (JP, 39,50 ppm; AP, 51,64 ppm) e ternárias (AJP, 66,99 ppm). Estes óleos e microformulações também demonstraram atividade deterrente nas concentrações larvicidas testadas (*A. sibirica*: IAO:- 0,41; *J. communis*: IAO:- 0,31; *P. cablini*: IAO: -0,62; AJP: -0,30; AP:- 0,68; AJ:- 0,29 e JP:- 0,30). De modo que estes óleos e suas microformulações são uma promissora fonte para desenvolvimento de materiais larvicida e deterrentes mitigando a proliferação de doenças desse vetor.

**Palavras-chave:** larvicida; oviposição; deterrente; dengue; arboviroses; terpenos. produtos naturais; bioensaios.

## ABSTRACT

*Aedes aegypti* is the vector responsible for the transmission of several arboviruses such as Chikungunya, Dengue, Zika virus and Yellow Fever, which affect millions of people around the world. This mosquito has adapted very well to large cities, being considered by the World Health Organization as one of the main public health problems in the world. Thus, the search for new substances becomes essential to reduce the growing numbers of contamination and damage caused by this vector, with the use of essential oils extracted from plant materials being a great alternative as they have lower toxicity and present a range of biological activities. The objective of this work, therefore, was to evaluate the larvicidal and oviposition deterrent activity of essential oils from *Abies sibirica*, *Juniperus communis* and *Pogostemon cablin* and their microformulations based on these oils against larvae and mosquitoes *Ae. aegypti*. With the chromatographic analyzes it was possible to observe a total of 28, 18 and 52 compounds identified from the species *A. sibirica*, *P. cablin* and *J. communis*, totaling 98.70 respectively; 93.11 and 97.33% of oils. The major components for *A. sibirica* are:  $\delta$ -3-carene (12.65%), camphene (20.83%) and bornyl acetate (25.89%). For *P. cablin* we have:  $\alpha$ -guaiene (17.22%),  $\alpha$ -bulnesene (20.40%) and patchouli alcohol (27.62%). While for *J. communis* they are. sabinene (18.42%), mircene (14.64%) and  $\alpha$ -pinene (24.73%), Larvicidal tests respectively show an LC50 of 67.53 ppm, 92.45 ppm and 35.95 ppm for *A. sibirica*, *J. communis* and *P. cablin* as well as their binary (JP, 39.50 ppm; AP, 51.64 ppm) and ternary (AJP, 66.99 ppm) microformulations. These oils and microformulations also demonstrated deterrent activity at the larvicidal concentrations tested (*A. sibirica*: IAO:- 0.41; *J. communis*: IAO:- 0.31; *P. cablini*: IAO: -0.62; AJP: -0.30; AP:- 0.68; AJ:- 0.29 and JP:- 0.30). Therefore, these oils and their microformulations are a promising source for the development of larvicidal and deterrent materials to mitigate the proliferation of diseases from this vector.

Keywords: larvicide; oviposition; detergent; dengue; arboviruses; terpenes. natural products; bioassays.

## LISTA DE FIGURAS

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1-   | Distribuição geográfica do mosquito <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> no mundo                                                                                                                                                                                   | 21 |
| Figura 2 -  | Distribuição geográfica dos casos de dengue notificados em todo o mundo entre os meses de outubro e dezembro de 2022                                                                                                                                                          | 22 |
| Figura 3 -  | Mapa do Brasil mostrando os casos confirmados de dengue, Chikungunya e Zika vírus no país                                                                                                                                                                                     | 23 |
| Figura 4-   | Número de casos de arbovírus registrados no Brasil no período de 2014 a 2023                                                                                                                                                                                                  | 24 |
| Figura 5-   | Número de casos prováveis de dengue por semana epidemiológica, Brasil, 2023 e 2024.                                                                                                                                                                                           | 25 |
| Figura 6-   | Coeficiente de incidência de dengue das semanas epidemiológicas 01 a 14, por unidade federativa, Brasil, 2023 e 2024.                                                                                                                                                         | 25 |
| Figura 7-   | Ciclo de vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                                                                | 26 |
| Figura 8-   | Ovos de <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                                                                                  | 27 |
| Figura 9-   | Íntares larvais do <i>Aedes aegypti</i> e sua morfologia                                                                                                                                                                                                                      | 28 |
| Figura 10-  | Pupa do <i>Aedes aegypti</i> e sua morfologia                                                                                                                                                                                                                                 | 29 |
| Figura 11 - | <i>Aedes aegypti</i> 30                                                                                                                                                                                                                                                       | 30 |
| Figura 12 - | Morfologia dos mosquitos <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                                                                 | 31 |
| Figura 13 - | Dimorfismo sexual de <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                                                                     | 31 |
| Figura 14-  | Uso de peixes predadores no controle da população do <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                                     | 33 |
| Figura 15 - | <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> (BTI)                                                                                                                                                                                                                               | 34 |
| Figura 16 - | Modo de ação das toxinas cristalinas de uma bactéria <i>Bacillus thuringiensis</i> serovar <i>israelensis</i> . As toxinas ativas se ligam a receptores específicos nas membranas das células do intestino médio causando danos significativos às células e matando as larvas | 34 |
| Figura 17-  | Estrutura química do Diclorodifeniltricloroetano (DDT)                                                                                                                                                                                                                        | 35 |
| Figura 18 - | Vantagens de se empregar óleos essenciais no controle populacional de <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                                                                                                    | 36 |
| Figura 19-  | Metabólitos primários e secundários das plantas                                                                                                                                                                                                                               | 37 |
| Figura 20-  | Fluxograma das rotas Biosintética que ocorrem nos metabólitos primário e secundário                                                                                                                                                                                           | 38 |

|             |                                                                                                                                                          |    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 21-  | Fluxograma das rotas do ácido mevalônico e do metileritritol-fosfato                                                                                     | 39 |
| Figura 22-  | Biossíntese do pirofosfato de isopentenila a partir do pirofosfato de mevalonila                                                                         | 40 |
| Figura 23   | Biossíntese do pirofosfato de dimetilalila                                                                                                               | 41 |
| Figura 24   | Biossíntese dos precursores dos mono e sesquiterpenos                                                                                                    | 41 |
| Figura 25   | Exemplos de terpenos formados pelas ligações “cabeça a cauda” e “cauda a cauda” de unidades de isopreno                                                  | 42 |
| Figura 26-  | Diferentes terpenos formados a partir de diferentes quantidades de isopreno                                                                              | 42 |
| Figura 27 - | Esquema de uma extração de óleo essencial por arraste a vapor                                                                                            | 44 |
| Figura 28 - | Esquema de uma extração de óleo essencial por hidrodestilação                                                                                            | 44 |
| Figura 29-  | Esquema de uma extração de óleo essencial por fluido supercrítico                                                                                        | 45 |
| Figura 30-  | Esquema dos componentes de um CGEM                                                                                                                       | 46 |
| Figura 31-  | Ilustração de um detector de ionização em chamas (DIC)                                                                                                   | 46 |
| Figura 32-  | <i>Abies sibirica</i>                                                                                                                                    | 48 |
| Figura 33-  | <i>Juniperus communis</i>                                                                                                                                | 49 |
| Figura 34-  | <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli)                                                                                                                      | 50 |
| Figura 35-  | Óleos essenciais de (a) <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli), (b) <i>Abies sibirica</i> (Pinheiro-Siberiano) e (c) <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)     | 51 |
| Figura 36-  | Cromatógrafo gasoso acoplado à espectrometria de massas (CG/EM)                                                                                          | 52 |
| Figura 37-  | Cromatógrafo gasoso com detector de ionização em chamas (GC-DIC)                                                                                         | 52 |
| Figura 38-  | Ciclo da manutenção da colônia <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                      | 54 |
| Figura 39-  | Fluxograma das etapas para a determinação do CL50                                                                                                        | 55 |
| Figura 40-  | (a) Representação esquemática do copo usado para a coleta de ovos de <i>Aedes aegypti</i> (b) Foto da cartela após a coleta nos bioensaios de oviposição | 56 |
| Figura 41-  | Esquema das posições dos copos de teste e do controle para as oito gaiolas contendo fêmeas grávidas durante o experimento de oviposição                  | 56 |
| Figura 42-  | Foto das gaiolas durante o experimento de oviposição                                                                                                     | 57 |
| Figura 43-  | (a) Coleta de ovos nos controles e teste após a oviposição das fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (b) Contagem manual dos ovos coletados no papel de filtro. | 57 |
| Figura 44-  | Possíveis resultados para o Índice de Atividade de Oviposição (IAO)                                                                                      | 58 |
| Figura 45-  | Cromatograma do óleo essencial de <i>Abies sibirica</i> (Pinheiro-Siberiano)                                                                             | 63 |
| Figura 46-  | Cromatograma do óleo essencial de <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli)                                                                                    | 63 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 47- | Cromatograma do óleo essencial de <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)                                                                                                                                                                           | 64 |
| Figura 48- | Estruturas químicas dos principais constituintes majoritários dos óleos essenciais extraídos das folhas de <i>Abies sibirica</i> (Pinheiro-Siberiano), <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli) e <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)                | 65 |
| Figura 49- | Espectros de massas obtidos (a) experimentalmente e (b) encontrados na literatura para o mircene                                                                                                                                               | 66 |
| Figura 50- | Proposta de fragmentação para o micerno                                                                                                                                                                                                        | 67 |
| Figura 51- | Espectros de massas obtidos (a) experimentalmente e (b) encontrados na literatura para o $\alpha$ -pineno                                                                                                                                      | 68 |
| Figura 52- | Proposta de fragmentação para o $\alpha$ -pineno                                                                                                                                                                                               | 68 |
| Figura 53- | Espectros de massas encontrados na literatura para o $\beta$ -pineno                                                                                                                                                                           | 69 |
| Figura 54- | Proposta de fragmentação para o $\beta$ -pineno                                                                                                                                                                                                | 69 |
| Figura 55- | Espectro de massa do camphene disponível na literatura                                                                                                                                                                                         | 70 |
| Figura 56- | Proposta de fragmentação para o camphene                                                                                                                                                                                                       | 70 |
| Figura 57- | Espectro de massa do $\alpha$ -guaiene disponível na literatura                                                                                                                                                                                | 71 |
| Figura 58- | Proposta de fragmentação para o $\alpha$ -guaiene                                                                                                                                                                                              | 71 |
| Figura 59- | Valores de CL <sub>50</sub> , em ppm, para os óleos essenciais e suas formulações binárias e ternária das folhas de <i>A. sibirica</i> , <i>J. communis</i> e <i>P. cablin</i> frente às larvas do mosquito <i>Ae. aegypti</i>                 | 73 |
| Figura 60- | Histograma com diferentes CL <sub>50</sub> , em ppm, para diversas espécies de plantas                                                                                                                                                         | 74 |
| Figura 61- | Histograma com o percentual médio de ovos depositados no bioensaio de oviposição e o respectivo desvio para soluções controle (água destilada) e teste (óleo essencial). O valor de n representa o número total de ovos coletados no bioensaio | 78 |
| Figura 62- | Índices de atividade de oviposição (IAO) para os óleos essenciais e suas formulações binárias e ternária das folhas de <i>A. sibirica</i> , <i>J. communis</i> e <i>P. cablin</i> frente às fêmeas do mosquito <i>A. aegypti</i> .             | 79 |



## LISTA DE TABELAS

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – | Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da <i>Abies sibirica</i> (Pinheiro-Siberiano)                                                                                                                                                                                                                      | 60 |
| Tabela 2 – | Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli)                                                                                                                                                                                                                             | 61 |
| Tabela 3 – | Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)                                                                                                                                                                                                                              | 62 |
| Tabela 4 – | Atividade larvicida dos óleos essenciais e microformulações das folhas de <i>A. sibirica</i> , <i>J. communis</i> e <i>P. cablin</i> frente às larvas do mosquito <i>Ae. aegypti</i>                                                                                                                                          | 72 |
| Tabela 5 – | Valores de CL <sub>50</sub> de algumas plantas brasileiras encontradas na literatura                                                                                                                                                                                                                                          | 75 |
| Tabela 6   | Percentual do número de ovos no controle e teste, valor de p e número total de ovos, N, nos bioensaios dos óleos essenciais e microformulações das folhas de <i>A. sibirica</i> , <i>J. communis</i> e <i>P. cablin</i> e os compostos camphene, acetato de borneol e borneol frente às fêmeas do mosquito <i>Ae. aegypti</i> | 77 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                  |                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| CGEM             | Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas                  |
| CGDIC            | Cromatografia Gasosa acoplada ao Detector de Ionização de Chamas          |
| CL <sub>50</sub> | Concentração Letal que ocasiona 50% de mortalidade dos organismos alvo    |
| CL <sub>90</sub> | Concentração letal responsável por 90% de mortalidade dos organismos alvo |
| DDT              | Diclorodifeniltricloroetano                                               |
| DMSO             | Dimetilsulfóxido                                                          |
| FPP              | Difosfato de farnesila                                                    |
| FUNASA           | Fundação Nacional de Saúde                                                |
| IAO              | Índice de Atividade de Oviposição                                         |
| IPP              | Isopentinil difosfato                                                     |
| LCL-UCL          | Concentrações mínimas e máximas estimadas pelo software estatístico       |
| MEV              | Ácido mevalônico                                                          |
| <i>m/z</i>       | Relação massa carga                                                       |
| OCDE             | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico                 |
| OE               | Óleo essencial                                                            |
| OMS              | Organização Mundial de Saúde                                              |
| OPAS             | Organização Pan-Americana da Saúde                                        |
| PA               | Para análise                                                              |
| PPM              | Partes por milhão                                                         |
| TWEEN®80         | Monooleato de Sorbitan Etoxilado 20                                       |
| UFPE             | Universidade Federal de Pernambuco                                        |

## SUMÁRIO

|              |                                                                                                                                  |            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                                                                                | <b>18</b>  |
| <b>2</b>     | <b>OBJETIVOS</b>                                                                                                                 | <b>20</b>  |
| 2.1          | OBJETIVO GERAL                                                                                                                   | 20         |
| 2.2          | OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                            | 20         |
| <b>3</b>     | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                                                                                     | <b>21</b>  |
| 3.1          | <i>Aedes aegypti</i>                                                                                                             | 21         |
| 3.2          | ASPECTOS GERAIS SOBRE <i>Aedes aegypti</i>                                                                                       | 26         |
| 3.3          | CONTROLE DO VETOR                                                                                                                | 32         |
| 3.4          | METABÓLITOS SECUNDÁRIOS: ÓLEOS ESSENCIAIS E TERPENOS                                                                             | 36         |
| 3.5          | EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS                                                                                    | 43         |
| 3.6          | CONSIDERAÇÕES SOBRE ALGUMAS ESPÉCIES VEGETAIS                                                                                    | 47         |
| <b>3.6.1</b> | <i>Abies sibirica</i> (Pinheiro-Siberiano)                                                                                       | <b>47</b>  |
| <b>3.6.2</b> | <i>Juniperus communis</i> (Zimbro)                                                                                               | <b>48</b>  |
| <b>3.6.3</b> | <i>Pogostemon cablin</i> (Patchuli)                                                                                              | <b>49</b>  |
| <b>4</b>     | <b>METODOLOGIA</b>                                                                                                               | <b>51</b>  |
| 4.1          | ÓLEOS ESSENCIAIS E MICROFORMULAÇÕES                                                                                              | 51         |
| 4.2          | CARACTERIZAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS                                                                                              | 51         |
| 4.3          | CRIAÇÃO DA COLÔNIA DE <i>Ae. aegypti</i>                                                                                         | 53         |
| 4.4          | BIOENSAIOS LARVICIDAS                                                                                                            | 54         |
| 4.5          | BIOENSAIO DE OVIPOSIÇÃO                                                                                                          | 55         |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                                                                                    | <b>60</b>  |
| 5.1          | IDENTIFICAÇÃO QUÍMICA                                                                                                            | 60         |
| 5.2          | ATIVIDADE LARVICIDA                                                                                                              | 72         |
| 5.3          | ATIVIDADE DE OVIPOSIÇÃO                                                                                                          | 77         |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÃO</b>                                                                                                                 | <b>81</b>  |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                                                               | <b>82</b>  |
|              | <b>APÊNDICE A- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO LARVICIDA DO ÓLEO DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO)</b> | <b>111</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APÊNDICE B- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA DO ÓLEO DE <i>juniperus communis</i><br>(ZIMBRO)                                                                                                                       | 113 |
| APÊNDICE C DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA DO ÓLEO DE <i>Pogostemon cablin</i><br>(Patchuli)                                                                                                                       | 115 |
| APÊNDICE D- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA PARA A FORMULAÇÃO 1-1-1 DOS<br>ÓLEOS DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO), <i>juniperus</i><br><i>communis</i> (ZIMBRO) E <i>pogostemon cablin</i> (PATCHULI) | 117 |
| APÊNDICE E- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS<br>ÓLEOS DE <i>JUNIPERUS COMMUNIS</i> (ZIMBRO) E<br><i>POGOSTEMON CABLIN</i> (PATCHULI)                                                      | 119 |
| APÊNDICE F- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS<br>ÓLEOS DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO) E <i>pogostemon</i><br><i>cablin</i> (PATCHULI)                                       | 121 |
| APÊNDICE G- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS<br>ÓLEOS DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO) E <i>juniperus</i><br><i>communis</i> (ZIMBRO)                                        | 123 |
| APÊNDICE H- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO LARVICIDA PARA O CONTROLE POSITIVO<br>THEMEFÓS                                                                                                                                   | 125 |
| APÊNDICE I- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO DO ÓLEO DE <i>pogostemon cablin</i><br>(PATCHULI) A 36PPM                                                                                                          | 128 |
| APÊNDICE J- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO DO ÓLEO DE <i>juniperus communis</i><br>(ZIMBRO) A 92PPM                                                                                                           | 131 |
| APÊNDICE K- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS<br>NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO DO ÓLEO DE <i>abies sibirica</i>                                                                                                                                   |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>(PINHEIRO-SIBERIANO)</b>                                                                                                                                                                                                                      | <b>134</b> |
| <b>APÊNDICE L- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A FORMULAÇÃO 1-1-1 DOS ÓLEOS DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO), <i>juniperus communis</i> (ZIMBRO) E <i>pogostemon cablin</i> (PATCHULI) A 67PPM</b> | <b>137</b> |
| <b>APÊNDICE M- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS ÓLEOS DE <i>juniperus communis</i> (ZIMBRO) E <i>pogostemon cablin</i> (PATCHULI) A 40PPM</b>                                               | <b>140</b> |
| <b>APÊNDICE N- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS ÓLEOS DE <i>juniperus communis</i> (ZIMBRO) E <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO) A 100PPM</b>                                       | <b>143</b> |
| <b>APÊNDICE O- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A FORMULAÇÃO 1-1 DOS ÓLEOS DE <i>abies sibirica</i> (PINHEIRO-SIBERIANO) E <i>pogostemon cablin</i> (PATCHULI) A 50PPM</b>                                       | <b>146</b> |
| <b>APÊNDICE P- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A SOLUÇÃO DO COMPOSTO ISOLADO BORNEOL A PPM</b>                                                                                                                  | <b>149</b> |
| <b>APÊNDICE Q- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA O TESTE DO BRANCO TWEEN 80 EM ÁGUA DESTILADA VS TWEEN 80 EM ÁGUA DESTILADA</b>                                                                                   | <b>152</b> |
| <b>APÊNDICE R- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A SOLUÇÃO DO COMPOSTO ISOLADO CAMPHENE A 19PPM</b>                                                                                                               | <b>155</b> |
| <b>APÊNDICE S- DADOS BRUTOS E ESTATÍSTICOS OBTIDOS NO ENSAIO DE OVIPOSIÇÃO PARA A SOLUÇÃO DO COMPOSTO ISOLADO ACETATO DE BORNEOL A 25PPM</b>                                                                                                     | <b>158</b> |
| <b>APÊNDICE T- TABELA 7 - IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS <i>abies sibirica</i>, <i>pogostemon cablin</i> e <i>juniperus communis</i></b>                                                                          | <b>161</b> |

**APÊNDICE U- PUBLICAÇÃO DE RESUMOS SIMPLIFICADOS  
ESTILO NOTA DE IMPRENSA EM TRABALHOS DE TESE E  
DISSERTAÇÃO**

**165**

**APÊNDICE V- DEPÓSITO DO PEDIDO DE PATENTE DE  
INVENÇÃO INTITULADO "MICROEMULSÕES DE  
COMPOSTOS TERPÊNICOS À BASE DE ÓLEOS ESSENCIAIS  
DE FOLHAS DE PLANTAS COMO AGENTE LARVICIDA E DE  
OVIPOSIÇÃO FRENTE ÀS LARVAS E AOS MOSQUITOS DE  
*AEDES AEGYPTI*". (NÚMERO DO PEDIDO - INPI- BR 10 2023  
024878 0)**

**166**

## 1 INTRODUÇÃO

*Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) é o vetor responsável pela transmissão de arboviroses causadoras de várias doenças como Chikungunya, Dengue, Zika vírus e Febre amarela as quais atingem milhões de pessoas ao redor do mundo. Essas doenças geram prejuízos bilionários à economia local, além de acarretarem graves consequências, como, por exemplo, danos permanentes na formação cerebral dos recém-nascidos e microcefalia causada pelo Zika vírus (Leta *et al*, 2018). Esse mosquito se adaptou bem aos centros urbanos principalmente em países de clima quente e úmido onde as condições sanitárias são precárias e com grandes aglomerados populacionais, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um dos principais problemas de saúde pública no mundo (Messina *et al*, 2019). Estima-se, conforme a OMS que 100 a 400 milhões de infecções por essas arboviroses aconteçam por ano e que uma morte ocorra a cada 12 minutos, ameaçando 4,2 bilhões de pessoas em 128 países sendo a dengue presente de forma endêmica em mais de 100 países (WHO, 2023). Só no Continente Americano, nos cinco primeiros meses do ano de 2020, durante a pandemia do SARS-CoV-2, houve a notificação de mais de 1,6 milhão de casos segundo a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS, 2020). Sendo o Brasil líder em número de casos de dengue registrados no mundo, com 2,9 milhões de ocorrências em 2023, segundo a OMS, o que equivale a mais da metade dos 5 milhões registrados mundialmente neste mesmo ano. Em relação a essa arbovirose, nas Américas, o Brasil concentra 83% dos casos notificados de dengue (OMS, 2023).

Apesar de vultosos investimentos em programas de combate ao vetor, surtos epidêmicos de arboviroses são recorrentes. Uma vez que o número de mosquitos imunes aos inseticidas convencionais tende a aumentar devido aos mecanismos de resistência dos insetos entre os quais podem ser o aumento do metabolismo, a redução na sensibilidade do sítio de ação e o decrescimento na penetração cuticular do produto químico o que ocasionam ao longo de gerações de seleções natural e artificial a mudança na composição genética da população de mosquitos (Guedes, *et al*, 2020; Kasai *et al*, 2022). Entretanto vacinas são a estratégia mais utilizada pela humanidade no combate aos vírus, porém, mesmo com o uso de vacinas disponíveis comercialmente para combater essas arboviroses e diminuir o número de casos graves da doença, elas ainda estão incipientemente sendo incorporadas aos programas nacionais de imunização e não devem ser as únicas opções de vigilância epidemiológica no combate ao vetor dessas arboviroses. O emprego de diversas estratégias na vigilância epidemiológica ao combate deste vetor, portanto, torna-se imprescindível. Assim, há um

interesse do uso de compostos químicos de origem natural os quais combatam qualquer fase do ciclo de vida desse vetor a fim de reduzir os crescentes números de infecções (Smith; Kasai; Scott, 2016; Aljameeli, 2023).

Nesse aspecto a utilização de óleos essenciais extraídos de plantas tem conquistado relevância por possuírem diversas propriedades diante de insetos. Como, por exemplo, aproximar, afastar, dificultar o desenvolvimento e até mesmo matá-los, sendo os terpenos os principais constituintes químicos responsáveis pela ação inseticida (Silvério *et al*, 2020). Esses óleos têm diversas aplicações tais como em indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas. Por possuírem uma menor toxicidade perante os seres humanos e outros animais não alvos, não serem bioacumulativos, de simples aquisição, manipulação e apresentarem uma gama de atividades biológicas economicamente viáveis (Noriega, 2021; Marques *et al*, 2021).

Dessa forma, os óleos essenciais por serem renováveis facilmente extraídos das plantas e apresentarem diversas propriedades bioativas vêm ganhando cada vez mais espaço como uma excelente opção, ao invés de compostos sintéticos, para o desenvolvimento de formulações bioativas (Bolouri *et al*, 2022). Essas formulações constituídas pela mistura de inúmeras possíveis combinações de óleos ou de seus principais compostos majoritários possibilitam uma atuação simultânea de múltiplos mecanismos de ação inseticida e por isso oferecerem menos probabilidade de desenvolvimento de resistência cruzada no controle de vetores e pragas além de apresentar menor toxicidade do que o uso de apenas um composto principal isoladamente (Sarma *et al*, 2019; Luz *et al*, 2020; Alavez-rosas; Socorro-benitez; Cruz-esteban, 2022).

Entre as diversas famílias que possuem compostos químicos com potencial inseticida destacam-se as famílias das Pinaceae, Cupressaceae e Lamiaceae e seus respectivos representantes como as espécies *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli), que apesar de terem diversas aplicações tais como atividade antifúngica (Noreikaitė *et al*, 2017), atividade cicatrizante (Nikolic *et al*, 2023); atividades antioxidantes (Raina *et al*, 2019), antivirais (Bajac *et al*, 2023), antibacterianas (Dumitrescu *et al*, 2022) e até mesmo na conservação de gêneros alimentícios (Galovičová; *et al*, 2022), foram pouco exploradas quanto a sua ação diante de *Ae. aegypti*. Dessa forma, tem-se o objetivo de elucidar a composição química dos constituintes dos óleos essenciais dessas plantas, seus compostos isolados e formulações a fim de avaliar as atividades larvicida e de oviposição diante desse vetor.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as microformulações de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de *Abies sibirica*, *Juniperus communis* e *Pogostemon cablin* como agente larvicida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Aedes aegypti*

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

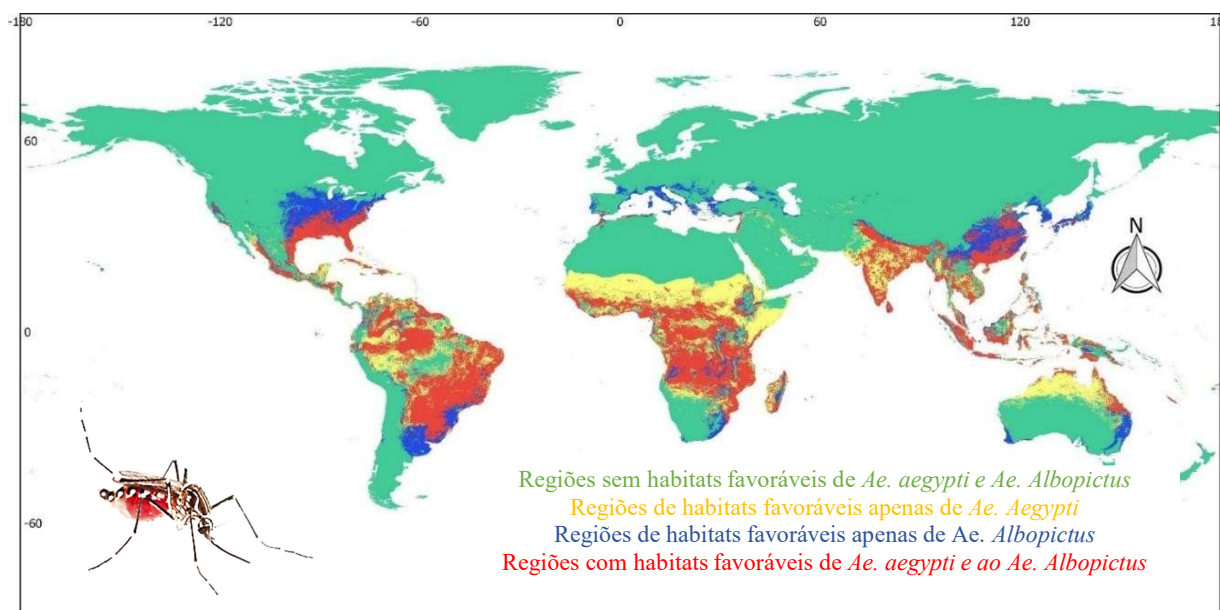
- ❖ Elucidar a composição química dos óleos essenciais das folhas de *A. sibirica*, dos frutos de *J. communis* e das raízes pela técnica de Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-EM);
- ❖ Quantificar a composição química dos óleos essenciais pela técnica de Cromatografia Gasosa usando um detector tipo ionização em chama (DIC);
- ❖ Determinar a atividade larvicida dos óleos essenciais obtidos frente às larvas em estágio L4 do mosquito *Ae. aegypti*;
- ❖ Determinar a atividade de oviposição dos óleos essenciais diante das fêmeas do mosquito *Ae. aegypti*;
- ❖ Determinar a atividade deterrente de oviposição dos componentes dos óleos essenciais que provocaram respostas frente às antenas das fêmeas do mosquito *Ae. aegypti*;
- ❖ Elaborar microformulações eficazes a partir dos óleos essenciais de plantas com propriedades larvicidas e de deterência de oviposição contra *Ae. aegypti*

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 *Aedes aegypti*

*Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) é um vetor urbano de diversas arboviroses, tais como os vírus da dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela as quais atingem aproximadamente metade da população mundial conforme a organização mundial de saúde (OMS, 2022) provocando milhões de mortes e perdas econômicas significativas (Lwande *et al*, 2019). Esse mosquito, de hábitos diurnos e domiciliares, originário do continente africano, habituou-se bem a climas tropicais, subtropicais e aos grandes centros urbanos onde há principalmente precariedade de saneamento básico, de coleta de resíduos sólidos e um grande fluxo de pessoas convivendo em regiões muito próximas ao vetor (figura 1) (Facchinelli *et al*, 2023). Dessa forma, *Ae. aegypti* encontrou condições propícias que justifiquem o fato deste vetor está entre as maiores preocupações de saúde pública em vários países (Wilke *et al*, 2019; Zara *et al*, 2016). Mesmo com uma disponibilidade de vacinas para duas dessas arboviroses e o desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisas para a fabricação de vacinas contra as outras, ainda será necessário um longo tempo para o surgimento de vacinas eficazes e seguras a ser empregada numa escala global e distribuída a toda população (Principi & Esposito, 2024).

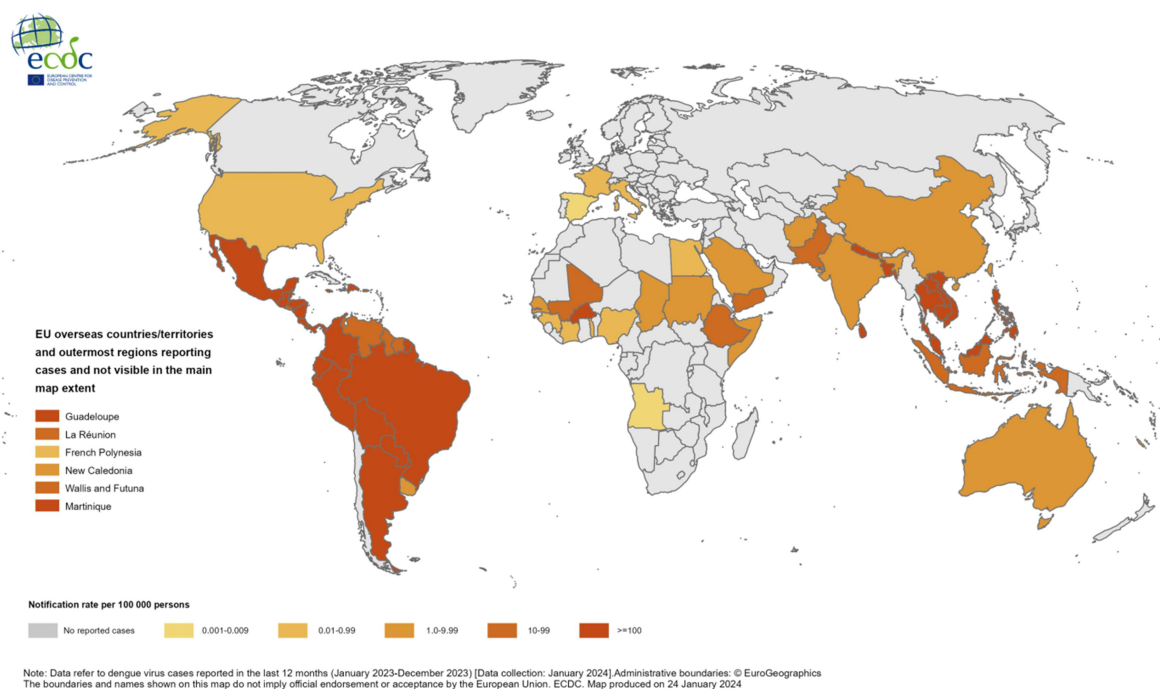
Figura 1- Distribuição geográfica do mosquito *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no mundo



Fonte: Leta *et al*, 2018

Nas Américas, segundo a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS, 2022), meio milhão de indivíduos estão sujeitos a serem infectados pelo mosquito. Sendo registrado de 2010 a 2019, 16,2 milhões de casos nesta década. Além disso, a dengue hemorrágica, a forma mais severa da doença, atinge grande parte dos países asiáticos e latino-americanos ocasionando o óbito de muitas crianças nessas áreas. Ainda segundo a OPAS, no último mês do ano de 2022, houve a confirmação de 2.586.453 casos de dengue e 1.182 mortes decorrentes desses casos sendo o Brasil (2.182.229), Nicarágua (91.305), Peru (70.296), Colômbia (62.987) e México (56.301) os cinco países com os maiores registros. Isso equivale a um avanço de 35.360 novos casos e 13 novas mortes (Bezerra-Silva *et al*, 2016; Kraemer *et al*, 2015; Silvério; *et al*, 2020). Só em 2023, mais de seis milhões de casos de dengue e mais de 6 mil mortes relacionados à dengue foram notificados em 92 países (figura 2).

Figura 2 - Distribuição geográfica dos casos de dengue notificados em todo o mundo entre os meses de janeiro a dezembro de 2023



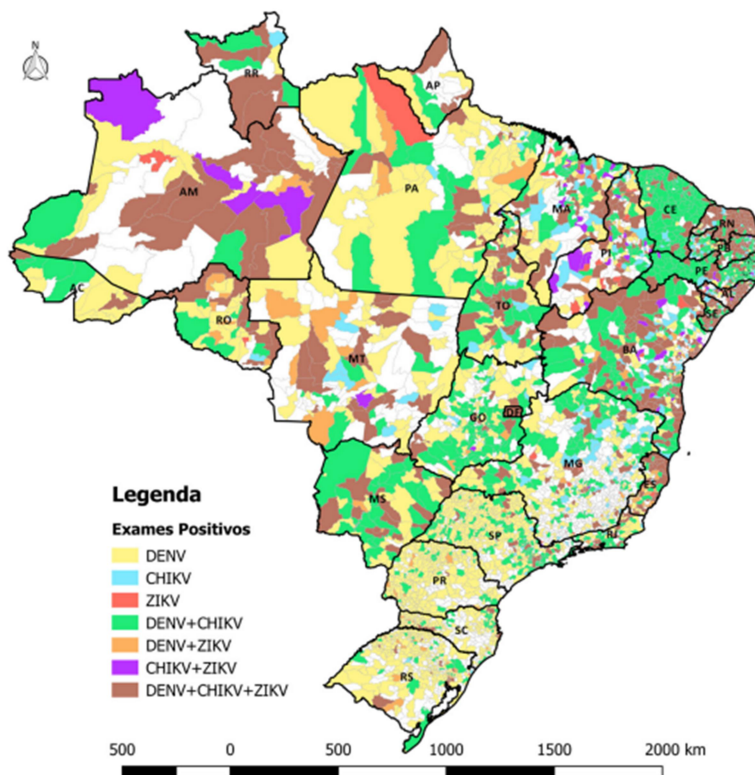
Fonte: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/images/dengue-january-december-2023.png>

No Brasil, figura 3, os problemas de saúde pública têm estado muito presentes nos últimos anos. A proliferação de várias doenças, como dengue, Zika vírus ou mesmo Chikungunya, está tomando proporções consideravelmente alarmantes. E alguns casos podem levar a complicações graves, como: malformações congênitas (microcefalia) em recém-nascidos cujas mães foram infectadas com zika durante a gravidez e danos neurológicos, incluindo a

síndrome de Guillain-Barré. Essas doenças levam todos os anos à morte de milhares de pessoas.

Segundo dados do boletim epidemiológico, referente ao período de 02/01/2022 a 26/11/2022, houve um aumento de 175,1% dos casos de dengue, 80,4% de Chikungunya e 47,1% Zica vírus no país quando comparados com o ano de 2021. (BRASIL, 2022). Dessa forma, os recorrentes surtos dessas arboviroses exigem cada vez mais investimentos e monitoramento frequente das áreas mais afetadas pelo mosquito a fim de eliminar/reduzir os prejuízos causados pelo vetor. Só em 2016, por exemplo, o Brasil investiu cerca de 2% dos recursos preditos para a saúde no país no combate ao mosquito. Isso equivale a 1,5 bilhão sendo deste 78,6 milhões destinados a compra de inseticidas e larvicidas. Os custos com despesas médicas provocadas pelas arboviroses são cerca de 374 milhões e uma redução da laboriosidade dos trabalhadores é estimada em magnitude de R\$ 2,3 bilhões. (Teich; Arinelli; Fahham, 2017) Estudos mais recentes da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg) divulgam que a dengue impacta a economia brasileira com perdas de até 20,3 bilhões o que equivale a 0,2% do Produto Interno Bruto (PIB). Essa arbovirose atinge cerca de 60% da força de trabalho economicamente ativa o que equivale a redução da produtividade laboral em até 7 bilhões no PIB brasileiro (Lucena, 2024).

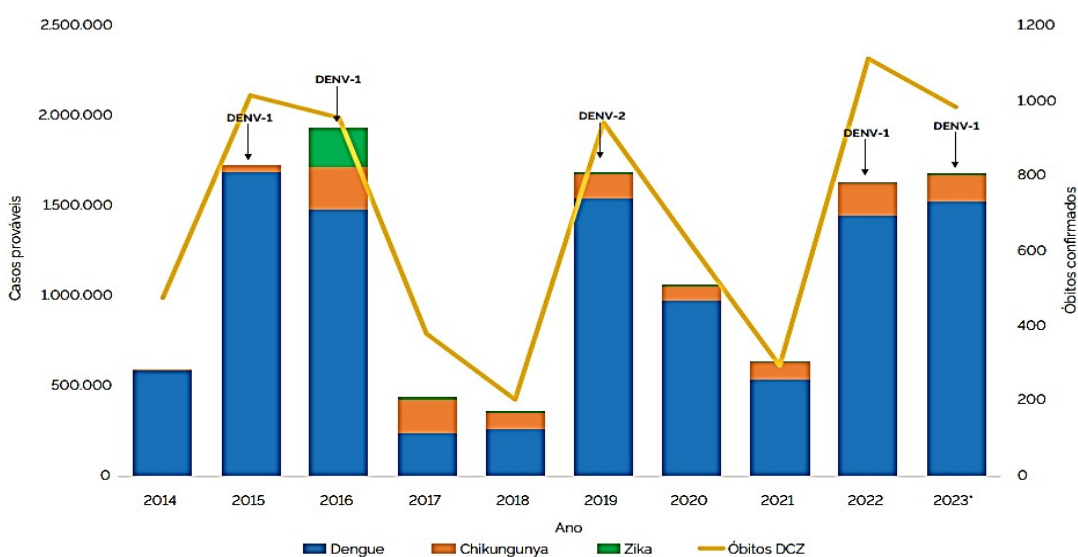
Figura 3 - Mapa do Brasil mostrando os casos confirmados de dengue, Chikungunya e Zica vírus no país



Fonte: BRASIL (2022)

Das arboviroses presentes no país a dengue é a que registra um maior número de casos de forma alarmante anualmente. Segundo o Boletim Epidemiológico da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde, semanas epidemiológicas 1 a 35 de 2023, figura 4, houve um aumento de 16,5% de casos confirmados de dengue em relação ao período anterior em 2022. Dessa forma, diante desse quadro, o governo brasileiro incorporou, em dezembro de 2023, ao Sistema único de Saúde (SUS) e ao plano nacional de imunização em 2024, a vacina contra a dengue vendida comercialmente pelo laboratório Qdenga e aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em março de 2023 e cuja eficácia é de 80,2% em duas doses. O imunizante começou a ser aplicado em fevereiro desse ano, porém mesmo ampliando as faixas etárias para vacinação ainda há limitação quanto à distribuição para atender toda a população. Uma vez que o fabricante tem restrições para fornecer uma maior quantidade de vacinas e os efeitos práticos só serão conhecidos ao longo do tempo. O que reforça ainda mais a necessidade dos cuidados para manter o vetor sob controle (BRASIL, 2023).

Figura 4- Número de casos de arboviroses registrados no Brasil no período de 2014 a 2023

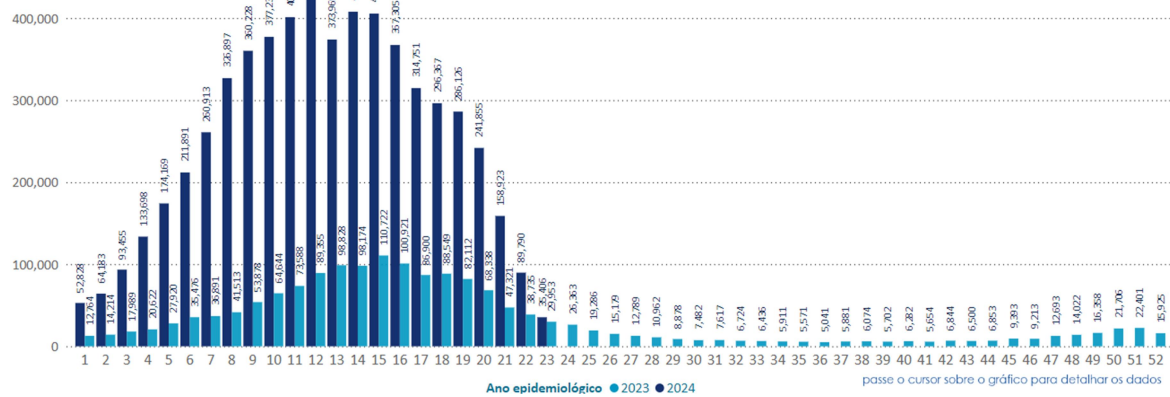


Fonte: Boletim Epidemiológico da Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Ministério da Saúde Volume 54 | N.º 13 | 22 nov. 2023

E mesmo adotando essas medidas, a escalada crescente da dengue no país continua a avançar conforme os registros mais recentes divulgados pelo ministério da saúde em especial para as semanas Epidemiológicas de 08 a 12 de 2024. Onde quando comparado ao mesmo período de 2023, (figura 5), nota-se para este ano já se tem um número muito maior de casos prováveis do que no ano passado. Dessa forma o monitoramento de arboviroses do ministério

da saúde indica que o Brasil já sofre a maior epidemia de dengue registrada no País com quase 6 milhões de casos prováveis e 4 mil mortes confirmadas. (BRASIL, 2024)

Figura 5 Número de casos prováveis de dengue por semana epidemiológica, Brasil, 2023 e 2024

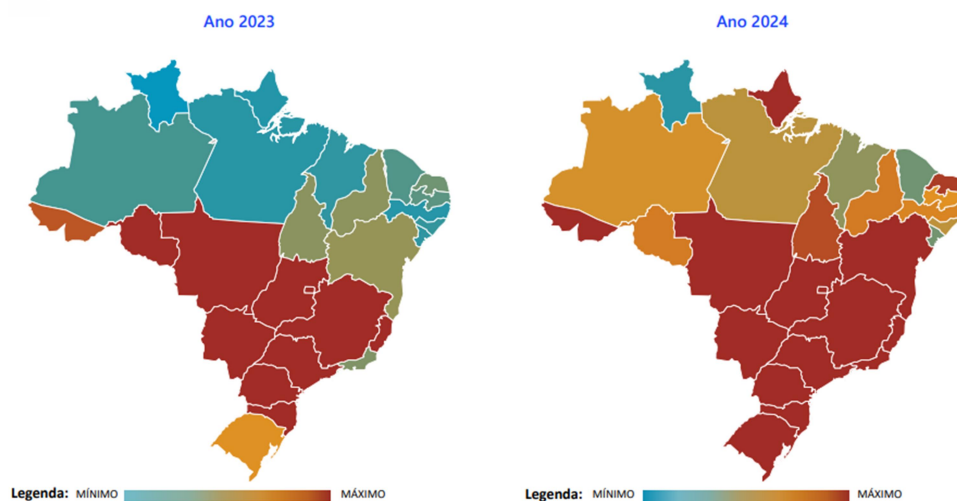


Fonte: Informe Semanal nº 15 – Centro de Operações de Emergências – SE 01 a 23, atualizado 13 /06/ 2024

<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>

Esses registros mais recentes demonstram que a epidemia de dengue se agravou em todos os Estados Brasileiros quando comparado ao registros no mesmo período do ano anterior, (figura 6) e principalmente nos estados da região Sul, Sudeste e Centro Oeste (BRASIL, 2024). Portanto, as mudanças climáticas como o aquecimento global, a urbanização desenfreada e não planejada e o acelerado crescimento populacional permitem a expansão de *Ae. aegypti* para novas regiões as quais nem sempre estão preparadas para conter os possíveis surtos de algumas dessas arboviroses evidenciando, assim, a crescente necessidade de monitoramento e atuação em várias frentes de combate ao vetor.

Figura 6 coeficiente de incidência de dengue das semanas epidemiológicas 01 a 20, por unidade federativa, Brasil, 2023 e 2024.



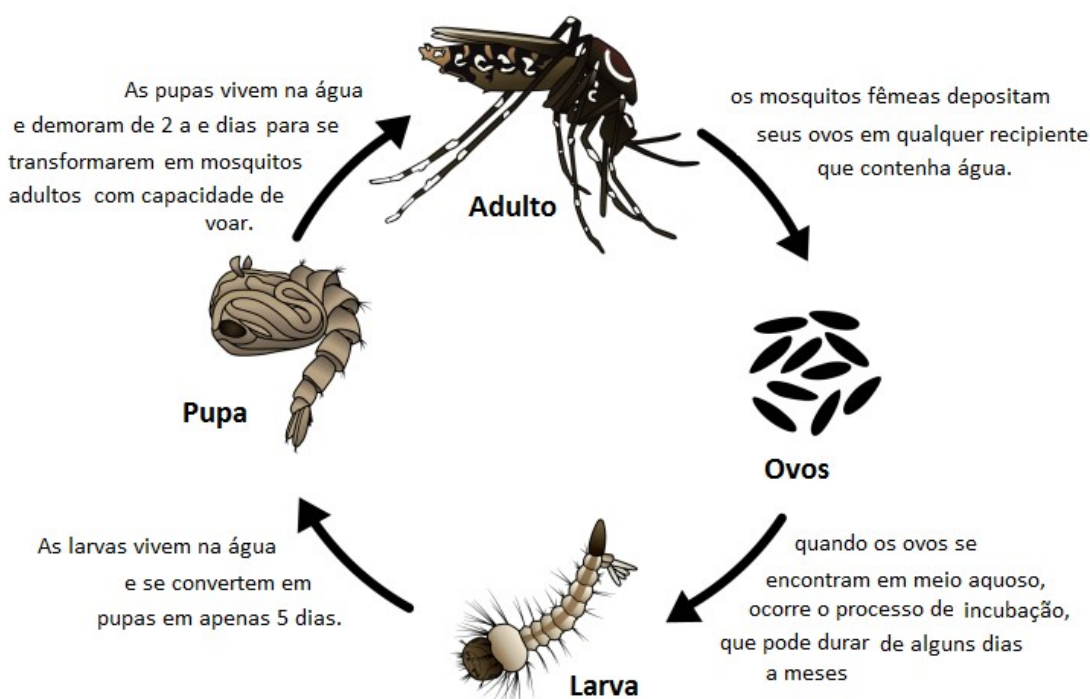
Fonte: Informe Semanal nº 15 – Centro de Operações de Emergências – SE 01 a 20, atualizado 21 /05/ 2024



### 3.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE *Aedes aegypti*

*Ae. aegypti* pertence à classe Insecta a qual representa cerca de 40% das espécies animais conhecidas. Esta classe é caracterizada por apresentar o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen, possui três pares de pernas, e dois pares de asas. A ordem Díptera, da qual faz parte as moscas, mosquitos, pernilongos, muriçocas entre outros possui uma particularidade, essas espécies são constituídas por um par de asas do tipo membranosas e o segundo par de asas modificadas em estruturas denominadas halteres. *Ae. aegypti* pertencente à família Culicidae apresenta o aparelho bucal do tipo picador-sugador, constituído por seis estiletos e esse conjunto de peças bucais é denominado de probóscide (Delaunay; Fauran; Marty, 2001). O ciclo de vida do *Ae. aegypti* ocorre em torno de 45 dias. São insetos com desenvolvimento holometábolo, ou seja, sofrem metamorfose completa com grandes modificações durante seu tempo de vida. Essa transformação acontece em quatro fases sendo três delas aquáticas (ovos, larvas e pupas) e uma fase adulta, alada, os mosquitos. (figura 7) (Fundação Nacional de Saúde, 2001).

Figura 7 - Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*

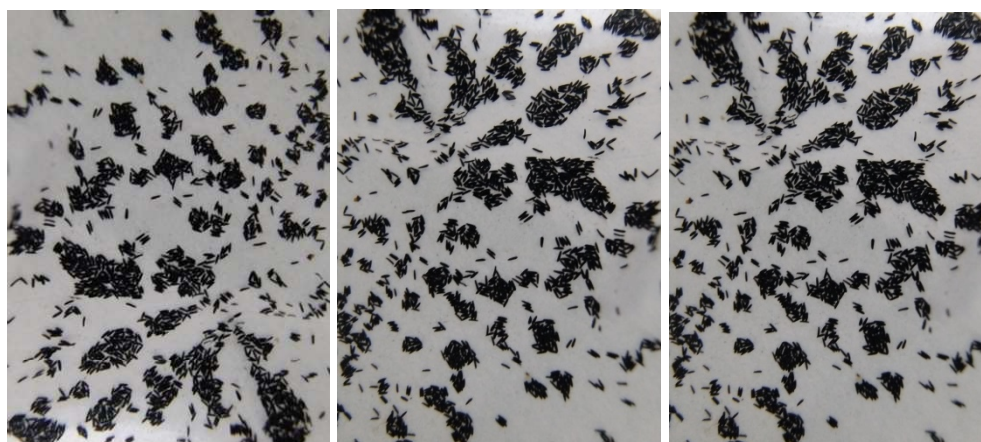


Fonte: [https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/imagensPortal/ciclo\\_de\\_vida\\_aedes\\_aegypti.png](https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/imagensPortal/ciclo_de_vida_aedes_aegypti.png)

A primeira etapa do ciclo de vida dá-se pela eclosão dos ovos (figura 8) assentados em criadouros por fêmeas grávidas. Estes possuem morfologia alongada e fusiforme e dimensões

de cerca de 1mm. São pálidos no momento da oviposição, tornando-se escuros após alguns minutos. Sua postura e seu tempo de eclosão dependem das condições favoráveis de temperatura, entre 20°C e 30°C, e a oferta de nutrientes nos sítios de oviposição (Soares-Pinheiro *et al*, 2016; Hinrichsen, 2021). Normalmente, sob condições propícias, podem eclodir em até 48h. Entretanto a depender dos fatores abióticos essa eclosão pode acontecer depois de até 450 dias da oviposição. Isso é um fator que dificulta a eliminação desse vetor nesta etapa do ciclo (Mundim-Pombo *et al*, 2021)

Figura 8: Ovos de *Aedes aegypti*



Fonte: O autor (2023).

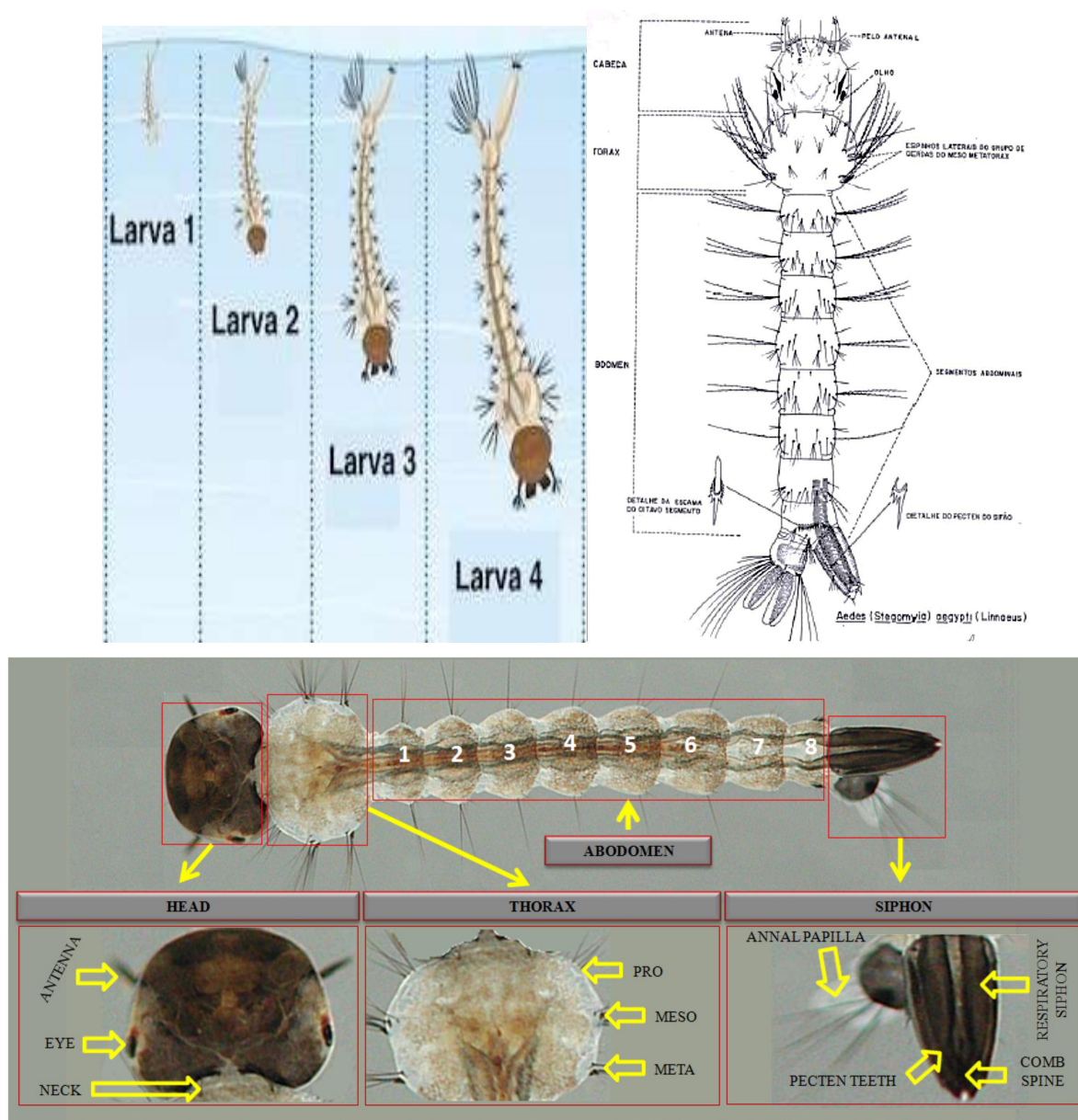
A escolha da área onde as fêmeas vão depositar os ovos é realizada não só pela oferta de fatores ambientais favoráveis, mas também da ausência de ameaças ao desenvolvimento na fase aquática. Para tal finalidade, as fêmeas utilizam estratégias para avaliar a segurança da postura dos ovos. Sendo o sistema de quimiorreceptores um recurso utilizado para o reconhecimento de compostos químicos voláteis os quais podem atrair ou repelir as fêmeas e interferir no comportamento de oviposição dos mosquitos (Yang *et al*, 2019).

Os ovos que encontram as condições apropriadas estão prontos para eclodir após um ou dois dias, depois da eclosão as larvas incipientes têm cerca de 1-2 mm de comprimento, com o passar do tempo elas sofrem três mudas para atingir o seu tamanho máximo, ou seja, 8 a 12 mm. (Delaunay; Fauran; Marty, 2001). Logo esta fase de desenvolvimento consiste em quatro ínstares distintos: L1, L2, L3 e L4 sendo completamente aquática onde ocorre a nutrição e desenvolvimento larval (figura 9). Quanto à sua morfologia distinguem-se três partes: cabeça, tórax e abdômen (figura 9). A cabeça é composta por um par de antenas e um par de mandíbulas que facilitam a ingestão de alimentos o que possibilita, nessa fase do



desenvolvimento, a avaliação de potenciais compostos químicos com ação larvívora. O tórax é mais largo que sua cabeça e são dotados de inúmeras cerdas que são encontradas ao longo do corpo das larvas com função sensorial e auxiliam na sua flutuação. As larvas respiram o ar atmosférico na superfície para sobreviver graças à presença de um sifão respiratório, tubo na extremidade do qual se abrem os espiráculos, presente no final do abdômen. (Fundação Nacional de Saúde, 2001).

Figura 9 - Íntares larvais de *Aedes aegypti* e sua morfologia



Fonte: Fundação Nacional da Saúde, FUNASA (2001); Rao, (2020)

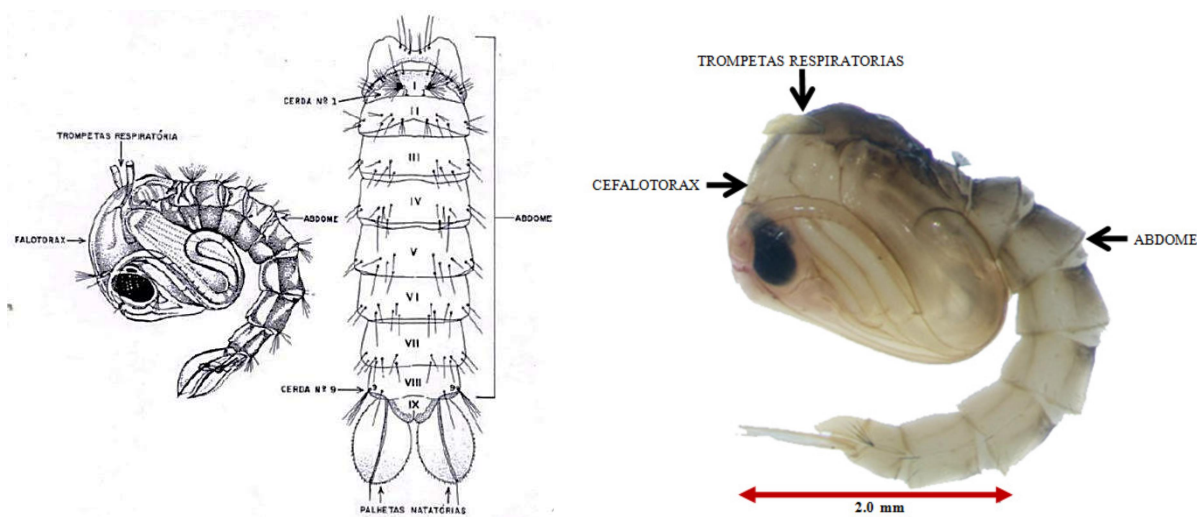
A fase seguinte da metamorfose é a pupa (figura 10). Ela ocorre em aproximadamente de 6 a 10 dias, dependendo da temperatura e da disponibilidade de alimentos na fase larval. Nessa

fase de latência, de preparação para a fase alada, mosquito, a pupa não se alimenta mais (Ratnayake *et al*, 2023). A pupa é móvel e permanece no ciclo de vida, em média, por dois a três dias. A pupa é formada por duas porções o cefalotórax (junção da cabeça e do tórax) e o abdômen o qual é composto por 8 segmentos, no cefalotórax abrem-se pequenos apêndices chamados trombetas respiratórias onde são encontrados os únicos espiráculos da pupa e permitindo a sua respiração na superfície da água (figura 10) (Fundação Nacional de Saúde, 2001).

Figura 10 - Pupa do *Aedes aegypti* e sua morfologia

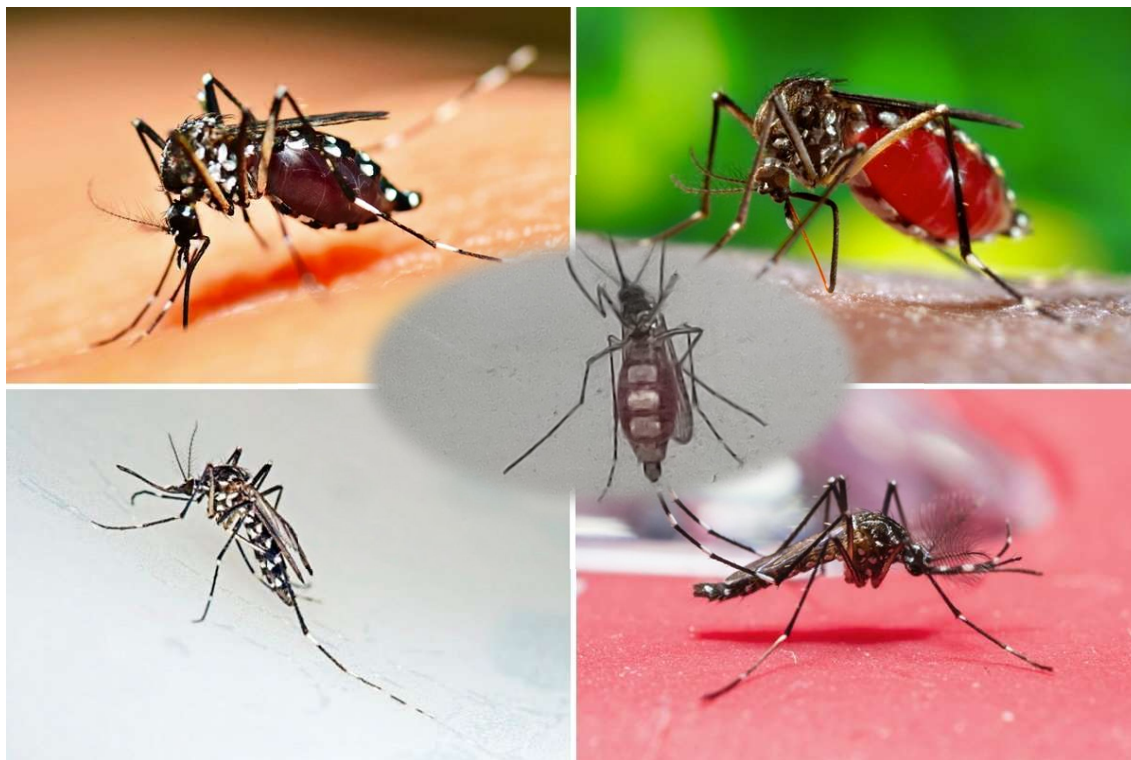


Fonte: O autor (2023).



Fonte: Fundação Nacional da Saúde, FUNASA (2001); Rao, (2020)

A fase alada de *Ae. aegypti*, sua fase adulta e reprodutiva, é tipicamente verificada pelo aspecto do mosquito o qual se apresenta preto com listras brancas no tronco, na cabeça e nas pernas (figura 11). Apesar de voar, a disseminação dessa espécie ocorre mais efetivamente pelo transporte passivo de ovos e larvas (Fundação Nacional de Saúde, 2001).

Figura 11 – *Aedes aegypti*

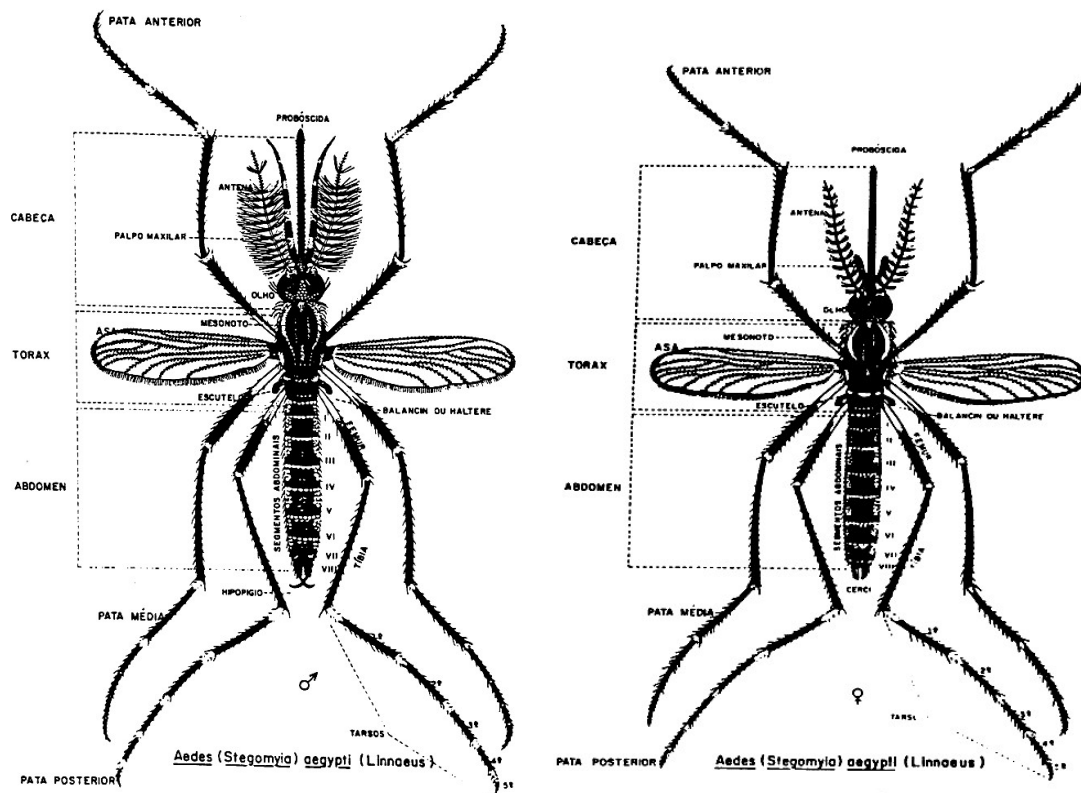
Fonte: <https://www.tuasaude.com/como-identificar-o-mosquito-da-dengue/>

Sua morfologia é composta por cabeça, tórax e abdômen (figura 12). Na cabeça situa-se os órgãos dos sentidos como olhos compostos, antenas e palpos. No tórax, encontram-se as pernas e asas usadas para a o deslocamento do mosquito. Enquanto no abdômen localizam-se o aparelho reprodutor, digestivo e excretor (OCDE, 2018; Delaunay; Fauran; Marty, 2001).

As diferenças morfológicas das antenas (figura 13) e hábitos comportamentais permitem a diferenciação dos mosquitos machos e fêmeas. Enquanto o mosquito macho é reconhecido por suas antenas plumosas, seu abdômen em forma de pinça que serve para abraçar a fêmea durante a cópula. A sua única função é assumir a fertilização das fêmeas, para isso necessitará de um aporte alimentar à base de néctar de flores e sumo de fruta. Os machos então “dançam” acima de um ponto estratégico ao entardecer, permitindo o acasalamento quando a fêmea entra no enxame. Geralmente, o acasalamento ocorre apenas uma vez na vida de um mosquito. O macho tem a função apenas reprodutora e por isso busca copular com o maior número de fêmeas possível, enquanto a fêmea retém o esperma permitindo-lhe fertilizar lotes sucessivos de ovos, sem ter que acasalar novamente (Delaunay; Fauran; Marty, 2001).

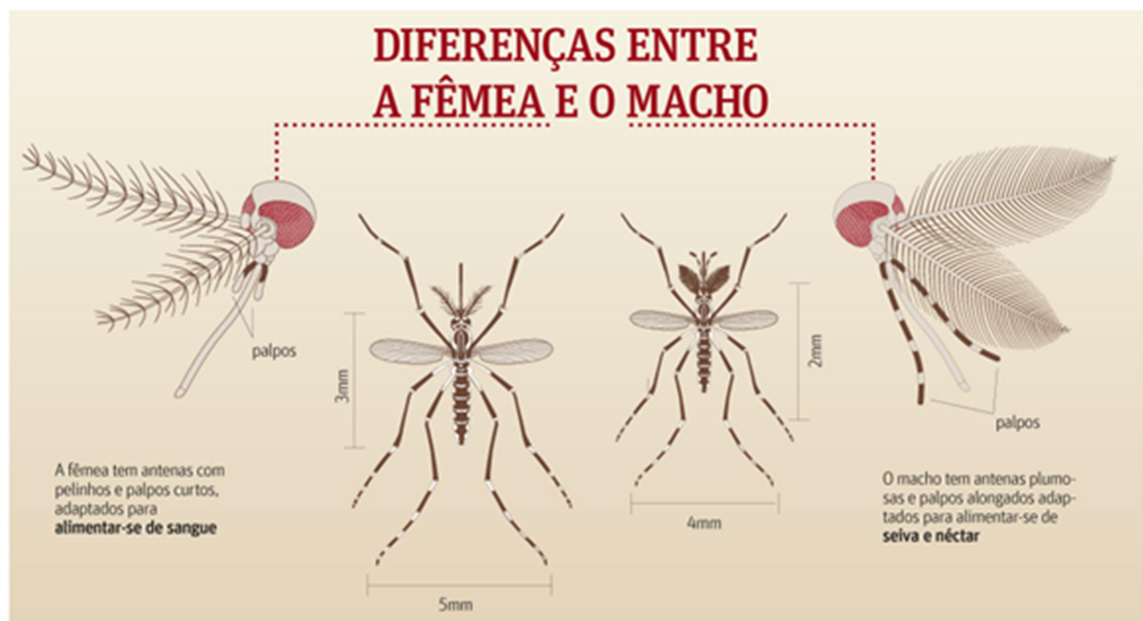


Figura 12 - Morfologia dos mosquitos de *Aedes aegypti*



Fonte: Fundação Nacional da Saúde, FUNASA (2001)

Figura 13 - Dimorfismo sexual de *Aedes aegypti*



Fonte: MARQUES, L. Dossiê do mosquito. Disponível em: <http://luizamarques2015.blogspot.com.br/2015/09/amplie-os-cuidados-contra-o-mosquito.html>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023.

Quanto à fêmea, reconhece-se pelo seu porte, ligeiramente maior que o do macho, mas também pelas suas antenas filiformes. Elas também fazem uso do néctar das plantas sempre que precisam de energia para garantir seu metabolismo. Mas elas rapidamente precisarão se alimentar de sangue de um vertebrado que fornecerá todos os nutrientes necessários para a maturação dos ovos. Na verdade, isso lhes permite a contribuição de proteínas essenciais. (Posidonio *et al*, 2021; Conway, Haslitt; Swarts 2023) Assim que chegarem perto o suficiente, seu senso de forma, cor e calor serão usados para pousar na pele e procurar por vasos sanguíneos nos quais possam picar e bombear sangue. Após a alimentação com sangue, a fêmea permanecerá aproximadamente inativa por 2 ou 3 dias. Uma vez que os ovos tenham amadurecido, eles começam a procurar um local adequado para o bom desenvolvimento das larvas (Fundação Nacional de Saúde, 2001).

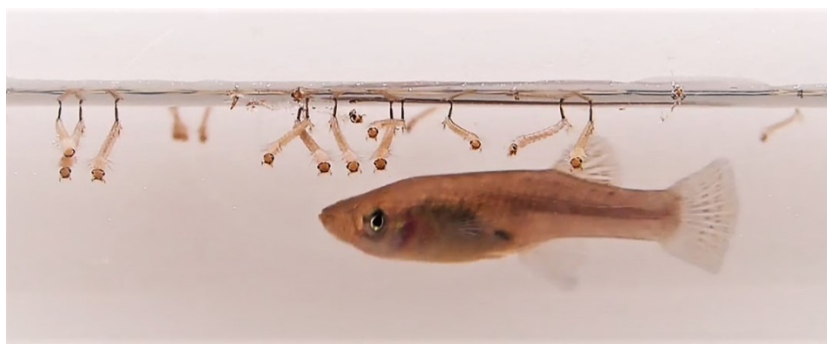
### 3.3 CONTROLE DO VETOR

O controle de *Ae. aegypti* é um amplo desafio principalmente para os grandes centros urbanos. A relativa facilidade para se encontrar sítios de oviposição naturais ou artificiais e a disponibilidade e predileção pela alimentação de sangue humano (hematofagia) está entre os fatores que proporcionam a proliferação de inúmeras doenças. Conjuntamente as mudanças climáticas, o fluxo global de pessoas e o crescimento urbano desorganizado possibilitaram a adaptação desse vetor a áreas tropicais, subtropicais e até mesmo temperadas (OPAS; 2019; Gómez *et al*, 2022).

O resultado disso é um relevante problema de saúde pública impulsionada pelos recorrentes aumentos de casos registrados e a incessante busca de novas e variadas estratégias de se eliminar o mosquito em uma das suas fases do ciclo de vida. Para tal finalidade, recorre-se simultaneamente a métodos mecânicos, biológicos e químicos de controle (Santana *et al*, 2015; Gomes *et al*, 2016). Os métodos mecânicos envolvem barreiras físicas as quais visam à destruição de possíveis recipientes que acumulem água e possam servir de potenciais criadouros para a reprodução e desenvolvimento de *Ae aegypti*, além do uso de telas que impeçam o contato direto entre o vetor e o homem. Outra estratégia de barreiras físicas é o método de controle e monitoramento mecânico comportamental (uso de ovitrampas) Estas consistem em armadilhas eficientes de fácil remoção de mosquitos do meio ambiente que permite a possibilidade da coleta de informações imediatas sobre as espécies presentes no ambiente, e obtenção de outras relacionadas a seu estado fisiológico, comportamento e infecção vetorial (Zara *et al*, 2016; Govindarajan *et al*, 2018).

Já o controle biológico consiste no uso de um predador, parasita ou patógeno para limitar o crescimento populacional do vetor matando-o, deixando-o infértil, comprometendo-o morfológicamente ou enfraquecendo-o. A capacidade de adaptação às condições climáticas, a faixa estreita de hospedeiros, a sincronização do ciclo biológico com o alvo, a capacidade efetiva de encontrar o alvo, são características de um bom agente de controle biológico, assim como velocidade de reação e capacidade de sobreviver na presença de uma baixa densidade do alvo. Como exemplos de predador têm-se diferentes espécies de peixes carnívoros (figura 14) usado para eliminar as formas aquáticas, larvas e pupas, de *Ae. aegypti*. Entretanto a introdução de peixes predadores com essa finalidade tem que ser cuidadosamente avaliada para não ocasionar um desequilíbrio ecológico no ecossistema que serão introduzidos (Rawal, 2019; Ranathunge; *et al*, 2021).

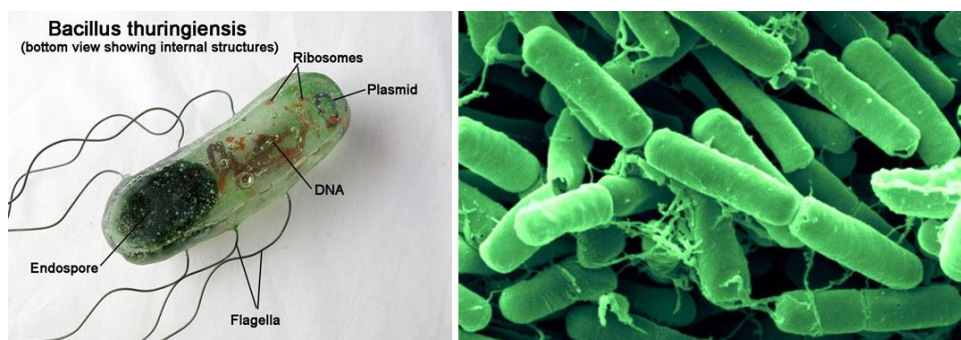
Figura 14- Uso de peixes predadores no controle da população de *Aedes aegypti*



Fonte: <https://soundingsmag.net/2021/06/21/national-mosquito-week-june-20-26/>

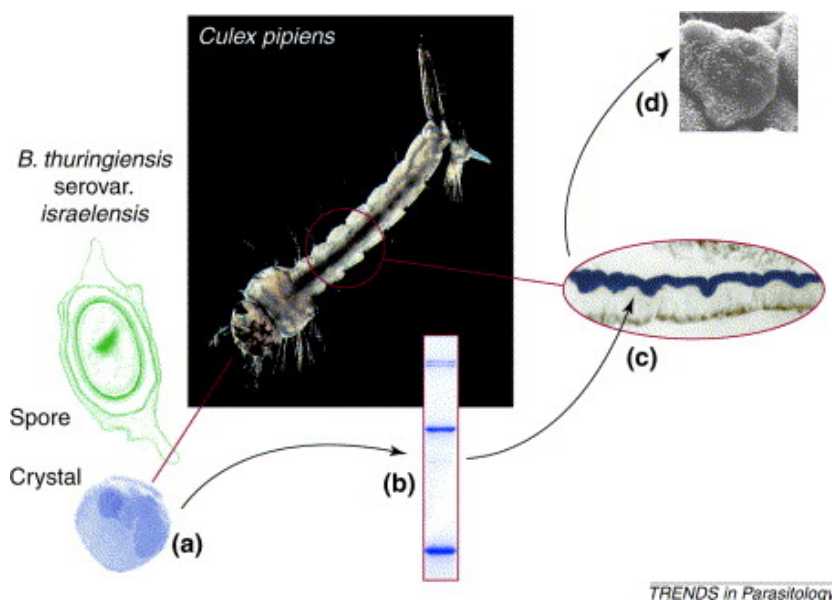
Outros microrganismos empregados no controle biológico são fungos, bactérias e vírus, que infectam o organismo alvo muitas vezes por ingestão. Entre a espécie bacteriana mais utilizada neste contexto encontra-se o *Bacillus thuringiensis subs israelensis* (*Bti*), figura 15, que sozinho possui pelo menos quatro subespécies possíveis para o controle de insetos. Distingue-se dos demais bacilos pela capacidade de sintetizar cristais, possuindo um poder fatalmente tóxico para certos insetos, figura 16 (Regis *et al*, 2001; Abeer, 2022; Valtierra-de-luis *et al*, 2020). Entretanto, mesmo essa técnica tendo uma mortalidade elevada, existem estudos que apresentam uma resistência do gênero *Aedes* (*Aedes rusticus*, *Aedes sticticus* e *Aedes vexans*) às toxinas isoladas (Cry4Aa, Cry4Ba, Cry11Aa e Cyt1Aa) do *Bti* (Tetreau *et al*, 2012; Wirth, 2013)

Figura 15 - *Bacillus thuringiensis subs israelensis* (Bti)



Fonte: <https://agrotendencia.tv/agropedia/glosario/bacillus-thuringiensis/>

Figura 16: Modo de ação das toxinas cristalinas de uma bactéria *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis*. As toxinas ativas se ligam a receptores específicos nas membranas das células do intestino médio causando danos significativos às células e matando as larvas



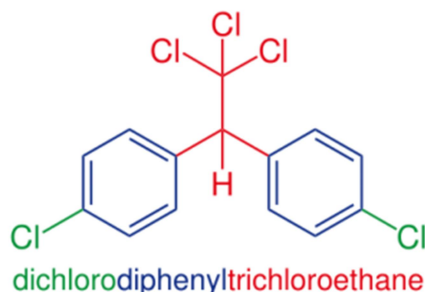
Fonte: Regis *et al*, 2001.

Porém a forma mais comumente utilizada para eliminar o mosquito é o controle químico. Entre os principais compostos químicos utilizados destacam-se os grupos dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. Seus modos de ação estão relacionados com a inibição da ação de certas enzimas como, por exemplo, a acetilcolina esterase (AChE), o canal de cloreto do GABA ou os canais de íons potássio/sódio, bem como as células respiratórias (Braga; Valle, 2007;. Aguiar *et al*, 2017)

O primeiro inseticida sintético utilizado, em 1939, no combate ao vetor foi o Diclorodifeniltricloroetano (DDT), figura 17, por ter baixo custo de produção e ação larvicida prolongada. Seu uso indiscriminado, porém, acarretou um desequilíbrio aos ecossistemas aquáticos e terrestres devido a sua toxicidade ser muito alta para organismos aquáticos e

moderadamente para anfíbios. Seus efeitos nocivos são tão graves que este inseticida foi banido em diversos países (Azeem *et al*, 2019; Ramos, 2020)

Figura 17 - Estrutura química do Diclorodifeniltricloroetano (DDT)



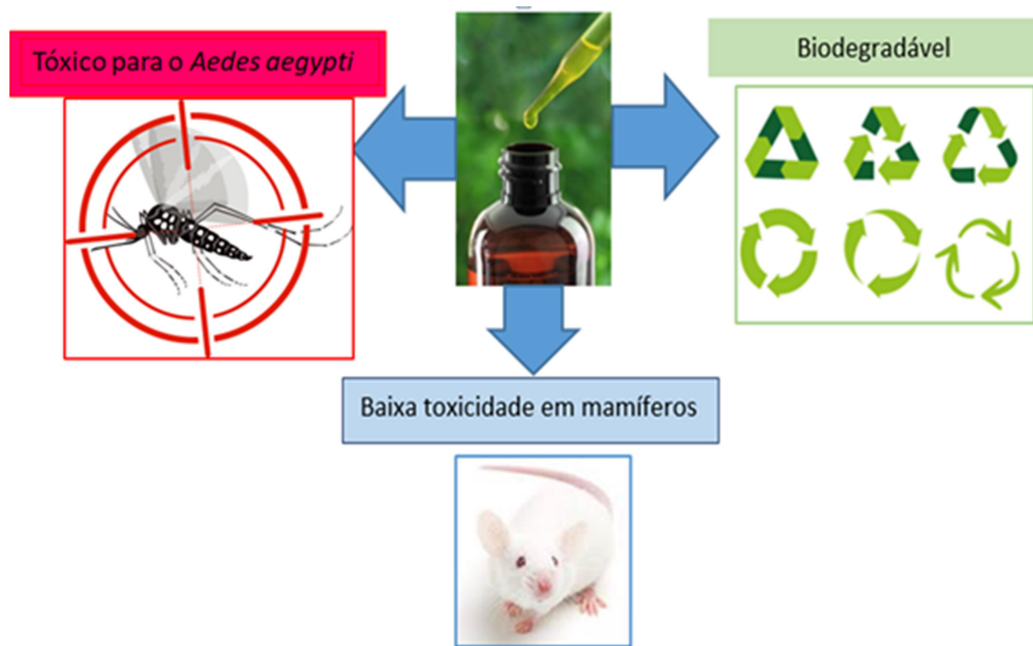
Fonte: <https://empowerias.com/blog/daily-articles/ddt-and-its-impact-on-environment-gs-3-empower-ias>

Semelhantemente outros larvicidas sintéticos foram surgindo e sendo incorporados aos programas nacionais de combate ao vetor. Entretanto esses compostos químicos, quando usados de forma excessiva, perdem a sua efetividade com o passar do tempo devido à seleção de indivíduos sobreviventes e não susceptíveis capazes de usarem mecanismos de alterações físicas e/ou químicas no local alvo e metabólicos que conferem resistências aos inseticidas utilizados no combate aos mosquitos tais como mudança da espessura da cutícula que impede a penetração do inseticida e do comportamento ou alterações enzimáticas devido às mutações ou rápida produção de enzimas específica capazes de anular a ação tóxica dos inseticidas (Yang *et al*, 2020; Jacobs *et al*, 2023). Nesse sentido diversas pesquisas vêm acendendo ainda mais o sinal de alerta quanto às doenças infecciosas ligadas a esse mosquito uma vez que linhagens resistentes de *Ae. aegypti* já estão dispersas em vários países. (Araújo, *et al*, 2019; Fagbohun *et al*, 2020; Kasai *et al*, 2022).

Diante de tais impactos, vários estudos vêm sendo desenvolvidos para buscar alternativas para controlar as populações desse mosquito e reduzir os riscos ambientais que esses compostos químicos podem acarretar. Nesse sentido, produtos naturais como os óleos essenciais derivados dos metabólitos secundários de plantas têm sido explorados como alternativa inseticida por serem extraídos de fontes renováveis, não possuírem alta toxicidade a animais não alvos, serem biodegradáveis e tóxicos a *Ae. aegypti* (figura 18) (Santos *et al*, 2017; Fierascu *et al*, 2019).



Figura 18 - Vantagens de se empregar óleos essenciais no controle populacional de *Aedes aegypti*



Fonte: O autor (2024)

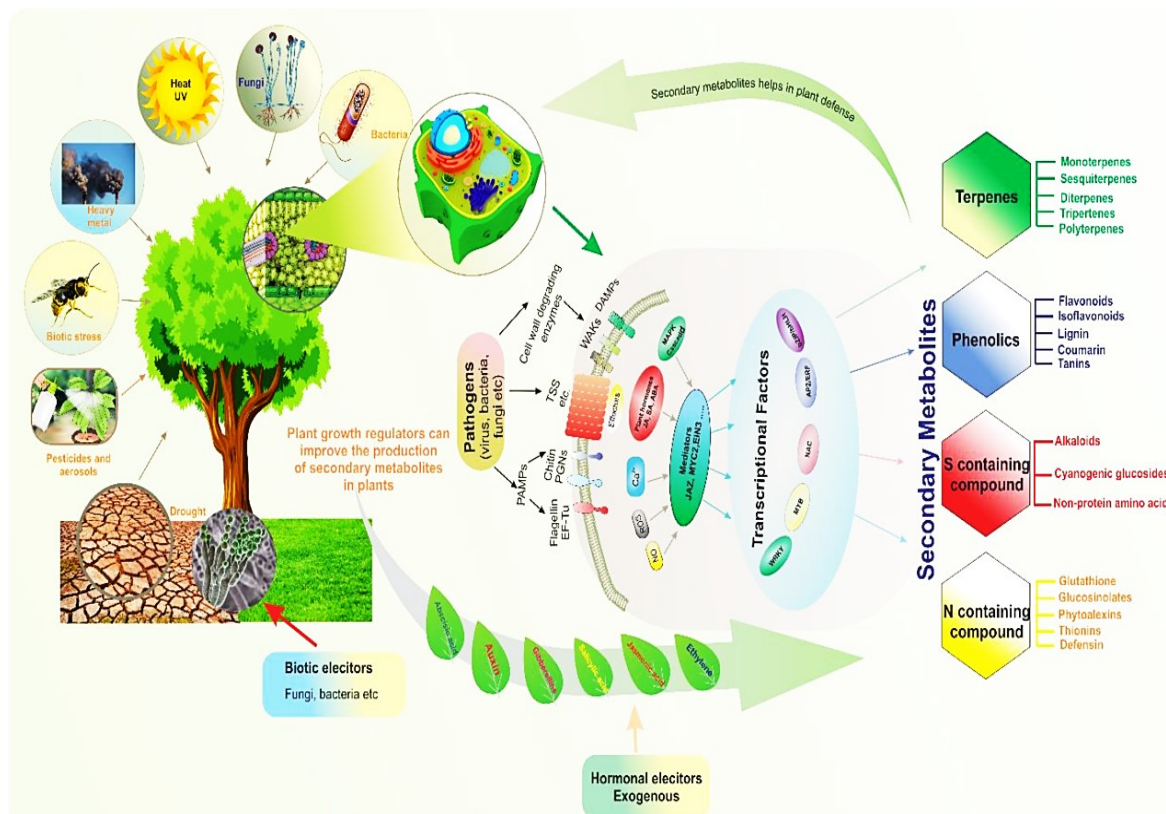
### 3.4 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS: ÓLEOS ESSENCIAIS E TERPENOS

Diversos estudos sobre o uso das plantas medicinais como fontes ricas de produtos farmacêuticos pioneiros e que apresentaram atividade contra o vírus da dengue e o vírus da Chikungunya vêm sendo desenvolvidos especialmente aqueles que revelaram a capacidade antiviral de vários fitonutrientes contra esses patógenos sendo os polissacarídeos, alcalóides, terpenóides, terpenos e flavonóides os principais compostos bioativos (Kamaraj *et al*, 2023). Dessa forma os produtos naturais derivados de plantas continuam a servir como uma fonte abundante e pouco explorada de diversidade química para o surgimento de novas abordagens para combater às arboviroses. Assim, a busca por compostos químicos e, se possível, de baixo custo deve continuar para o controle desse vetor (Ali *et al*, 2020). Nesse sentido, entender o metabolismo secundário das plantas, seus constituintes químicos e isolamentos dos majoritários torna-se necessário para a elucidação e descobertas de novas moléculas com atividades biológicas (Magalhães *et al*, 2022).

Os metabólitos secundários das plantas, figura 19, não tem a função principal de produzir moléculas que fazem parte da constituição celular desses organismos tais como, por exemplo, aminoácidos, nucleotídeos, açúcares, lipídeos, porém isso não significa que esses metabólitos sejam menos importantes. Entre as diversas finalidades dos metabólitos secundários, estão as funções de proteção das plantas a estresses bióticos (predadores, por exemplo) e abióticos

(condições climáticas desfavoráveis) além de serem comercialmente utilizados pelas indústrias biofarmacêutica, de corantes e aromas e a síntese de outras moléculas capazes de atrair insetos polinizadores e de fornecer algum sinal de comunicação entre plantas (Jan *et al*, 2022).

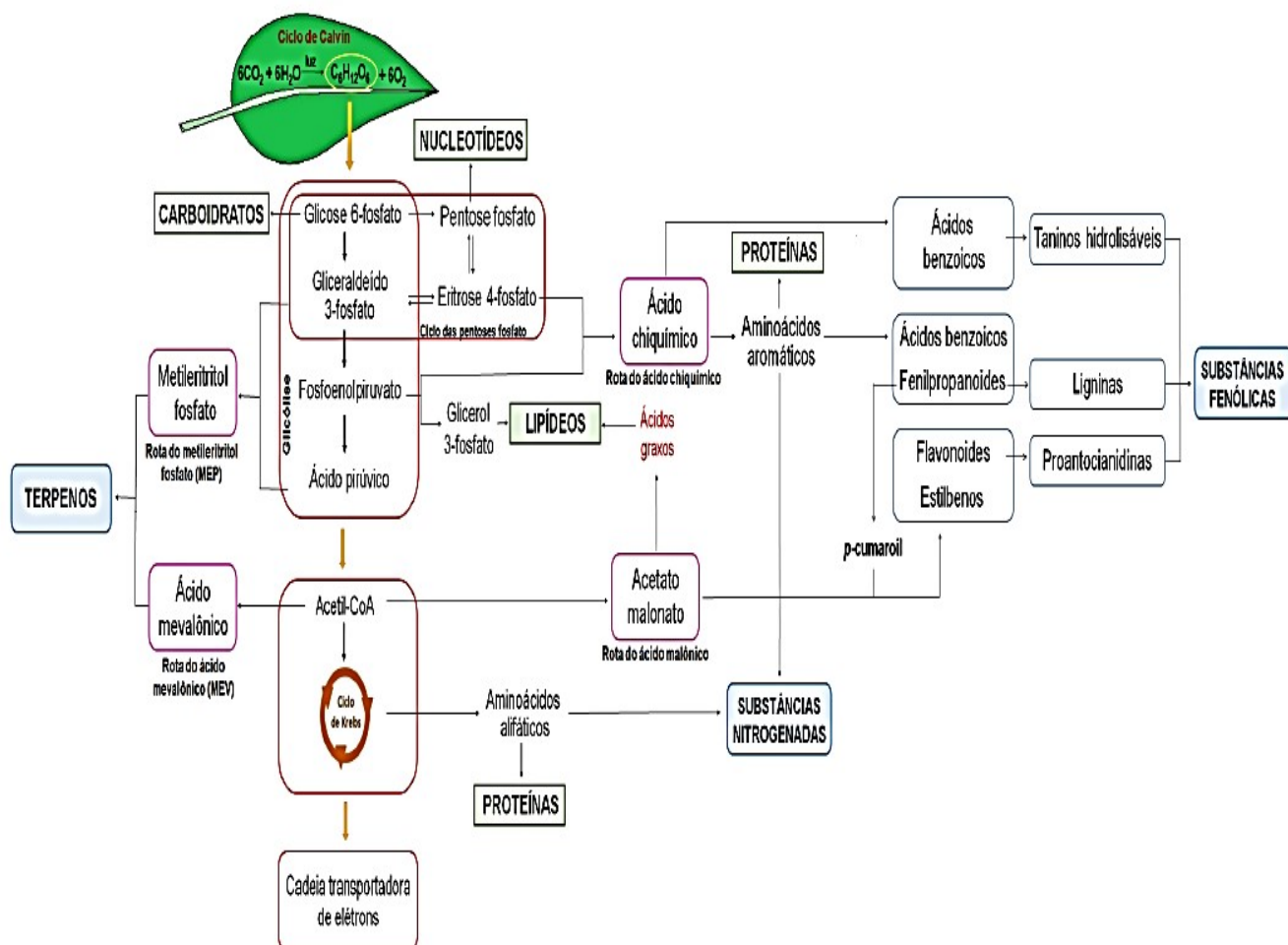
Figura 19 - Metabólitos primários e secundários das plantas



Fonte: Jan *et al*, 2022

Entre os metabólitos secundários das plantas, destacam-se os terpenos. Estes têm diversas aplicações exploradas pela sociedade desde muitos séculos como, por exemplo, em temperos, perfumes, remédios e cosméticos. Os terpenos são principais constituintes dos óleos essenciais das plantas e pertencem a uma gama de funções orgânicas como hidrocarbonetos, alcenos, cetonas e álcoois. Os terpenos são preferencialmente obtidos pelas rotas do ácido mevalônico (MEV) e do metileritritol fosfatos (MEP) provenientes dos subprodutos do metabolismo primário da planta, figura 20 (Felipe; Bicas, 2017).

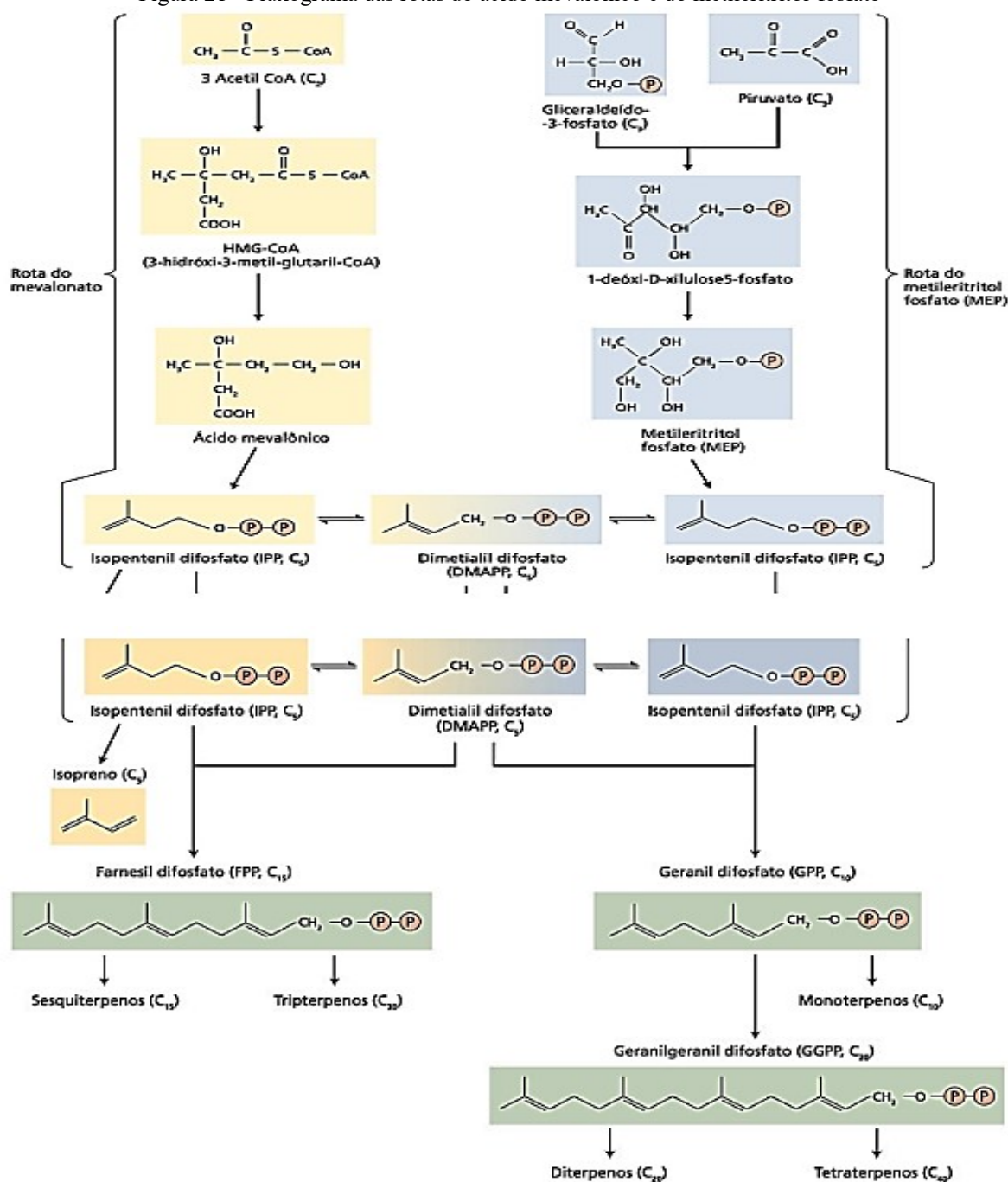
Figura 20 - Fluxograma das rotas Biosintética que ocorrem nos metabólitos primário e secundário



Fonte: Moreira (2015)

Em ambas as rotas do ácido mevalônico (MEV) e do metileritritol fosfato (MEP), figura 21, a partir da perda do grupo pirofosfato (O-P-P), é formado um carbocátion alílico estabilizado por ressonância o qual é atacado nucleofilicamente por uma molécula de isopentil difosfato (IPP) seguido de uma perda de um próton (Dewick, 2009). Logo após é formada uma estrutura de 10 carbonos correspondente ao difosfato de geranila (GPP), precursor dos monoterpenos. Seguindo o mesmo raciocínio, a reação com mais 5 unidades de carbono do IPP com o GPP leva a formação do difosfato de farnesila (FPP), precursor dos sesquiterpenos. E assim sucessivamente vai formando terpenos maiores (Bruice, 2010; Klein, 2016; Felipe; Bicas, 2017).

Figura 21 - Fluxograma das rotas do ácido mevalônico e do metileritritol-fosfato

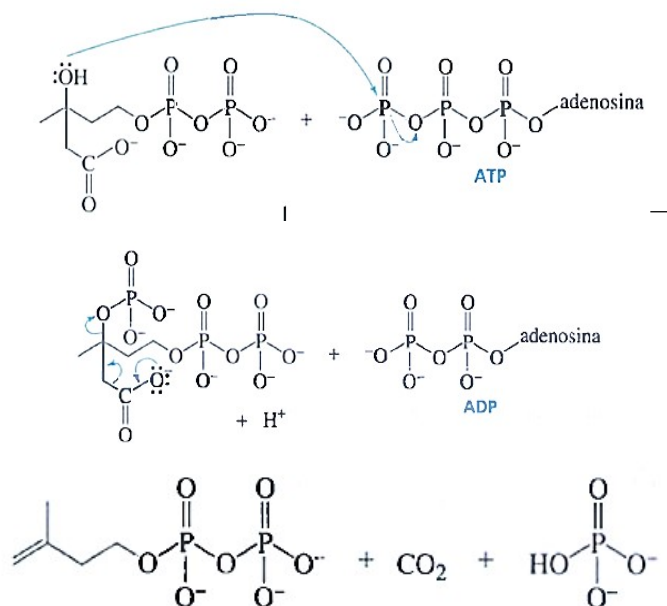


Fonte: Taiz e Zeiger, 2009

Dessa forma, destaca-se o pirofosfato de isopentenila que vem da rota sintética do ácido mevalônico um dos principais blocos construtores dos terpenos. Este deriva de uma reação do tipo SN2 onde o grupo hidroxila (nucleofilo) do pirofosfato de mevalonila ataca um dos grupos fosfatos da molécula do ATP (adenosina trifosfato) seguido da eliminação de uma base fraca como bom grupo de saída (o grupo pirofosfato). Depois há abstração de um próton

formando um dos blocos de construção dos terpenos que é o pirofosfato de isopentenila (figura 22).

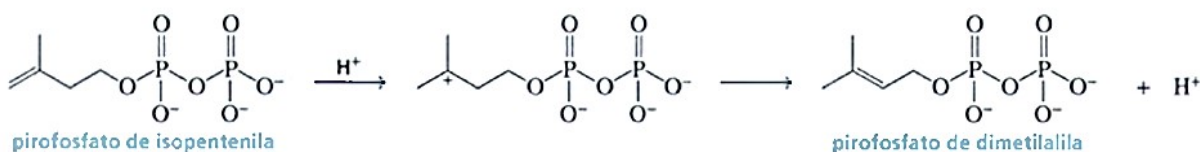
Figura 22: Biosíntese do pirofosfato de isopentenila a partir do pirofosfato de mevalonila



Fonte: Bruice, 2010; Klein, 2016

Outra molécula “construtora” dos terpenos é o pirofosfato de dimetilalila. Esta molécula deriva da isomerização enzimática do pirofosfato de isopentenila com a formação de um carbocation terciário e posterior formação da dupla ligação com a perda de um próton (figura 23)

Figura 23: Biosíntese do pirofosfato de dimetilalila

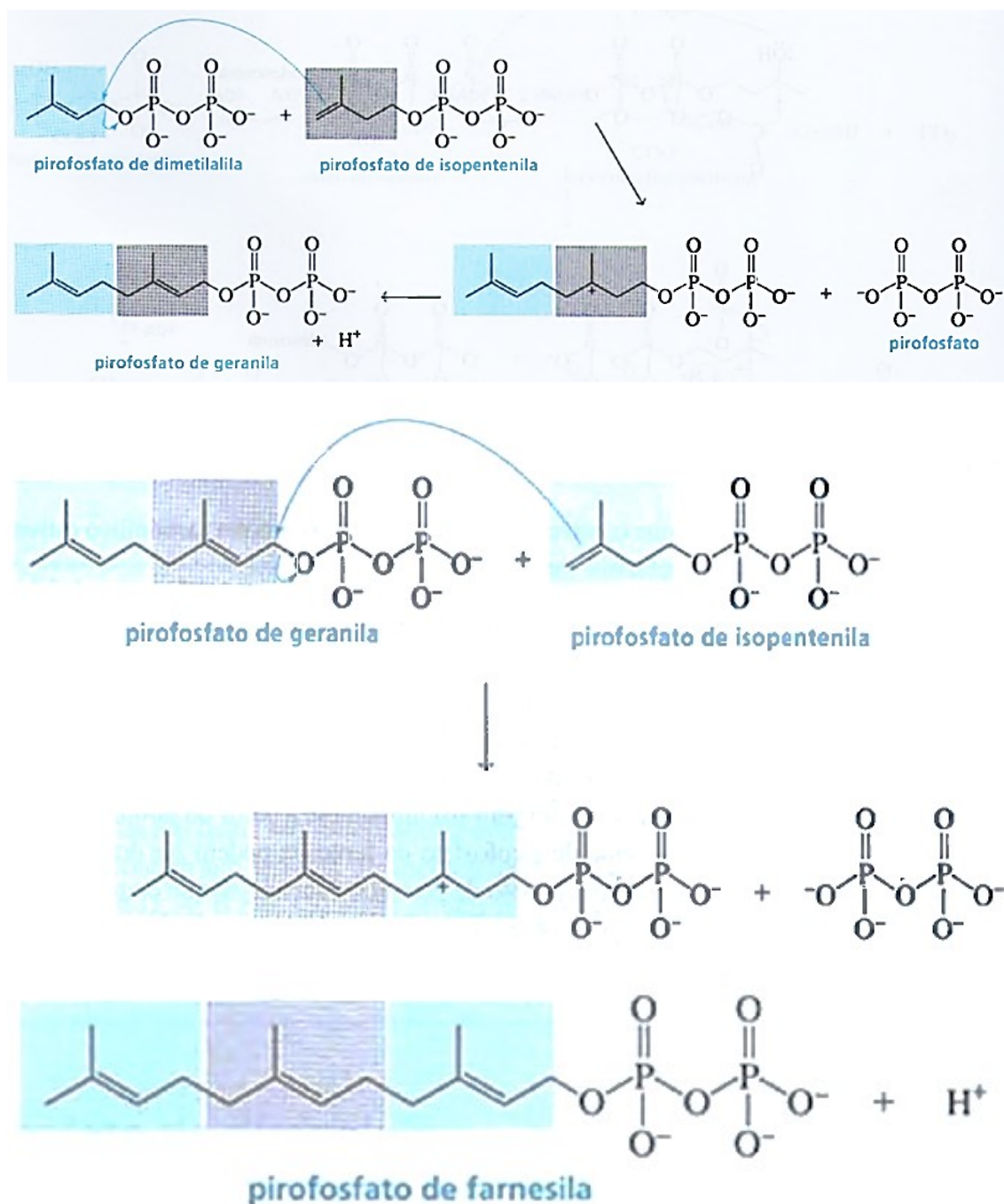


Fonte: Bruice, 2010; Klein, 2016

Essas moléculas podem reagir entre si onde a ligação pi do pirofosfato de isopentenila atua como nucleófilo atacando o carbono sob efeito indutivo ligado ao oxigênio do grupo pirofosfato vizinho, liberando esse grupo pelo fato do mesmo ser um bom grupo de saída (base fraca) dando origem ao pirofosfato de geranila, o precursor dos monoterpenos. Já o pirofosfato de geranila também pode reagir com outra molécula de pirofosfato de isopentenila para dar origem ao pirofosfato de farnesila, o precursor dos sesquiterpenos. (figura 24)



Figura 24: Biossíntese dos precursores dos mono e sesquiterpenos

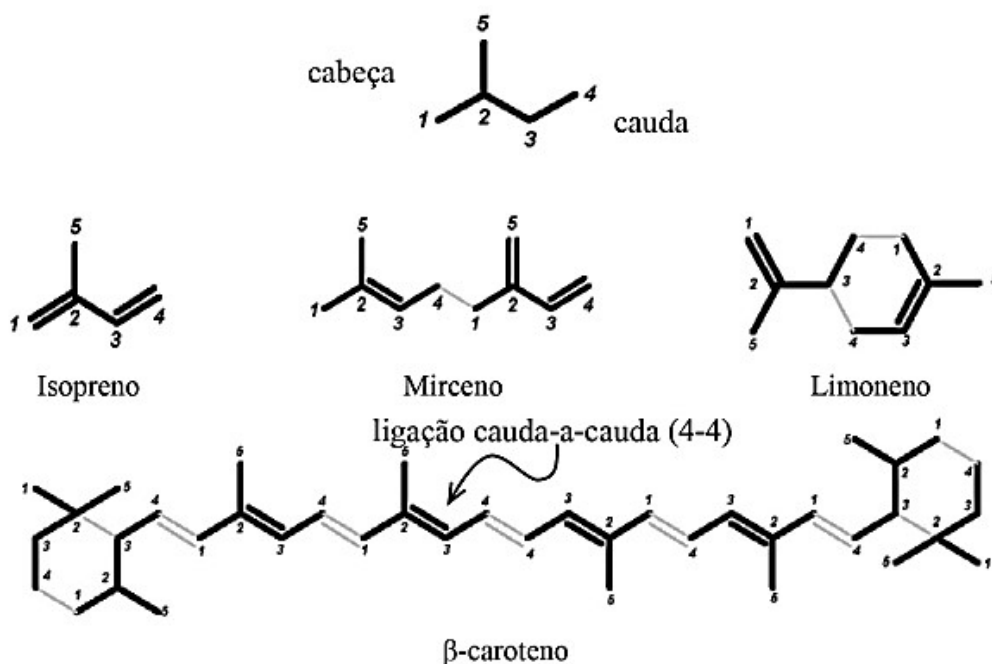


Fonte: Bruice, 2010; Klein, 2016

Assim os terpenos são considerados derivados teóricos do isopreno, pois têm como base estrutural certas quantidades do isopreno, C5, conectados entre si por cada unidade de isopreno através de uma ligação entre a “cabeça e a cauda” como, por exemplo, nos casos do limoneno e do micrino ou a “cauda a cauda” como no caso do  $\beta$ -caroteno, também conhecido como terpeno irregular, figura 25. Associações de duas unidades de isopreno dão origem aos monoterpenos (C10), três unidades, aos sesquiterpenos (C15); quatro unidades, aos

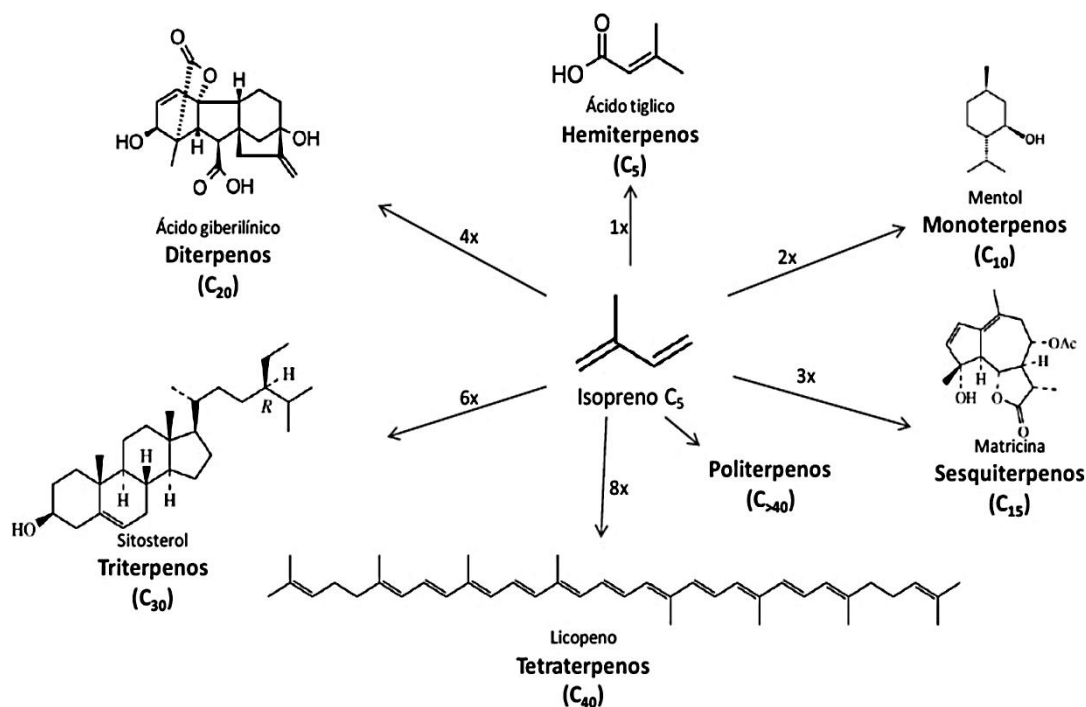
diterpenos (C<sub>20</sub>); cinco unidades; aos sesterpenos (C<sub>25</sub>), seis unidades, aos triterpenos (C<sub>30</sub>); oito unidades aos tetraterpenos e associações com mais do que oito unidades dão origem aos politerpenos (> C<sub>40</sub>), figura 26 (Tongnuanchan; Benjakul, 2014).

Figura 25 - Exemplos de terpenos formados pela ligações “cabeça a cauda” e “cauda a cauda” de unidades de isopreno



Fonte: FELIPE; BICAS (2017)

Figura 26 - Diferentes terpenos formados a partir de diferentes quantidades de isopreno



Fonte: GALDEANO; KLEINGESINDS (2012)

Geralmente os óleos essenciais são ricos em terpenos de modo que estes produtos dos metabolitos secundários vêm cada vez mais sendo aplicados em diversas áreas como na agricultura, na medicina e na indústria, aumentando cada vez mais a importância de pesquisas direcionadas para o isolamento de componentes químicos, síntese, biossíntese e atividades biológicas desses produtos uma vez que os mesmos são de fácil aquisição a um menor custo, renováveis, biodegradáveis e menos tóxicos a população e meio ambiente (Piplani *et al*, 2019; Basaid *et al*, 2020).

### 3.5 EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

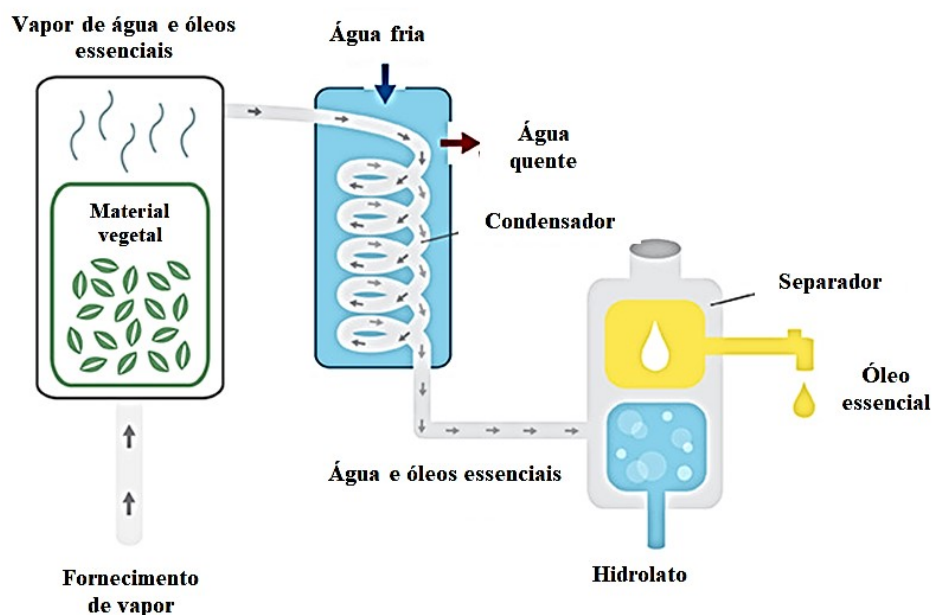
Entre as técnicas mais empregadas para a extração de óleos essenciais destacam-se a hidrodestilação, a extração com fluido supercrítico, ultrassom, arraste a vapor, prensagem a frio e micro-ondas. Todos esses métodos têm suas vantagens e desvantagens e a opção por algum deles vai depender da eficiência e rendimento do óleo, tempo de extração, fatores econômicos, características físico-químicas dos constituintes do óleo e em qual parte da planta ele se encontra armazenado (Stratakos;Koidis, 2016; Elyemni *et al*, 2019).

Dessa forma a escolha da melhor técnica de extração permite um maior rendimento do óleo e a preservação de compostos químicos termosensíveis. Sendo as técnicas de arraste a vapor e hidrodestilação, figuras 27 e 28 respectivamente, as mais utilizadas para a extração de óleos essenciais por serem simples, de fácil manipulação, boa separação do óleo do solvente, apresenta meio veiculante a água e possuem baixo custo (Boukhatem, 2020).

Assim, observando-se as figuras 27 e 28, nota-se que a distinção entre as técnicas está vinculada a forma como a água e seus vapores estão em contato com o material vegetal uma vez que este permanece em contato direto com a água em ebulição na hidrodestilação, enquanto no arraste a vapor não há o contato direto entre o material vegetal e a água. Isso permite a extração de substâncias de baixo peso molecular uma vez que os constituintes voláteis podem ser evaporados em temperatura abaixo do ponto de ebulição da água. Posteriormente o caminho percorrido pela mistura de água e óleo segue a mesma trajetória em ambas as técnicas, condesando e separando a água do óleo pela diferença de densidade. Essa água resultante da separação ainda contém alguns resquícios de óleo sendo denominada de hidrolato (Hesham, Abdurahman, Rosli, 2016; Aziz *et al*, 2018; Ibáñez; Blázquez, 2020).

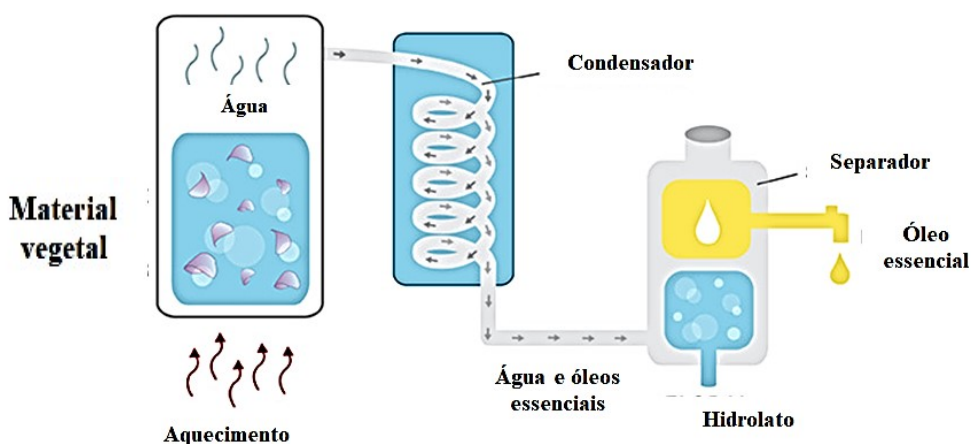


Figura 27 - Esquema de uma extração de óleo essencial por arraste a vapor



Fonte: <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/articles/how-essential-oils-are-made.html>

Figura 28 - Esquema de uma extração de óleo essencial por hidrodestilação

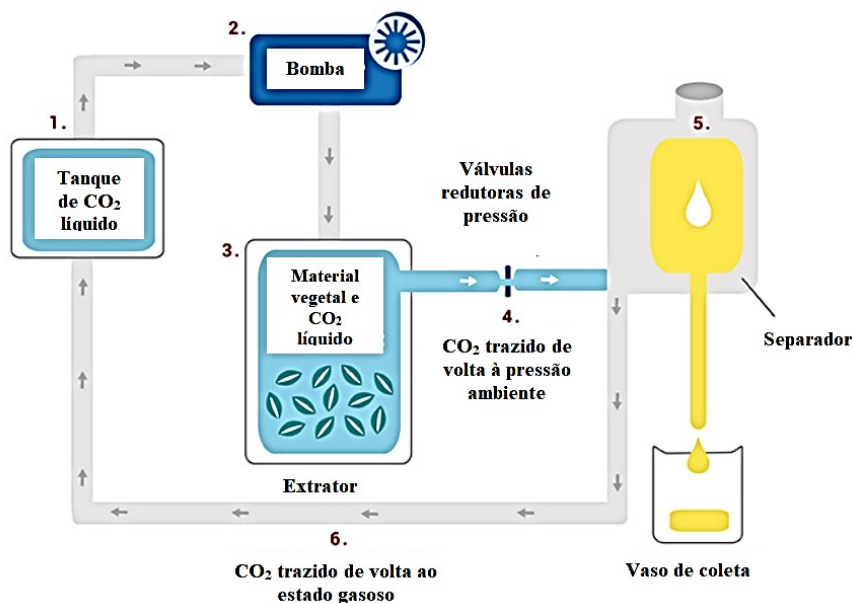


Fonte: <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/articles/how-essential-oils-are-made.html>

Algumas alternativas para tentar contornar esse problema da sensibilidade de alguns constituintes com a temperatura é a técnica de extração com fluido supercrítico, figura 29. Essa técnica combina as propriedades de fluidos supercríticos como a baixa viscosidade e elevada densidade possibilitando a extração de constituintes químicos dos óleos de materiais vegetais em temperaturas menores e atmosfera sem oxigênio. O dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, por exemplo, possui a temperatura e pressão críticas iguais a respectivamente a 31,1°C e 72,9atm, além de ser extremamente volátil, não tóxico, não inflamável, barato e inodoro, Essa é uma

técnica que não gera resíduo, não utiliza solventes tóxicos, fácil separação e conserva a integridade de alguns constituintes químicos (Milet-Pinheiro *et al*, 2018; Yousefi *et al*, 2019).

Figura 29- Esquema de uma extração de óleo essencial por fluido supercrítico

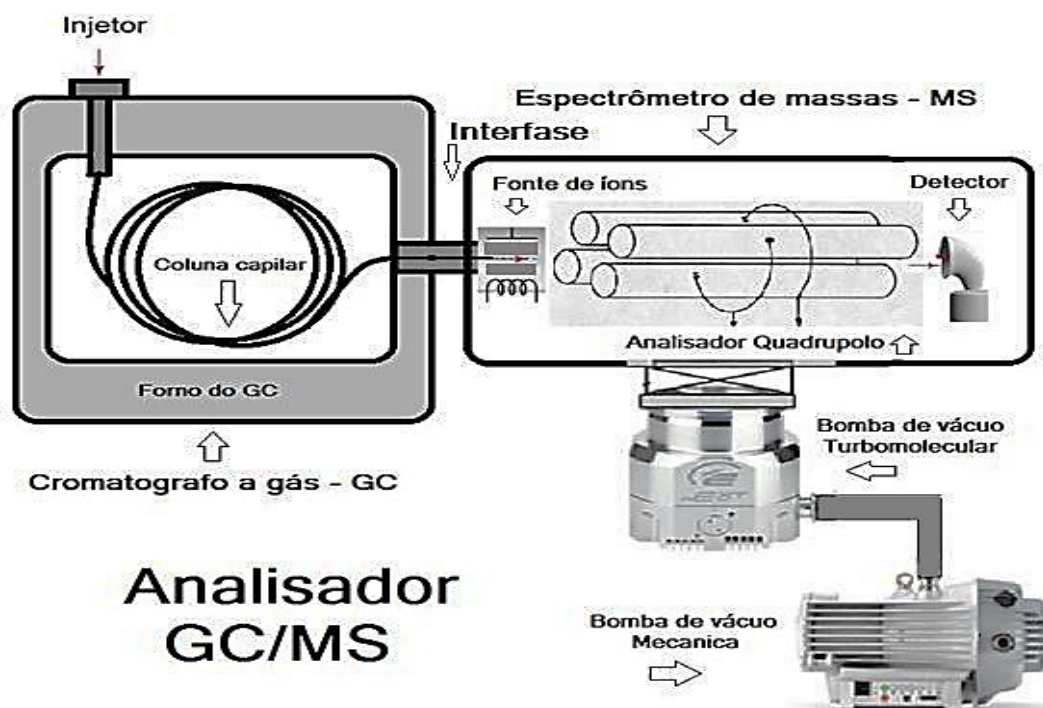


Fonte: <https://www.newdirectionsaromatics.com/blog/articles/how-essential-oils-are-made.html>

A principal técnica de caracterização dos óleos essenciais é a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Essa técnica permite a junção da eficiência da separação cromatográfica com a identificação estrutural disponíveis em diversas bibliotecas de espectros de massas. O CGEM, figura 30, é essencialmente formado por injetor, coluna capilar, forno, interface, fonte de íons, analisador de massas e detector. O sistema do espectrômetro de massas fica sob alto vácuo (Chiaradia; Collins; Jardim, 2008; Lanças, 2019; Meurer, 2020).

No cromatógrafo a gás, CG, a separação acontece na coluna capilar por diferenças de afinidades entre os constituintes do óleo com a fase estacionária e a fase móvel. Após a separação cromatográfica dos componentes do óleo, são submetidos a fontes de ionização de alta energia, cerca de 70 eV, sofrem ionizações e fragmentações reprodutíveis as quais possibilitam a construção de espectrotecas de massas. Nessas bibliotecas pode ser encontrado o perfil de várias razões massa carga ( $m/z$ ) para cada composto separado na coluna cromatográfica. E sua identificação é comumente realizada usando-se um analisador quadrupolo (Silverstein; Webster; Kiemle, 2007; Pavia *et al*, 2010).

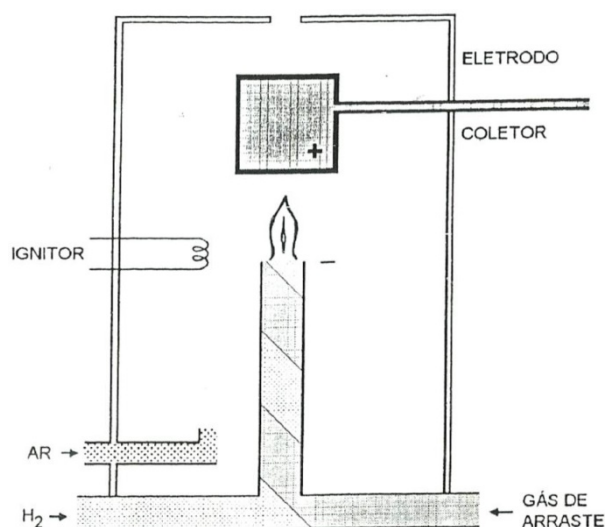
Figura 30- Esquema dos componentes de um CGEM



Fonte: <https://revistaanalytica.com.br/a-cromatografia-a-gas-acoplada-a-espectrometria-de-massas- gc-ms/>

Outro tipo de detector utilizado na cromatografia gasosa para a quantificação de compostos orgânicos é o com detector do tipo de ionização em chamas (DIC), figura 31. Onde a concentração do analito é proporcional à queima deste na chama formada pela combustão dos gases hidrogênio, ar sintético e o gás de arraste, nitrogênio, na proporção: uma parte de hidrogênio, uma parte de nitrogênio e dez partes de ar sintético (Lanças, 1993; Colins; Braga; Bonato, 1995).

Figura 31: Ilustração de um detector de ionização em chamas (DIC)



Fonte: LANÇAS, 1993

Portanto a CG-EM, a partir dos tempos de retenção de cada composto e o valor da sua área máxima, possibilita a elucidação dos constituintes voláteis presentes nos óleos essenciais (OE) por meio da comparação dos perfis de espectros de massa disponíveis em bibliotecas comerciais tais como, por exemplo, Adams, Wiley e NIST, com os índices de Van den Doll e Kratz empregado em metodologias com condições de programação linear de temperaturas enquanto a CG-DIC permite a quantificação de cada componente (Bizzo; Barboza; Santos; Gama, 2020; Dool; kratz, 1963; Adams, 2007; Azambuja 2020).

### 3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE ALGUMAS ESPÉCIES VEGETAIS

#### 3.6.1 *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano)

Também conhecida como Pinheiro Siberiano (figura 32), pertence à família das Pinaceae sendo encontrada predominantemente na Rússia europeia, a oeste e leste da taiga siberiana e norte da China (Polyakov *et al*, 2014). Por ser uma planta aromática é aplicada na indústria de perfumes e cosméticos. Além disso, por apresentar uso terapêutico desde a antiguidade, ela é empregada em diversas atividades biológicas como anti-hipertensivos (Efremov *et al*, 2021), antimicrobiano (Truchan, Tkachenko *et al*, 2019), antioxidante (Handa *et al*, 2013) antifúngico, anti-inflamatórios, (Noreikaitė *et al*, 2017), efeitos geroprotetores, antitumorigênicos e antiangiogênicos (Lipatova *et al*, 2021).

Essa planta também tem uma aplicação para estudos relacionados aos efeitos do envelhecimento e do câncer (Kudryavtseva *et al*, 2016). A composição do óleo essencial extraída das folhas da planta varia conforme as formas de extração, clima, solo, estação e localidade. Entretanto para este espécie a predominância é de monoterpenos e sesquiterpenos tais como o  $\alpha$ -pineno, acetato de borneol, canfene e carene. Estes compostos e derivados são responsáveis por diversas atividades biológicas (Zielińska-błajet; Feder-kubis, 2020). O rendimento por hidrodestilação pode variar entre 1,42 a 2,97% (Romanenko; Domrachev; Tkachev, 2022).

Figura 32 - *Abies sibirica*

Fontes: [https://www.researchgate.net/figure/Siberian-fir-Abies-sibirica-Ldb-1-general-tree-view-2-a-branch-with-male-strobiles\\_fig64\\_312126033](https://www.researchgate.net/figure/Siberian-fir-Abies-sibirica-Ldb-1-general-tree-view-2-a-branch-with-male-strobiles_fig64_312126033) [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abies\\_sibirica\\_kz3.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abies_sibirica_kz3.jpg)

### 3.6.2 *Juniperus communis* (Zimbro)

É denominado comumente como Cedro, Junipero comum ou Zimbro (figura 33). Ela pertence à família das Cupressaceae, encontradas preferencialmente no hemisfério norte, Europa, Ásia e América do Norte sendo esta espécie a única encontrada também no hemisfério sul (Elmastaş *et al*, 2006).

Esta espécie possui cerca de 50 cm de altura e se distribui horizontalmente pela região onde se encontra principalmente climas secos e frios. As várias partes da planta, em especial, seus frutos na forma de óleo essencial apresentam diversas propriedades medicinais tais como a atividade antimicrobiana (Haziri *et al*, 2013), larvicida (Amer; Mehlhorn, 2006) antioxidante (Höferl *et al*, 2014), diurética (Tyagi; Yadav; Veer, 2016) antisséptica e antifúngica (Cabral *et al*, 2012) além de atividades pesticidas (Semerdjieva *et al*, 2021) e , anti-séptico, anti-inflamatório (Han; Parker, 2017), Atividade hepatoprotetora (Bais *et al*, 2014) e antidiabético (Raina; *et al*, 2019). Por ser uma planta aromática também possui uma aplicação bastante difundida na indústria de cosméticos e perfumes (Larkeche *et al*, 2015).

A composição do óleo essencial extraída dos frutos da planta varia conforme as formas de extração, clima, solo, estação e localidade. Entretanto para esta planta a predominância é de monoterpenos e sesquiterpenos tais como o  $\alpha$ -pineno, sabineno, mirceno e o limoneno. (Thomas; EL-Barghathi; Polwart, 2007). O rendimento por hidrodestilação das folhas secas de *Juniperus communis* L.variam bastante dependendo das características genéticas e fatores abióticos e bióticos do local de desenvolvimento da planta. Na literatura, por exemplo, é possível encontrar rendimentos que variam dentro de um intervalo de 0,24 a 0,58% (Esteban *et al*, 2023) ou intervalos maiores variando de 0,32 a 1,64%. (Semerdjieva *et al*, 2021).



Figura 33 - *Juniperus communis*

Fontes: <https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Juniperus+communis>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Juniperus\\_communis](https://pt.wikipedia.org/wiki/Juniperus_communis)

<https://pt.dreamstime.com/photos-images/juniperus-communis.html>

### 3.6.3 *Pogostemon cablin* (Patchuli)

Essa planta pertence à família Lamiaceae e ao gênero *Pogostemon* sp (figura 34) sendo encontrada principalmente na Ásia em especial na China, Índia e Indonésia. Essa planta possui várias aplicações tais como inseticida frente a diversos mosquitos transmissores de doenças (Gokulakrishnan; *et al*, 2013; Ga'al *et al*, 2017), atividades antioxidante, baixa citotoxicidade (Santos *et al*, 2019), atividade antimicrobiana (Kocevski *et al*, 2013) atividade

antifúngica (Luchesi *et al*, 2020), antidepressiva, antimutagênica (Swamy; Sinniah, 2016), atividade antiviral (Kiyohara *et al*, 2011), analgésica (Lu *et al*, 2011) e antitumoral (Junren *et al*, 2021).

Além disso, o óleo essencial desta espécie é um insumo amplamente utilizado na indústria de cosméticos e perfumaria. (Swamy; Sinniah, 2015). Os principais componentes do óleo essencial são sesquiterpenos entre eles:  $\beta$ -elemeno,  $\alpha$ -patchouleno,  $\alpha$ -guaieno,  $\beta$ -cariofileno,  $\beta$ -patchouleno,  $\alpha$ -bulseno e patchoulol (Van Beek; Joulain, 2017). Na literatura é possível encontrar rendimentos por hidrodestilação para esse óleo essencial de folhas secas que variam de 1,40 a 2,80% (Pandey *et al*, 2020) e trabalhos de revisão cujo rendimento médio é de 2,6% (Van Beek; Joulain, 2017).

Figura 34 - *Pogostemon cablin* (Patchuli)



Fontes: <https://www.perfumistico.com.br/en/produtos/aromas/oleos-essenciais/patchouli-light-oleo-essencial-pogostemon/> <https://bemestaressencial.com/products/patchouli> <https://www.tasmeemme.com/store-items/collection-of-patchoulis-inflorescences-and-flowers-and-branch-with-leaves-detailed-handdrawn-sketches-vector-botanical-illustration-for-menu-label-packaging-design/?item=10155618309>

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ÓLEOS ESSENCIAIS E MICROFORMULAÇÕES

Os óleos essenciais extraídos por arraste a vapor das folhas de *Abies sibirica* (*Pinheiro-Siberiano*), dos frutos de *Juniperus communis* (*Zimbro*) e das raízes de *Pogostemon cablin* (*Patchuli*) foram adquiridos junto ao fornecedor comercial dōTERRA® Cosméticos do Brasil Ltda (figura 35). Conforme o fornecedor, essas plantas foram cultivadas na Sibéria, Albânia e Indonésia e seus rendimentos são iguais a 2,8%, 0,9% e 2,1% respectivamente. As microformulações das microemulsões dos óleos essenciais foram feitas no laboratório de ecologia química (LEQ) da Universidade Federal de Pernambuco realizando-se a adição de quantidades iguais de óleos em proporções de 1:1:1 ou 1:1 (V/V) dissolvidos em água destilada com o auxílio de um surfactante, tween 80®.

Figura 35 - óleos essenciais de (a) *Pogostemon cablin* (*Patchuli*), (b) *Abies sibirica* (*Pinheiro-Siberiano*) e (c) *Juniperus communis* (*Zimbro*)



(a)

(b)

(c)

Fonte: (a) <https://viveroleoessencial.com.br/oleo-essencial-de-patchouli-usos-e-beneficios/>

(b) <https://mulhermaisforte.com/doterra/oleo-essencial-doterra-siberian-fir-pinheiro-siberiano/>

(c) <https://www.gotasdaterra.com/post/pele-mais-jovem-e-zero-fadiga-conheca-o-zimbro/>

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

A elucidação dos componentes químicos dos óleos essenciais foi realizada no laboratório de cromatografia do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco, em um cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (CGEM), utilizado para identificação dos constituintes químicos, e um cromatógrafo gasoso com um



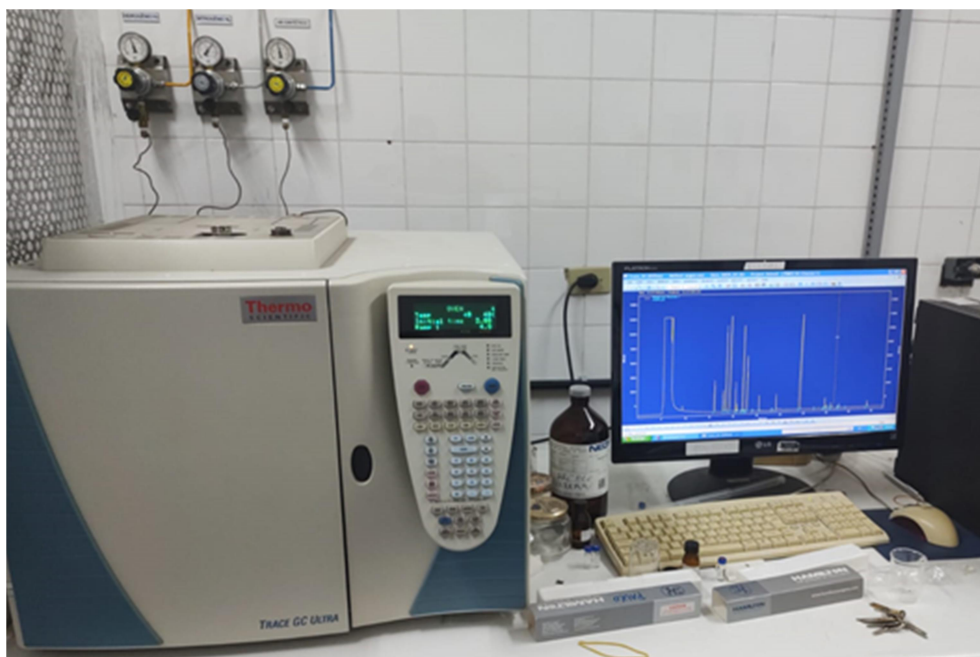
detector de ionização em chamas (CG-DIC) para a quantificação destes constituintes. (Nascimento *et al*, 2022) (figuras 36 e 37 respectivamente).

Figura 36 - Cromatógrafo gasoso acoplado à espectrometria de massas (CG/EM)



Fonte: O autor (2024)

Figura 37 - Cromatógrafo gasoso com detector de ionização em chamas (GC-DIC)



Fonte: O autor (2024)

A composição do óleo foi analisada em CG-EM equipado com um quadrupolo Agilent série 5975C GC / MSD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA) e uma coluna capilar de sílica fundida DB-5 não polida Agilent J & W (filme de 30 m  $\times$  0,25 mm e espessura: 0,25  $\mu$ m) (Agilent Tecnologias, Palo Alto, CA, EUA). 1 $\mu$ L, de solução hexânica do óleo (100ppm)

foi injetado no modo split (50:1) cuja temperatura do injetor era de 250°C. O gradiente de temperatura do forno foi regulado para a princípio, 40 °C, durante 2 minutos seguido de um aquecimento a 4°C/min até 230°C onde permaneceu por 5 min. A vazão da fase móvel, gás Hélio, foi de 1mL.min<sup>-1</sup> mantendo-se a pressão constante de 7,0 psi. A fonte do MS e as temperaturas quadripolares foram definidas para 230°C e 150°C, respectivamente. Os espectros de massa foram obtidos a 70 eV (no modo EI) com uma velocidade de varredura de 1,0 s para um intervalo de *m/z* 35-350. (Menezes *et al*, 2022).

Os constituintes químicos foram identificados pela comparação dos índices de retenção reportados na literatura, obtidos por co-injeção de amostras do óleo essencial com uma série homologa de padrões de hidrocarbonetos (C9-C30, Sigma Aldrich) e calculados de acordo com a equação de Van den Dool e Kratz (1963). Os espectros de massa foram comparados com banco de dados das bibliotecas: MassFinder 4, consultoria científica Dr. Hochmuth, Hamburgo, Alemanha; Biblioteca Espectral de Massa NIST08 (ChemSW Inc. Fairfield, CA, EUA); Wiley Registry <sup>TM</sup> da Relação Espectral de Massa 9ª Edição (Wiley, Hoboken, NJ, EUA) e dados espectrais disponíveis na literatura (Adams, 2007; Bizzo *et al*, 2020).

Os óleos também foram quantificados em um CG equipado com detector tipo DIC a 250°C e coluna apolar VB-5 (Thermo trace GC ultra, 60 m × 0.25 mm diâmetro interno; espessura do filme 0.25 µm). Foi injetado 1,0 µL de solução hexânica do óleo (100 ppm) em triplicata sem divisão sob as mesmas condições descritas anteriormente para o CGEM (Silva *et al*, 2020; Veras *et al*, 2019).

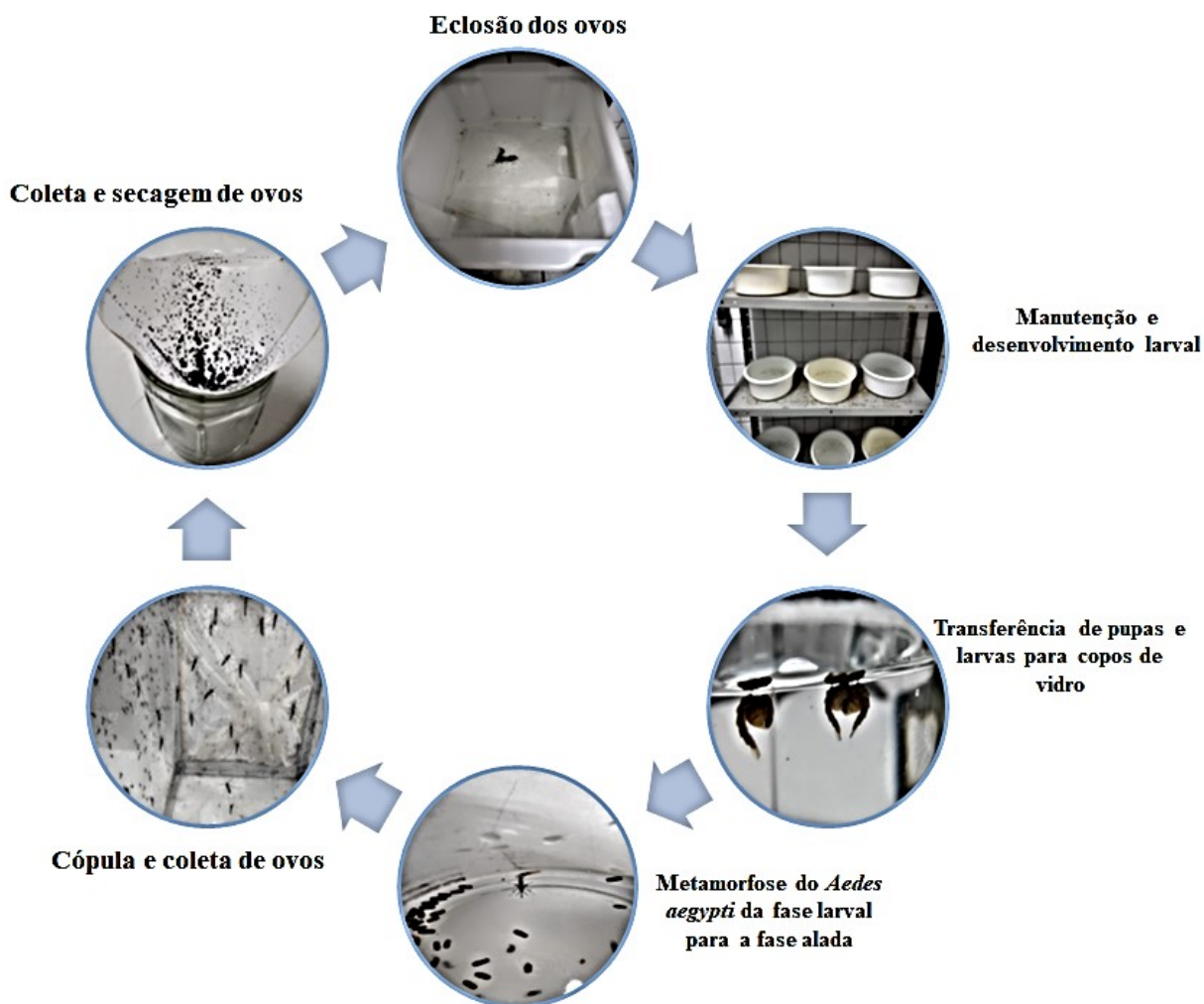
#### 4.3 CRIAÇÃO DA COLÔNIA DE *Aedes aegypti*

Todos os bioensaios foram realizados com larvas e mosquitos originários da colônia de *Ae. aegypti* (cepa Rockfeller) mantidos no Laboratório de Bioensaios (insetário) do Departamento de Química Fundamental da UFPE nas condições de temperatura ambiente de 27 ± 1°C e umidade de 75± 1%.

A criação inicia-se pela eclosão das larvas de *Ae. aegypti* em bandejas plásticas retangulares. Para tal finalidade, cartelas com ovos do mosquito são encobertos com um volume de água destilada para imergi-los integralmente e adicionadas pequenas porções de ração triturada (Whiskas<sup>®</sup>). À medida que as larvas se desenvolvem, renova-se a água destilada e a comida em intervalos de dois dias. No final da fase larval e início da fase de pupa, reúnem-se as larvas remanescentes e pupas em gaiolas, acondicionadas em vários copos de vidro de 10 cm de diâmetro contendo água destilada e ração a fim de aguardar a emergência da fase alada do

mosquito (figura 38). Emergidos, os mosquitos foram alimentados com solução de sacarose a 10%, posteriormente, os ovos das fêmeas nas gaiolas são coletados em um papel de filtro (Monte *et al* , 2020).

Figura 38 - Ciclo da manutenção da colônia *Aedes aegypti*



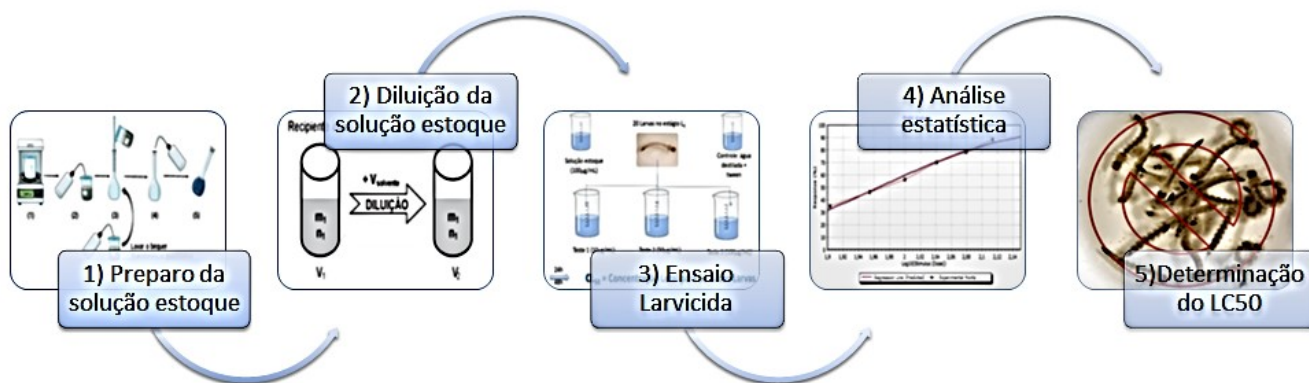
Fonte: O autor (2024)

#### 4.4 BIOENSAIOS LARVICIDAS

Os bioensaios larvicidas foram realizados seguindo uma metodologia adaptada da Organização Mundial de Saúde para ensaios larvicidas em laboratórios (WHO, 2005). Previamente, averigua-se a solubilidade dos óleos essenciais em alguns co-solventes como, por exemplo, tween 80 ou acetona, a fim de verificar qual melhor auxilia na solubilidade do óleo em água. Após a escolha do melhor co-solvente, prepara-se uma solução estoque de a 100 ppm, dissolvendo-se 5,0 mg do óleo em 3 gotas de tween 80 (melhor co-solvente) e

completando-se o volume com 50 mL de água destilada. Para determinar o intervalo de concentração em que o produto apresenta atividade larvicida, realiza-se os testes nas concentrações preliminares de 10, 50 e 100 ppm (figura 39).

Figura 39 - Fluxograma das etapas para a determinação do CL50



Fonte: O autor (2024)

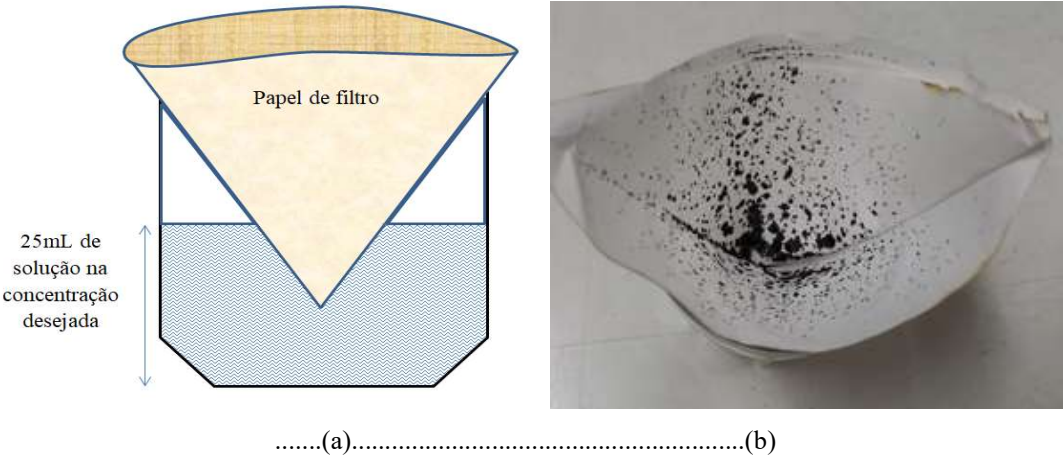
Para cada bioensaio larvicida foram utilizadas 20 larvas no estágio L<sub>4</sub> adicionadas a copos plásticos contendo 20 mL de solução nas concentrações desejadas. Também se fez um bioensaio com um controle negativo, (apenas água destilada e co-solvente). Realizou-se ainda um controle positivo com uma solução de temefós (CL<sub>50</sub>=3,30±0,18ppb). A contagem da mortalidade das larvas foi realizada após 24 e 48h de exposição às soluções dos óleos e das microformulações. As larvas que não responderam aos estímulos foram consideradas mortas. (Santos *et al*, 2017). De posse das concentrações que possuíam um grau de mortalidade entre 20 e 80%, apêndices A a H, repetiram-se em triplicata mais ensaios larvicidas para determinar estatisticamente o valor da concentração letal para matar 50% dos indivíduos. A CL<sub>50</sub> foi obtida com o software estatístico StatPlus Pro 6.2.5.0 para Windows a um nível de confiança de 95%. (Monte *et al*, 2020).

#### 4.5 BIOENSAIO DE OVIPOSIÇÃO

Os bioensaios foram executados utilizando-se um estoque de 250 mL de solução controle (apenas água destilada e co-solvente) e mesmo volume de estoque para a solução teste nas concentrações dos CL<sub>50</sub>. Para o preparo das soluções teste, utilizou-se 3 a 6 gotas de tween 80 para auxiliar na solubilização do óleo e das microformulações. 10 fêmeas grávidas foram distribuídas em oito gaiolas limpas de dimensões de 33 cm x 21 cm x 30 cm, totalizando 80 fêmeas para cada bioensaio. 25 mL de cada solução estoque foram adicionados

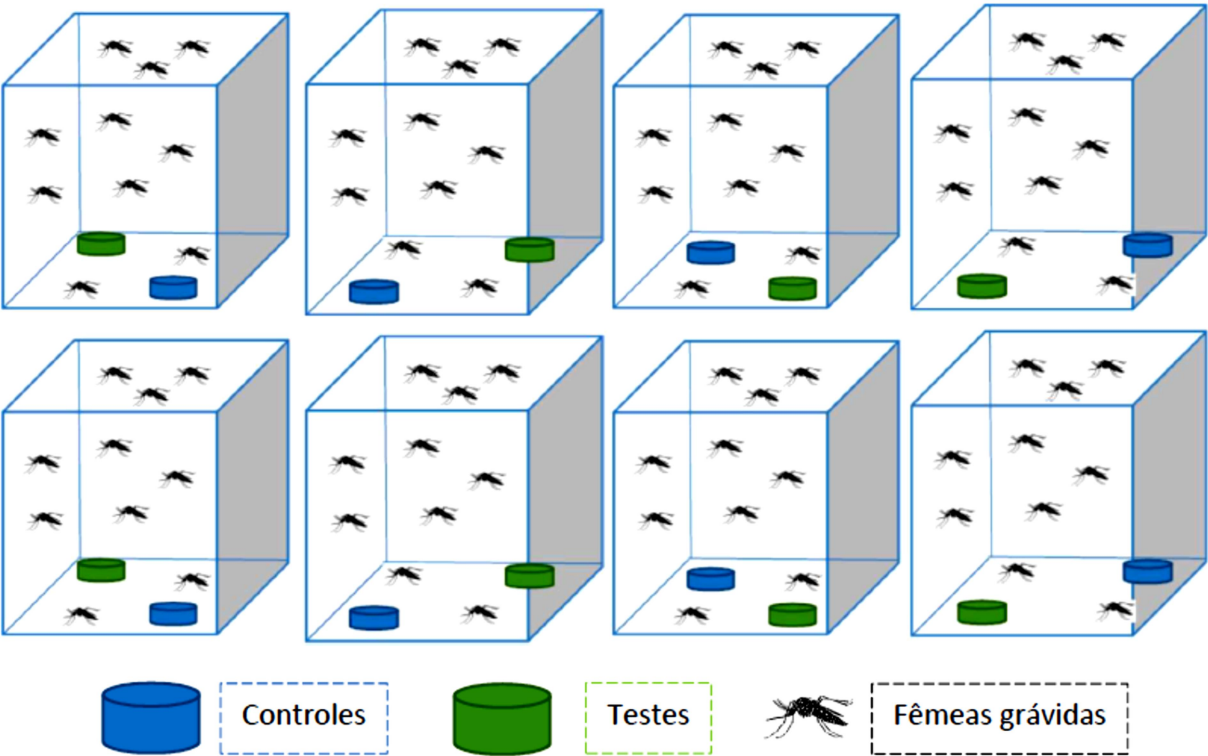
a papéis de filtro dobrados em forma cônica e colocados em copos identificados e numerados de 1 a 8 (figura 40). Cada gaiola recebeu um copo com a solução teste e um copo com a solução controle, com o arranjo (C1 e T1, C2 e T2, C3 e T3, e assim sucessivamente) em diagonal, de forma oposta e alternada (Figuras 41 e 42) (Bezerra- Silva *et al*, 2016).

Figura 40- (a) Representação esquemática do copo usado para a coleta de ovos de *Aedes aegypti* (b) Foto da cartela após a coleta nos bioensaios de oviposição



Fonte: O autor (2024)

Figura 41 - Esquema das posições dos copos de teste e do controle para as oito gaiolas contendo fêmeas grávidas durante o experimento de oviposição



Fonte: O autor (2024)



Figura 42 - Foto das gaiolas durante o experimento de oviposição



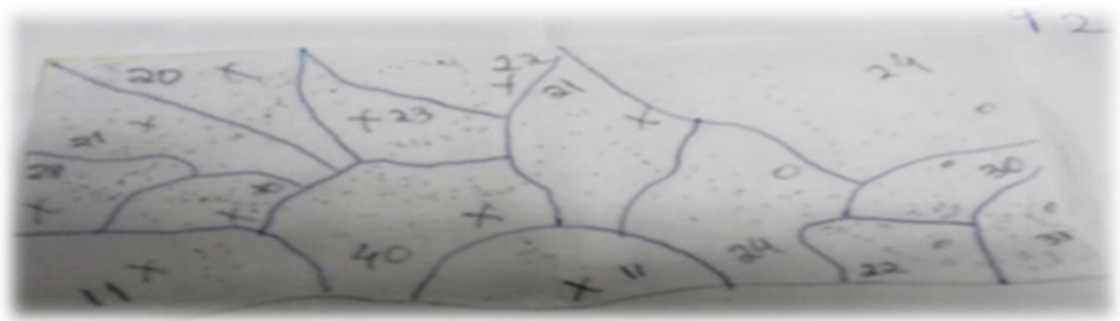
Fonte: O autor (2024)

O bioensaio de oviposição foi mantido 16 h sem qualquer luminosidade e nas mesmas condições de temperatura e umidade relativas descritas para a manutenção da colônia. Após esse foto período, contou-se manualmente o número de ovos depositados nos controles e nos testes para cada gaiola (figuras 43a e 43b).

Figura 43 -(a) Coleta de ovos nos controles e teste após a oviposição das fêmeas de *Aedes aegypti* (b) Contagem manual dos ovos coletados no papel de filtro.



(a)



(b)

Fonte: O autor (2024)

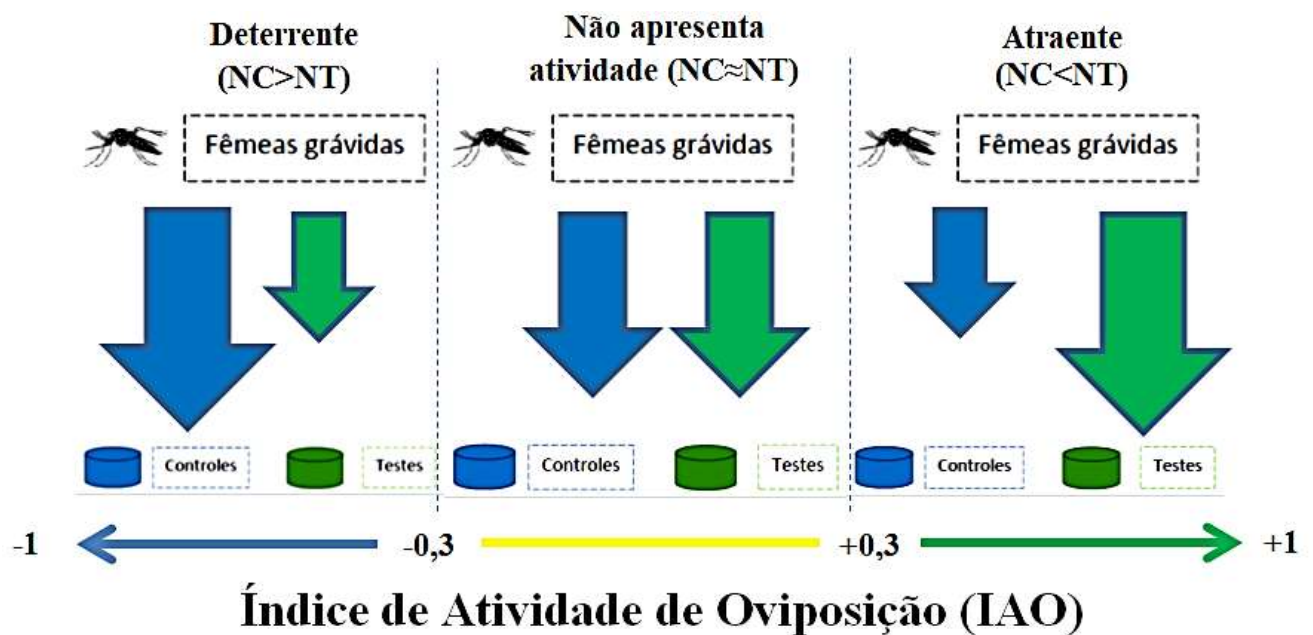
Os dados obtidos (apêndice I a S) foram estatisticamente tratados usando-se o Minitab Release 14, teste t-Student considerando-se significativos os ensaios com  $p < 0,05$ . Além disso, calculou-se o Índice de Atividade de Oviposição (IAO) (equação 1) (Kumuda; Kumar; Vijayan, 2019)

$$OAI = \frac{(NT_{\text{teste}} - NC_{\text{controle}})}{(NT_{\text{teste}} + NC_{\text{controle}})} \quad (\text{Equação 1})$$

Equação do Índice de Atividade de Oviposição

Onde NC é o número de ovos no controle e NT é o número de ovos no teste e IAO é o índice de atividade de oviposição. O índice de atividade de oviposição, IAO, figura 44, indica se um composto é atraente, deterrente ou não apresenta atividade.

Figura 44 - Possíveis resultados para o Índice de Atividade de Oviposição (IAO)





Valores de IAO que estejam na faixa de -1 a -0,3,  $NC > NT$ , indicam que a fêmea escolheu preferencialmente os sítios das soluções controles do que os testes sendo, portanto, deterrentes. Enquanto valores que estejam na faixa de +1 a +0,3,  $NT > NC$ , indicam que a fêmea escolheu preferencialmente os sítios das soluções testes do que os controles e sendo consideradas atraentes. E IAOs que se encontrem no intervalo entre -0,3 a +0,3 indicam que não há escolha preferencial por nenhuma das soluções teste ou controle (Soonwera; Phasomkusolsil, 2017).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO QUÍMICA

Os cromatogramas e as tabelas contendo os constituintes identificados dos óleos de *Abies sibirica*, *Juniperus communis* e *Pogostemon cablin* podem ser observados nas figuras 45, 46 e 47 e nas tabelas 1, 2 e 3 respectivamente. No apêndice T está disponível uma tabela única com as três identificações juntas.

Tabela 1 - Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano)

| Composto <sup>a</sup>               | RI                      |                        | %     | S.D  |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|------|
|                                     | Literatura <sup>b</sup> | Calculado <sup>c</sup> |       |      |
| santene                             | 884                     | 882                    | 3,47  | 0,07 |
| tricyclene                          | 921                     | 917                    | 2,67  | 0,07 |
| $\alpha$ -thujene                   | 924                     | 924                    | 0,01  | 0,00 |
| <b><math>\alpha</math>-pinene</b>   | 932                     | 930                    | 13,26 | 0,20 |
| <b>camphene</b>                     | 946                     | 944                    | 20,83 | 1,19 |
| $\beta$ -pinene                     | 974                     | 970                    | 2,86  | 0,09 |
| mircene                             | 988                     | 988                    | 0,79  | 0,03 |
| $\alpha$ -phellandrene              | 1002                    | 999                    | 0,17  | 0,00 |
| <b><math>\delta</math>-3-carene</b> | 1008                    | 1005                   | 12,65 | 0,65 |
| $\alpha$ -terpinene                 | 1014                    | 1011                   | 0,09  | 0,01 |
| $\rho$ -cymene                      | 1020                    | 1019                   | 0,10  | 0,01 |
| limonene                            | 1024                    | 1024                   | 9,70  | 0,23 |
| $\gamma$ -terpinene                 | 1054                    | 1053                   | 0,17  | 0,02 |
| terpinolene                         | 1086                    | 1082                   | 1,37  | 0,06 |
| camphor                             | 1141                    | 1137                   | 0,21  | 0,03 |
| borneol                             | 1165                    | 1159                   | 1,82  | 0,17 |
| terpinen-4-ol                       | 1174                    | 1171                   | 0,09  | 0,01 |
| methyl ether thymol,                | 1232                    | 1230                   | 0,04  | 0,01 |
| <b>bornyl acetate</b>               | 1284                    | 1283                   | 25,89 | 1,77 |
| 2-undecanone                        | 1293                    | 1289                   | 0,02  | 0,01 |
| sibirene                            | 1400                    | 1395                   | 0,07  | 0,01 |
| dodecanal                           | 1408                    | 1403                   | 0,14  | 0,02 |
| (E)-caryophyllene                   | 1417                    | 1412                   | 1,36  | 0,28 |
| $\alpha$ -himachalene               | 1449                    | 1442                   | 0,02  | 0,00 |
| $\alpha$ -humulene                  | 1452                    | 1447                   | 0,68  | 0,06 |
| $\beta$ -bisabolene                 | 1505                    | 1502                   | 0,13  | 0,03 |
| (Z)- $\alpha$ -isabolene            | 1506                    | 1509                   | 0,03  | 0,01 |
| (Z)- $\gamma$ -isabolene            | 1514                    | 1524                   | 0,09  | 0,01 |
| Total de identificados              |                         |                        | 98,73 |      |
| Total de monoterpenos               |                         |                        | 96,21 |      |
| Total de sesquiterpenos             |                         |                        | 2,52  |      |
| Total de monoterpenos oxigenados    |                         |                        | 28,07 |      |
| Total de sesquiterpenos oxigenados  |                         |                        | 0,14  |      |

a Constituintes listados em ordem de eluição em uma coluna DB-5 não- polar

b Valores obtidos de Adams (2007)

c Índice de retenção (RI) calculado pelo tempo de retenção em relação à de uma série de alcanos C9-C30n em uma coluna capilar DB5 de 30m. S.D é o desvio padrão

Fonte: O autor (2024)

Tabela 2: Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da *Juniperus communis* (Zimbro)

| Constituinte <sup>a</sup>         | RT                      |                        | %     | S.D  |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|------|
|                                   | Literatura <sup>b</sup> | Calculado <sup>c</sup> |       |      |
| tricyclene                        | 921                     | 917                    | 0,01  | 0,00 |
| $\alpha$ -thujene                 | 924                     | 924                    | 2,36  | 0,21 |
| <b><math>\alpha</math>-pinene</b> | 932                     | 931                    | 24,73 | 2,29 |
| camphene                          | 946                     | 943                    | 0,25  | 0,10 |
| <b>sabinene</b>                   | 969                     | 970                    | 18,42 | 1,58 |
| $\beta$ -pinene                   | 974                     | 972                    | 2,10  | 0,17 |
| <b>mircene</b>                    | 988                     | 989                    | 14,64 | 0,53 |
| $\alpha$ -phellandrene            | 1002                    | 999                    | 0,24  | 0,04 |
| $\delta$ -3-carene                | 1008                    | 1004                   | 0,17  | 0,07 |
| $\alpha$ -terpinene               | 1014                    | 1011                   | 1,38  | 0,29 |
| $\rho$ -cymene                    | 1020                    | 1019                   | 0,75  | 0,08 |
| <b>limonene</b>                   | 1024                    | 1024                   | 5,67  | 0,25 |
| 1,8-cineole                       | 1026                    | 1025                   | 0,01  | 0,00 |
| (E)- $\beta$ -ocimene             | 1044                    | 1044                   | 0,01  | 0,00 |
| $\gamma$ -terpinene               | 1054                    | 1054                   | 2,49  | 0,38 |
| cis-sabinene hydrate              | 1065                    | 1061                   | 0,09  | 0,01 |
| terpinolene                       | 1086                    | 1083                   | 1,98  | 0,20 |
| trans-sabinene hydrate            | 1098                    | 1091                   | 0,08  | 0,02 |
| linalool                          | 1095                    | 1095                   | 0,08  | 0,01 |
| cis- $\rho$ -menth-2-en-1-ol      | 1118                    | 1114                   | 0,01  | 0,00 |
| $\alpha$ -campholenal             | 1122                    | 1120                   | 0,01  | 0,00 |
| trans-sabinol                     | 1137                    | 1131                   | 0,01  | 0,00 |
| trans-limonene oxide              | 1137                    | 1133                   | 0,01  | 0,00 |
| borneol                           | 1165                    | 1159                   | 0,01  | 0,00 |
| terpinen-4-ol                     | 1174                    | 1171                   | 3,10  | 0,44 |
| $\alpha$ -terpineol               | 1186                    | 1184                   | 0,30  | 0,08 |
| cis-piperitol                     | 1195                    | 1201                   | 0,01  | 0,00 |
| citronellol                       | 1223                    | 1223                   | 0,01  | 0,00 |
| methyl citronellate               | 1257                    | 1257                   | 0,07  | 0,01 |
| isobornyl acetate                 | 1283                    | 1280                   | 0,25  | 0,03 |
| 2-undecanone                      | 1293                    | 1289                   | 0,04  | 0,01 |
| $\alpha$ -cubebene                | 1348                    | 1344                   | 0,17  | 0,02 |
| citronellyl acetate               | 1350                    | 1349                   | 0,06  | 0,02 |
| $\alpha$ -ylangene                | 1373                    | 1365                   | 0,04  | 0,01 |
| $\alpha$ -copaene                 | 1374                    | 1370                   | 0,34  | 0,15 |
| $\beta$ -elemene                  | 1389                    | 1386                   | 2,28  | 0,10 |
| (E)-caryophyllene                 | 1417                    | 1413                   | 2,37  | 0,19 |
| $\gamma$ -elemene                 | 1434                    | 1427                   | 0,57  | 0,02 |
| $\alpha$ -humulene                | 1452                    | 1447                   | 1,72  | 0,07 |
| (E)- $\beta$ -farnesene           | 1454                    | 1452                   | 0,07  | 0,03 |
| $\gamma$ -muurolene               | 1478                    | 1471                   | 0,82  | 0,03 |
| <b>germacrene D</b>               | 1480                    | 1476                   | 4,01  | 0,22 |
| $\beta$ -selinene                 | 1489                    | 1480                   | 0,25  | 0,05 |
| $\alpha$ -muurolene               | 1500                    | 1494                   | 0,35  | 0,01 |

|                                    |       |      |      |      |
|------------------------------------|-------|------|------|------|
| germacrene A                       | 1508  | 1498 | 0,16 | 0,03 |
| $\gamma$ -amorphene                | 1495  | 1501 | 0,13 | 0,02 |
| $\gamma$ -cadinene                 | 1513  | 1508 | 0,69 | 0,04 |
| $\delta$ -cadinene                 | 1522  | 1518 | 1,77 | 0,40 |
| trans-cadina-1,4-diene             | 1533  | 1526 | 0,10 | 0,01 |
| germacrene B                       | 1559  | 1552 | 1,86 | 0,09 |
| epi- $\alpha$ -cadinol             | 1638  | 1635 | 0,11 | 0,01 |
| $\alpha$ -cadinol                  | 1652  | 1648 | 0,27 | 0,02 |
| Total de identificados             | 97,43 |      |      |      |
| Total de monoterpenos              | 79,29 |      |      |      |
| Total de sesquiterpenos            | 18,14 |      |      |      |
| Total de monoterpenos oxigenados   | 3,99  |      |      |      |
| Total de sesquiterpenos oxigenados | 0,38  |      |      |      |

a Constituintes listados em ordem de eluição em uma coluna DB-5 não- polar

b Valores obtidos de Adams (2007)

c Índice de retenção (RI) calculado pelo tempo de retenção em relação à de uma série de alcanos C9-C30n em uma coluna capilar DB-5 de 30 m. S.D é o desvio padrão

Fonte: O autor (2024)

Tabela 3 - Identificação dos constituintes químicos do óleo essencial da *Pogostemon cablin* (Patchuli)

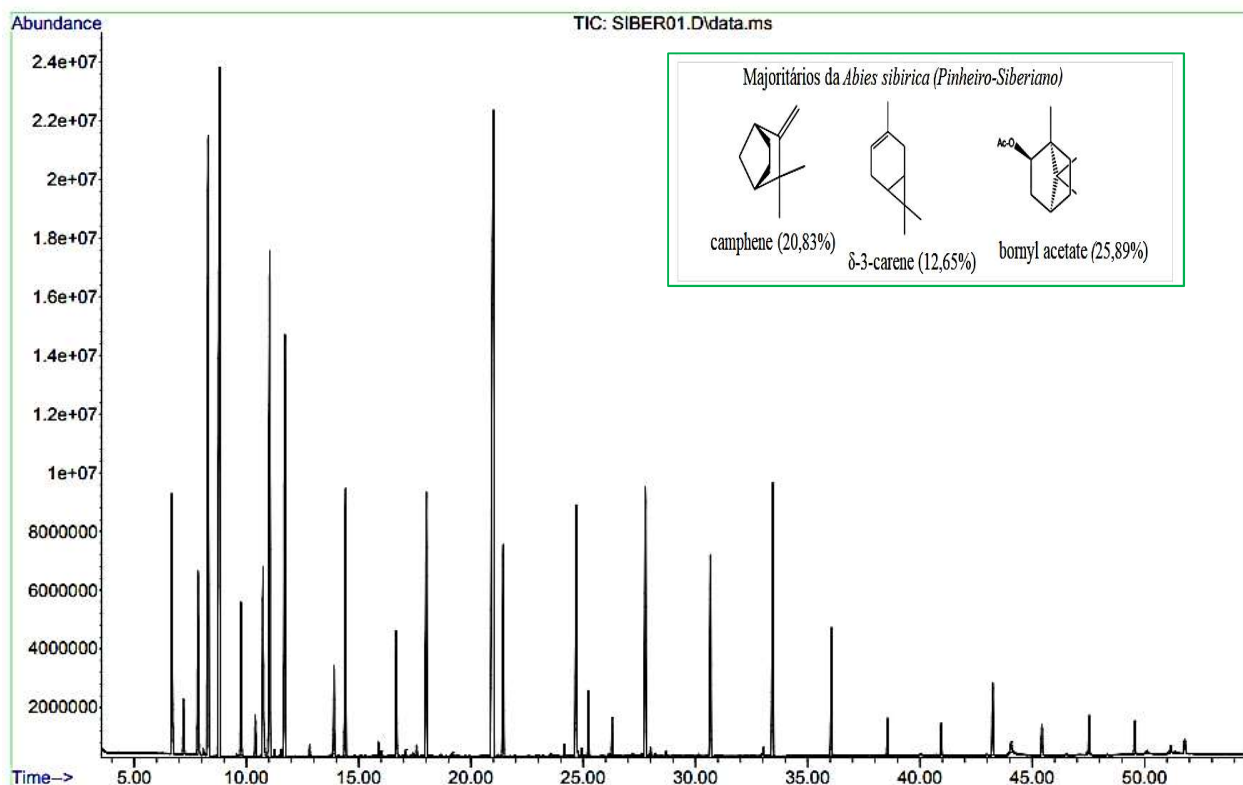
| Composto <sup>a</sup>                 | RT                      |                        | %     | S.D  |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|------|
|                                       | Literatura <sup>b</sup> | Calculado <sup>c</sup> |       |      |
| $\alpha$ -pinene                      | 932                     | 929                    | 0,19  | 0,04 |
| $\beta$ -pinene                       | 974                     | 970                    | 0,22  | 0,04 |
| $\delta$ -elemene                     | 1335                    | 1332                   | 0,19  | 0,01 |
| <b><math>\beta</math>-patchoulene</b> | 1379                    | 1375                   | 5,14  | 0,94 |
| $\beta$ -elemene                      | 1389                    | 1386                   | 0,77  | 0,08 |
| cycloseychellene                      | 1406                    | 1401                   | 0,52  | 0,10 |
| (E)-caryophyllene                     | 1417                    | 1413                   | 4,23  | 0,57 |
| <b><math>\alpha</math>-guaiene</b>    | 1437                    | 1435                   | 17,22 | 1,34 |
| 6,9-guaiadiene                        | 1442                    | 1444                   | 0,67  | 0,05 |
| $\alpha$ -patchoulene                 | 1454                    | 1449                   | 8,17  | 2,08 |
| allo-aromadendrene                    | 1458                    | 1453                   | 3,29  | 2,48 |
| $\beta$ -selinene                     | 1489                    | 1480                   | 0,17  | 0,02 |
| aciphyllene                           | 1501                    | 1493                   | 3,29  | 0,28 |
| <b><math>\alpha</math>-bulnesene</b>  | 1509                    | 1502                   | 20,40 | 1,27 |
| 7-epi- $\alpha$ -selinene             | 1520                    | 1512                   | 0,36  | 0,02 |
| elemol                                | 1548                    | 1544                   | 0,01  | 0,00 |
| caryophyllene oxide                   | 1582                    | 1577                   | 0,69  | 0,06 |
| <b>patchouli alcohol</b>              | 1656                    | 1652                   | 27,62 | 2,10 |
| Total de identificados                | 93,15                   |                        |       |      |
| Total de monoterpenos                 | 0,41                    |                        |       |      |
| Total de sesquiterpenos               | 92,74                   |                        |       |      |
| Total de monoterpenos oxigenados      | 0                       |                        |       |      |
| Total de sesquiterpenos oxigenados    | 28,31                   |                        |       |      |

a Constituintes listados em ordem de eluição em uma coluna DB-5 não- polar

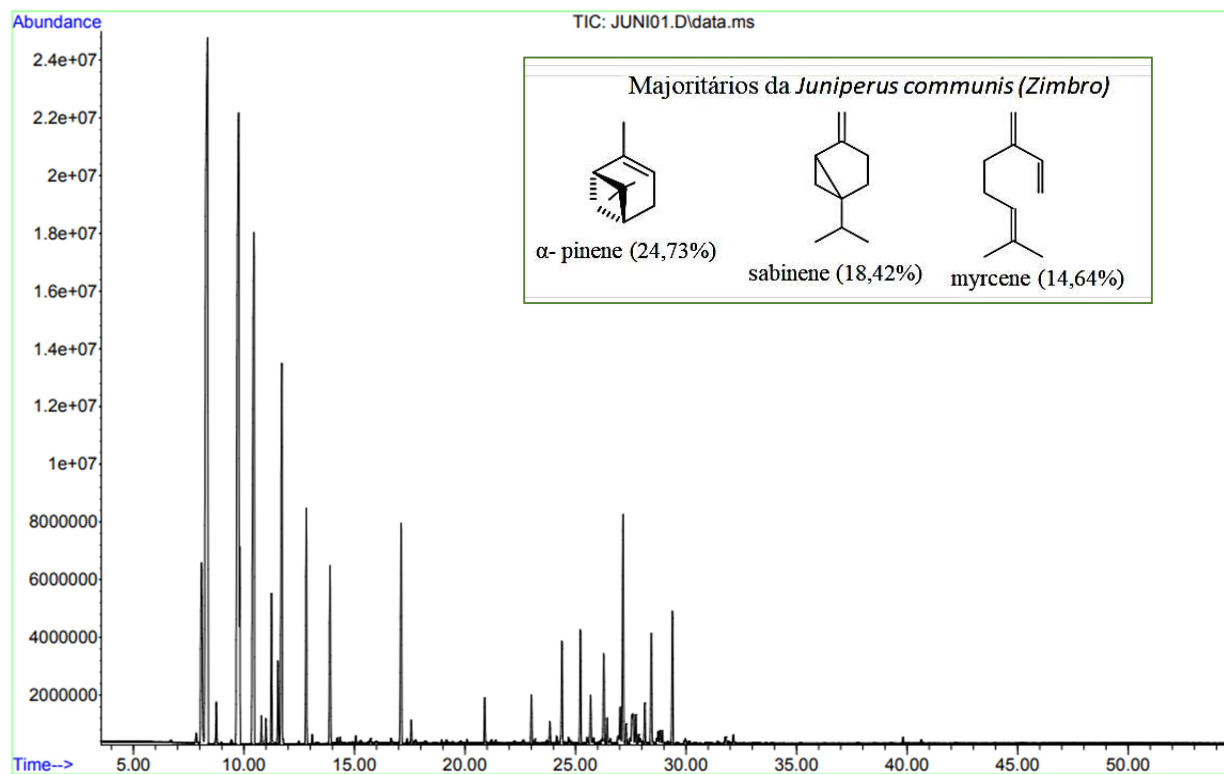
b Valores obtidos de Adams (2007)

c Índice de retenção (RI) calculado pelo tempo de retenção em relação à de uma série de alcanos C9-C30n em uma coluna capilar DB5 de 30m S.D é o desvio padrão.

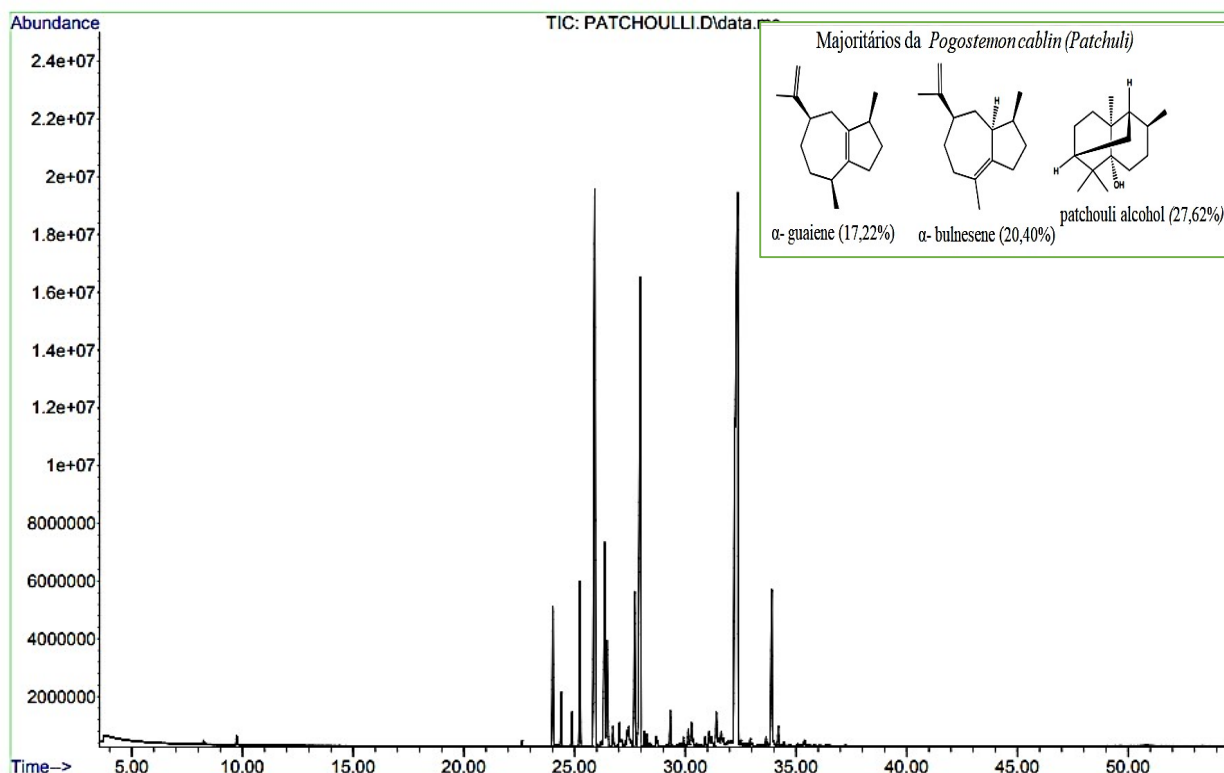
Fonte: O autor (2024)

Figura 45 - Cromatograma do óleo essencial de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano)

Fonte: O autor (2024)

Figura 46 - Cromatograma do óleo essencial de *Juniperus communis* (Zimbro)

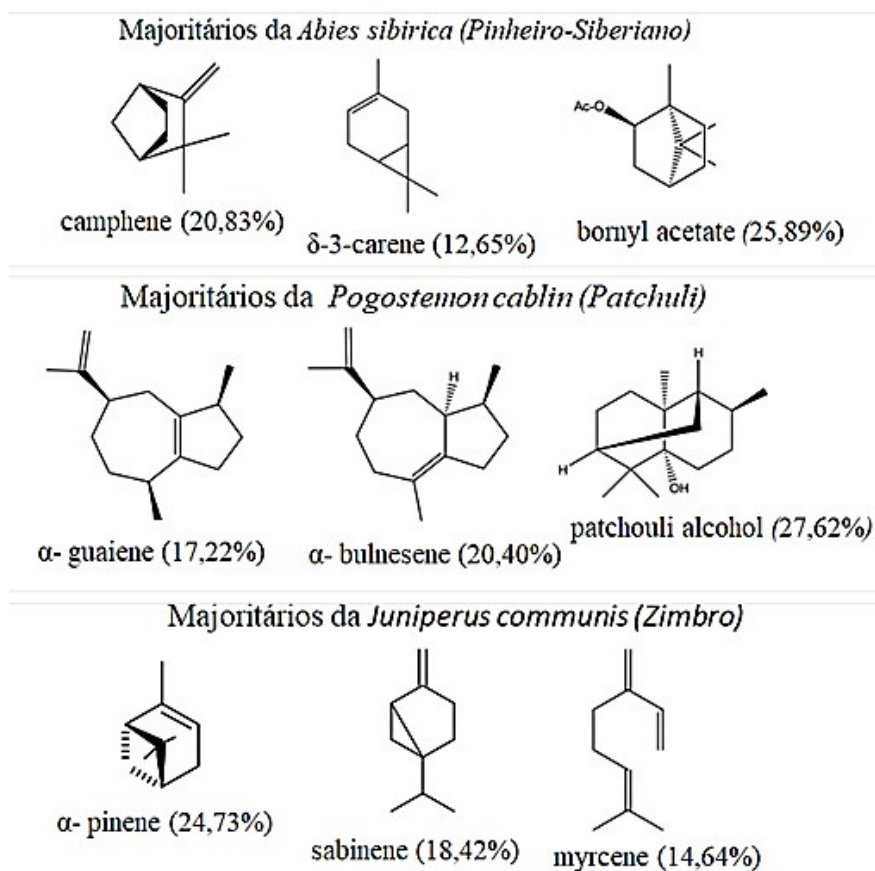
Fonte: O autor (2024)

Figura 47 - Cromatograma do óleo essencial de *Pogostemon cablin* (Patchuli)

Fonte: O autor (2024)

A partir das análises cromatográficas foi possível observar um total de 28, 18 e 52 compostos identificados das espécies *Abies sibirica*, *Pogostemon cablin* e *Juniperus communis* totalizando respectivamente 98,73; 93,15 e 97,43% dos óleos, respectivamente. Os principais majoritários para *A. sibirica* são os monoterpenos  $\delta$ -3-carene (12,65%), camphene (20,83%) e o monoterpeno biciclico bornyl acetate (25,89%). Já para *P. cablin* são: os sesquiterpenos  $\alpha$ -guaiene (17,22%),  $\alpha$ -bulnesene (20,40%), e patchouli alcohol (27,62%). Enquanto para *J. communis* são: os monoterpenos mircene (14,64%), sabinene (18,42%) e  $\alpha$ -pinene (24,73%) (Figura 48). Nota-se que os monoterpenos são 96,21%, 0,41% e 79,29% do total enquanto os sesquiterpenos são 2,52%, 92,74% e 18,14% do total para o óleo de *A. sibirica*, *P. cablin* e *J. communis* respectivamente sendo estas classes predominantes nos óleos, uma vez que essas classes de terpenos comumente constituem a maior parte dos compostos dos óleos essenciais. Ainda é possível observar que os monoterpenos  $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -pineno e o sesquiterpeno (E)-caryophyllene estão presentes na composição química dos três óleos sendo que estes compostos apresentam ação larvídica e deterente de oviposição na literatura (bezerra-Silva *et al*, 2016; Silvério *et al*, 2020).

Figura 48 - Estruturas químicas dos principais constituintes majoritários dos óleos essenciais extraídos das folhas de *Abies sibirica*, *Pogostemon cablin* e *Juniperus communis*



Fonte: ADAMS (2007)

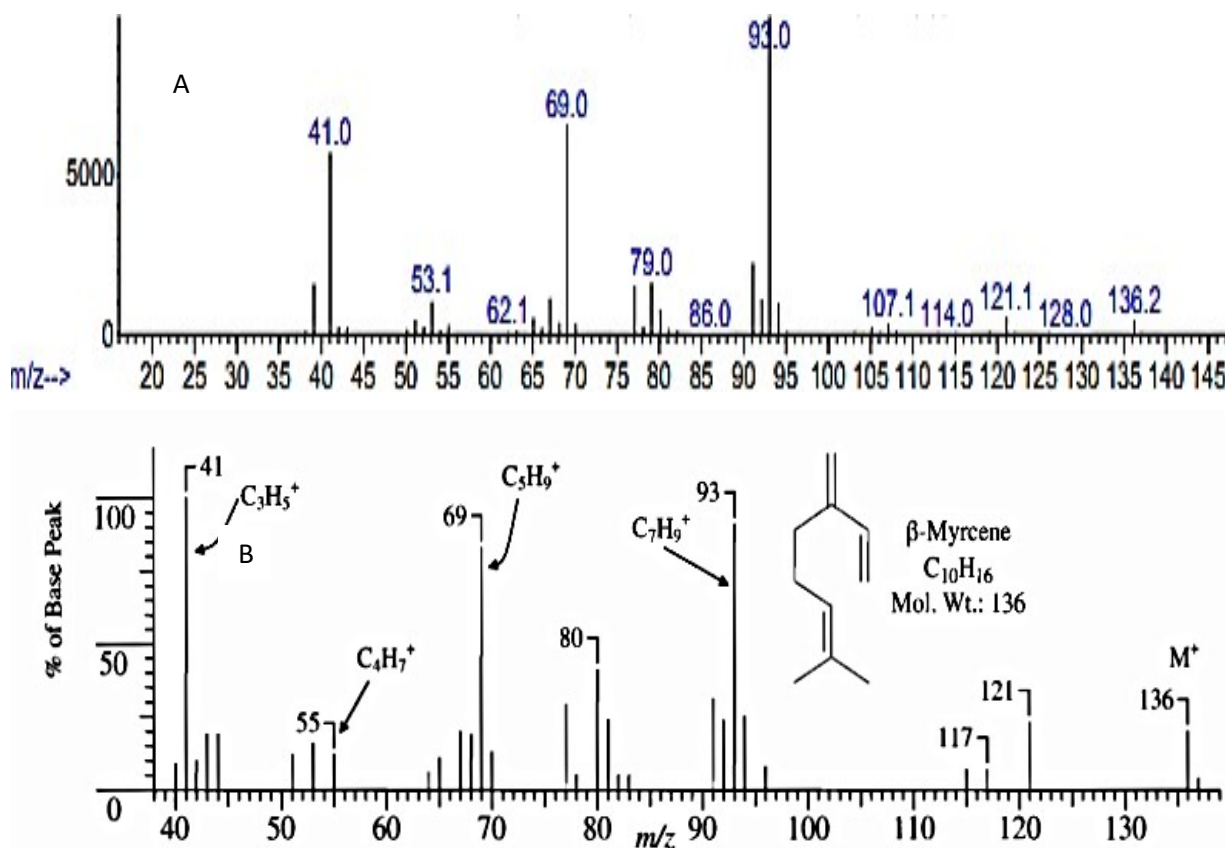
A identificação química do óleo de *A. sibirica* obtida experimentalmente corrobora com a encontrada na literatura para os estudos de Polyakov e colaboradores (2014) onde são apontados os mesmos majoritários, bornyl acetate (34,2%) e camphene (17,5%), em concentrações relativamente próximas. Semelhantemente, os estudos de Sundaresan e colaboradores (2009) encontraram os mesmos majoritários em percentuais um pouco maiores, patchouli alcohol (23,2%) e  $\alpha$ -guaiene (14,6%), para o óleo essencial de *P. cablin* obtido por hidrodestilação com um rendimento de 0,3%. Enquanto na literatura a composição reportada para os estudos de Höferl e colaboradores (2014) referente ao óleo essencial de *J. communis*, também apresenta os mesmos majoritários  $\alpha$ -pinene (51,4%), myrcene (8,3%) e sabinene (5,8%), porém com um quantitativo diferente onde o componente principal corresponde a mais da metade da composição química do óleo essencial. De forma que mesmo em percentuais diferentes, estes óleos mantem os principais majoritários encontrados como característicos para o perfil quimiotípico de cada espécie (Chernyaeva; Barakov, 1983; Chen *et al*; 2014; Radoukova *et al*; 2018).



As diferenças na composição ou na proporção química dos óleos estão relacionadas com os fatores abióticos e bióticos sazonais aos quais as plantas estão submetidas. Alguns desses fatores são os ciclos vegetativos da planta, o processo de obtenção do óleo essencial, o ambiente no qual a espécie se desenvolve, o tipo de cultivo, a temperatura, umidade relativa, a quantidade de água e os nutrientes no terreno, o armazenamento e conservação do óleo entre outros fatores (Dhifi *et al*, 2016).

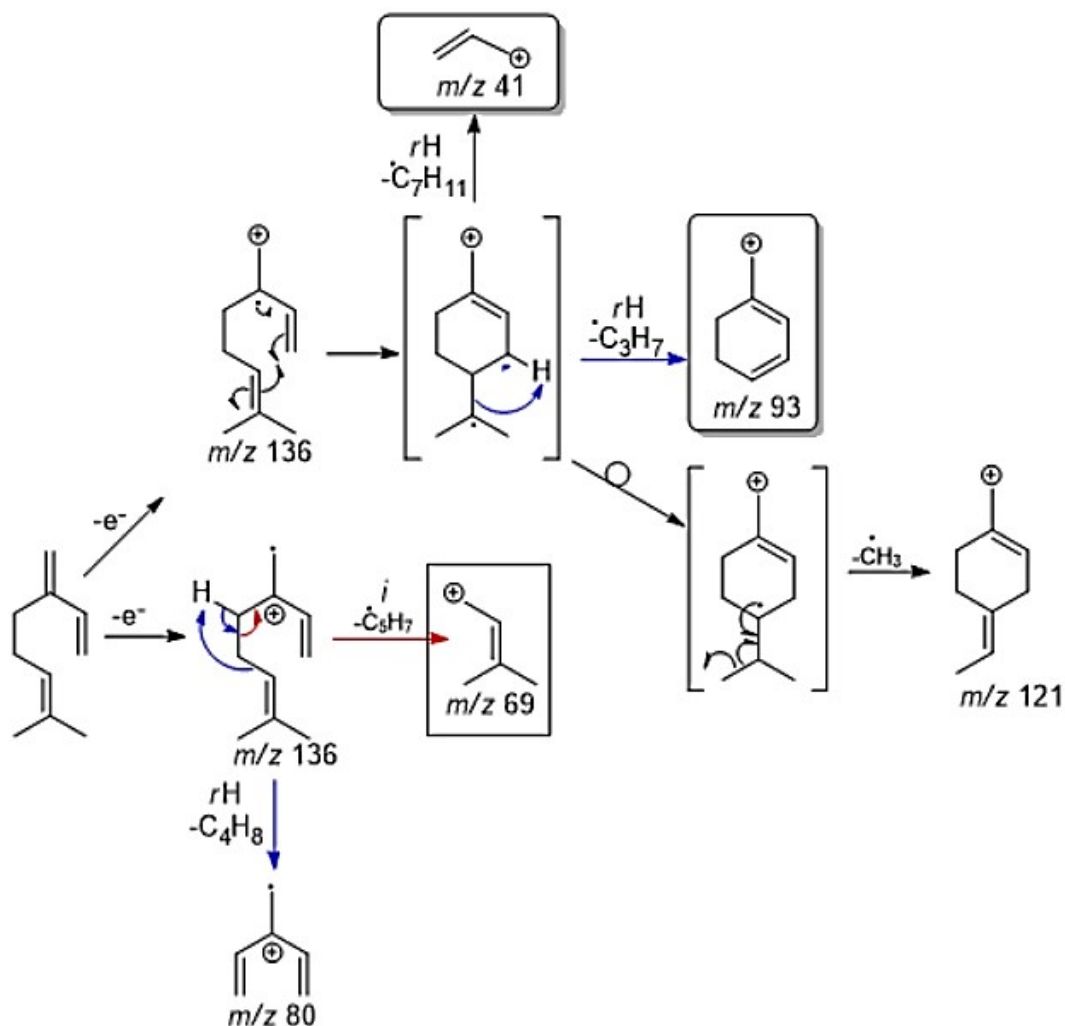
Os espectros de massas obtidos experimentalmente ratificaram com os espectros de massas encontrados na literatura. Na figura 49 está o espectro de massas obtido experimentalmente e disponível na literatura para o micreno e cuja proposta para os principais íons de fragmentações de massas está disponível na figura 50 (Alves, 1998)

Figura 49 - Espectros de massas obtidos (a) experimentalmente e (b) encontrados na literatura para o micreno



Fonte: Silverstein; Webster; Kiemle (2007)

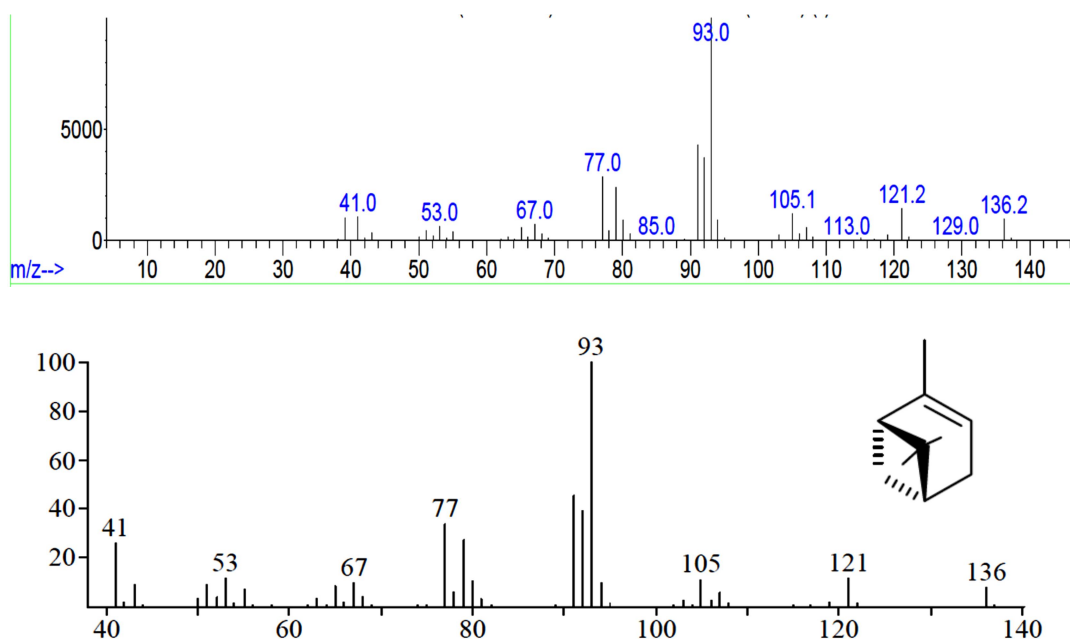
Figura 50- proposta de fragmentação para o micerno



Fonte: o autor, 2024

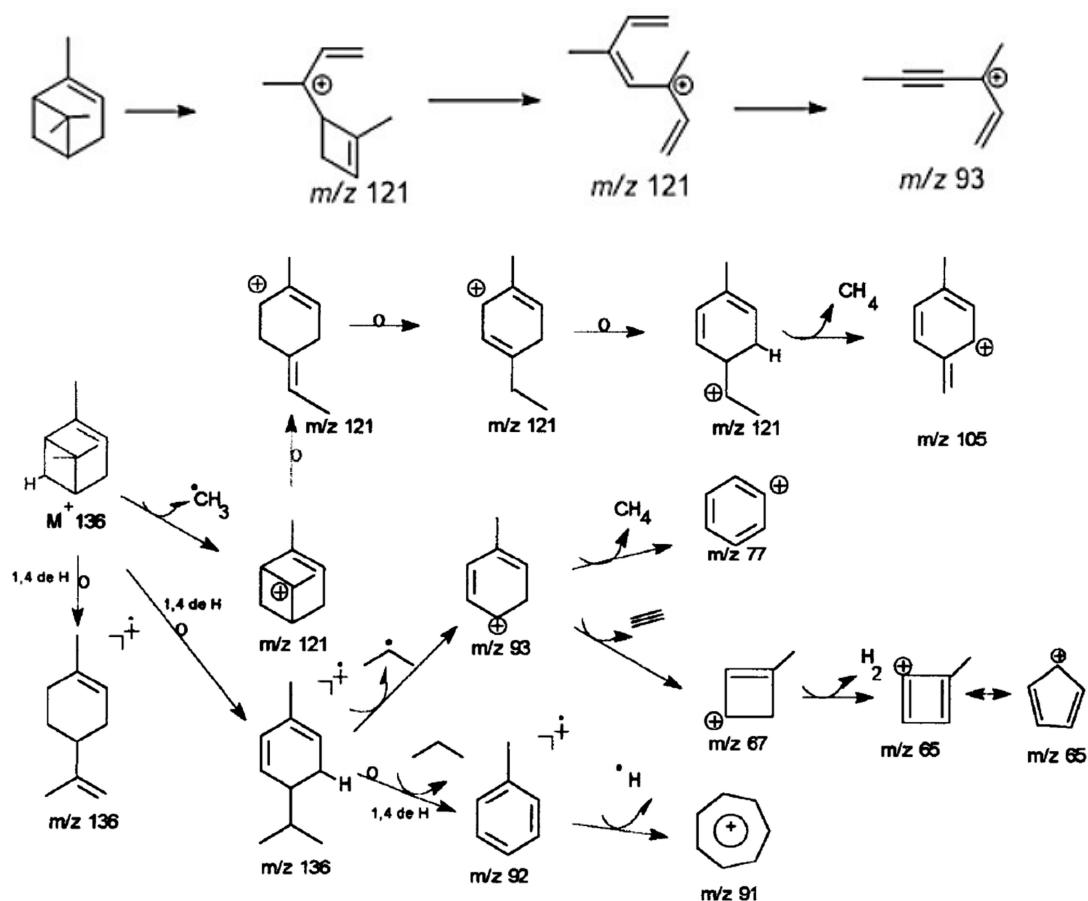
Assim observando-se a figura 50, nota-se que o fragmento  $m/z$  69 é proveniente de uma clivagem alílica. Já o pico  $m/z$  93 é explicado pela isomerização da dupla ligação seguido da clivagem alílica. Enquanto os picos  $m/z$  67 e  $m/z$  41 são formados pela perda de moléculas neutras de acetileno. Outro majoritário encontrado no *J. communis* é o  $\alpha$ -pineno cujos espectros de massas obtidos experimentalmente e disponível na literatura estão disponíveis na figura 51. Enquanto a proposta de fragmentação se encontra na figura 52 onde os principais fragmentos são  $m/z$ : 93 e  $m/z$ :77

Figura 51 - Espectros de massas obtidos (a) experimentalmente e (b) encontrados na literatura para o  $\alpha$ -pineno



Fonte: Adams (2017)

Figura 52- proposta de fragmentação para o  $\alpha$ -pineno



Fonte: Alves (1998)

Outro monoterpreno presente nos três óleos é o beta-pineno cujo espectro de massas pode ser observado na figura 53 e cuja proposta de fragmentação pode ser observada na figura 54. Apesar do alfa e beta pinenos serem isômeros e possuírem espectros de massas parecidos, eles possuem índices de retenção bastante diferentes, sendo o alfa é igual a 932 enquanto o beta igual a 974.

Figura 53 - Espectros de massas encontrados na literatura para o  $\beta$ -pineno

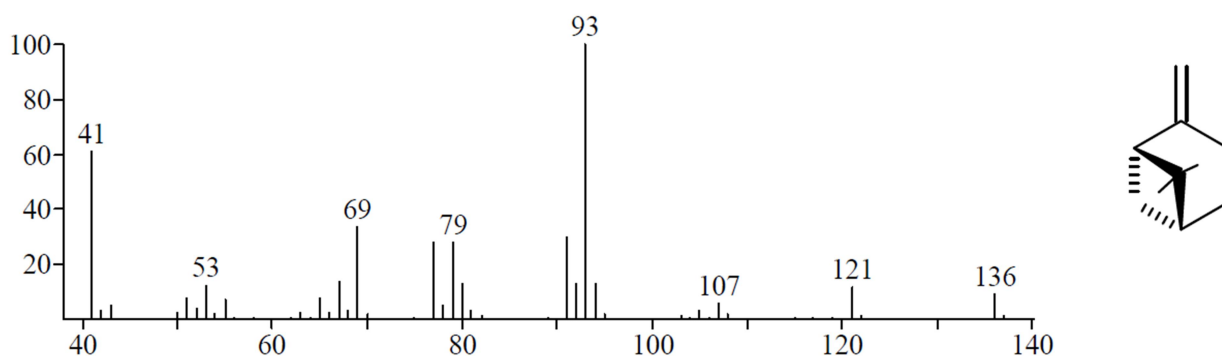
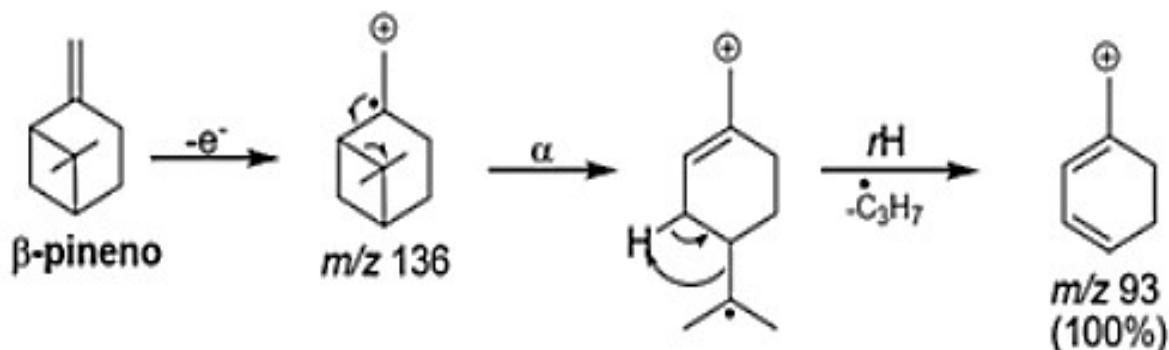
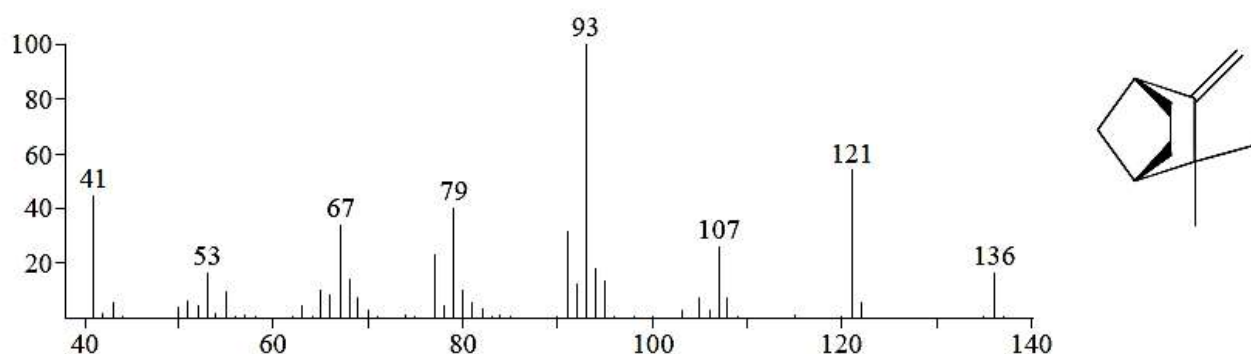


Figura 54- Proposta de fragmentação para o  $\beta$ -pineno



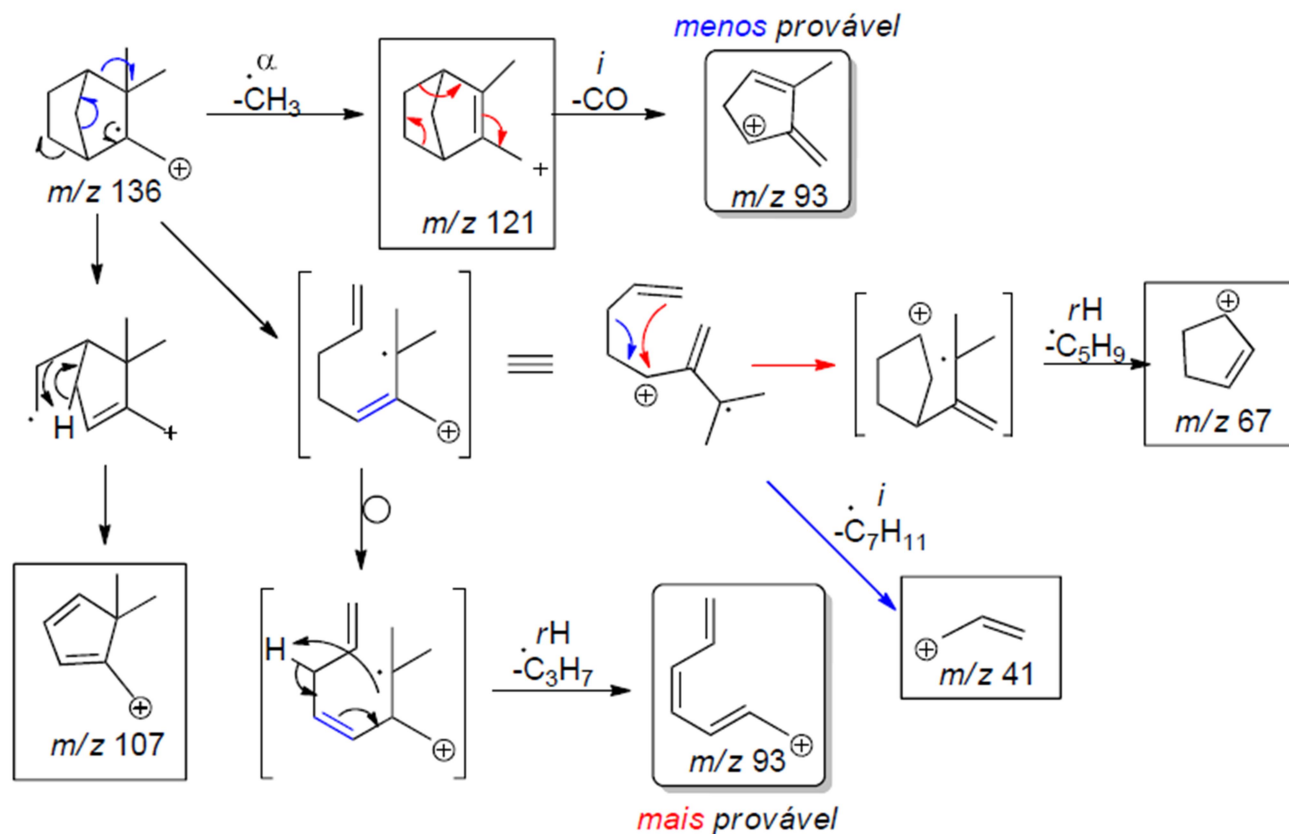
As fragmentações dos compostos majoritários do óleo de *A. sibirica* podem ser observadas nas figuras 55 e 56. Observando-se o espectro de fragmentação para o camphene, figura 55, nota-se que os picos de razão massa carga 93 e 121 são os mais estáveis. Os de  $m/z=121$  são provenientes da perda de uma metila do íon molecular pela fragmentação alfa a insaturação. Enquanto os fragmentos de  $m/z=93$  são preferencialmente provenientes da ruptura do anel com a formação de dois intermediários seguida pela perda de um radical propila e a formação de um fragmento de razão massa carga igual a 93 estabilizado por ressonância conforme mecanismo proposto na figura 56.

Figura 55: Espectro de massa do camphene disponível na literatura



Fonte: Adams (2007)

Figura 56: Proposta de fragmentação para o campheno

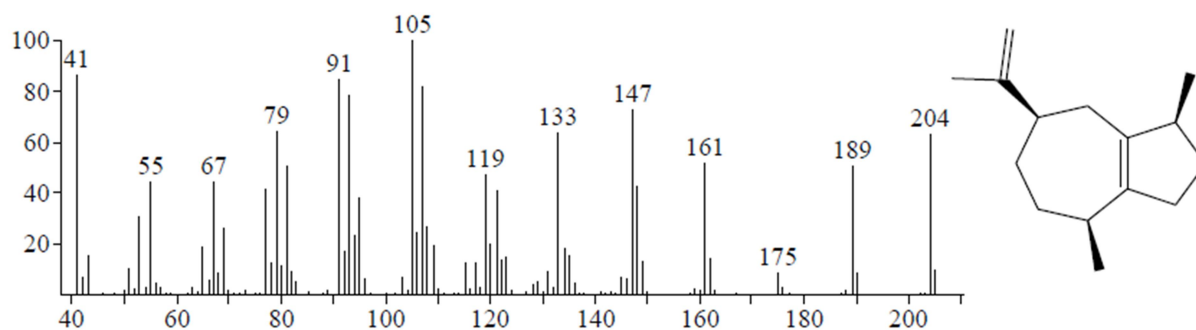


Fonte: O autor (2024)

Já para o  $\alpha$ -guaiene, presente no óleo de *P. cablin*, as fragmentações e a sua proposta de mecanismos podem ser observadas nas figuras 57 e 58. Onde os fragmentos de  $m/z$  igual a 189 são oriundos da perda de uma fragmentação alfa de um radical metila enquanto o fragmento de  $m/z$  igual a 147 é proveniente da perda de um radical isopropil Já o  $m/z$  igual a 105 é

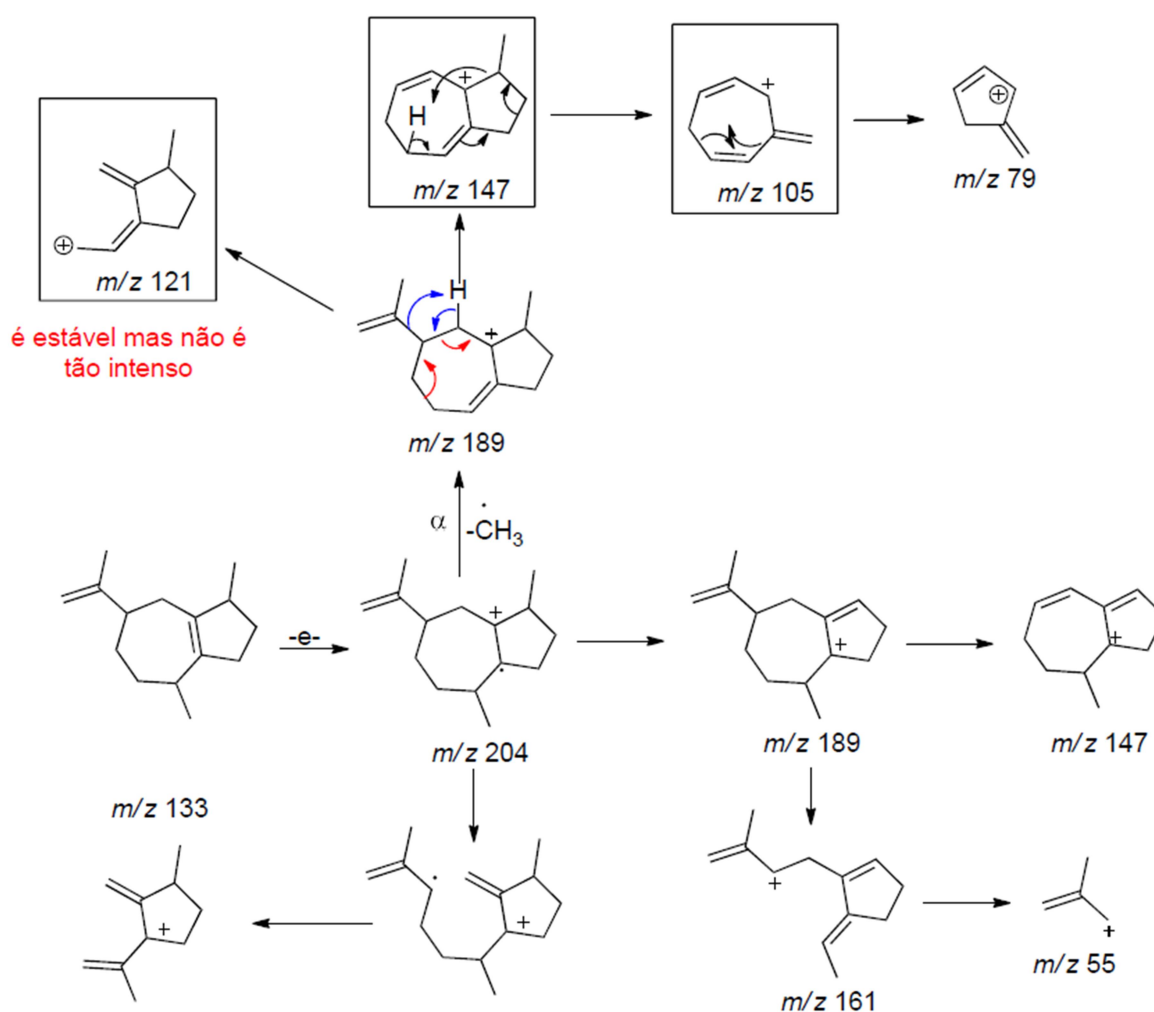
proveniente da abertura do anel de cinco membros com a perda de outro radical isopropil conforme a proposta da figura 58.

Figura 57: Espectro de massa do  $\alpha$ -guaiene disponível na literatura



Fonte: Adams (2007)

Figura 58: Proposta de fragmentação para o  $\alpha$ -guaiene



Fonte: O autor (2024)

## 5.2 ATIVIDADE LARVICIDA

Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 4 e nos apêndices de 1 a 8.

Tabela 4 - Atividade larvicida dos óleos essenciais e microformulações das folhas de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* frente às larvas do mosquito *Ae. aegypti*

| Óleos essenciais e microformulações | N <sup>a</sup> | GL <sup>b</sup> | CL <sub>50</sub> (95% IC) <sup>c,d</sup><br>(LCL-UCL) <sup>e</sup><br>ppm | CL <sub>90</sub> (95% IC) <sup>c,d</sup><br>(LCL-UCL) <sup>e</sup><br>ppm | X <sup>2f</sup> | Slop<br>(SE) |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| OE <i>Abies sibirica</i> (A)        | 480            | 4               | 67,53 ± 2,03<br>(63,4-71,3)                                               | 122,24 ± 2,41<br>(109,23-145,76)                                          | 1,33            | 0,60         |
| OE <i>Juniperus communis</i> (J)    | 420            | 4               | 92,45 ± 2,23<br>(87,7-96,4)                                               | 139,70 ± 2,21<br>(129,17-158,57)                                          | 0,99            | 0,94         |
| OE <i>Pogostemon cablin</i> (P)     | 580            | 6               | 35,95 ± 2,03<br>(32,18-40,14)                                             | 126,71 ± 2,28<br>(102,49-169,57)                                          | 1,39            | 0,21         |
| Microformulação (1:1:1)<br>OE J+P+A | 820            | 6               | 66,99 ± 0,90<br>(65,18-68,70)                                             | 94,39 ± 0,90<br>(90,24-100,05)                                            | 2,27            | 0,65         |
| Microformulação (1:1)<br>OE J+P     | 340            | 3               | 39,50 ± 1,34<br>(36,79-42,02)                                             | 70,07 ± 1,92<br>(63,87-78,92)                                             | 2,31            | 0,39         |
| Microformulação (1:1)<br>OE J+A     | 580            | 5               | 363,89 ± 19,43<br>(314,93-388,21)                                         | 669,78 ± 11,87<br>(577,91-980,27)                                         | 0,35            | 1,12         |
| Microformulação (1:1)<br>OE A+ P    | 420            | 5               | 51,64 ± 2,40<br>(47,19-56,63)                                             | 122,67 ± 2,45<br>(103,76-155,62)                                          | 1,73            | 0,34         |

<sup>a</sup> número de larvas usadas no teste; <sup>b</sup> graus de liberdade; <sup>c</sup> concentração letal e intervalo de confiança; <sup>d</sup> cálculos usando o software estatístico StatPlus Pro 6.2.5.0; <sup>e</sup> concentrações letais mínimas e máximas estimadas pelo estatístico; <sup>f</sup> chi-quadrado.

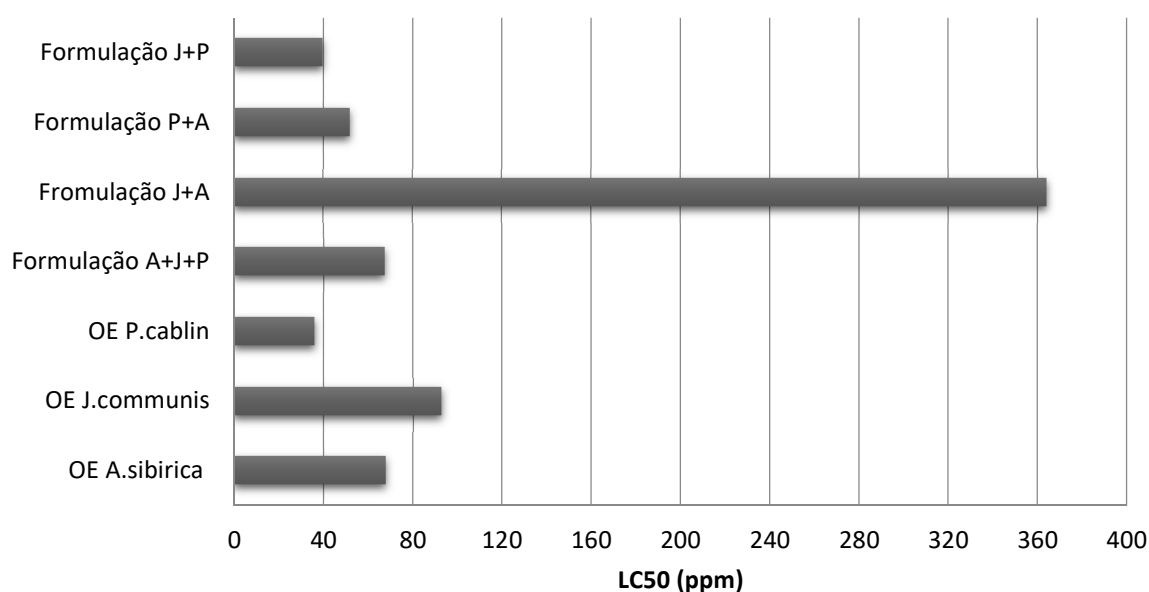
Fonte: O autor (2024)

Conforme relatado na literatura, os óleos essenciais que apresentam atividades larvicida numa concentração letal de até 50 ppm são considerados bastante bioativos, enquanto aqueles que apresentam atividades no intervalo de CL<sub>50</sub> entre 50 e 100 ppm podem ser considerados ativos e aqueles com um CL<sub>50</sub> maior que 100ppm são considerados inativos (Cheng, 2003; Silvério *et al*, 2020). Dessa forma, o óleo essencial de *P. cablin* (35,95 ppm) é classificado como bastante bioativo, seguido dos óleos de *A. sibirica* (67,53 ppm) e *J. communis* (92,45 ppm) classificados como ativos. Já entre as formulações binárias dos óleos, a combinação dos óleos essenciais de *J. Communis* e *P. cablin* (39,50 ppm) pode ser classificada como bastante bioativo, seguido da combinação de *A. sibirica* e *P. cablin* (51,64 ppm) e dos três óleos combinados *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* (66,99 ppm), os resultados consideram essas combinações como ativa, ao passo que a combinação dos óleos essenciais de *A. sibirica* e *J. communis* (363,89 ppm) foi inativo.



Já entre as microformulações binária e terciária dos óleos, nota-se que o óleo de *P. cablin* parece potencializar os resultados das atividades larvicidas obtidas para as formulações que apresentam a presença desse óleo, uma vez que a única formulação em que este óleo não está presente (*A. sibirica* e *J. communis*) a sua CL<sub>50</sub> foi classificada como inativa, com resultado ultrapassando os 100 ppm, sugerindo uma ação antagonista para combinação desses óleos essenciais, figura 59. Os resultados obtidos para o óleo essencial de *P. cablin*, sozinho ou combinado, podem ser esclarecidos pela presença predominante dos seus compostos majoritários pertencerem à classe dos sesquiterpenos. Trabalhos na literatura relatam maior atividade larvicida desses compostos em relação aos monoterpenos para larvas do mosquito *Ae. aegypti*, devido à propriedade lipofílica dos terpenos (aumento da absorção transmembrar do organismo podendo causar efeitos tóxicos) sendo os sesquiterpenos os mais ativos para essa propriedade (Simas *et al*, 2004). Já entre os terpenos descritos na literatura e presentes na constituição química dos óleos estudados com atividade larvicida estão os monoterpenos  $\alpha$ -pineno (CL<sub>50</sub> de 15,4 a 79,1ppm),  $\beta$ -pineno (CL<sub>50</sub> de 12,1 a 27,69ppm), Limoneno (CL<sub>50</sub> de 12,01 a 19,4ppm), Monoterpenos oxigenados como o Borneol (CL<sub>50</sub> de 43,5 a 94,9 ppm) além dos Hidrocarbonetos sesquiterpênicos tais como o  $\beta$ -cariofileno (CL<sub>50</sub>=88,3ppm) e  $\delta$ -Cadineno (CL<sub>50</sub>=9,03ppm),  $\alpha$ -humuleno (CL<sub>50</sub>=30,89ppm), (Dias; Moraes, 2013; Luz *et al*, 2020).

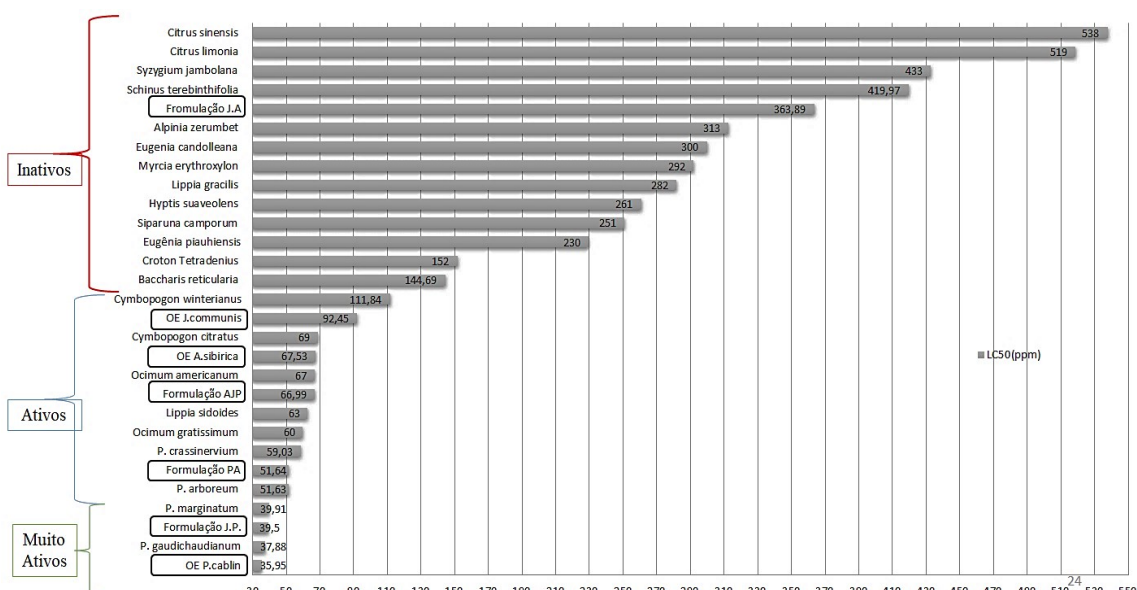
Figura 59: Valores de CL<sub>50</sub>, em ppm, para os óleos essenciais e suas formulações binárias e ternária das folhas de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* frente às larvas do mosquito *Ae. aegypti*



Fonte: O autor (2024)

Traçando um paralelo da concentração letal do óleo essencial de *A. sibirica* e *J. communis*, em relação a outros óleos essenciais de plantas brasileiras, pode-se considerar valores próximos para a atividade larvicida frente a *A. aegypti* para as plantas de *Ocimum gratissimum* L., *Lippia sidoides* Cham., *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. e *Ocimum americanum* L. Ao mesmo tempo que para os óleos essenciais das plantas de *Eugenia candolleana* DC., *Eugenia piauiensis* Vellaff., *Cordia. curassavica*, *Myrcia erythroxylon* O. Berg , *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith, *Mirsinitos de Psidium* ECO, *Citrus limonia* Osbeck, *Siparuna camporum* (Tul.) A. DC , *Citrus sinensis* Osbeck, *Lippia gracilis* Schauer, *Syzygium jambolana* DC. E, *Cymbopogon winterianus*, *Baccharis reticularia* DC , *Croton Tetradenius* Baill , *Schinus terebinthifolia* Raddi ,e *Carapa guianensis* Aublet , *Commiphora leptophloeos* Leat e *Hyptis suaveolens* Poit, o valor da CL50 encontrada para *A. sibirica* e *J. communis*, neste trabalho mostrou-se bastante inferior do que os resultados da literatura (tabela 5). Já o óleo essencial de *P. cablin* apresentou uma excelente atividade larvicida (tabela 5) próxima às atividades larvicidas de plantas do gênero *Piper* tais como *Piper gaudichaudianum* e *Piper marginatum* e melhor do que as espécies *Piper arboreum* e *Piper crassinervium* para as cepas Rockefeller do *A. aegypti* testadas (Pereira *et al*, 2021). O gênero *Piper* sp., assim como outras espécies vegetais, apresenta monoterpenos e sesquiterpenos em sua composição com ação larvicida já relatada na literatura bem como ocorre com o álcool patchouli (Autran; *et al*, 2009; Gokulakrishnan *et al*, 2013; Santos & Brandão *et al*, 2019; Mustapa *et al*, 2023). A figura 60 apresenta um histograma comparativo dos valores de CL50 para as diversas espécies de plantas citadas anteriormente.

Figura 60: Histograma com diferentes CL50, em ppm, para diversas espécies de plantas



Fonte: O autor (2023)

Tabela 5: Valores de CL<sub>50</sub> de algumas plantas brasileiras encontradas na literatura

| CL <sub>50</sub> (ppm) | Espécie                                      | Referência                     |
|------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| 67,53                  | <i>abies sibirica</i>                        | Este estudo                    |
| 60                     | <i>Ocimum gratissimum</i>                    | Cavalcanti <i>et al</i> , 2004 |
| 63                     | <i>Lippia sidoides</i> Cham                  |                                |
| 69                     | <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf       |                                |
| 67                     | <i>Ocimum americanum</i> L                   |                                |
| 300                    | <i>Eugenia candolleana</i>                   | Neves <i>et al</i> ., 2017     |
| 97,7                   | <i>Cordia curassavica</i>                    |                                |
| 313                    | <i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) Burt & Smith | Cavalcanti <i>et al</i> , 2004 |
| 519                    | <i>Citrus limonia</i> Osbeck                 |                                |
| 538                    | <i>Citrus sinensis</i> Osbeck                |                                |
| 433                    | <i>Syzygium jambolana</i> DC                 |                                |
| 261                    | <i>Hyptis suaveolens</i> Poit                |                                |
| 230                    | <i>Eugenia piauiensis</i> Vellaff.           |                                |
| >100                   | <i>Myrcia erythroxylon</i> O. Berg           | Dias <i>et al</i> , 2015       |
| 292                    | <i>Mirsinitos de Psidium</i> ECO             |                                |
| 251                    | <i>Siparuna camporum</i> (Tul.) A. DC.       |                                |
| 282                    | <i>Lippia gracilis</i> Schauer               |                                |
| 111,84                 | <i>Cymbopogon winterianus</i>                | Cansian; <i>et al</i> , 2023   |
| 92,45                  | <i>J. communis</i>                           |                                |
| 144,69                 | <i>Baccharis reticularia</i> DC              | Rocha <i>et al</i> , 2022      |
| 152,0                  | <i>Croton Tetradenius</i> Baill.             |                                |
| 419,97                 | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi         |                                |
| 138                    | <i>Carapa guianensis</i> Aublet              |                                |
| 99,40                  | <i>Commiphora leptophloeos</i> Leat          | Este estudo                    |
| 35,95                  | <i>P. cablin</i>                             |                                |
| 37,88                  | <i>Piper gaudichaudianum</i>                 |                                |
| 39,91                  | <i>Piper marginatum</i>                      |                                |
| 51,63                  | <i>Piper arboreum</i>                        |                                |
| 59,03                  | <i>Piper crassinervium</i>                   |                                |

Já quando comparado os resultados larvicida desse estudo com dados disponíveis na literatura, não foram encontrados estudos sobre a atividade inseticida do óleo *A. sibirica* sobre o *Ae. aegypti*, apenas alguns estudos como, por exemplo, atividade antibacteriana diante de cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (Truchan et al, 2019) e atividade inseticida contra outros insetos como os pulgões do pessegueiro (*Myzus persicae* Sulz) (Noreikaitė et al, 2017; Song et al, 2022).

Entretanto há na literatura estudos para as atividades larvicidas de mosquitos para óleos essenciais da família de *A. sibirica*, a da Pinaceae, coníferas, como por exemplo, o óleo de *Pinus longifolia*, o qual apresentou como principais constituintes  $\alpha$ -terpineole (12,89%), acetato de eugenila (1,76%), eugenol (3,14%), isoeugenol (4,93%) e cânfora (1,26%) e atividade larvicida frente às larvas de *Ae. aegypti* (CL<sub>50</sub>: 82,1 ppm), *Culex quinquefasciatus* (CL<sub>50</sub>: 85,7 ppm) e *Anopheles culicifacies* (CL<sub>50</sub>: 112,6 ppm) (Ansari et al, 2005). Pavela et al, 2021 também realizou estudos para avaliar a atividade inseticida com os óleos essenciais de coníferas entre elas a da família pinaceae: *Picea abies*, *Pinus halepensis* e *Pinus sylvestris*, e a família Cupressaceae os gêneros *Juniperus chinensis* cv. stricta, *Juniperus communis*, *Juniperus pfitzeriana* frente a três importantes espécies de insetos: *Spodoptera littoralis*, *Culex quinquefasciatus* e *Musca domestica*. Os principais constituintes dessas espécies são monoterpenos e sesquiterpenos tais como  $\alpha$ -pineno (26,6 a 32,8%), sabinene (17,0 a 22,1),  $\beta$ -phellandrene (5,0 a 7,6%), terpinen-4-ol (5,8 a 7,4%) para o gênero *Juniperus* e  $\alpha$ -pinene (9,5 a 25,7%) e limoneno (13,4 a 15,6%) para as espécies *P. abies* e *P. sylvestris*.

Já para o óleo de *J. communis* e algumas das espécies da família Cupressaceae é relatado uma LC<sub>50</sub> de 50ppm para o estágio L3 de *A. aegypti* (Dias; Moraes, 2013). Também há estudos para o controle de alguns vetores como *Aedes albopictus* que revelam uma CL<sub>50</sub> de 55,5 ppm para o óleo de *Juniperus phoenicea* cujo constituintes principais são  $\alpha$ -pineno (31,3%),  $\delta$ -3 careno (12,5%),  $\beta$ -felandreno (13,0%) e acetato de  $\alpha$ -terpinila (12,5%) (Giatropoulos et al, 2012). Já os estudos para o controle de *Anopheles arabiensis* indicam uma CL<sub>50</sub> de 10,82 ppm e uma constituição sabineno (25,46%), dl-limoneno (16,36%),  $\beta$ -mirceno (6,0%), acetato de bornila (5,18) e terpinen-4-ol (4,90%) para o óleo de *Juniperus virginiana* (Yohana et al, 2022). Ainda há estudos na literatura para o óleo de *J. communis* para uma CL<sub>50</sub> de 163,6 ppm frente a larvas de *Ae. aegypti* onde os constituintes principais foram:  $\alpha$ -pineno (27,0%),  $\alpha$ -terpineno (14,0%) e linalol (10,9%) (Carroll et al, 2011). Nota-se que para os estudos anteriores os monoterpenos  $\alpha$ -pineno e sabineno são os compostos majoritários para cada caso sendo estes também os dois majoritários do óleo em estudo.

Enquanto para o óleo da espécie *P. cablin* encontra-se  $CL_{50}$  variando de 25,14 a 28,43ppm (Santos *et al*, 2022). Santos e colaboradores (2019) também encontraram uma composição majoritariamente de sesquiterpenos como Seyshelleno (6,12%),  $\alpha$ -bulneseno (4,11%), Norpatchoulénol (5,72%), Pogostol (6,33%) e Álcool Patchouli (33,25%), e uma  $CL_{50}$  de 28,43ppm para o óleo essencial de *P. cablin*. Os valores menores da concentração letal encontrado nesses estudos estão ligados aos teores maiores de sesquiterpenos como, por exemplo, o do álcool patchouli.

Assim, diversos estudos vêm sendo realizados sobre a atividade larvícida dos óleos essenciais de diferentes espécimes de plantas onde aquelas que possuem um teor maior de sesquiterpenos oxigenados, hidrocarbonetos monoterpênicos e fenilpropanóides que dispõem de uma  $CL_{50} < 100$ ppm e são consideradas as mais ativas. Entre algumas desses espécimes que se destacam estão àquelas pertencentes às famílias das *Myrtaceae*, *Apiaceae*, *Piperaceae*, *Lamiaceae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Meliaceae* e *Zingiberaceae*. (Priya *et al*, 2023). Desse modo, as microformulações binárias e ternária à base de óleos essenciais de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* pode provalvemente ter a sua ação larvícida frente às larvas de *Aedes aegypti* justificada pelo sinergismo da presença dos mono e sesquiterpenos nos óleos e suas microformulações.

### 5.3 ATIVIDADE DE OVIPOSIÇÃO

Bioensaios de oviposição também foram realizados nas concentrações dos  $CL_{50}$  para os óleos essenciais, alguns compostos isolados e formulações diante de fêmeas do mosquito *Ae. aegypti*. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 6, na figura 61 e no apêndice de 9 a 19 em função do percentual do número de ovos.

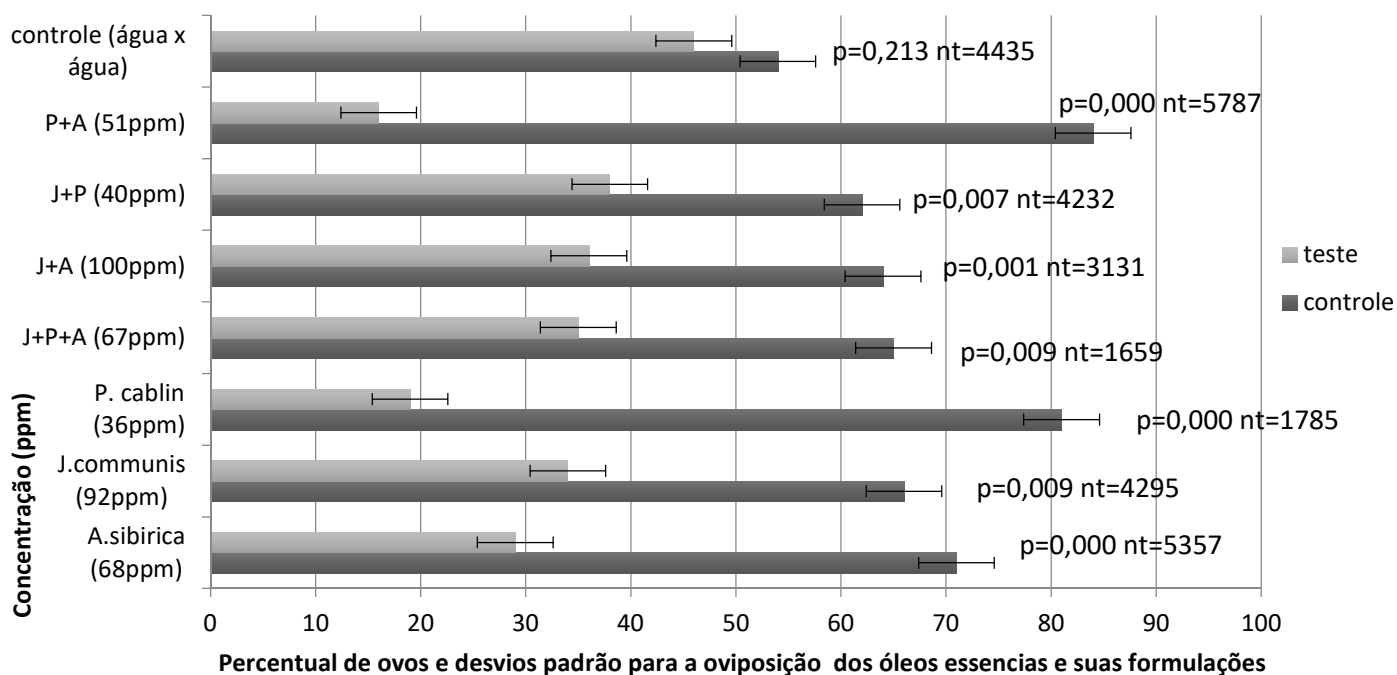
Tabela 6 – Percentual do número de ovos no controle e teste, valor de p e número total de ovos, N, e Índice de atividade de oviposição (IAO) nos bioensaios dos óleos essenciais e microformulações das folhas de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* e os compostos camphene, acetato de borneol e borneol frente às fêmeas do mosquito *Ae. aegypti*

| Óleos essenciais e microformulações<br>(Concentração) | IAO   | Controle<br>(%) | Teste<br>(%) | p     | N    |
|-------------------------------------------------------|-------|-----------------|--------------|-------|------|
| Água-tween x Água-tween (controle)                    | -0,07 | 54              | 46           | 0,213 | 4435 |
| OE <i>A. sibirica</i> (A), 68ppm                      | -0,41 | 71              | 29           | 0,000 | 5357 |
| OE <i>J. communis</i> (J) 92ppm                       | -0,31 | 66              | 34           | 0,009 | 4295 |
| OE <i>P. cablin</i> (P) 36ppm                         | -0,62 | 81              | 19           | 0,000 | 1785 |

|                                         |       |    |    |       |      |
|-----------------------------------------|-------|----|----|-------|------|
| Formulação (1:1:1)<br>OE J+P+A, 67ppm   | -0,30 | 65 | 35 | 0,009 | 1659 |
| microformulação<br>(1:1) OE J+A, 100ppm | -0,29 | 64 | 36 | 0,001 | 3131 |
| Microformulação<br>(1:1) OE J+P, 40ppm  | -0,24 | 62 | 38 | 0,007 | 4232 |
| Microformulação<br>(1:1) OE A+P, 51ppm  | -0,68 | 84 | 16 | 0,000 | 5787 |
| Camphene, 18,8ppm                       | 0,09  | 46 | 54 | 0,147 | 6981 |
| Acetato de borneol, 25ppm               | -0,14 | 57 | 43 | 0,576 | 4159 |
| Borneol, 2ppm                           | 0,10  | 45 | 55 | 0,364 | 3215 |

Fonte: O autor (2024).

Figura 61: Histograma com o percentual médio de ovos depositados no bioensaio de oviposição e o respectivo desvio para soluções controle e óleo essencial e suas microformulações. O valor de n representa o número total de ovos coletados no bioensaio

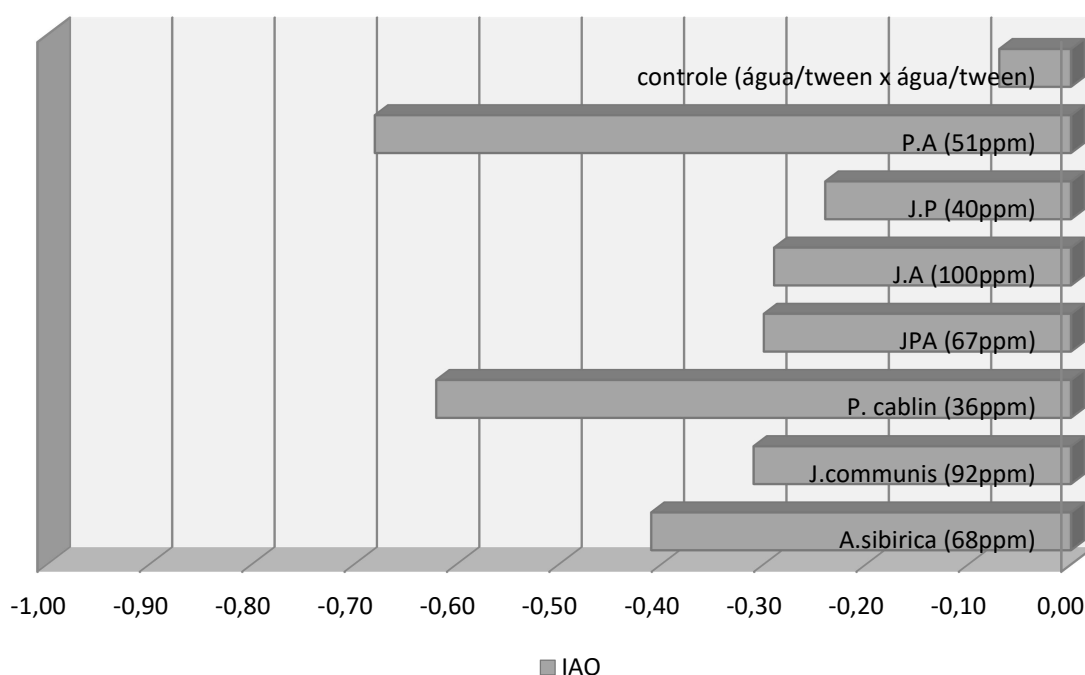


Fonte: O autor (2024)

De acordo com a tabela 6 e figura 61 de resultados, nota-se que houve uma significativa preferência pelos controles do que os testes para todos os bioensaios de oviposição realizados. Observa-se também que o bioensaio de oviposição para o controle sozinho não apresentou diferença significativa (p-value: 0,213, n:4435) na escolha da fêmea, excluindo assim

possíveis interferentes oriundos do ambiente laboral. Os ensaios realizados com o Camphene, Acetato de borneol e Borneol mostraram que as fêmeas não apresentaram preferência para os compostos quando comparados ao controle. Outro parâmetro utilizado para avaliar o resultado obtido é o Índice de Atividade de Oviposição, IAO. Esse índice indica que o composto é considerado atrativo quando positivo e maior que +0,30, enquanto o composto com índice negativo menor que -0,30 é considerado repelente. E entre esse intervalo de +0,30 até -0,30 não apresenta atividade de oviposição. (Soonwera; Phasomkusolsil, 2017; Kumuda; Kumar; Vijayan, 2019). Dessa forma, a maior parte dos óleos essenciais e microformulações testadas nas concentrações dos seus respectivos CL<sub>50</sub> possuem atividade deterrente de oviposição com IAO próximos e maiores que -0,30. (figura 62) confirmando a preferência das fêmeas pela oviposição nos controles. De modo que os óleos e microformulações, exceto a microformulação binária J+A, possuem ação larvicida e deterrente simultaneamente. Porém o uso de microformulações é preferível ao invés de apenas o óleo uma vez que as mesmas possibilitam uma atuação simultânea de múltiplos mecanismos de ação inseticida e por isso oferecerem menos probabilidade de desenvolvimento de resistência cruzada no controle de vetores e pragas.

Figura 62: Índices de atividade de oviposição (IAO) para os óleos essenciais e suas formulações binárias e ternária das folhas de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* frente às fêmeas do mosquito *Ae. aegypti*.



Fonte: O autor (2024)



Quando comparado os resultados com a literatura, nota-se que o óleo essencial da espécie *P. cablin* apresentou um efeito 62% mais acentuado na oviposição do número de ovos no controle do que no teste. Esses resultados foram melhores do que os registrados para as espécies *Piper marginatum* Jacq e *Croton rhamnifolioides* onde esse efeito é apenas de 20% e 40% respectivamente (Autran *et al*; 2009; Santos *et al*, 2014). Já os óleos essenciais de *A. sibirica* e *J. communis* exibem um efeito respectivamente de 42% e 32% mais intenso na atividade de oviposição preferencialmente nos controles semelhantemente à atividade nas variantes vermelha e rosa da *Alpinia purpurata* onde foi observada uma inibição de 30% dos ovos em comparação com a solução controle. (Santos *et al*, 2012).

Na literatura há o registro de alguns estudos indicando que a presença de alguns mono e sesquiterpenos tais como Limoneno, óxido de cariofileno,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno,  $\delta$ -elemene, germacrene D,  $\beta$ -cariofileno, camphene e  $\gamma$ -terpinene são responsáveis pela ação repelente do *Aedes* (Waliwitiya, 2008; Almeida *et al*, 2023). Também há estudos repelentes para o óleo essencial de *J. communis* (Carroll *et al* 2011) e de oviposição (Uniyal *et al*, 2016; Giatropoulos *et al*, 2012). Já o óleo essencial de *P.cablin* apresenta estudos sobre a atividade repelente para esse vetor. (Gokulakrishnan; *et al*, 2013) mas não de oviposição enquanto não foi encontrado estudos para a atividade de oviposição e nem de repelência para o óleo de *A. sibirica*.. A utilização desses óleos essenciais, portanto, é capaz de dificultar ou inibir a oviposição dos mosquitos fêmeas do gênero *Ae. aegypti* contribuindo como uma possível alternativa natural para ser empregada no controle desse vetor.

## 6 CONCLUSÃO

Tanto os óleos essenciais de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* quanto as suas respectivas microformulações trenária e binárias à base destes óleos apresentaram atividade larvicida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Aedes aegypti* sendo considerados bem ativos por possuírem respectivamente um CL<sub>50</sub> de 67,53ppm para o OE de *A. sibirica*, 92,45ppm para o OE de *J. communis* e 35,95ppm para o OE de *P. cablin* bem como as suas formulações binárias (J+P,39,50ppm; A+P,51,64ppm, A+J,363,89ppm) e ternária (A+J+P, 66,99ppm). Os óleos essenciais, portanto, de *A. sibirica*, *J. communis* e *P. cablin* possuem atividade larvicida para o *Ae. aegypti*, sendo este último o mais bioativo para causar a morte da fase larval do inseto (*P. cablin* > *A. sibirica* = *J. communis*). As microformulações testadas também mostraram potencial atividade larvicida com o maior destaque para a formulação com *J. communis* e *P. cablin* (J+P) considerado o mais bioativo para promover a mortalidade das larvas de *Ae. aegypti* (J+P > A+P = J+P+A+ > J+A). Assim o óleo de *P. cablin* e a formulação J+P foram os produtos mais bioativos para atividade larvicida neste estudo. Quanto à atividade de oviposição, tanto os óleos quanto as suas formulações mostraram-se deterrentes a oviposição do mosquito na concentração letal 50 da atividade larvicida. Logo tanto os óleos essenciais quanto as microformulações são uma promissora fonte para desenvolvimento de materiais larvicida e deterrentes mitigando a proliferação de doenças desse vetor, sendo uma ótima alternativa inseticida por serem extraídos de fontes renováveis, não possuem alta toxicidade a animais não alvos e por serem biodegradáveis além de reduzir o número de insetos vetores no ambiente sendo, assim um aliado das vigilâncias epidemiológica, entomológica e ambiental e um nicho de mercado para as indústrias de inseticidas e repelentes.

### Perspectivas do trabalho:

- ❖ Realizar os ensaios enzimáticos para algumas enzimas tais como, por exemplo, a acetilcolinesterase para os óleos e as microformulações nas CL<sub>50</sub>;
- ❖ Realizar ensaios de eletroantenografia para os óleos e as microformulações nas CL<sub>50</sub>;

## REFERÊNCIAS

Abeer, Mahmoud Mohammad. Biological Control of *Aedes aegypti* Mosquitoes Using *Bacillus thuringiensis*. **Egyptian Academic Journal Of Biological Sciences, F. Toxicology & Pest Control**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 133-138, 25 set. 2022. Egypts Presidential Specialized Council for Education and Scientific Research. <http://dx.doi.org/10.21608/eajbsf.2022.266862>.

Adams, R.P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**, 4th Ed. Allured Publishing Corporation. CarolStream, Illinois, 2007.

Aguiar, Inara de; Santos, Edjane Rocha dos; Mafud, Ana Carolina; Annies, Vinicius; Navarro-Silva, Mario Antonio; Malta, Valeria Rodrigues dos Santos; Gambardella, Maria Teresa do Prado; Marques, Francisco de Assis; Carlos, Rose Maria. Synthesis and characterization of Mn(I) complexes and their larvicidal activity against *Aedes aegypti*, vector of dengue fever. **Inorganic Chemistry Communications**, [S.L.], v. 84, p. 49-55, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.inoche.2017.07.018>.

Alavez-rosas, David; Socorro-benitez, Cinthia; Cruz-Esteban, Samuel. Repellent and adulticidal effect of essential oils mixtures on *Aedes aegypti* females. **International Journal Of Tropical Insect Science**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 1885-1892, 18 jan. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s42690-021-00716-z>

Ali, Faraat; Chorsiya, Anushma; Anjum, Varisha; Khasimbi, Shaik; Ali, Asad. A systematic review on phytochemicals for the treatment of dengue. **Phytotherapy Research**, [S.L.], v. 35, n. 4, p. 1782-1816, 28 out. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.6917>.

Aljameeli, Mohammad. Larvicidal effects of some essential oils against *Aedes aegypti* (L.), the vector of dengue fever in Saudi Arabia. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 103552, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103552>.

Almeida, Addison Ribeiro; Oliveira, Nicolas Dantas; Pinheiro, Francisco Ayrton Senna Domingos; Morais, Waldenice Alencar de; Ferreira, Leandro de Santis. Challenges encountered by natural repellents: since obtaining until the final product. **Pesticide**

**Biochemistry And Physiology**, [S.L.], v. 195, p. 105538, set. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105538>.

Alves, Luciana Vignólio. **Análise dos Constituintes Químicos do Óleo Essencial de *Eugenia speciosa* Camb. (Myrtaceae)**. 1998. 130 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Química Orgânica, Departamento de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1998

Amer, Abdelkrim; Mehlhorn, Heinz. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). **Parasitology Research**, [S.L.], v. 99, n. 4, p. 466-472, 27 abr. 2006. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-006-0182-3>.

Ansari MA, Mittal PK, Razdan RK, Sreehari U. Larvicidal and mosquito repellent activities of Pine (*Pinus longifolia*, family: Pinaceae) oil. *J Vector Borne Dis*. 2005 Sep;42(3):95-9. PMID: 16294807.

Araújo, Ana Paula de; Paiva, Marcelo Henrique Santos; Cabral, Amanda Maria; Cavalcanti, Antônio Emanuel Holanda Dias; Pessoa, Luiz Fernando Freitas; Diniz, Diego Felipe Araujo; Helvecio, Elisama; Silva, Ellyda Vanessa Gomes da; Silva, Norma Machado da; Anastácio, Daniela Bandeira. Screening *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) populations from pernambuco, brazil for resistance to temephos, diflubenzuron, and cypermethrin and characterization of potential resistance mechanisms. **Journal Of Insect Science**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 1-15, 1 maio 2019. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jisesa/iez054>.

Autran, E; Neves, I; Da Silva, C; Santos, G; Camara, C; Navarro, D. Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 100, n. 7, p. 2284-2288, abr. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.055>.

Azambuja, W. **Métodos de extração de Óleos Essenciais**. Disponível em: <http://www.oleosessenciais.org/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais/>. Acessado em: 24 de fevereiro de 2020.

Azeem, Muhammad; Zaman, Tariq; Tahir, Muhammad; Haris, Abdullah; Iqbal, Zafar; Binyameen, Muhammad; Nazir, Abdul; Shad, Sarfraz Ali; Majeed, Shahid; Moznaitis, Raimondas. Chemical composition and repellent activity of native plants essential oils against dengue mosquito, *Aedes aegypti*. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 140, p. 111609, nov. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111609>.

Aziz, Zarith Asyikin Abdul; Ahmad, Akil; Setapar, Siti Hamidah Mohd; Karakucuk, Alptug; Azim, Muhammad Mohsin; Lokhat, David; Rafatullah, Mohd.; Ganash, Magdah; Kamal, Mohammad A.; Ashraf, Ghulam Md. Essential Oils: extraction techniques, pharmaceutical and therapeutic potential - a review. **Current Drug Metabolism**, [S.L.], v. 19, n. 13, p. 1100-1110, 23 nov. 2018. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/1389200219666180723144850>.

Bais, Souravh; Gill, Naresh Singh; Rana, Nitin; Shandil, Shandeep. A Phytopharmacological Review on a Medicinal Plant: *Juniperus communis*. **International Scholarly Research Notices**, [S.L.], v. 2014, p. 1-6, 11 nov. 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/634723>.

Bajac, Jelena; Zengin, Gökhan; Mitrović, Ivana; Antić, Igor; Radojković, Marija; Nikolovski, Branislava; TERZIĆ, Milena. Juniper berry essential oils as natural resources of biological and pharmacological high-valuable molecules. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 204, p. 117248, nov. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117248>.

Basaid, Khadija; Chebli, Bouchra; Mayad, El Hassan; Furze, James N.; Bouharroud, Rachid; Krier, François; Barakate, Mustapha; Paulitz, Timothy. Biological activities of essential oils and lipopeptides applied to control plant pests and diseases: a review. **International Journal Of Pest Management**, [S.L.], v. 67, n. 2, p. 155-177, 8 jan. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2019.1707327>.

Bezerra-Silva, Patrícia C.; Santos, Jefferson C.; Santos, Geanne K.N.; Dutra, Kamilla A.; Santana, Andrea L.B.D.; Maranhão, Claudia A.; Nascimento, Márcia S.; Navarro, Daniela M.A.F.; Bieber, Lothar W.. Extract of *Bowdichia virgilioides* and *maackiain* as larvicidal agent against *Aedes aegypti* mosquito. **Experimental Parasitology**, [S.L.], v. 153, p. 160-

164, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exppara.2015.03.018>.

Bezerra-Silva, Patrícia C.; Dutra, Kamilla A.; Santos, Geanne K. N.; SILVA, Rayane C. S.; Iulek, Jorge; Milet-Pinheiro, Paulo; Navarro, Daniela M. A. F.. Evaluation of the Activity of the Essential Oil from an Ornamental Flower against *Aedes aegypti*: electrophysiology, molecular dynamics and behavioral assays. **Plos One**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 1-15, 29 fev. 2016. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0150008>.

Bizzo, Humberto; Barboza, Eduardo; Santos, Marcelly; Gama, Paola. Um conjunto de planilhas eletrônicas para identificação e quantificação de constituintes de óleos essenciais. **Química Nova**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 98-105, 2020. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170458>.

Bolouri, Parisa; Salami, Robab; Kouhi, Shaghayegh; Kordi, Masoumeh; LAJAYER, Behnam Asgari; Hadian, Javad; ASTATKIE, Tess. Applications of Essential Oils and Plant Extracts in Different Industries. **Molecules**, [S.L.], v. 27, n. 24, p. 8999, 16 dez. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules27248999>.

Boukhatem, Mohamed. Scientific Findings: The Amazing use of Essential Oils and their Related Terpenes as Natural Preservatives to Improve the Shelf- Life of Food. **Ciência Alimentar e Nutrição Tecnologia** 5 .1-13. 2020. Doi 10.23880/fsnt- 16000215.

Braga, Ima Aparecida; Valle, Denise. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 279- 293, dez. 2007. Instituto Evandro Chagas. <http://dx.doi.org/10.5123/s1679- 49742007000400006>

Brasil. **Boletim epidemiológico**. Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 47 de 2022, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde 4 Volume 53; N.º 44; Dez. 2022

Brasil, **Informe Semanal nº 02**. Centro de Operações de Emergências. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Ministério da Saúde. Semana Epidemiologica 7 I 20 de Fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses/informe-semanal/informe-semanal-no-02-coe/view>. Acesso em: 19 abr. 2024.

Brasil, **Painel de monitoramento de arboviroses**. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Ministério da Saúde. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Bruice, Paula Yurkanis. Química orgânica. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. v.2. 641 p.

Cabral, C.; Francisco, V.; Cavaleiro, C.; Gonçalves, M. J.; Cruz, M. T.; Sales, F.; Batista, M. T.; Salgueiro, L.. Essential Oil of *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suter) Čelak Needles: chemical composition, antifungal activity and cytotoxicity. **Phytotherapy Research**, [S.L.], v. 26, n. 9, p. 1352-1357, 1 fev. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.3730>.

Cansian, R. L.; Staudt, A.; Bernardi, J. L.; Puton, B. M. S.; Oliveira, D.; Oliveira, J. V. de; Gomes, A. C. C.; Andrade, B. C. O. P.; Leal, I. C. R.; Simas, N. K.. Toxicity and larvicidal activity on *Aedes aegypti* of citronella essential oil submitted to enzymatic esterification. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 83, p. 1-5, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.244647>.

Carroll, John F.; Tabanca, Nurhayat; Kramer, Matthew; Elejalde, Natasha M.; Wedge, David E.; Bernier, Ulrich R.; Coy, Monique; Becnel, James J.; Demirci, Betul; Başer, Kemal Husnu Can. Essential oils of *Cupressus funebris*, *Juniperus communis*, and *J. chinensis* (Cupressaceae) as repellents against ticks (Acari: ixodidae) and mosquitoes (diptera. **Journal Of Vector Ecology**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 258-268, 30 nov. 2011. Society for Vector Ecology. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1948-7134.2011.00166.x>.

Castillo, Ruth M.; Stashenko, Elena; Duque, Jonny E.. Insecticidal and Repellent Activity of Several Plant-Derived Essential Oils Against *Aedes aegypti*. **Journal Of The American Mosquito Control Association**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.25-35,mar. 2017. The American Mosquito Control Association. <http://dx.doi.org/10.2987/16-6585.1>.

Cavalcanti, Eveline Solon Barreira; Morais, Selene Maia de; A Lima, Michele Ashley; Santana, Eddie William Pinho. Larvicidal Activity of essential oils from Brazilian plants



against *Aedes aegypti* L. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [S.L.], v. 99, n. 5, p. 541-544, ago. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0074-02762004000500015>.

Chen, Ying; Wu, You-Gen; Xu, Yan; Zhang, Jun-Feng; Song, Xi-Qiang; Zhu, Guo-Peng; Hu, Xin-Wen. Dynamic accumulation of sesquiterpenes in essential oil of *Pogostemon cablin*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 24, n. 6, p. 626-634, nov. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2014.11.001>.

Cheng, S. Bioactivity of selected plant essential oils against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* larvae. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 89, n. 1, p. 99-102, ago. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524\(03\)00008-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524(03)00008-7).

Chernyaeva, G. N.; Barakov, T. V.. Seasonal dynamics of the essential oil of *Abies sibirica*. **Chemistry Of Natural Compounds**, [S.L.], v. 19, n. 6, p. 682-684, nov. 1983. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00575168>

Chiaradia, Mariza C.; Collins, Carol H.; Jardim, Isabel C. S. F.. O estado da arte da cromatografia associada à espectrometria de massas acoplada à espectrometria de massas na análise de compostos tóxicos em alimentos. **Química Nova**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 623-636, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422008000300030>.

Colins, Carol H.; Braga, Gilberto L.; Bonato, Pierina S. **Introdução aos métodos cromatográficos**. 6. ed. São Paulo: Editora da Unicamp, 1995. 280 p.

Conway, Michael J.; Haslitt, Douglas P.; Swarts, Benjamin M.. Targeting *Aedes aegypti* Metabolism with Next-Generation Insecticides. **Viruses**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 469, 8 fev. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/v15020469>.

Delaunay, Pascal; Fauran, Pierre; Marty, Pierre. Les moustiques d'intérêt médical. **Revue Française Des Laboratoires**, [S.L.], v. 2001, n. 338, p. 27-36, dez. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0338-9898\(01\)80348-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0338-9898(01)80348-6).

Dhifi, Wissal; Bellili, Sana; JAZI, Sabrine; Bahloul, Nada; MNIF, Wissem. Essential Oils'

Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: a critical review. **Medicines**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 25, 22 set. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/medicines3040025>.

Dias, Clarice Noleto; Moraes, Denise Fernandes Coutinho. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: culicidae) larvicides. **Parasitology Research**, [S.L.], v. 113, n. 2, p. 565-592, 22 nov. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-013-3687-6>.

Dias, Clarice Noleto; Alves, Luciana Patrícia Lima; Rodrigues, Klinger Antonio da Franca; Brito, Maria Cristiane Aranha; Rosa, Carliane dos Santos; Amaral, Flavia Maria Mendonça do; Monteiro, Odair dos Santos; Andrade, Eloisa Helena de Aguiar; Maia, José Guilherme Soares; Moraes, Denise Fernandes Coutinho. Chemical Composition and Larvicidal Activity of Essential Oils Extracted from Brazilian Legal Amazon Plants against *Aedes aegypti* L. (Diptera: culicidae). **Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine**, [S.L.], v. 2015, p. 1-8, 2015. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/490765>.

Donald, Graciela Rocha; Fernandes, Patrícia Dias; Boylan, Fabio. Antinociceptive Activity of *Zanthoxylum piperitum* DC. Essential Oil. **Evidence-based Complementary And Alternative Medicine**, [s.l.], v. 2016, p.1-8, 2016. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3840398>.

Dool, H. van Den; Kratz, P. Dec.. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal Of Chromatography A**, [S.L.], v. 11, p. 463-471, 1963. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9673\(01\)80947-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9673(01)80947-x).

Dewick, P. M. **Medicinal Natural Products: A Biosynthese Approach**. 3<sup>o</sup> ed. John Wiley & Sons 2009.

Dumitrescu, Eugenia; Muselin, Florin; Dumitrescu, Carmen S.; Orasan-Alic, Sergiu A.; Moruzi, Răzvan F.; Doma, Alexandru O.; Mohamed, Erieg A.; Cristina, Romeo T.. Juniper communis L. Essential Oils from Western Romanian Carpathians: bio-structure and effective antibacterial activity. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 2949, 14 mar. 2022. MDPI AG.

<http://dx.doi.org/10.3390/app12062949>.

Efremov, A. A.; Zykova, I. D.; Senashova, V. A.; Grodnitskaya, I. D.; Pashenova, N. V.. Antimicrobial and Antiradical Activities of Individual Fractions of *Pinus sibirica* Du Tour and *Abies sibirica* Ledeb. Growing in Siberia. **Russian Journal Of Bioorganic Chemistry**, [S.L.], v. 47, n. 7, p. 1439-1444, dez. 2021. Pleiades Publishing Ltd. <http://dx.doi.org/10.1134/s1068162021070062>.

El-Amier, Yasser A.; BORKI, Abd El-Nasser S. Al; ELAGAMI, Shrouk A.. Potential of wild plant *Artemisia judaica* L. as sustainable source of antioxidant and antimicrobial compounds. **Journal Of Experimental Sciences**, [S.L.], p. 04-08, 2019. TathQeef Scientific Publishing. <http://dx.doi.org/10.25081/jes.2019.v10.5425>.

Elmastaş, Mahfuz; Gülçin, İlhami; Beydemir, Şükrü; Küfrevioğlu, Ö. İrfan; Aboul-Enein, Hassan Y.. A Study on the In Vitro Antioxidant Activity of Juniper (*Juniperus communis* L.) Fruit Extracts. **Analytical Letters**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 47-65, jan. 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00032710500423385>.

El-Yemni, Majda; Louaste, Bouchra; Nechad, Imane; Elkamli, Taha; Bouia, Abdelhak; Taleb, Mustapha; Chaouch, Mahdi; Eloutassi, Noureddine. Extraction of Essential Oils of *Rosmarinus officinalis* L. by Two Different Methods: hydrodistillation and microwave assisted hydrodistillation. **The Scientific World Journal**, [S.L.], v. 2019, p. 1-6, 1 abr. 2019. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2019/3659432>.

Esteban, Luis Saúl; Mediavilla, Irene; Xavier, Virginie; Amaral, Joana S.; Pires, Tânia C. S. P.; Calhelha, Ricardo C.; López, César; Barros, Lillian. Yield, Chemical Composition and Bioactivity of Essential Oils from Common Juniper (*Juniperus communis* L.) from Different Spanish Origins. **Molecules**, [S.L.], v. 28, n. 11, p. 4448, 30 maio 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28114448>.

Facchinelli, Luca; Badolo, Athanase; McCall, Philip J.. Biology and Behaviour of *Aedes aegypti* in the Human Environment: opportunities for vector control of arbovirus transmission. **Viruses**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 636, 27 fev. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/v15030636>.

Fagbohun, Ifeoluwa Kayode; Idowu, Emmanuel Taiwo; Olakiigbe, Abiodun Kanmi; Oyeniyi, Amos Tolulope; Otubanjo, Olubunmi Adetoro; Awolola, Taiwo Samson. Metabolic resistance mechanism in *Aedes aegypti* from Lagos State, Nigeria. **The Journal Of Basic And Applied Zoology**, [S.L.], v. 81, n. 1, p. 1-7, 29 set. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s41936-020-00194-8>.

Felipe, Lorena O; Bicas, Juliano L.. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160068>.

Fierascu, Radu Claudiu; Fierascu, Ioana Catalina; Dinu-Pirvu, Cristina Elena; Fierascu, Irina; Paunescu, Alina. The application of essential oils as a next-generation of pesticides: recent developments and future perspectives. **Zeitschrift Für Naturforschung C**, [S.L.], v. 75, n. 7-8, p. 183-204, 30 nov. 2019. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/znc-2019-0160>.

Fundação Nacional de Saúde, Dengue instruções para pessoal de combate a vetor: manual de normas técnicas. 3. ed., rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.84 p.

Ga'al, Hassan; Fouad, Hatem; Mao, Guofeng; Tian, Jiaxin; Jianchu, Mo. Larvicidal and pupicidal evaluation of silver nanoparticles synthesized using *Aquilaria sinensis* and *Pogostemon cablin* essential oils against dengue and Zika viruses vector *Aedes albopictus* mosquito and its histopathological analysis. **Artificial Cells, Nanomedicine, And Biotechnology**, [S.L.], v. 46, n. 6, p. 1171-1179, 31 ago. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/21691401.2017.1365723>.

Galdeano, Diogo; Kleingesinds, Carolina. Botânica no Inverno 2013: Microrganismos x Planta: guerra ou parceria? Org. de Alejandra Matiz Lopez et al. São Paulo. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2012. 202 p.

Galovičová, Lucia; Borotová, Petra; Valková, Veronika; Ďoránová, Hana; Tefániková, Jana; Vukovic, Nenad L.; Vukic, Milena; Kačániová, Miroslava. Biological Activity of *Pogostemon cablin* Essential Oil and Its Potential Use for Food Preservation. **Agronomy**, [S.L.], v. 12, n.

2, p. 387, 3 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12020387>.

Ghassemi, Nasrollah; Ghanadian, Mustafa; Ghaemmaghami, Lili; Kiani, Haran. Development of a Validated HPLC/Photodiode Array Method for the Determination of Isomenthone in the Aerial Parts of *Ziziphora tenuior* L. **Jundishapur Journal Of Natural Pharmaceutical Products**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 180-186, 2 nov. 2013. Kowsar Medical Institute. <http://dx.doi.org/10.17795/jjnpp-12504>.

Giatropoulos, Athanassios; Pitarokili, Danae; Papaioannou, Fotini; Papachristos, Dimitrios P.; Koliopoulos, George; Emmanouel, Nickolaos; Tzakou, Olga; Michaelakis, Antonios. Essential oil composition, adult repellency and larvicidal activity of eight Cupressaceae species from Greece against *Aedes albopictus* (Diptera: culicidae). **Parasitology Research**, [S.L.], v. 112, n. 3, p. 1113-1123, 22 dez. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-012-3239-5>.

Gokulakrishnan, J; Kuppusamy, Elumalai; Shanmugam, Dhanasekaran; Appavu, Anandan; Kaliyamoorthi, Krishnappa. Pupicidal and repellent activities of *Pogostemon cablin* essential oil chemical compounds against medically important human vector mosquitoes. **Asian Pacific Journal Of Tropical Disease**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 26-31, fev. 2013. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s2222-1808\(13\)60006-7](http://dx.doi.org/10.1016/s2222-1808(13)60006-7).

Gomes, P.R.B.; Silva, A.L.S.; Pinheiro, H.A.; Carvalho, L.L.; Lima, H.s.; Silva, E.F.; Silva, R.P.; Louzeiro, C.H.; Oliveira, M.B.; V.E.M. Filho. Avaliação da atividade larvica do óleo essencial do *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre) frente ao mosquito *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, [S.L.], v. 18, n. 21, p. 597-604, 2016. FapUNIFESP (SciELO). [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/15\\_214](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/15_214)

Gómez, Marcela; Martinez, David; Muñoz, Marina; Ramírez, Juan David. *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* microbiome/virome: new strategies for controlling arboviral transmission?. **Parasites & Vectors**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-13, 9 ago. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13071-022-05401-9>.

Govindarajan, Marimuthu; Rajeswary, Mohan; Senthilmurugan, Sengamalai; Vijayan, Periasamy; Alharbi, Naiyf S.; Kadaikunnan, Shine; Khaled, Jamal M.; Benelli, Giovanni.

Larvicidal activity of the essential oil from *Amomum subulatum* Roxb. (Zingiberaceae) against *Anopheles subpictus*, *Aedes albopictus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: culicidae), and non-target impact on four mosquito natural enemies. **Physiological And Molecular Plant Pathology**, [S.L.], v. 101, p 219-224, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.01.003>

Guedes, Raul Narciso C; Beins, Kaley; Costa, Dennis Navarro; Coelho, Giovanini e; Bezerra, Haroldo Sérgio da s. Patterns of insecticide resistance in *Aedes aegypti*: meta :analyses of surveys in latin america and the caribbean. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 76, n. 6, p. 2144-2157, 7 fev. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.5752>.

Han, Xuesheng; Parker, Tory L.. Anti-inflammatory activity of Juniper (*Juniperus communis*) berry essential oil in human dermal fibroblasts. **Cogent Medicine**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1306200, 1 jan. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/2331205x.2017.1306200>

Handa, Mizuho; Murata, Toshihiro; Kobayashi, Kyoko; Selenge, Erdenechimeg; Miyase, Toshio; Batkhuu, Javzan; Yoshizaki, Fumihiko. Lipase inhibitory and LDL anti-oxidative triterpenes from *Abies sibirica*. **Phytochemistry**, [S.L.], v. 86, p. 168-175, fev. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.11.017>.

Haziri, A; Faiku, f;mehmeti,A;Govori,S;Abazi,S;Daci,m;hazi,I; Bytyqi-damoni, A; Mele,A. antimicrobial properties of the essential oil of *juniperus communis* (l.) growing wild in east part of kosovo. **American Journal Of Pharmacology And Toxicology**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 128-133, 1 mar. 2013. Science Publications. <http://dx.doi.org/10.3844/ajptsp.2013.128.133>.

Hesham H. A. Rassem, Abdurahman H. Nour, ROSLI M. Yunus, Techniques ForExtraction of Essential Oils From Plants: **A Review. Aust. J. Basic & Appl. Sci.**, 10(16): 117-127, 2016

Hinrichsen, S. Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*. **Tua saúde**. 2021. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/ciclo-de-vida-do-aedes-aegypti/>. Acesso em janeiro de 2023

Höferl, Martina; Stoilova, Ivanka; Schmidt, Erich; Wanner, Jürgen; Jirovetz, Leopold; Trifonova, Dora; Krastev, Lutsian; Krastanov, Albert. Chemical Composition and

Antioxidant Properties of Juniper Berry (*Juniperus communis* L.) Essential Oil. Action of the Essential Oil on the Antioxidant Protection of *Saccharomyces cerevisiae* Model Organism. **Antioxidants**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 81-98, 24 fev. 2014. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox3010081>

Ibáñez, María Dolores; Blázquez, María Amparo. Curcuma longa L. Rhizome Essential Oil from Extraction to Its Agri-Food Applications. A Review. **Plants**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 44, 28 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants10010044>.

Jacobs, Ella; Chrissian, Christine; Rankin-Turner, Stephanie; Wear, Maggie; Camacho, Emma; Broderick, Nichole A.; Mcmeniman, Conor J.; Stark, Ruth E.; Casadevall, Arturo. Cuticular profiling of insecticide resistant *Aedes aegypti*. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-15, 22 jun. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-023-36926-3>.

Jan, Rahmatullah; Asaf, Sajjad; Numan, Muhammad; Lubna; Kim, Kyung-Min. Plant Secondary Metabolite Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions. **Agronomy**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 968, 13 maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11050968>.

Junren, Chen; Xiaofang, Xie; Mengting, Li; Qiuyun, Xiong; Gangmin, Li; Huiqiong, Zhang; Guanru, Chen; Xin, Xu; Yanpeng, Yin; Fu, Peng. Pharmacological activities and mechanisms of action of *Pogostemon cablin* Benth: a review. **Chinese Medicine**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-20, 7 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13020-020-00413-y>.

Kamaraj, Chinnaperumal; Ragavendran, Chinnasamy; Prem, Pradisha; Kumar, Selvam Naveen; Ali, Amir; Kazmi, Abeer; Ullah, Abd; Kumar, Rajappan Chandra Satish; Khan, Safir Ullah; Luna-Arias, Juan Pedro. Exploring the Therapeutic Potential of Traditional Antimalarial and Antidengue Plants: a mechanistic perspective. **Canadian Journal Of Infectious Diseases And Medical Microbiology**, [S.L.], v. 2023, p. 1-20, 28 out. 2023. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2023/1860084>.

Kasai, Shinji; Itokawa, Kentaro; Uemura, Nozomi; Takaoka, Aki; furutani, Shogo; Maekawa,

Yoshihide; Kobayashi, Daisuke; Imanishi-Kobayashi, Nozomi; Amoa-Bosompem, Michael; Murota, Katsunori. Discovery of super-insecticide-resistant dengue mosquitoes in Asia: threats of concomitant knockdown resistance mutations. **Science Advances**, [S.L.], v. 8, n. 51, p. 1-14, 21 dez. 2022. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abq7345>.

Kiyohara, Hiroaki; Ichino, Chikara; Kawamura, Yuka; Nagai, Takayuki; Sato, Noriko; Yamada, Haruki. Patchouli alcohol: in vitro direct anti-influenza virus sesquiterpene in pogostemon cablin benth. **Journal Of Natural Medicines**, [S.L.], v. 66, n. 1, p. 55-61, 14 jun. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11418-011-0550-x>.

Klein, D. Química Orgânica. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2016. Vol 2, 600p.

Klocke, James A.; Darlington, Mark V.; Balandrin, Manuel F.. 1,8-Cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). **Journal Of Chemical Ecology**, [S.L.], v. 13, n. 12, p. 2131-2141, dez. 1987. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf01012562>

Kocevski, Dragana; Du, Muying; Kan, Jianquan; Jing, Chengjun; Lačanin, Ines; Pavlović, Hrvoje. Antifungal Effect of *Allium tuberosum*, *Cinnamomum cassia*, and *Pogostemon cablin* Essential Oils and Their Components Against Population of *Aspergillus* Species. **Journal Of Food Science**, [S.L.], v. 78, n. 5, p. 731-737, maio 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12118>.

Knight JC, Corbet SA. Compounds affecting mosquito oviposition: structure- activity relationships and concentration effects. *J Am Mosq Control Assoc*. 1991 Mar;7(1):37-41. PMID: 1675257.

Kraemer, Moritz Ug; Sinka, Marianne e; A Duda, Kirsten; Mylne, Adrian Qn; Shearer, Freya M; Barker, Christopher M; Moore, Chester G; Carvalho, Roberta G; Coelho, Giovanini e; Van bortel, Wim. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **Elife**, [S.L.], v. 4, p. 1-18, 30 jun. 2015. ELife Sciences Publications, Ltd.



<http://dx.doi.org/10.7554/elife.08347>.

Kraemer, Moritz U. G.; Reiner, Robert C.; Brady, Oliver J.; MESSINA, Jane P.; GILBERT, Marius; PIGOTT, David M.; YI, Dingdong; JOHNSON, Kimberly; EARL, Lucas; MARCZAK, Laurie B.. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Nature Microbiology**, [S.L.], v. 4, n. 5, p. 854-863, 4 mar. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y>.

Kudryavtseva, Anna; Krasnov, George; Lipatova, Anastasiya; Alekseev, Boris; Maganova, Faniya; Shaposhnikov, Mikhail; Fedorova, Maria; Snezhkina, Anastasiya; Moskalev, Alexey. Effects of *Abies sibirica* terpenes on cancer- and aging-associated pathways in human cells. **Oncotarget**, [S.L.], v. 7, n. 50, p. 83744-83754, 19 nov. 2016. Impact Journals, LLC. <http://dx.doi.org/10.18632/oncotarget.13467>

Kumuda, S.S., Mohan Kumar, T.K. and Vijayan, V. A. Larvicidal, Ovicidal and Oviposition deterrent efficacy of extracts of two plant species against *Culex quinquefasciatus* Say, at Mysuru, India **International Journal of Current Research**, Vol. 11, Issue, 02, pp.1484-14889, February, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24941/ijcr.34298.02.2019>.

Lanças, Fernando M.. **Cromatografia em fase gasosa**. São Carlos: Acta, 1993. 235p.

Lanças, F. A **Cromatografia Líquida Moderna e a Espectrometria de Massas: finalmente “compatíveis”** ScientiaChromatographica, v.1, n.2, p. 35-61, 2009

Lanças, Fernando M..**Espectrometria de massas: fundamentos, instrumentação e aplicações**. Campinas,Sp: Átomo, 2019. 353 p.

Larkeche, O.; Zermane, A.; Meniai, A.-H.; Crampon, C.; Badens, E.. Supercritical extraction of essential oil from *Juniperus communis* L. needles: application of response surface methodology. **The Journal Of Supercritical Fluids**, [S.L.], v. 99, p. 8-14, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2015.01.026>.

Leta, Samson; Beyene, Tariku Jibat; Clercq, Eva M. de; Amenu, Kebede; Kraemer, Moritz U.G.; Revie, Crawford W. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal Of Infectious Diseases**, [S.L.], v. 67, p.

25-35, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2017.11.026>

Lipatova, Anastasiya; Krasnov, George; Vorobyov, Pavel; Melnikov, Pavel; Alekseeva, Olga; Vershinina, Yulia; Brzhozovskiy, Alexander; Goliusova, Daria; Maganova, Faniya; Zakirova, Natalia. Effects of Siberian fir terpenes extract Abisil on antioxidant activity, autophagy, transcriptome and proteome of human fibroblasts. **Aging**, [S.L.], v. 13, n. 16, p. 20050-20080, 24 ago. 2021. Impact Journals, LLC. <http://dx.doi.org/10.18632/aging.203448>.

Lu, Tsung-Chun; Liao, Jung-Chun; Huang, Tai-Hung; Lin, Ying-Chih; Liu, Chia-Yu; Chiu, Yung-Jia; Peng, Wen-Huang. Analgesic and Anti-Inflammatory Activities of the Methanol Extract from *Pogostemon cablin*. **Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine**, [S.L.], v. 2011, p. 1-9, 2011. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1093/ecam/nep183>.

Lucena, Thatiany. **Estudo aponta que a Dengue deve impactar em R\$ 20 bilhões a economia do Brasil**: Levantamento estima que o aumento dos casos de dengue possa levar a uma queda de até R\$ 7 bilhões no PIB do país, 2024. Diário de Pernambuco. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/ultimas/2024/03/estudo-aponta-que-a-dengue-deve-impactar-em-r-20-bilhoes-a-economia.html>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Luchesi, Luana A.; Paulus, Dalva; Busso, Cleverson; Frata, Marcela T.; Oliveira, Juliana B.. Chemical composition, antifungal and antioxidant activity of essential oils from *Baccharis dracunculifolia* and *Pogostemon cablin* against *Fusarium graminearum*. **Natural Product Research**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 849-852, 6 ago. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2020.1802267>.

Lwande, Olivia Wesula; Obanda, Vincent; Lindström, Anders; Ahlm, Clas; Evander, Magnus; Näslund, Jonas; Bucht, Göran. Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. **Vector-Borne And Zoonotic Diseases**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 71-81, 1 fev. 2020. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/vbz.2019.2486>.

Luz, Tássio Rômulo Silva Araújo; Mesquita, Ludmilla Santos Silva de; Amaral, Flavia Maria Mendonça do; Coutinho, Denise Fernandes. Essential oils and their chemical constituents against *Aedes aegypti* L. (Diptera: culicidae) larvae. **Acta Tropica**, [S.L.], v. 212, p. 105705,

dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105705>.

Magalhães, P. K. A.; Araujo, E. N.; Santos, A. M.; Vanderlei, M. B.; Souza, C. C. L.; Correia, M. S.; Fonseca, S. A.; Pavão, J. M. J. S.; Souza, M. A.; Costa, J. G.. Ethnobotanical and ethnopharmacological study of medicinal plants used by a traditional community in Brazil's northeastern. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 82, p. 1-11, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.237642>.

Mahboubi, Mohaddese; Bokae, Saeed; Dehdashti, Hoda; Feizabadi, Mohammad Mehdi. Antimicrobial activity of *Mentha piperitae*, *Zhumeria majdae*, *Ziziphora tenuior* oils on ESBLs producing isolates of *Klebsiella pneumoniae*. **Biharean Biologist**, 6 (1): pp.5-9, Oradea, Romania, 2012 Article No.: 111128 <http://biozoojournals.3x.ro/bihbiol/index.html>

Marques, Daniel Maciel; Rocha, Joanna de Freitas; ALMEIDA, Thiago Silva de; MOTA, Erika Freitas. Essential Oils Of Caatinga Plants With Deletary Action For *Aedes Aegypti*: a review. **South African Journal Of Botany**, [S.L.], v. 143, p. 69-78, dez. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2021.08.004>.

Menezes, Saulo Almeida de; Galego, Giulia Bongiorno; Rigo, Graziela de Vargas; Aguiar, Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de; Veras, Bruno de Oliveira; Vandesmet, Lilian Cortez Sombra; Santos, Cícero Ramon Bezerra dos; Sampaio, Mariana Gomes Vidal; Marques, Clécia de Carvalho; Lermen, Vilmar Luiz. Anti-*Trichomonas vaginalis* activity of essential oils extracted from Caatinga Myrtaceae species and chemical composition of *Eugenia pohliana* DC. **Natural Product Research**, [S.L.], p. 1-5, 18 jul. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2022.2101050>.

Messina, Jane P.; Brady, Oliver J.; Golding, Nick; Kraemer, Moritz U. G.; Wint, G. R. William; Ray, Sarah E.; Pigott, David M.; Shearer, Freya M.; Johnson, Kimberly; Earl, Lucas. The current and future global distribution and population at risk of dengue. **Nature Microbiology**, [S.L.], v. 4, n. 9, p. 1508-1515, 10 jun. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8>.

Meurer, Eduardo César. **Espectroscopia de massas para iniciantes**. Curitiba: Appris, 2020. 165 p.

Milet-Pinheiro, Paulo; Silva, João Batista F.; Navarro, Daniela M.A.F.; Machado, Isabel C.s.; Gerlach, Günter. Notes on pollination ecology and floral scent chemistry of the rare neotropical orchid *Catasetum galeritum* R chb.f. **Plant Species Biology**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 158-163, 9 mar. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1442-1984.12202>.

Monte, Zenaide; Navarro, Daniela; Aguiar, Júlio; Nascimento, Jessica; Scotti, Marcus; Scotti, Luciana; Barros, Renata; Santos, Aline; Pereira, Valéria; Falcão, Emerson. Pyrimidine Derivatives: qsar studies of larvicidal activity against *aedes aegypti*. **Journal Of The Brazilian Chemical Society**, [S.L.], p. 3-10, 2020. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200039>.

Moreira, F. A. **Perfil da alteração na produção de substâncias fenólicas e açúcares livres na interação entre *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae) parasitada por *Phoradendron crassifolium* (Pohl ex DC.) Eichler (Santalaceae)**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo 2015.

Mundim-Pombo, Ana Paula Miranda; Carvalho, Hianka Jasmyne Costa de; Ribeiro, Rafaela Rodrigues; LEÓN, Marisol; MARIA, Durvanei Augusto; MIGLINO, Maria Angélica. *Aedes aegypti*: egg morphology and embryonic development. **Parasites & Vectors**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-12, 13 out. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13071-021-05024-6>.

Mustapa, Mohammad Adam; Guswenrivo, Ikhsan; Zurohtun, Ade; Ikram, Nur Kusaira Khairul; Muchtaridi, Muchtaridi. Analysis of Essential Oils Components from Aromatic Plants Using Headspace Repellent Method against *Aedes aegypti* Mosquitoes. **Molecules**, [S.L.], v. 28, n. 11, p. 4269, 23 maio 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28114269>.

Naqqash, Muhammad Nadir; Gökçe, Ayhan; Bakhsh, Allah; Salim, Muhammad. Insecticide resistance and its molecular basis in urban insect pests. **Parasitology Research**, [S.L.], v. 115, n. 4, p. 1363-1373, 13 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-015-4898-9>.

Nascimento, Andreza Larissa do; Guedes, Joyce Bezerra; Costa, Wêndeo Kennedy; Veras,

Bruno Oliveira de; Aguiar, Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de; Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz; Correia, Maria Tereza dos Santos; Napoleão, Thiago Henrique; Oliveira, Alisson Macário de; Silva, Márcia Vanusa da. Essential oil from the leaves of *Eugenia pohliana* DC. (Myrtaceae) alleviate nociception and acute inflammation in mice. **Inflammopharmacology**, [S.L.], v. 30, n. 6, p. 2273-2284, 12 set. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10787-022-01067-y>.

Navarro, Daniela; Silva, Patrícia; Silva, Marcelo; Napoleao, Thiago; Paiva, Patrícia. Larvicidal Activity of Plant and Algae Extracts, Essential Oils and Isolated Chemical Constituents against *Aedes aegypti*. **The Natural Products Journal**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 268-291, 31 mar. 2014. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/221031550304140328113732>.

Neves, Ilzenayde de A.; Rezende, Sabrina R. da F.; Kirk, Juliana M.; Pontes, Emerson G.; Carvalho, Mário G. de. Composition and Larvicidal Activity of Essential Oil of *Eugenia candolleana* DC. (MYRTACEAE) against *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 2305-2315, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170138>.

Nikolic, Milica; Andjic, Marijana; Bradic, Jovana; Kocovic, Aleksandar; Tomovic, Marina; Samanovic, Andjela Milojevic; Jakovljevic, Vladimir; Veselinovic, Mirjana; Capo, Ivan; Krstonosic, Veljko. Topical Application of Siberian Pine Essential Oil Formulations Enhance Diabetic Wound Healing. **Pharmaceutics**, [S.L.], v. 15, n. 10, p. 2437, 9 out. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/pharmaceutics15102437>

Noreikaitė, Aurelija; Ayupova, Rizvangul; Satbayeva, Elmira; Seitaliyeva, Aida; Amirkulova, Marzhan; Pichkhadze, Guram; Datkhayev, Ubaidilla; Stankevičius, Edgaras. General Toxicity and Antifungal Activity of a New Dental Gel with Essential Oil from *Abies Sibirica* L. **Medical Science Monitor**, [S.L.], v. 23, p. 521-527, 29 jan. 2017. International Scientific Information, Inc.. <http://dx.doi.org/10.12659/msm.898630>.

Noriega, Paco. Terpenes in Essential Oils: bioactivity and applications. **Terpenes And Terpenoids - Recent Advances**, [S.L.], p. 1-14, 28 jul. 2021. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.93792>.

OCDE. Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Volume 8. **Harmonisation Of Regulatory Oversight In Biotechnology**, [S.L.], p. 1-138, 23 jun. 2018. OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264302235-en>.

Organização Pan-Americana da Saúde. Avaliação das estratégias inovadoras para o controle do *Aedes aegypti*: desafios para a introdução e avaliação do impacto dessas. Washington, DC: OPAS; 2019.

Pavia, Donald L.; Lampman, Gary M.; Kriz, George S.; Vyvyan, James R.. **Introdução à espectroscopia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 700 p.

Pandey, Sudin Kumar; Sarma, Neelav; Begum, Twahira; LAL, Mohan. Standardization of Different Drying Methods of Fresh Patchouli (*Pogostemon cablin*) Leaves for High Essential Oil Yield and Quality. **Journal Of Essential Oil Bearing Plants**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 484-492, 3 maio 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0972060x.2020.1798289>.

Pereira Filho, Adalberto Alves; Pessoa, Grasielle C. D'ávila; Yamaguchi, Lydia F.; Stanton, Mariana Alves; Serravite, Artur M.; Pereira, Rafael H. M.; Neves, Welber S.; Kato, Massuo Jorge. Larvicidal Activity of Essential Oils From Piper Species Against Strains of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) resistant to pyrethroids. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 12, p. 1-13, 4 jun. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2021.685864>.

Piplani, Mona; Bhagwat, Deepak P.; Singhvi, Gautam; Sankaranarayanan, Murugesan; Balana-Fouce, Rafael; Vats, Tarini; Chander, Subhash. Plant-based larvicidal agents: an overview from 2000 to 2018. **Experimental Parasitology**, [S.L.], v. 199, p. 92-103, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exppara.2019.02.014>.

Polyakov, N. A.; Dubinskaya, V. A.; Efremov, A. A.; Efremov, E. A.. Biological Activity of Abies Sibirica Essential Oil and its Major Constituents for Several Enzymes In Vitro. **Pharmaceutical Chemistry Journal**, [S.L.], v. 48, n. 7, p. 456-460, out. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11094-014-1131-6>.

Posidonio, A.P.V.; Oliveira, L.H.G.; Rique, H.L.; Nunes, F.C.. The longevity of *Aedes aegypti* mosquitoes is determined by carbohydrate intake. **Arquivo Brasileiro de Medicina**

**Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 73, n. 1, p. 162-168, fev. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-12080>.

Principi, Nicola; Esposito, Susanna. Development of Vaccines against Emerging Mosquito-Vectored Arbovirus Infections. **Vaccines**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 87, 15 jan. 2024. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/vaccines12010087>.

Priya, Sridhar Shanmuga; Vasantha-Srinivasan, Prabhakaran; Altemimi, Ammar B.; Keerthana, Ramji; Radhakrishnan, Narayanaswamy; Senthil-Nathan, Sengottayan; Kalaivani, Kandasamy; Chandrasekar, Nainarpandian; Karthi, Sengodan; Ganesan, Raja. Bioactive Molecules Derived from Plants in Managing Dengue Vector *Aedes aegypti* (Linn.). **Molecules**, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 2386, 5 mar. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28052386>.

Radoukova, T.; Zheljazkov, V.D.; Semerdjieva, I.; Dincheva, I.; Stoyanova, A.; Kačániová, M.; Marković, T.; Radanović, D.; Astatkie, T.; Salamon, I.. Differences in essential oil yield, composition, and bioactivity of three juniper species from Eastern Europe. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 124, p. 643-652, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.08.012>.

Raina, Rajinder; Verma, Pawan K.; Peshin, Rajinder; Kour, Harpreet. Potential of *Juniperus communis* L as a nutraceutical in human and veterinary medicine. **Heliyon**, [S.L.], v. 5, n. 8, p. 02376, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02376>.

Ramos, Amparo Gabriela Hernández. Evaluation of the resistance to insecticides in *Aedes aegypti*, transmitter of dengue, in Latin America. **Mexican Journal Of Medical Research Icsa**, [S.L.], v. 8, n. 15, p. 23-28, 5 jan. 2020. Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo. <http://dx.doi.org/10.29057/mjmr.v8i15.3912>.

Rao, M Rajesh Kumar. (2020). Lethal efficacy of phytochemicals formulations derived from the leaf extracts of Indian medicinal plants control Dengue and Zika vector. *International Research Journal of Environmental Sciences*. 9(3). 44-54.

Ranathunge, Tharaka; Kusumawathie, P.H.D.; Abeyewickreme, Wimaladharma; Udayanga,

Lahiru; Fernando, Thilan; Hapugoda, Menaka. Biocontrol potential of six locally available fish species as predators of *Aedes aegypti* in Sri Lanka. **Biological Control**, [S.L.], v. 160, p. 104638, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104638>.

Ratnayake, Oshani C.; Chotiwan, Nunya; Saavedra-Rodriguez, Karla; Perera, Rushika. The buzz in the field: the interaction between viruses, mosquitoes, and metabolism. **Frontiers In Cellular And Infection Microbiology**, [S.L.], v. 13, p. 1-25, 26 abr. 2023. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fcimb.2023.1128577>.

Rawal, Deepak. A review on different strategies used for biological control of mosquitoes. **International Journal Of Mosquito Research**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 41-43, 2019.

Regis, Lêda; Silva-Filha, Maria Helena; Nielsen-Leroux, Christina; Charles, Jean-François. Bacteriological larvicides of dipteran disease vectors. **Trends In Parasitology**, [S.L.], v. 17, n. 8, p. 377-380, ago. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1471-4922\(01\)01953-5](http://dx.doi.org/10.1016/s1471-4922(01)01953-5).

Ricardhis Saturnino de; Lima, Vera Lúcia de Menezes; Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz. *Algrizea Minor* Sobral, Faria & Proença (Myrteae, Myrtaceae): chemical composition, antinociceptive, antimicrobial and antioxidant activity of essential oil. **Natural Product Research**, [S.L.], v. 34, n. 20, p. 3013-3017, 23 abr. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2019.1602832>.

Rocha, Madalena Machado; Rodrigues, Raquel Deodato Silva; Guimarães, Pedro Henrique Vieira; Gonsalves, Joyce Kelly Marinheiro da Cunha. Larvicide potential of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti*. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 1-12, 5 fev. 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.26140>.

Romanenko, Elena P.; Domrachev, Dmitry V.; Tkachev, Alexey V.. Variations in Essential Oils from South Siberian Conifers of the Pinaceae Family: new data towards identification and quality control. **Chemistry & Biodiversity**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 1-30, 20 jan. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/cbdv.202100755>.

Santana, Ht.; Trindade, Ftt.; Stabeli, Rg.; SILVA, Aae.; Militão, Jstl.; Facundo, Va..



Essential oils of leaves of Piper species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S.L.], p. 105-111, 2015. FapUNIFESP (SciELO). [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/13\\_052](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/13_052).

Santos, Geanne K.N.; Dutra, Kamilla A.; Barros, Rosângela A.; Câmara, Claudio A.G. da; Lira, Diana D.; Gusmão, Norma B.; Navarro, Daniela M.A.F.. Essential oils from *Alpinia purpurata* (Zingiberaceae): chemical composition, oviposition deterrence, larvicidal and antibacterial activity. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 40, p. 254-260, nov. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.03.020>.

Santos, Geanne; Dutra, Kamilla; Lira, Camila; Lima, Bheatriz; Napoleão, Thiago; Paiva, Patrícia; Maranhão, Claudia; Brandão, Sofia; Navarro, Daniela. Effects of *Croton rhamnifolioides* Essential Oil on *Aedes aegypti* Oviposition, Larval Toxicity and Trypsin Activity. **Molecules**, [S.L.], v. 19, n. 10, p. 16573-16587, 14 out. 2014. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules191016573>.

Santos, Leilane M.M.; Nascimento, Jéssica S.; Santos, Mirela A.G.; Marriel, Nadja B.; Bezerra-Silva, Patrícia C.; Rocha, Suyana K.L.; Silva, Alexandre G.; Correia, Maria T.s.; Paiva, Patrícia M.G.; Martins, Gustavo F.. Fatty acid-rich volatile oil from *Syagrus coronata* seeds has larvicidal and oviposition-deterrent activities against *Aedes aegypti*. **Physiological And Molecular Plant Pathology**, [S.L.], v. 100, p. 35-40, dez. 2017. Elsevier <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.05.008>.

Santos, Lizandra Lima; Brandão, Lethicia Barreto; Martins, Rosany Lopes; Rabelo, Erica de Menezes; Rodrigues, Alex Lobato; Araújo, Camila da Conceição Vieira; Sobral, Talita Fernandes; Galardo, Allan Ribeiro; Almeida, Sheylla Moreira da Silva de. Evaluation of the Larvicidal Potential of the Essential Oil *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth in the Control of *Aedes aegypti*. **Pharmaceuticals**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 53, 8 abr. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ph12020053>.

Santos, Lizandra Lima; Brandão, Lethicia Barreto; Costa, Anderson Luiz Pena da; Martins, Rosany Lopes; Rodrigues, Alex Bruno Lobato; Lobato, Adriele Alves; Almeida, Sheylla Susan Moreira da Silva de. Bioinsecticidal and Pharmacological Activities of the Essential Oil of *Pogostemon cablin* Benth Leaves: a review. **Pharmacognosy Reviews**, [S.L.], v. 16, n. 32,

p. 139-145, 4 ago. 2022. EManuscript Technologies.  
<http://dx.doi.org/10.5530/phrev.2022.16.18>.

Sarma, Riju; Adhikari, Kamal; Mahanta, Sudarshana; Khanikor, Bulbuli. Combinations of Plant Essential Oil Based Terpene Compounds as Larvicidal and Adulticidal Agent against *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-12, 1 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-45908-3>.

Saxena, K. N.; Sharma, R. N.. Embryonic Inhibition and Oviposition Induction in *Aedes aegypti* by Certain Terpenoids1. **Journal Of Economic Entomology**, [S.L.], v. 65, n. 6, p. 1588-1591, 1 dez. 1972. Oxford University Press (OUP).  
<http://dx.doi.org/10.1093/jee/65.6.1588>.

Semerdjieva, Ivanka; Zheljazkov, Valtcho D.; Radoukova, Tzenka; Dincheva, Ivayla; Piperkova, Neshka; Maneva, Vasilina; Astatkie, Tess; Kačániová, Miroslava. Biological Activity of Essential Oils of Four Juniper Species and Their Potential as Biopesticides. **Molecules**, [S.L.], v. 26, n. 21, p. 6358, 21 out. 2021. MDPI AG.  
<http://dx.doi.org/10.3390/molecules26216358>.

Serafini, L. A.; Santos, A. C. A. dos; Touguinha, L. A.; AGOSTINI, G; Dalfovo, V.. **Extrações e Aplicações de Óleos Essenciais de Plantas Aromáticas e Medicinais**. Caxias do Sul: EDUCS, 55p. 2002.

Silva, Graziela Claudia da; Veras, Bruno Oliveira de; Assis, Caio Rodrigo Dias de; Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz; Diniz, Dyana Leal Veras; Santos, Fábio André Brayner dos; Aguiar, Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de; SILVA, Márcia Vanusa da; Correia, Maria Tereza dos Santos. Chemical composition, antimicrobial activity and synergistic effects with conventional antibiotics under clinical isolates by essential oil of *Hymenaea rubriflora* Ducke (FABACEAE). **Natural Product Research**, [S.L.], p. 1-5, 21 fev. 2020. Informa UK Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2020.1729150>.

Silva, Marcelo Felipe Rodrigues da; Bezerra-Silva, Patrícia Cristina; Lira, Camila Soledade de; Albuquerque, Bheatriz Nunes de Lima; Bagra Neto, Afonso Cordeiro; Pontual, Emmanuel Viana; Maciel, Jefferson Rodrigues; Paiva, Patrícia Maria Guedes; Navarro, Daniela Maria do

Amaral Ferraz. Composition and biological activities of the essential oil of *Piper corcovadensis* (Miq.) C. DC (Piperaceae). **Experimental Parasitology**, [S.L.], v. 165, p. 64-70, jun. 2016. ElsevierBV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.exppara.2016.03.017>.

Silva, Rayane Cristine Santos da; Milet-Pinheiro, Paulo; Silva, Patrícia Cristina Bezerra da; Silva, Alexandre Gomes da; Silva, Marcia Vanusa da; Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz; SILVA, Nicácio Henrique da. (E)-Cariofileno and  $\alpha$ -Humulene: *Aedes aegypti* oviposition deterrents elucidated by gas chromatography- electrophysiological assay of *Commiphora leptophloeos* leaf oil. **Plos One**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1-14, 9 dez. 2015. Public Library of Science (PLOS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0144586>.

Silvério, Máira Rosato Silveiral; Espindola, Laila Salmen; Lopes, Norberto Peporine; Vieira, Paulo César. Plant Natural Products for the Control of *Aedes aegypti*: the main vector of important arboviruses. **Molecules**, [S.L.], v. 25, n. 15, p. 3484, 31 jul. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25153484>.

Silverstein, Robert M.; Webster, Francis X.; Kiemle, David J.. **Identificação Espectrométrica de compostos Orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 490 p.

Simas, Naomi Kato; Lima, Elisangela da Costa; Conceição, Sheila da Rocha; Kuster, Ricardo Machado; Oliveira Filho, Alfredo Martins de; Lage, Celso Luiz Salgueiro. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue: atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Química Nova**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 46-49, fev. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422004000100009>.

Smith, Letícia B.; Kasai, Shinji; Scott, Jeffrey G.. Pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: important mosquito vectors of human diseases. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, [S.L.], v. 133, p. 1-12, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.03.005>.

Soares-Pinheiro, V. C.; Dasso-Pinheiro, W.; Trindade-Bezerra, J. M.; Tadei, W. P.. Eggs viability of *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae) under different environmental and storage conditions in Manaus, Amazonas, Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 77, n. 2, p. 396-401, 15 ago. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519->

6984.19815.

Song, Hyun-Jin; Yong, Seong-Hyeon; Kim, Hak-Gon; Kim, Do-Hyun; Park, Kwan-Been; Shin, Keum-Chul; Choi, Myung-Suk. Insecticidal Activity against *Myzus persicae* of Terpinyl Acetate and Bornyl Acetate in *Thuja occidentalis* Essential Oil. **Horticulturae**, [S.L.], v. 8, n. 10, p. 969, 19 out. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae8100969>.

Soonwera, Mayura; Phasomkusolsil, Siriporn. Adulticidal, larvicidal, pupicidal and oviposition deterrent activities of essential oil from *Zanthoxylum limonella* Alston (Rutaceae) against *Aedes aegypti* (L.) and *Culex quinquefasciatus* (Say). **Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine**, [S.L.], v. 7, n. 11, p. 967-978, nov. 2017. Medknow. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.09.019>.

Stratakos, Alexandros Ch; Koidis, Anastasios. Methods for Extracting Essential Oils. **Essential Oils In Food Preservation, Flavor And Safety**, [S.L.], p. 31-38, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-416641-7.00004-3>.

Swamy, Mallappa; Sinniah, Uma. A Comprehensive Review on the Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Pogostemon cablin* Benth.: an aromatic medicinal plant of industrial importance. **Molecules**, [S.L.], v. 20, n. 5, p. 8521-8547, 12 maio 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules20058521>.

Sundaresan, V.; Singh, S. P.; Mishra, A. N.; Shasany, Ajit K.; Darokar, Mahendra P.; Kalra, Alok; Naqvi, A. A.. Composition and Comparison of Essential Oils of *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. (Patchouli) and *Pogostemon travancoricus* Bedd. var. *travancoricus*. **Journal Of Essential Oil Research**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 220-222, maio 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2009.9700152>.

Swamy, Mallappa Kumara; Sinniah, Uma Rani. Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.): botany, agrotechnology and biotechnological aspects. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 87, p. 161-176, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.032>.

Taiz, Licon; Zeiger, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Alemanha: Artmed, 2009.

Teich, Vanessa; Arinelli, Roberta; Fahham, Lucas. Aedes aegypti e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 267-276, dez. 2017. *Jornal Brasileiro de Economia da Saude*. <http://dx.doi.org/10.21115/jbes.v9.n3.p267-76>.

Tetreau, Guillaume; Bayyareddy, Krishnareddy; Jones, Christopher M; Stalinski, Renaud; A Riaz, Muhammad; PariS, Margot; David, Jean-Philippe; Adang, Michael J; Després, Laurence. Larval midgut modifications associated with Bti resistance in the yellow fever mosquito using proteomic and transcriptomic approaches. **Bmc Genomics**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 248, 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2164-13-248>.

Thomas, P. A.; El-Barghathi, M.; Polwart, A.. Biological Flora of the British Isles: juniperus communis l.. **Journal Of Ecology**, [S.L.], v. 95, n. 6, p. 1404-1440, nov. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01308.x>.

Tongnuanchan, Phakawat; Benjakul, Soottawat. Essential Oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. **Journal of Food Science**, [S.L.], v.79, n. 7, p. 1231-1249, 2 jun. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12492>.

Truchan, M.; Tkachenko, H.; Buyun, L.;Kurhaluk, N.;Góraleczyk, A.;Tomin, V.; Osadowski, Z. Antimicrobial Activities of Three Commercial Essential Oils Derived from Plants Belonging to Family Pinaceae. **Agrobiodiversity For Improving Of Nutrition, Health And Life Quality 2019**, [S.L.], p. 111-126, dez. 2019. Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.111-126>.

Tyagi, V; Yadav, R; Veer, V. Laboratory Evaluation of Certain Essential Oils for Their Larvicidal Activity against Aedes Albopictus, Vector of Dengue and Chikungunya. **Global Journal Of Zoology**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 003-006, 30 dez. 2016. Peertechz Publications Private Limited. <http://dx.doi.org/10.17352/gjz.000002>.

Uniyal, shish Sachin Narayanrao Tikar, Om Prakash Agrawal, Devanathan Sukumaran, Vijay Veer. Atividade larvicida e dissuasora de oviposição de vinte e três óleos essenciais contra Aedes aegypti . *Int J Mosq Res* 2016;3(1):14-21.

Valtierra-de-luis, Daniel; Villanueva, Maite; Berry, Colin; Caballero, Primitivo. Potential for *Bacillus thuringiensis* and Other Bacterial Toxins as Biological Control Agents to Combat Dipteran Pests of Medical and Agronomic Importance. **Toxins**, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 773, 5 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/toxins12120773>.

Van Beek, Teris A.; Joulain, Daniel. The essential oil of patchouli, *Pogostemon cablin*: a review. **Flavour And Fragrance Journal**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 6-51, 26 out. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.3418>.

Veras, Bruno Oliveira de; Oliveira, João Ricardhis Saturnino de; Lima, Vera Lúciade Menezes; Navarro, Daniela Maria do Amaral Ferraz; Aguiar, Júlio César Ribeiro de Oliveira Farias de; Moura, Geovanna Maria de Medeiros; Silva, José Wellinton da; Assis, Caio Rodrigo Dias de; Gorlach-Lira, Krystyna; Assis, Priscilla Anne Castro de. The essential oil of the leaves of *Verbesina macrophylla* (Cass.) S.F.Blake has antimicrobial, anti-inflammatory and antipyretic activities and is toxicologically safe. **Journal of Ethnopharmacology**, [S.L.], v. 265, p. 113248, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2020.113248>.

Waliwitiya, Ranil; Kennedy, Christopher J; A Lowenberger, Carl. Larvicidal and oviposition-altering activity of monoterpenoids, trans-anethole and rosemary oil to the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Pest Management Science**, [S.L.], v. 65, n. 3, p. 241-248, 11 dez. 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1675>.

WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2005.13

WHO, Organização Mundial de Saúde. **OMS: Brasil é o país mais afetado em novo surto de dengue nas Américas.** 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/07/1817882>. Acesso em: 08 abr. 2024.

WHO, Organização Mundial de Saúde. **OMS: Brasil concentra 83% dois casos de dengue nas Ámericas.** 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/04/1829896>. Acesso em: 08 abr. 2024.

Wilke, André B. B.; Chase, Catherine; Vasquez, Chalmers; Carvajal, Augusto; Medina, Johana; Petrie, William D.; Beier, John C.. Urbanization creates diverse aquatic habitats for

immature mosquitoes in urban areas. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 25 out. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-51787-5>.

Wirth, Margaret C.. Mosquito Resistance to Bacterial Larvicidal Toxins. **The Open Toxinology Journal**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 126-140, 1 nov. 2013. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/1875414701003010126>.

World Health Organization. Dengue and Severe Dengue. 2019. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>.

Yang, Fan; Schildhauer, Samuel; A Billeter, Sarah; Yoshimizu, Melissa Hardstone; Payne, Robert; Pakingan, Mary Joyce; Metzger, Marco e; A Liebman, Kelly; Hu, Renjie; Kramer, Vicki. Insecticide Resistance Status of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) in california by biochemical assays. **Journal Of Medical Entomology**, [S.L.], v. 57, n. 4, p. 1176-1183, 11 mar. 2020. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/jme/tjaa031>.

Yang, Liu; Norris, Edmund J; Jiang, Shiyao; Bernier, Ulrich R; Linthicum, Kenneth J; Bloomquist, Jeffrey R. Reduced effectiveness of repellents in a pyrethroid-resistant strain of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) and its correlation with olfactory sensitivity. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 118-124, 12 ago. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.5562>.

Yeshi, Karma; Crayn, Darren; Ritmejerytè, Edita; Wangchuk, Phurpa. Plant Secondary Metabolites Produced in Response to Abiotic Stresses Has Potential Application in Pharmaceutical Product Development. **Molecules**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 313, 5 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules27010313>.

Yohana, Revocatus; ChisulumI, Paulo S.; Kidima, Winifrida; Tahghighi, Azar; Maleki-Ravasan, Naseh; Kweka, Eliningaya J.. Anti-mosquito properties of *Pelargonium roseum* (Geraniaceae) and *Juniperus virginiana* (Cupressaceae) essential oils against dominant malaria vectors in Africa. **Malaria Journal**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 1-15, 14 jul. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12936-022-04220-8>.

Yousefi, Mohammad; Rahimi-Nasrabadi, Mehdi; Pourmortazavi, Seied Mahdi; Wysokowski, Marcin; Jesionowski, Teofil; Ehrlich, Hermann; Mirsadeghi, Somayeh. Supercritical fluid extraction of essential oils. **Trac Trends In Analytical Chemistry**, [S.L.], v. 118, p. 182-193, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trac.2019.05.038>.

Yu, Ke-Xin; Wong, Ching-Lee; Ahmad, Rohani; Jantan, Ibrahim. Larvicidal activity, inhibition effect on development, histopathological alteration and morphological aberration induced by seaweed extracts in *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, [S.L.], v. 8, n. 12, p. 1006- 1012, dez. 2015. Medknow. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtm.2015.11.011>.

Zara, Ana Laura de Sene Amâncio; Santos, Sandra Maria dos; Fernandes- Oliveira, Ellen Synthia; Carvalho, Roberta Gomes; Coelho, Giovanini Evelim. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 1-2, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742016000200017>.

Zielińska-błajet, Mariola; Feder-kubis, Joanna. Monoterpenes and Their Derivatives—Recent Development in Biological and Medical Applications. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 21, n. 19, p. 7078, 25 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms21197078>.



## APÊNDICES

APÊNDICE A- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvícida do óleo de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano)

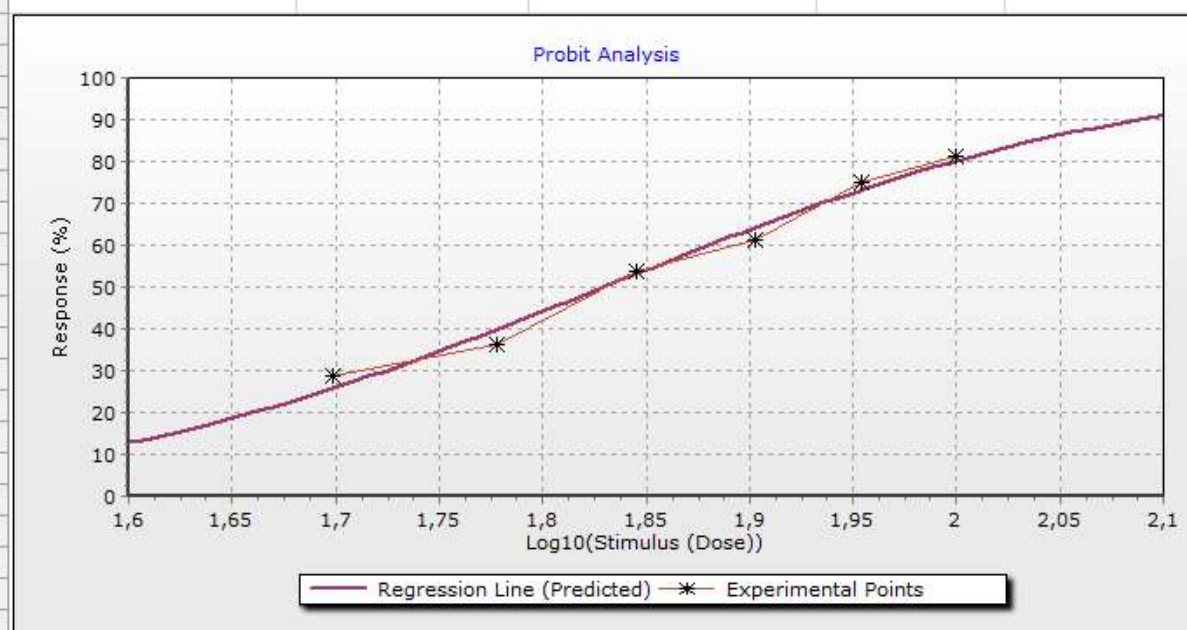
| Concentração<br>(ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 50                    | 23                      | 80                               | 28,75            |
| 60                    | 29                      | 80                               | 36,25            |
| 70                    | 43                      | 80                               | 53,75            |
| 80                    | 49                      | 80                               | 61,25            |
| 90                    | 60                      | 80                               | 75,00            |
| 100                   | 65                      | 80                               | 81,25            |

| JX                                                              |                    |                    |    |         |      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----|---------|------|
| A                                                               | B                  | C                  | D  | E       | F    |
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                    |    |         |      |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                    |    |         |      |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N  | R       | E(R) |
| 1,6990                                                          | 0,2875             | 0,2581             | 80 | 23,0000 | 20,  |
| 1,7782                                                          | 0,3625             | 0,3992             | 80 | 29,0000 | 31,  |
| 1,8451                                                          | 0,5375             | 0,5309             | 80 | 43,0000 | 42,  |
| 1,9031                                                          | 0,6125             | 0,6428             | 80 | 49,0000 | 51,  |
| 1,9542                                                          | 0,7500             | 0,7325             | 80 | 60,0000 | 58,  |
| 2,0000                                                          | 0,8125             | 0,8017             | 80 | 65,0000 | 64,  |

| Dose (Stimulus) Percentile #1 |            |                        |                |                 |                |          |          |
|-------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------|----------|
| Percentile                    | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error | LCL      | UCL      |
| 1                             | 2,6732     | 1,3616                 | 0,0655         | 22,9923         | 3,4832         | 15,9586  | 28,8355  |
| 5                             | 3,3548     | 1,4986                 | 0,0483         | 31,5245         | 3,5112         | 24,1103  | 37,2762  |
| 10                            | 3,7183     | 1,5717                 | 0,0392         | 37,3030         | 3,3736         | 30,0233  | 42,7772  |
| 16                            | 4,0056     | 1,6295                 | 0,0322         | 42,6110         | 3,1653         | 35,6808  | 47,7289  |
| 20                            | 4,1585     | 1,6603                 | 0,0286         | 45,7386         | 3,0150         | 39,0986  | 50,6174  |
| 25                            | 4,3258     | 1,6939                 | 0,0248         | 49,4220         | 2,8200         | 43,1876  | 54,0065  |
| 30                            | 4,4760     | 1,7241                 | 0,0215         | 52,9814         | 2,6221         | 47,1870  | 57,2851  |
| 40                            | 4,7471     | 1,7786                 | 0,0163         | 60,0669         | 2,2507         | 55,1892  | 63,9190  |
| 50                            | 5,0000     | 1,8295                 | 0,0131         | 67,5305         | 2,0306         | 63,4004  | 71,3304  |
| 60                            | 5,2529     | 1,8804                 | 0,0128         | 75,9215         | 2,2300         | 71,8831  | 80,6537  |
| 70                            | 5,5240     | 1,9349                 | 0,0158         | 86,0750         | 3,1359         | 80,9897  | 93,4201  |
| 75                            | 5,6742     | 1,9651                 | 0,0185         | 92,2740         | 3,9274         | 86,1480  | 101,7851 |
| 80                            | 5,8415     | 1,9987                 | 0,0219         | 99,7050         | 5,0265         | 92,0963  | 112,2101 |
| 84                            | 5,9944     | 2,0295                 | 0,0253         | 107,0233        | 6,2269         | 97,7825  | 122,8166 |
| 90                            | 6,2817     | 2,0873                 | 0,0320         | 122,2519        | 9,0049         | 109,2419 | 145,7721 |
| 95                            | 6,6452     | 2,1604                 | 0,0408         | 144,6612        | 13,6186        | 125,4681 | 181,3705 |
| 99                            | 7,3268     | 2,2974                 | 0,0579         | 198,3429        | 26,5417        | 162,3064 | 273,8270 |

### Regression Statistics

|                     |         |                     |         |
|---------------------|---------|---------------------|---------|
| LD50                | 67,5305 | LD50 Standard Error | 2,0306  |
| LD50 LCL            | 63,4004 | LD50 UCL            | 71,3304 |
| Log10[LD50]         | 1,8295  | Standard Error      | 0,0131  |
| Beta                | 4,9726  | Intercept           | -4,0975 |
| Beta Standard Error | 0,6059  |                     |         |



Lanvica - RStudio Source Editor

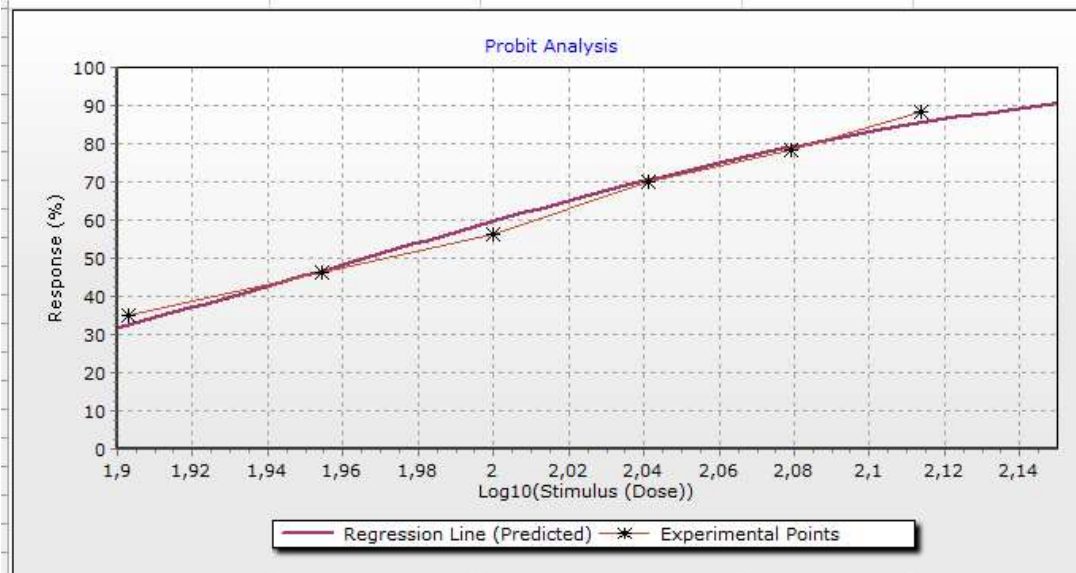
|   | p  | n | dose     | LCL       | UCL       | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept | intercept_se | intercept_sig | z        | var_m       | covariance |
|---|----|---|----------|-----------|-----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|---------------|----------|-------------|------------|
| 1 | 50 | 6 | 67.5305  | 63.40054  | 71.33036  | 1.029549 | 1.32748    | 4  | 0.8566962 | 1 | 4.972649 | 0.6059383 | 2.276801e-16 | -9.097461 | 1.128365     | 7.473973e-16  | 8.206526 | 0.001181626 | -0.6827458 |
| 2 | 90 | 6 | 122.2419 | 109.23472 | 145.75582 | 1.072190 | 1.32748    | 4  | 0.8566962 | 1 | 4.972649 | 0.6059383 | 2.276801e-16 | -9.097461 | 1.128365     | 7.473973e-16  | 8.206526 | 0.005201287 | -0.6827458 |

APÊNDICE B- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvídica do óleo de *Juniperus communis* (Zimbrow)

| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 80                 | 28                      | 80                               | 35,0             |
| 90                 | 37                      | 80                               | 46,3             |
| 100                | 45                      | 80                               | 56,3             |
| 110                | 42                      | 60                               | 70,0             |
| 120                | 47                      | 60                               | 78,3             |
| 130                | 53                      | 60                               | 88,3             |

| Alpha (significance level)                                      |                    |                        |                |                 |                |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| A                                                               | B                  | C                      | D              | E               | F              |
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                        |                |                 |                |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                        |                |                 |                |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%)     | N              | R               | E(R)           |
| 1,9031                                                          | 0,3500             | 0,3267                 | 80             | 28,0000         | 26,1           |
| 1,9542                                                          | 0,4625             | 0,4667                 | 80             | 37,0000         | 37,3           |
| 2,0000                                                          | 0,5625             | 0,5962                 | 80             | 45,0000         | 47,6           |
| 2,0414                                                          | 0,7000             | 0,7052                 | 60             | 42,0000         | 42,3           |
| 2,0792                                                          | 0,7833             | 0,7909                 | 60             | 47,0000         | 47,4           |
| 2,1139                                                          | 0,8833             | 0,8550                 | 60             | 53,0000         | 51,2           |
| ...                                                             |                    |                        |                |                 |                |
| Degrees of Freedom                                              | 4                  |                        |                |                 |                |
| p-value                                                         | 0,9862             |                        |                |                 |                |
| Dose (Stimulus) Percentile #1                                   |                    |                        |                |                 |                |
| Percentile                                                      | Probit (Y)         | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |
| 1                                                               | 2,6732             | 1,6404                 | 0,0516         | 43,6946         | 5,2            |
| 5                                                               | 3,3548             | 1,7358                 | 0,0384         | 54,4219         | 4,8            |
| 10                                                              | 3,7183             | 1,7866                 | 0,0315         | 61,1818         | 4,4            |
| 16                                                              | 4,0056             | 1,8268                 | 0,0261         | 67,1142         | 4,0            |
| 20                                                              | 4,1585             | 1,8482                 | 0,0233         | 70,5038         | 3,7            |
| 25                                                              | 4,3258             | 1,8716                 | 0,0203         | 74,4067         | 3,4            |
| 30                                                              | 4,4760             | 1,8926                 | 0,0177         | 78,0948         | 3,1            |
| 40                                                              | 4,7471             | 1,9305                 | 0,0135         | 85,2202         | 2,6            |
| 50                                                              | 5,0000             | 1,9659                 | 0,0105         | 92,4540         | 2,2            |
| 60                                                              | 5,2529             | 2,0013                 | 0,0094         | 100,3019        | 2,1            |
| 70                                                              | 5,5240             | 2,0392                 | 0,0110         | 109,4534        | 2,7            |

| Regression Statistics |         |                     |         |
|-----------------------|---------|---------------------|---------|
| LD50                  | 92,4540 | LD50 Standard Error | 2,2345  |
| LD50 LCL              | 87,6974 | LD50 UCL            | 96,4115 |
| Log10[LD50]           | 1,9659  | Standard Error      | 0,0105  |
| Beta                  | 7,1484  | Intercept           | -9,0532 |
| Beta Standard Error   | 0,9434  |                     |         |



RStudio Source Editor

m



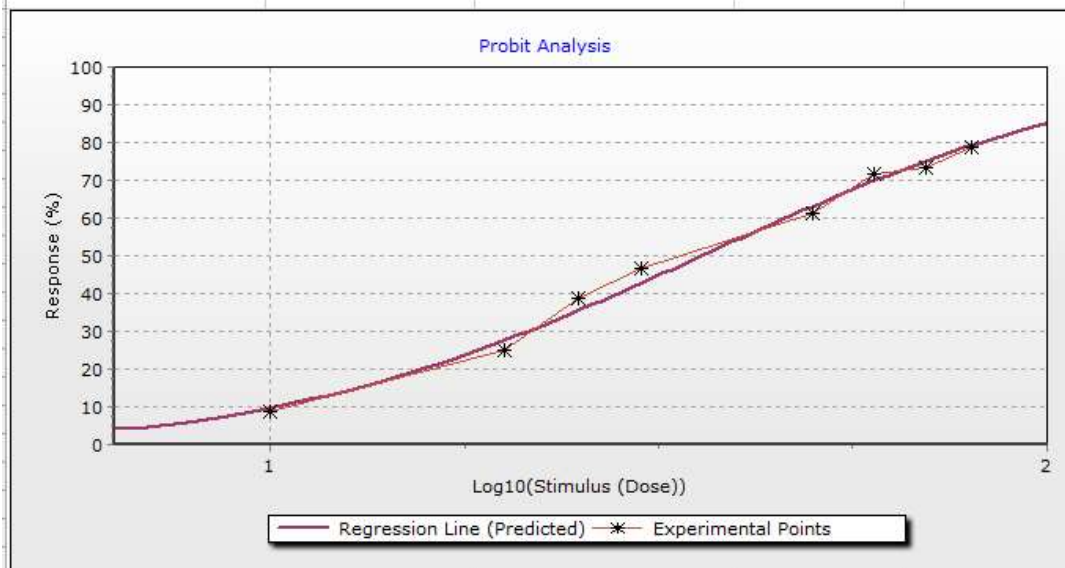
APÊNDICE C- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvícida do óleo de *Pogostemon cablin* (Patchuli)

| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 10                 | 7                       | 80                               | 8,8              |
| 20                 | 20                      | 80                               | 25,0             |
| 25                 | 31                      | 80                               | 38,8             |
| 30                 | 28                      | 60                               | 46,7             |
| 50                 | 49                      | 80                               | 61,3             |
| 60                 | 43                      | 60                               | 71,7             |
| 70                 | 44                      | 60                               | 73,3             |
| 80                 | 63                      | 80                               | 78,8             |

|                                                                 |                    |                        |                |                 |                |  |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|--|
| Q84                                                             | $f_x$              |                        |                |                 |                |  |
| A                                                               | B                  | C                      | D              | E               | F              |  |
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                        |                |                 |                |  |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                        |                |                 |                |  |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%)     | N              | R               | E(R)           |  |
| 1,0000                                                          | 0,0875             | 0,0965                 | 80             | 7,0000          | 7,7            |  |
| 1,3010                                                          | 0,2500             | 0,2754                 | 80             | 20,0000         | 22,0           |  |
| 1,3979                                                          | 0,3875             | 0,3558                 | 80             | 31,0000         | 28,4           |  |
| 1,4771                                                          | 0,4667             | 0,4270                 | 60             | 28,0000         | 25,6           |  |
| 1,6990                                                          | 0,6125             | 0,6314                 | 80             | 49,0000         | 50,5           |  |
| 1,7782                                                          | 0,7167             | 0,6988                 | 60             | 43,0000         | 41,9           |  |
| 1,8451                                                          | 0,7333             | 0,7511                 | 60             | 44,0000         | 45,0           |  |
| 1,9031                                                          | 0,7875             | 0,7921                 | 80             | 63,0000         | 63,3           |  |
| Degrees of Freedom                                              | 6                  |                        |                |                 |                |  |
| p-value                                                         | 0,9920             |                        |                |                 |                |  |
| <b>Dose (Stimulus) Percentile #1</b>                            |                    |                        |                |                 |                |  |
| Percentile                                                      | Probit (Y)         | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |  |
| 1                                                               | 2,6732             | 0,5624                 | 0,0950         | 3,6509          | 0,8            |  |
| 5                                                               | 3,3548             | 0,8534                 | 0,0695         | 7,1345          | 1,1            |  |
| 10                                                              | 3,7183             | 1,0085                 | 0,0563         | 10,1985         | 1,3            |  |
| 16                                                              | 4,0056             | 1,1312                 | 0,0464         | 13,5266         | 1,4            |  |
| 20                                                              | 4,1585             | 1,1965                 | 0,0414         | 15,7214         | 1,5            |  |
| 25                                                              | 4,3258             | 1,2679                 | 0,0363         | 18,5310         | 1,5            |  |
| 30                                                              | 4,4760             | 1,3320                 | 0,0322         | 21,4791         | 1,5            |  |
| 40                                                              | 4,7471             | 1,4477                 | 0,0265         | 28,0373         | 1,7            |  |
| 50                                                              | 5,0000             | 1,5557                 | 0,0245         | 35,9513         | 2,0            |  |
| 60                                                              | 5,2529             | 1,6637                 | 0,0263         | 46,0993         | 2,7            |  |
| 70                                                              | 5,5240             | 1,7794                 | 0,0318         | 60,1749         | 4,4            |  |

**Regression Statistics**

|                            |                |                            |                |
|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| <b>LD50</b>                | <b>35,9513</b> | <b>LD50 Standard Error</b> | <b>2,0291</b>  |
| <b>LD50 LCL</b>            | <b>32,1810</b> | <b>LD50 UCL</b>            | <b>40,1451</b> |
| <b>Log10[LD50]</b>         | <b>1,5557</b>  | <b>Standard Error</b>      | <b>0,0245</b>  |
| <b>Beta</b>                | <b>2,3424</b>  | <b>Intercept</b>           | <b>1,3558</b>  |
| <b>Beta Standard Error</b> | <b>0,2092</b>  |                            |                |



RStudio Source Editor

|   | p  | n | dose      | LCL       | UCL       | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept | intercept_se | intercept_sig | z        | var_m       | covariance  |
|---|----|---|-----------|-----------|-----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|---------------|----------|-------------|-------------|
| 1 | 50 | 8 | 35.95134  | 32.18106  | 40.14503  | 1.057109 | 1.393723   | 6  | 0.9662392 | 1 | 2.342431 | 0.2092115 | 4.242879e-29 | -3.644156 | 0.3309864    | 3.420592e-28  | 11.19647 | 0.001318944 | -0.06822998 |
| 2 | 90 | 8 | 126.71216 | 102.48862 | 169.57142 | 1.133029 | 1.393723   | 6  | 0.9662392 | 1 | 2.342431 | 0.2092115 | 4.242879e-29 | -3.644156 | 0.3309864    | 3.420592e-28  | 11.19647 | 0.003650790 | -0.06822998 |

APÊNDICE D- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvídica para a formulação 1:1:1 dos óleos de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli)

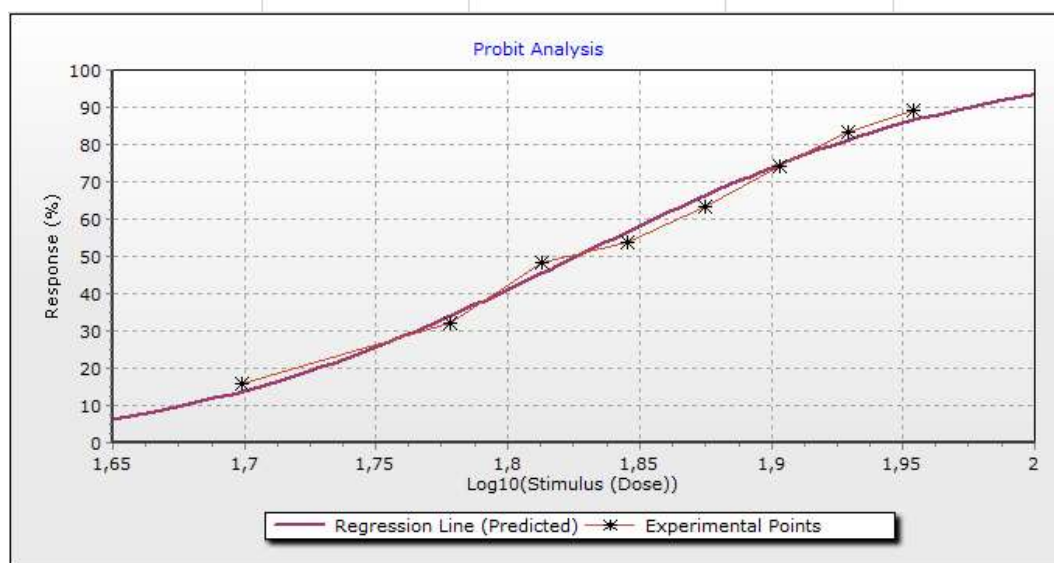
| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 90                 | 89                      | 100                              | 89,00            |
| 85                 | 50                      | 60                               | 83,33            |
| 80                 | 119                     | 160                              | 74,38            |
| 75                 | 38                      | 60                               | 63,33            |
| 70                 | 86                      | 160                              | 53,75            |
| 65                 | 29                      | 60                               | 48,33            |
| 60                 | 32                      | 100                              | 32,00            |
| 50                 | 19                      | 120                              | 15,83            |

| Alpha (significance level)                                      |                    |                    |     |          |       |  |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----|----------|-------|--|
| A                                                               | B                  | C                  | D   | E        | F     |  |
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                    |     |          |       |  |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                    |     |          |       |  |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N   | R        | E(R)  |  |
| 1,6990                                                          | 0,1583             | 0,1372             | 120 | 19,0000  | 16,4  |  |
| 1,7782                                                          | 0,3200             | 0,3403             | 100 | 32,0000  | 34,0  |  |
| 1,8129                                                          | 0,4833             | 0,4552             | 60  | 29,0000  | 27,3  |  |
| 1,8451                                                          | 0,5375             | 0,5653             | 160 | 86,0000  | 90,4  |  |
| 1,8751                                                          | 0,6333             | 0,6636             | 60  | 38,0000  | 39,8  |  |
| 1,9031                                                          | 0,7438             | 0,7465             | 160 | 119,0000 | 119,4 |  |
| 1,9294                                                          | 0,8333             | 0,8133             | 60  | 50,0000  | 48,7  |  |
| 1,9542                                                          | 0,8900             | 0,8651             | 100 | 89,0000  | 86,5  |  |

|                               |            |                        |                |                 |                |          |          |
|-------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------|----------|
| Chi-square                    |            |                        |                |                 |                |          |          |
| Chi-square                    | 1,0206     |                        |                |                 |                |          |          |
| Degrees of Freedom            | 6          |                        |                |                 |                |          |          |
| p-value                       | 0,9848     |                        |                |                 |                |          |          |
|                               |            |                        |                |                 |                |          |          |
| Dose (Stimulus) Percentile #1 |            |                        |                |                 |                |          |          |
| Percentile                    | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error | LCL      | UCL      |
| 1                             | 2,6732     | 1,5556                 | 0,0232         | 35,9412         | 1,9201         | 31,8856  | 39,3099  |
| 5                             | 3,3548     | 1,6348                 | 0,0173         | 43,1318         | 1,7192         | 39,4564  | 46,1271  |
| 10                            | 3,7183     | 1,6770                 | 0,0143         | 47,5376         | 1,5603         | 44,1869  | 50,2530  |
| 16                            | 4,0056     | 1,7104                 | 0,0119         | 51,3364         | 1,4092         | 48,3063  | 53,7935  |
| 20                            | 4,1585     | 1,7282                 | 0,0107         | 53,4812         | 1,3209         | 50,6432  | 55,7911  |
| 25                            | 4,3258     | 1,7476                 | 0,0095         | 55,9293         | 1,2204         | 53,3145  | 58,0753  |
| 30                            | 4,4760     | 1,7651                 | 0,0084         | 58,2227         | 1,1296         | 55,8150  | 60,2252  |
| 40                            | 4,7471     | 1,7966                 | 0,0068         | 62,6028         | 0,9806         | 60,5538  | 64,3884  |
| 50                            | 5,0000     | 1,8260                 | 0,0058         | 66,9864         | 0,8986         | 65,1794  | 68,6986  |
| 60                            | 5,2529     | 1,8554                 | 0,0057         | 71,6770         | 0,9330         | 69,9043  | 73,5638  |
| 70                            | 5,5240     | 1,8869                 | 0,0064         | 77,0692         | 1,1408         | 75,0229  | 79,5049  |
| 75                            | 5,6742     | 1,9043                 | 0,0072         | 80,2295         | 1,3275         | 77,9033  | 83,1235  |
| 80                            | 5,8415     | 1,9238                 | 0,0082         | 83,9019         | 1,5863         | 81,1751  | 87,4194  |
| 84                            | 5,9944     | 1,9415                 | 0,0093         | 87,4074         | 1,8644         | 84,2435  | 91,5898  |
| 90                            | 6,2817     | 1,9749                 | 0,0114         | 94,3921         | 2,4839         | 90,2472  | 100,0525 |
| 95                            | 6,6452     | 2,0172                 | 0,0144         | 104,0342        | 3,4418         | 98,3706  | 111,9897 |
| 99                            | 7,3268     | 2,0964                 | 0,0202         | 124,8479        | 5,7952         | 115,4814 | 138,5185 |

**Regression Statistics**

|                     |         |                     |          |
|---------------------|---------|---------------------|----------|
| LD50                | 66,9864 | LD50 Standard Error | 0,8986   |
| LD50 LCL            | 65,1794 | LD50 UCL            | 68,6986  |
| Log10[LD50]         | 1,8260  | Standard Error      | 0,0058   |
| Beta                | 8,6051  | Intercept           | -10,7129 |
| Beta Standard Error | 0,6514  |                     |          |



| RStudio Source Editor |    |   |          |          |           |          |            |    |           |   |          |           |              |           |              |
|-----------------------|----|---|----------|----------|-----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                       | p  | n | dose     | LCL      | UCL       | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept | intercept_se |
| 1                     | 50 | 8 | 66,9864  | 65,17945 | 68,69857  | 1,013344 | 2,272982   | 6  | 0,8929594 | 1 | 8,605143 | 0,6513814 | 7,620762e-40 | -15,71288 | 1,2036       |
| 2                     | 90 | 8 | 94,38766 | 90,24345 | 100,04692 | 1,026135 | 2,272982   | 6  | 0,8929594 | 1 | 8,605143 | 0,6513814 | 7,620762e-40 | -15,71288 | 1,2036       |



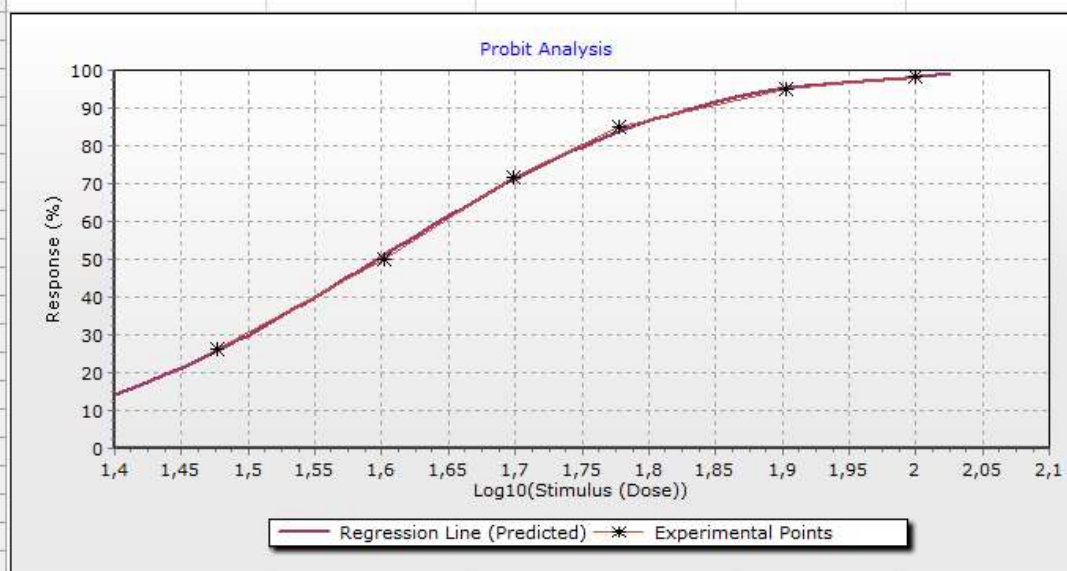
APÊNDICE E- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvídica para a formulação 1:1 dos óleos de *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli)

| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 20                 | 9                       | 80                               | 11,3             |
| 30                 | 21                      | 80                               | 26,3             |
| 40                 | 50                      | 100                              | 50,0             |
| 50                 | 43                      | 60                               | 71,7             |
| 60                 | 51                      | 60                               | 85,0             |
| 80                 | 57                      | 60                               | 95,0             |
| 100                | 59                      | 60                               | 98,3             |

| Alpha (significance level)                                      |                    |                    |     |         |      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----|---------|------|
| A                                                               | B                  | C                  | D   | E       | F    |
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                    |     |         |      |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                    |     |         |      |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N   | R       | E(R) |
| 1,4771                                                          | 0,2625             | 0,2583             | 80  | 21,0000 | 20,6 |
| 1,6021                                                          | 0,5000             | 0,5118             | 100 | 50,0000 | 51,2 |
| 1,6990                                                          | 0,7167             | 0,7107             | 60  | 43,0000 | 42,6 |
| 1,7782                                                          | 0,8500             | 0,8377             | 60  | 51,0000 | 50,2 |
| 1,9031                                                          | 0,9500             | 0,9519             | 60  | 57,0000 | 57,2 |
| 2,0000                                                          | 0,9833             | 0,9857             | 60  | 59,0000 | 59,2 |

| A                                    | B          | C                      | D              | E               | F              |
|--------------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| <b>Dose (Stimulus) Percentile #1</b> |            |                        |                |                 |                |
| Percentile                           | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |
| 1                                    | 2,6732     | 1,1679                 | 0,0511         | 14,7206         | 1,7            |
| 5                                    | 3,3548     | 1,2935                 | 0,0389         | 19,6564         | 1,7            |
| 10                                   | 3,7183     | 1,3605                 | 0,0325         | 22,9337         | 1,7            |
| 16                                   | 4,0056     | 1,4134                 | 0,0277         | 25,9065         | 1,6            |
| 20                                   | 4,1585     | 1,4416                 | 0,0253         | 27,6435         | 1,6            |
| 25                                   | 4,3258     | 1,4724                 | 0,0227         | 29,6764         | 1,5            |
| 30                                   | 4,4760     | 1,5001                 | 0,0205         | 31,6288         | 1,4            |
| 40                                   | 4,7471     | 1,5500                 | 0,0171         | 35,4835         | 1,3            |
| 50                                   | 5,0000     | 1,5966                 | 0,0147         | 39,5028         | 1,3            |
| 60                                   | 5,2529     | 1,6432                 | 0,0138         | 43,9774         | 1,3            |
| 70                                   | 5,5240     | 1,6932                 | 0,0145         | 49,3371         | 1,6            |
| 75                                   | 5,6742     | 1,7208                 | 0,0156         | 52,5829         | 1,6            |
| 80                                   | 5,8415     | 1,7517                 | 0,0173         | 56,4499         | 2,2            |
| 84                                   | 5,9944     | 1,7798                 | 0,0192         | 60,2346         | 2,6            |
| 90                                   | 6,2817     | 1,8328                 | 0,0233         | 68,0427         | 3,6            |
| 95                                   | 6,6452     | 1,8998                 | 0,0291         | 79,3875         | 5,3            |
| 99                                   | 7,3268     | 2,0253                 | 0,0409         | 106,0057        | 10,0           |

| Regression Statistics |         |                     |         |
|-----------------------|---------|---------------------|---------|
| LD50                  | 39,5028 | LD50 Standard Error | 1,3411  |
| LD50 LCL              | 36,7887 | LD50 UCL            | 42,0244 |
| Log10[LD50]           | 1,5966  | Standard Error      | 0,0147  |
| Beta                  | 5,4275  | Intercept           | -3,6657 |
| Beta Standard Error   | 0,5348  |                     |         |



| RStudio Source Editor |    |   |          |          |          |          |            |    |           |   |          |           |              |           |              |
|-----------------------|----|---|----------|----------|----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                       | p  | n | dose     | LCL      | UCL      | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept | intercept_se |
| 1                     | 50 | 7 | 38.51452 | 36.07899 | 40.98306 | 1.032629 | 2.308598   | 5  | 0.8050032 | 1 | 4.931207 | 0.3909873 | 1.808937e-36 | -7.819042 | 0.6345818    |
| 2                     | 90 | 7 | 70.06651 | 63.87463 | 78.91606 | 1.054295 | 2.308598   | 5  | 0.8050032 | 1 | 4.931207 | 0.3909873 | 1.808937e-36 | -7.819042 | 0.6345818    |

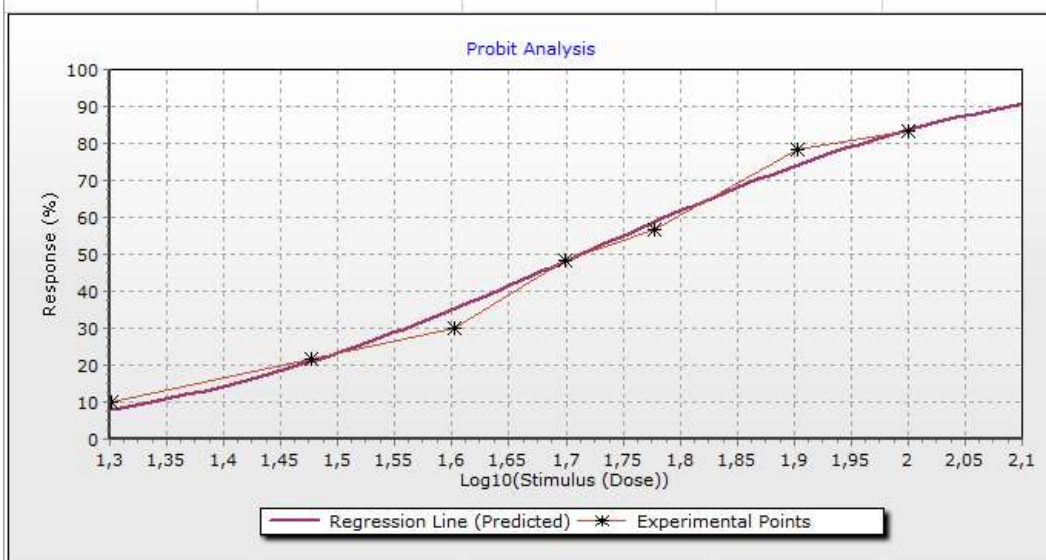
APÊNDICE F- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvicida para a formulação 1:1 dos óleos de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano) e *Pogostemon cablin* (Patchuli)

| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 20                 | 6                       | 60                               | 10,0             |
| 30                 | 13                      | 60                               | 21,7             |
| 40                 | 18                      | 60                               | 30,0             |
| 50                 | 29                      | 60                               | 48,3             |
| 60                 | 34                      | 60                               | 56,7             |
| 80                 | 47                      | 60                               | 78,3             |
| 100                | 50                      | 60                               | 83,3             |

| f <sub>α</sub>                                           |                    |                    |    |         |      |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----|---------|------|
| A                                                        | B                  | C                  | D  | E       | F    |
| Alpha (significance level)                               |                    |                    |    |         |      |
| 0,0010                                                   |                    |                    |    |         |      |
| Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution] |                    |                    |    |         |      |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                   | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N  | R       | E(R) |
| 1,3010                                                   | 0,1000             | 0,0800             | 60 | 6,0000  | 4,8  |
| 1,4771                                                   | 0,2167             | 0,2106             | 60 | 13,0000 | 12,6 |
| 1,6021                                                   | 0,3000             | 0,3526             | 60 | 18,0000 | 21,7 |
| 1,6990                                                   | 0,4833             | 0,4810             | 60 | 29,0000 | 28,8 |
| 1,7782                                                   | 0,5667             | 0,5880             | 60 | 34,0000 | 35,2 |
| 1,9031                                                   | 0,7833             | 0,7416             | 60 | 47,0000 | 44,4 |
| 2,0000                                                   | 0,8333             | 0,8362             | 60 | 50,0000 | 50,0 |

| A                             | B          | C                      | D              | E               | F              |
|-------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Dose (Stimulus) Percentile #1 |            |                        |                |                 |                |
| Percentile                    | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |
| 1                             | 2,6732     | 1,0307                 | 0,0721         | 10,7331         | 1,7            |
| 5                             | 3,3548     | 1,2306                 | 0,0526         | 17,0047         | 2,0            |
| 10                            | 3,7183     | 1,3371                 | 0,0426         | 21,7343         | 2,1            |
| 16                            | 4,0056     | 1,4214                 | 0,0352         | 26,3869         | 2,1            |
| 20                            | 4,1585     | 1,4662                 | 0,0315         | 29,2576         | 2,1            |
| 25                            | 4,3258     | 1,5153                 | 0,0278         | 32,7555         | 2,0            |
| 30                            | 4,4760     | 1,5593                 | 0,0249         | 36,2511         | 2,0            |
| 40                            | 4,7471     | 1,6388                 | 0,0212         | 43,5313         | 2,1            |
| 50                            | 5,0000     | 1,7130                 | 0,0202         | 51,6374         | 2,4            |
| 60                            | 5,2529     | 1,7871                 | 0,0221         | 61,2530         | 3,1            |
| 70                            | 5,5240     | 1,8666                 | 0,0265         | 73,5543         | 4,4            |
| 75                            | 5,6742     | 1,9106                 | 0,0296         | 81,4038         | 5,5            |
| 80                            | 5,8415     | 1,9597                 | 0,0335         | 91,1359         | 7,0            |
| 84                            | 5,9944     | 2,0045                 | 0,0373         | 101,0510        | 8,6            |
| 90                            | 6,2817     | 2,0888                 | 0,0449         | 122,6824        | 12,7           |
| 95                            | 6,6452     | 2,1954                 | 0,0550         | 156,8050        | 19,9           |
| 99                            | 7,3268     | 2,3952                 | 0,0746         | 248,4308        | 42,8           |

| Regression Statistics |         |                     |         |
|-----------------------|---------|---------------------|---------|
| LD50                  | 51,6374 | LD50 Standard Error | 2,4048  |
| LD50 LCL              | 47,1875 | LD50 UCL            | 56,6348 |
| Log10[LD50]           | 1,7130  | Standard Error      | 0,0202  |
| Beta                  | 3,4105  | Intercept           | -0,8421 |
| Beta Standard Error   | 0,3391  |                     |         |



RStudio Source Editor

m

Filter

|   | p  | n | dose     | LCL      | UCL       | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept | intercept_se | intercept_sig | z        | var_m       | covariance |
|---|----|---|----------|----------|-----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|--------------|---------------|----------|-------------|------------|
| 1 | 50 | 7 | 51.6374  | 47.1876  | 56.63465  | 1.046717 | 1.727916   | 5  | 0.8853642 | 1 | 3.410503 | 0.3391093 | 8.535856e-24 | -5.84207  | 0.5806036    | 8.127644e-24  | 10.05724 | 0.001558650 | -0.1955531 |
| 2 | 90 | 7 | 122.6678 | 103.7607 | 155.62465 | 1.105036 | 1.727916   | 5  | 0.8853642 | 1 | 3.410503 | 0.3391093 | 8.535856e-24 | -5.84207  | 0.5806036    | 8.127644e-24  | 10.05724 | 0.005016284 | -0.1955531 |

APÊNDICE G- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvídica para a formulação 1:1 dos óleos de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano) e *Juniperus communis* (Zimbros)

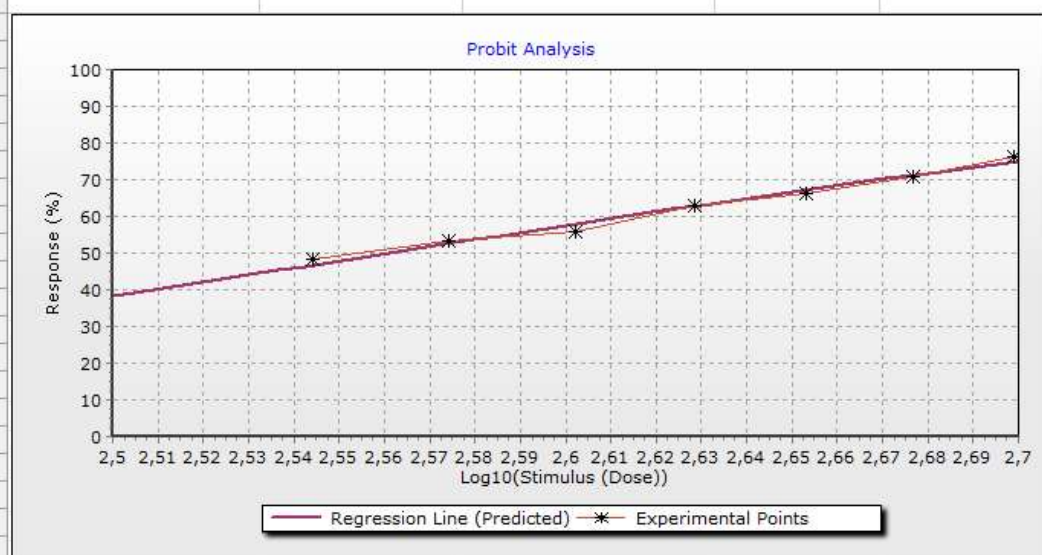
| Concentração (ppm) | Número de larvas mortas | Total de larvas usadas no ensaio | % de mortalidade |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|
| 350                | 29                      | 60                               | 48,33            |
| 375                | 32                      | 60                               | 53,33            |
| 400                | 56                      | 100                              | 56,00            |
| 425                | 63                      | 100                              | 63,00            |
| 450                | 53                      | 80                               | 66,25            |
| 475                | 71                      | 100                              | 71,00            |
| 500                | 61                      | 80                               | 76,25            |

| A                                                               | B                  | C                  | D   | E       | F    |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----|---------|------|
| Alpha (significance level)                                      | 0,0010             |                    |     |         |      |
| <b>Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution]</b> |                    |                    |     |         |      |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                          | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N   | R       | E(R) |
| 2,5441                                                          | 0,4833             | 0,4674             | 60  | 29,0000 | 28,0 |
| 2,5740                                                          | 0,5333             | 0,5252             | 60  | 32,0000 | 31,0 |
| 2,6021                                                          | 0,5600             | 0,5788             | 100 | 56,0000 | 57,0 |
| 2,6284                                                          | 0,6300             | 0,6278             | 100 | 63,0000 | 62,0 |
| 2,6532                                                          | 0,6625             | 0,6723             | 80  | 53,0000 | 53,0 |
| 2,6767                                                          | 0,7100             | 0,7122             | 100 | 71,0000 | 71,0 |
| 2,6990                                                          | 0,7625             | 0,7478             | 80  | 61,0000 | 59,0 |

| p-value                              | 0,9996     |                        |                |                 |                |
|--------------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| <b>Dose (Stimulus) Percentile #1</b> |            |                        |                |                 |                |
| Percentile                           | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |
| 1                                    | 2,6732     | 2,0799                 | 0,1594         | 120,1980        | 45,0           |
| 5                                    | 3,3548     | 2,2208                 | 0,1188         | 166,2703        | 46,0           |
| 10                                   | 3,7183     | 2,2960                 | 0,0971         | 197,6815        | 44,0           |
| 16                                   | 4,0056     | 2,3554                 | 0,0801         | 226,6562        | 42,0           |
| 20                                   | 4,1585     | 2,3870                 | 0,0711         | 243,7775        | 40,0           |
| 25                                   | 4,3258     | 2,4216                 | 0,0612         | 263,9835        | 37,0           |
| 30                                   | 4,4760     | 2,4526                 | 0,0524         | 283,5493        | 34,0           |
| 40                                   | 4,7471     | 2,5087                 | 0,0369         | 322,6063        | 27,0           |
| 50                                   | 5,0000     | 2,5610                 | 0,0232         | 363,8879        | 19,0           |
| 60                                   | 5,2529     | 2,6133                 | 0,0132         | 410,4520        | 12,0           |
| 70                                   | 5,5240     | 2,6693                 | 0,0172         | 466,9891        | 18,0           |
| 75                                   | 5,6742     | 2,7004                 | 0,0243         | 501,6011        | 28,0           |
| 80                                   | 5,8415     | 2,7349                 | 0,0333         | 543,1772        | 41,0           |
| 84                                   | 5,9944     | 2,7666                 | 0,0419         | 584,2081        | 56,0           |
| 90                                   | 6,2817     | 2,8260                 | 0,0586         | 669,8372        | 90,0           |
| 95                                   | 6,6452     | 2,9011                 | 0,0800         | 796,3803        | 147,0          |
| 99                                   | 7,3268     | 3,0420                 | 0,1205         | 1.101,6361      | 309,0          |



| Regression Statistics |          |                     |          |
|-----------------------|----------|---------------------|----------|
| LD50                  | 363,8879 | LD50 Standard Error | 19,4276  |
| LD50 LCL              | 314,9339 | LD50 UCL            | 388,2106 |
| Log10[LD50]           | 2,5610   | Standard Error      | 0,0232   |
| Beta                  | 4,8367   | Intercept           | -7,3866  |
| Beta Standard Error   | 1,1152   |                     |          |



RStudio Source Editor

|   | p  | n | dose     | LCL      | UCL      | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se | slope_sig    | Intercept | Intercept_se | Intercept_sig | z        | var_m       | covariance |
|---|----|---|----------|----------|----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|----------|--------------|-----------|--------------|---------------|----------|-------------|------------|
| 1 | 50 | 7 | 363.8879 | 314.9354 | 388.2103 | 1.044988 | 0.35245    | 5  | 0.9965387 | 1 | 4.836684 | 1.115156 | 1.442912e-05 | -12.38659 | 2.931651     | 2.38809e-05   | 4.337228 | 0.001302791 | -3.2687    |
| 2 | 90 | 7 | 669.7806 | 577.9082 | 980.2667 | 1.113928 | 0.35245    | 5  | 0.9965387 | 1 | 4.836684 | 1.115156 | 1.442912e-05 | -12.38659 | 2.931651     | 2.38809e-05   | 4.337228 | 0.006431636 | -3.2687    |

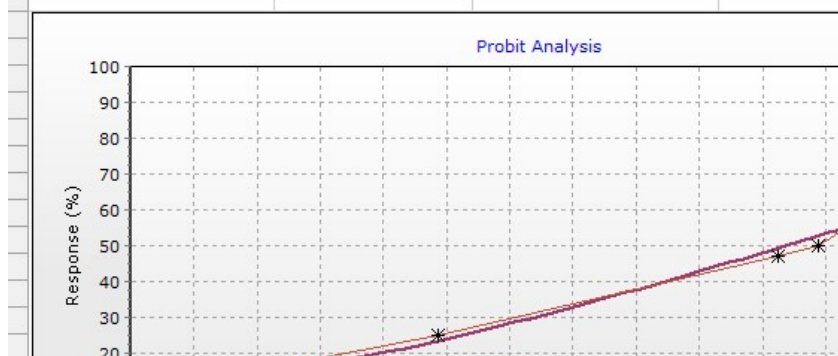
APÊNDICE H- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio larvicida para o controle positivo themefós

| Concentração (ppm) | Concentração (ppb) | Total de mortas | Total de larvas | %     |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 0,001              | 1                  | 5               | 60              | 8,33  |
| 0,00175            | 1,75               | 20              | 80              | 25,00 |
| 0,00325            | 3,25               | 47              | 100             | 47,00 |
| 0,0035             | 3,5                | 50              | 100             | 50,00 |
| 0,00375            | 3,75               | 68              | 120             | 56,67 |
| 0,004              | 4                  | 38              | 60              | 63,33 |

| Jsc                                                      |                    |                    |     |         |      |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----|---------|------|
| A                                                        | B                  | C                  | D   | E       | F    |
| Alpha (significance level) 0,0010                        |                    |                    |     |         |      |
| Probit Analysis - Finney Method [Lognormal Distribution] |                    |                    |     |         |      |
| Log10[Dose (Stimulus)]                                   | Actual Percent (%) | Probit Percent (%) | N   | R       | E(R) |
| 0,0000                                                   | 0,0833             | 0,0865             | 60  | 5,0000  | 5    |
| 0,2430                                                   | 0,2500             | 0,2345             | 80  | 20,0000 | 18   |
| 0,5119                                                   | 0,4700             | 0,4929             | 100 | 47,0000 | 49   |
| 0,5441                                                   | 0,5000             | 0,5266             | 100 | 50,0000 | 52   |
| 0,5740                                                   | 0,5667             | 0,5579             | 120 | 68,0000 | 66   |
| 0,6021                                                   | 0,6333             | 0,5867             | 60  | 38,0000 | 35   |

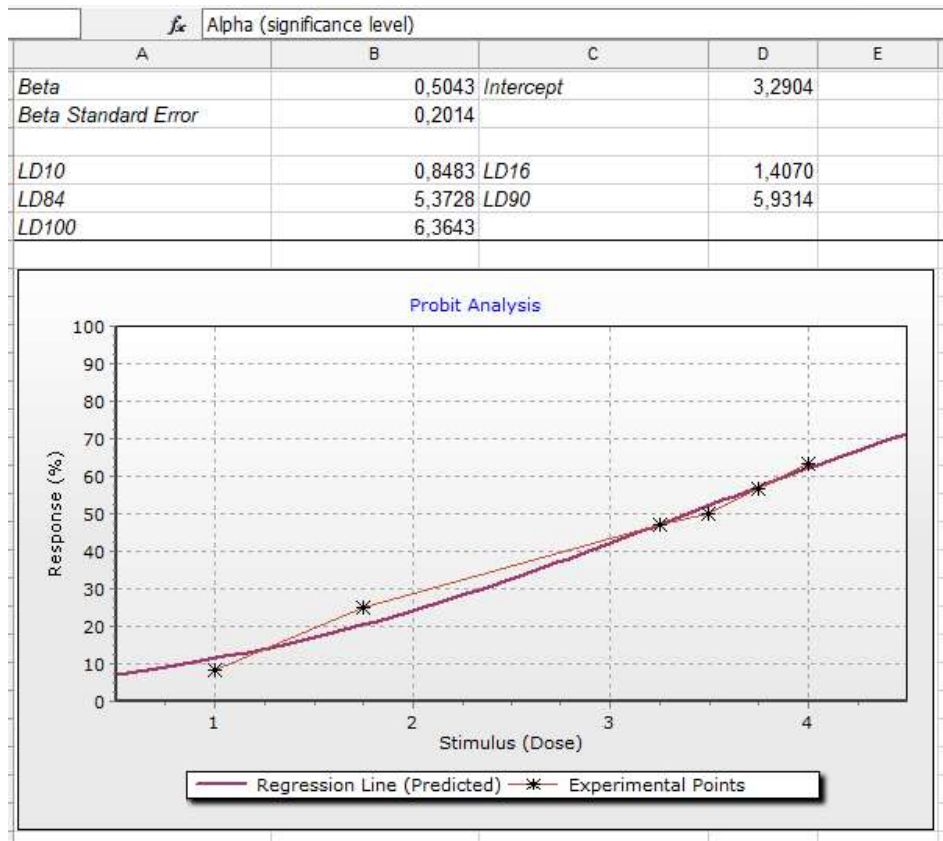
| Jsc                           |            |                        |                |                 |                |
|-------------------------------|------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| A                             | B          | C                      | D              | E               | F              |
| Dose (Stimulus) Percentile #1 |            |                        |                |                 |                |
| Percentile                    | Probit (Y) | Log10[Dose (Stimulus)] | Standard Error | Dose (Stimulus) | Standard Error |
| 1                             | 2,6732     | -0,3671                | 0,1219         | 0,4295          | 0              |
| 5                             | 3,3548     | -0,1076                | 0,0860         | 0,7805          | 0              |
| 10                            | 3,7183     | 0,0307                 | 0,0672         | 1,0733          | 0              |
| 16                            | 4,0056     | 0,1401                 | 0,0528         | 1,3807          | 0              |
| 20                            | 4,1585     | 0,1983                 | 0,0455         | 1,5788          | 0              |
| 25                            | 4,3258     | 0,2620                 | 0,0379         | 1,8281          | 0              |
| 30                            | 4,4760     | 0,3192                 | 0,0318         | 2,0853          | 0              |
| 40                            | 4,7471     | 0,4223                 | 0,0239         | 2,6445          | 0              |
| 50                            | 5,0000     | 0,5186                 | 0,0235         | 3,3009          | 0              |
| 60                            | 5,2529     | 0,6149                 | 0,0301         | 4,1201          | 0              |
| 70                            | 5,5240     | 0,7181                 | 0,0412         | 5,2251          | 0              |
| 75                            | 5,6742     | 0,7753                 | 0,0482         | 5,9602          | 0              |
| 80                            | 5,8415     | 0,8389                 | 0,0563         | 6,9013          | 0              |
| 84                            | 5,9944     | 0,8972                 | 0,0640         | 7,8915          | 1              |
| 90                            | 6,2817     | 1,0065                 | 0,0787         | 10,1513         | 1              |
| 95                            | 6,6452     | 1,1449                 | 0,0977         | 13,9599         | 3              |
| 99                            | 7,3268     | 1,4043                 | 0,1338         | 25,3704         | 7              |

| A                            | B      | C                   | D   |
|------------------------------|--------|---------------------|-----|
| <b>Regression Statistics</b> |        |                     |     |
| LD50                         | 3,3009 | LD50 Standard Error | 0,1 |
| LD50 LCL                     | 2,9899 | LD50 UCL            | 3,6 |
| Log10[LD50]                  | 0,5186 | Standard Error      | 0,0 |
| Beta                         | 2,6271 | Intercept           | 3,6 |
| Beta Standard Error          | 0,3480 |                     |     |



| Alpha (significance level)                                   |                    |                     |      |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|------|
| A                                                            | B                  | C                   | D    |
| Alpha (significance level)                                   | 0,0010             |                     |      |
| <b>Probit Analysis - Least squares [Normal Distribution]</b> |                    |                     |      |
| Dose (Stimulus)                                              | Actual Percent (%) | N                   | Prob |
| 1,0000                                                       | 0,0833             | 60                  | 3    |
| 1,7500                                                       | 0,2500             | 80                  | 4    |
| 3,2500                                                       | 0,4700             | 100                 | 4    |
| 3,5000                                                       | 0,5000             | 100                 | 5    |
| 3,7500                                                       | 0,5667             | 120                 | 5    |
| 4,0000                                                       | 0,6333             | 60                  | 5    |
| <b>Regression Statistics</b>                                 |                    |                     |      |
| LD50                                                         | 3,3899             | LD50 Standard Error | 0    |
| LD50 LCL                                                     | 2,9829             | LD50 UCL            | 3    |
| Beta                                                         | 0,5043             | Intercept           | 3    |





| RStudio Source Editor |    |   |           |          |          |          |            |    |           |   |          |           |              |           |
|-----------------------|----|---|-----------|----------|----------|----------|------------|----|-----------|---|----------|-----------|--------------|-----------|
|                       | p  | n | dose      | LCL      | UCL      | se       | chi_square | df | pgof_sig  | h | slope    | slope_se  | slope_sig    | intercept |
| 1                     | 50 | 6 | 330.0861  | 298.9887 | 369.623  | 1.053513 | 1.184222   | 4  | 0.8806894 | 1 | 2.627058 | 0.3479982 | 4.384246e-14 | -6.61658  |
| 2                     | 90 | 6 | 1014.9740 | 777.2576 | 1581.338 | 1.184694 | 1.184222   | 4  | 0.8806894 | 1 | 2.627058 | 0.3479982 | 4.384246e-14 | -6.61658  |

\*OBS: em unidades de 100ppb

APÊNDICE I- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição do óleo de *Pogostemon cablin* (Patchuli) a 36ppm

| Gaiola               | Controle   |     | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|-----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %   | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 423        | 80  | 109        | 20 | 532           |
| <b>2</b>             | 57         | 48  | 62         | 52 | 119           |
| <b>3</b>             | 238        | 100 | 0          | 0  | 238           |
| <b>4</b>             | 118        | 90  | 13         | 10 | 131           |
| <b>5</b>             | 97         | 97  | 3          | 3  | 100           |
| <b>6</b>             | 327        | 91  | 33         | 9  | 360           |
| <b>7</b>             | 108        | 100 | 0          | 0  | 108           |
| <b>8</b>             | 82         | 42  | 115        | 58 | 197           |
| <b>Total de ovos</b> | 1450       | 81  | 335        | 19 | 1785          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev SEMean

controle 8 181 133 47

teste 8 41,9 48,1 17

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 139,375

95% CI for difference: (31,811; 246,939)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2,78 P-Value = 0,015 DF = 14

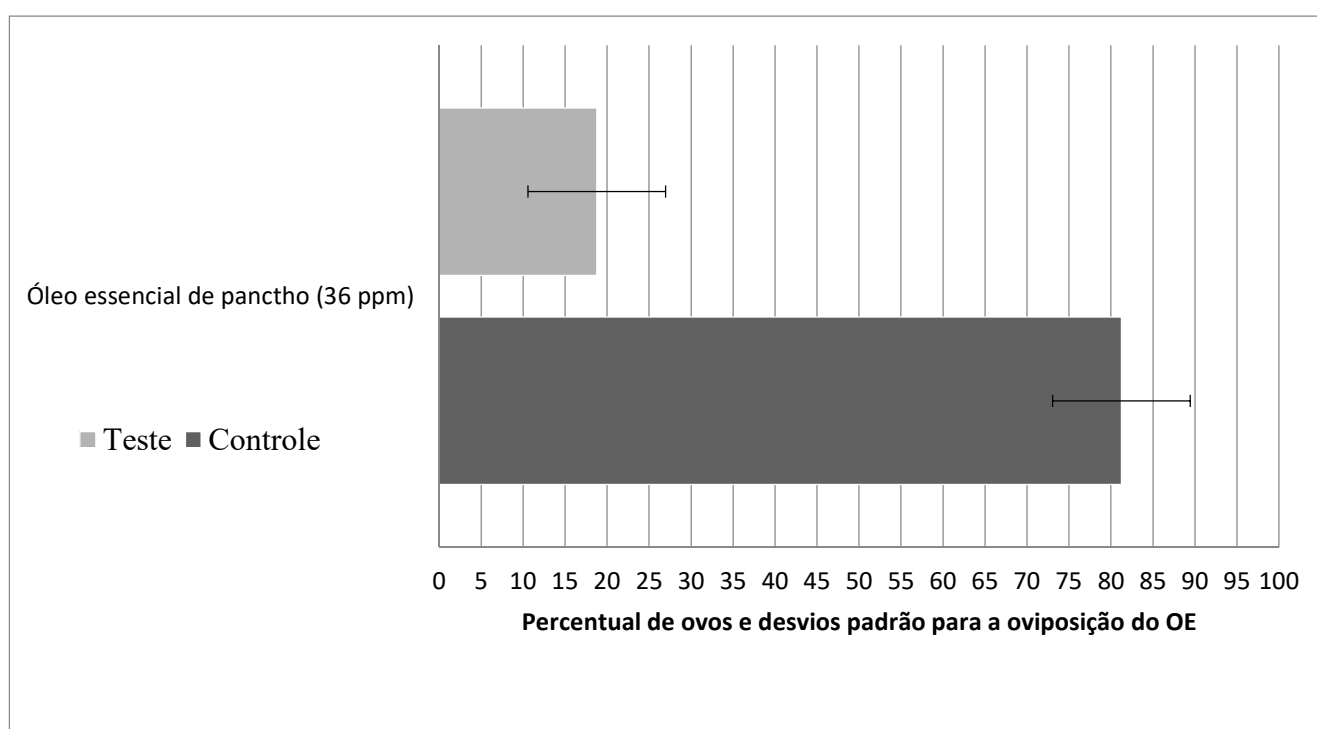
Both use Pooled StDev = 100,3025

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

N Mean StDev SE Mean  
 control 8 81,0 23,2 8,2  
 test 8 19,0 23,2 8,2  
 Difference = mu (control) - mu (test)  
 Estimate for difference: 62,0000  
 95% CI for difference: (37,1128; 86,8872)  
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5,34 P-Value = 0,000 DF = 14  
 Both use Pooled StDev = 23,2071



Resultados R (versão) R 4.3.3

```

> controle = c(423,57,238,118,97,327,108,82)
> teste = c(109,62,0,13,3,33,0,115)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+ alternative = c("two.sided"),
+ mu = 0, , var.equal = FALSE,
+ conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = 3.0246, df = 7, p-value = 0.01926
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 30.41158 248.33842
sample estimates:
mean difference
 139.375

```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.

```

```

57.00    93.25   113.00   181.25   260.25
Max.
423.00
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  0.00   2.25   23.00   41.88   73.75
Max.
115.00
> sd(controle)
[1] 133.4485
> sd(teste)
[1] 48.0905
>
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 57.00   Min.   :  0.00
1st Qu.: 93.25   1st Qu.:  2.25
Median :113.00   Median : 23.00
Mean   :181.25   Mean   : 41.88
3rd Qu.:260.25   3rd Qu.: 73.75
Max.   :423.00   Max.   :115.00
> sd(controle)
[1] 133.4485
> mean(controle)
[1] 181.25
>
> view(dad.test)

```

APÊNDICE J- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição do óleo de *Juniperus communis* (Zimbro) a 92ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| 1                    | 308        | 57 | 236        | 43 | 544           |
| 2                    | 88         | 22 | 315        | 78 | 403           |
| 3                    | 383        | 69 | 176        | 31 | 559           |
| 4                    | 294        | 74 | 105        | 26 | 399           |
| 5                    | 502        | 85 | 92         | 15 | 594           |
| 6                    | 340        | 65 | 186        | 35 | 526           |
| 7                    | 491        | 73 | 186        | 27 | 677           |
| 8                    | 414        | 70 | 179        | 30 | 593           |
| <b>Total de ovos</b> | 2820       | 66 | 1475       | 34 | 4295          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev SE Mean

controle 8 353 132 47

teste 8 184,4 70,4 25

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 168,125

95% CI for difference: (54,768; 281,482)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 3,18 P-Value = 0,007 DF = 14

Both use Pooled StDev = 105,7051

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 64,4 | 18,9  | 6,7     |
| test    | 8 | 35,6 | 18,9  | 6,7     |

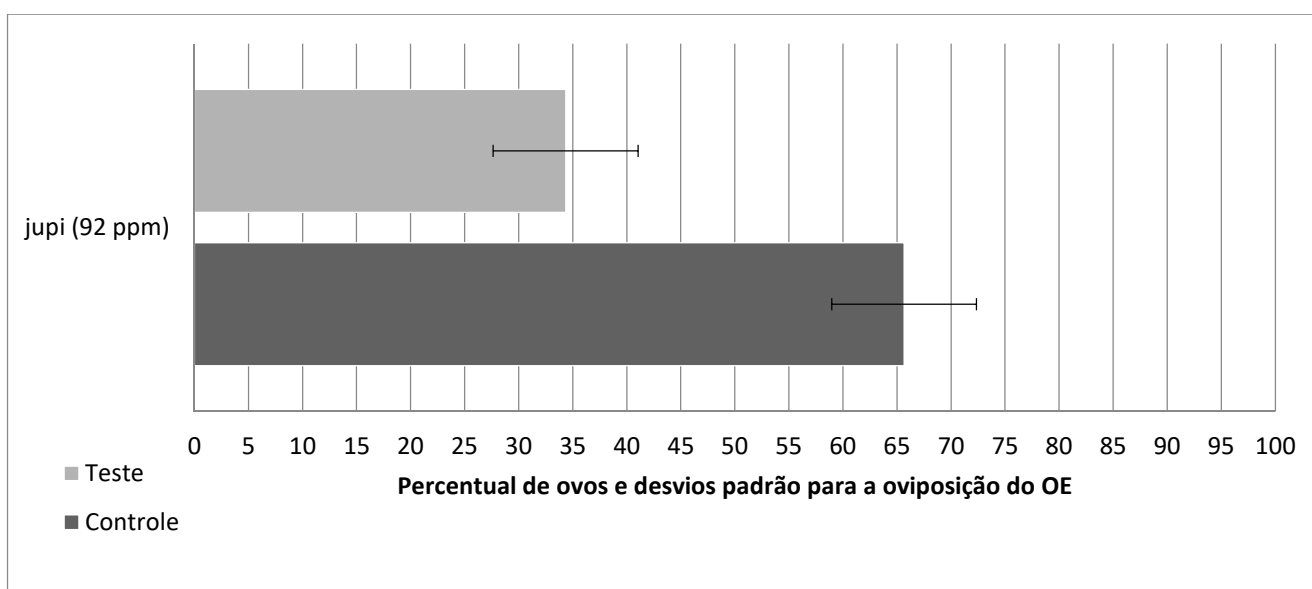
Difference = mu (control) - mu (test)

Estimate for difference: 28,7500

95% CI for difference: (8,5004; 48,9996)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 3,05 P-Value = 0,009 DF = 14

Both use Pooled StDev = 18,8826



Restarting R 4.3.3 session...

```
> controle = c(308,88,383,294,502,340,491,414)
> teste = c(236,315,176,105,92,186,186,179)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+        alternative = c("two.sided"),
+        mu = 0, , var.equal = FALSE,
+        conf.level = 0.95)
```

Paired t-test

```
data: controle and teste
t = 2.5202, df = 7, p-value = 0.0398
alternative hypothesis: true mean difference is
not equal to 0
95 percent confidence interval:
 10.37828 325.87172
sample estimates:
mean difference
 168.125
```

```
>
> summary(controle)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
   88.0   304.5   361.5   352.5   433.2
```

```
Max.
502.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  92.0  158.2   182.5   184.4   198.5
Max.
315.0
> sd(controle)
[1] 131.8896
> sd(teste)
[1] 70.37235
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 88.0   Min.   : 92.0
1st Qu.:304.5  1st Qu.:158.2
Median :361.5  Median :182.5
Mean   :352.5  Mean   :184.4
3rd Qu.:433.2  3rd Qu.:198.5
Max.   :502.0  Max.   :315.0
> sd(controle)
[1] 131.8896
> mean(controle)
[1] 352.5
>
```

APÊNDICE K- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição do óleo de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano)

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 293        | 64 | 164        | 36 | 457           |
| <b>2</b>             | 415        | 71 | 168        | 29 | 583           |
| <b>3</b>             | 552        | 80 | 140        | 20 | 692           |
| <b>4</b>             | 628        | 88 | 89         | 12 | 717           |
| <b>5</b>             | 662        | 79 | 174        | 21 | 836           |
| <b>6</b>             | 481        | 63 | 282        | 37 | 763           |
| <b>7</b>             | 559        | 74 | 194        | 26 | 753           |
| <b>8</b>             | 194        | 35 | 362        | 65 | 556           |
| <b>Total de ovos</b> | 3784       | 71 | 1573       | 29 | 5357          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev Mean

controle 8 473 163 58

teste 8 196,6 86,0 30

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 276,375

95% CI for difference: (136,293; 416,457)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 4,23 P-Value = 0,001 DF = 14

Both use Pooled StDev = 130,6254

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test



Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 69,3 | 16,2  | 5,7     |
| test    | 8 | 30,8 | 16,2  | 5,7     |

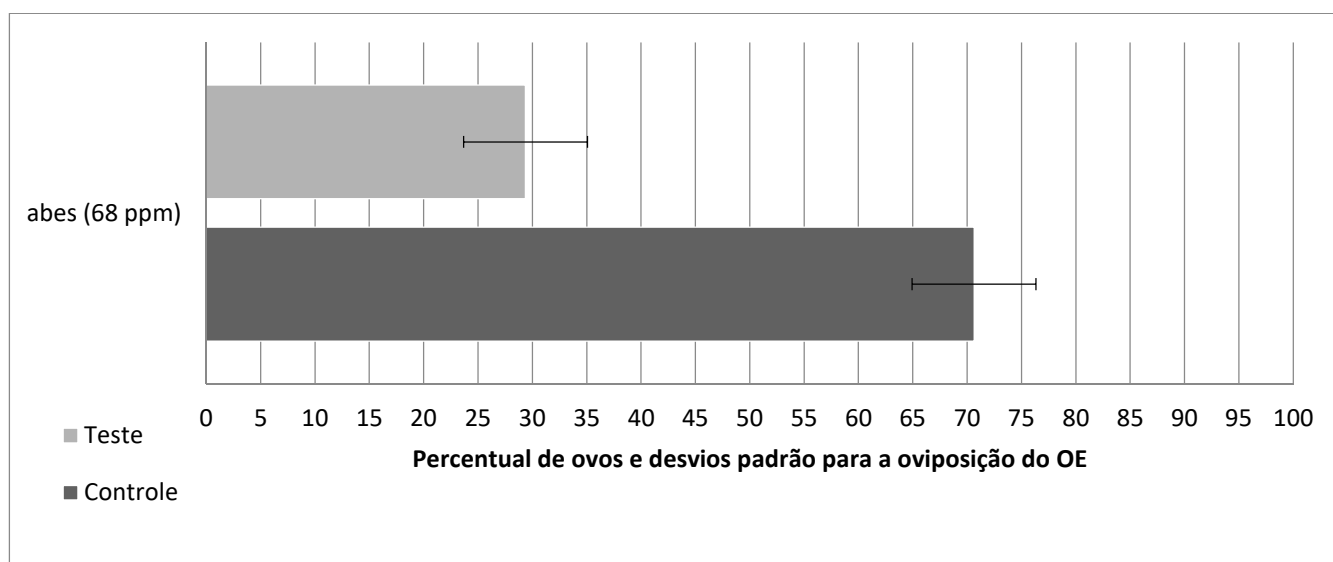
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 38,5000

95% CI for difference: (21,1726; 55,8274)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 4,77 P-Value = 0,000 DF = 14

Both use Pooled StDev = 16,1577



```

controle =c(293,415,552,628,662,481,559,194)
> teste = c(164,168,140,89,174,282,194,362)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = 3.4184, df = 7, p-value = 0.01116
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 85.19842 467.55158
sample estimates:
mean difference
 276.375

```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
194.0   384.5   516.5   473.0   576.2
  Max.
662.0

```

```
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
   89.0   158.0   171.0   196.6   216.0
   Max.
  362.0
> sd(controle)
[1] 163.4678
> sd(teste)
[1] 86.04806
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   :194.0  Min.   : 89.0
1st Qu.:384.5  1st Qu.:158.0
Median :516.5  Median :171.0
Mean   :473.0  Mean   :196.6
3rd Qu.:576.2  3rd Qu.:216.0
Max.   :662.0  Max.   :362.0
> sd(controle)
[1] 163.4678
> mean(controle)
[1] 473
```

APÊNDICE L- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a formulação 1:1:1 dos óleos de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano), *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) a 67ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |     | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|-----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %   |               |
| 1                    | 0          | 0  | 62         | 100 | 62            |
| 2                    | 243        | 83 | 50         | 17  | 293           |
| 3                    | 139        | 56 | 111        | 44  | 250           |
| 4                    | 132        | 66 | 68         | 34  | 200           |
| 5                    | 47         | 92 | 4          | 8   | 51            |
| 6                    | 138        | 88 | 19         | 12  | 157           |
| 7                    | 209        | 95 | 11         | 5   | 220           |
| 8                    | 168        | 39 | 258        | 61  | 426           |
| <b>Total de ovos</b> | 1076       | 65 | 583        | 35  | 1659          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev SE Mean

controle 9 239 323 108

teste 9 130 187 62

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 109,556

95% CI for difference: (-153,819; 372,930)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,88 P-Value = 0,391 DF = 16

Both use Pooled StDev = 263,5502

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

SE

N Mean StDev Mean

control 9 64,9 30,5 10

test 9 35,1 30,5 10

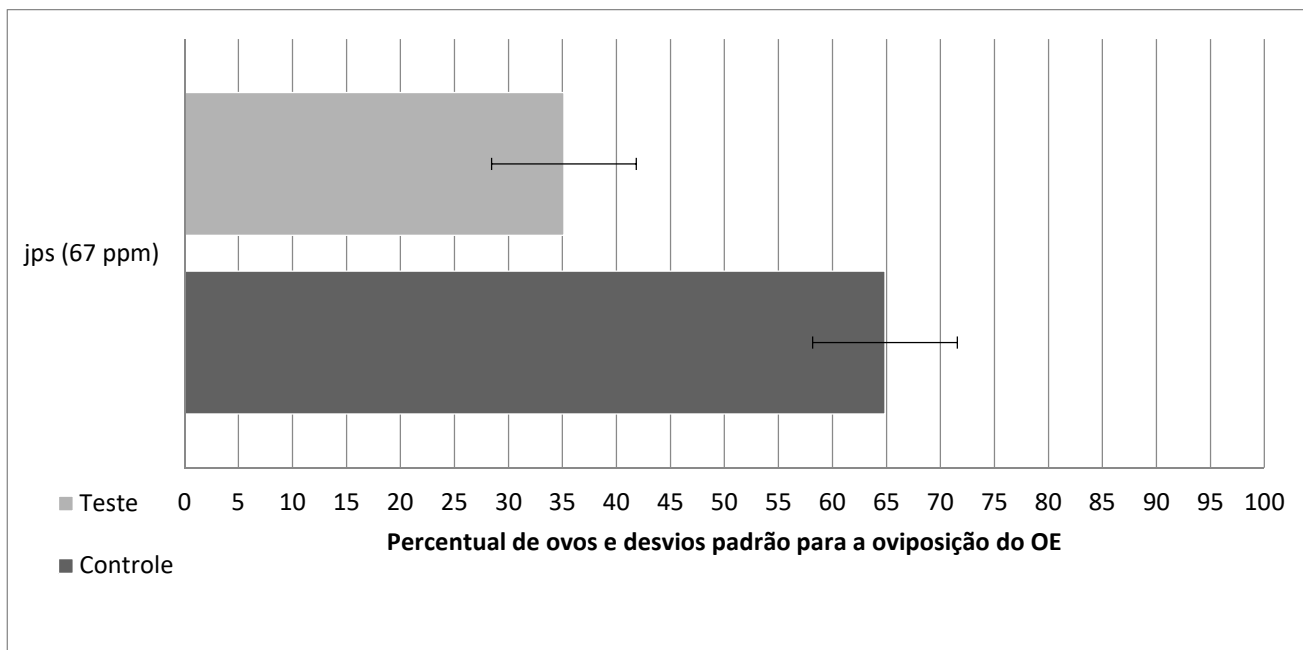
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 29,7778

95% CI for difference: (-0,7487; 60,3043)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2,07 P-Value = 0,055 DF = 16

Both use Pooled StDev = 30,5469



R 4.3.3

```
> controle = c(0,243,139,132,47,138,209,168)
> teste = c(62,50,111,68,4,19,11,258)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)
```

Paired t-test

```
data: controle and teste
t = 1.6417, df = 7, p-value = 0.1447
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-27.13612 150.38612
sample estimates:
mean difference
61.625
```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
    0.0   110.8   138.5   134.5   178.2
  Max.
 243.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
    4.00   17.00   56.00   72.88   78.75
  Max.
 258.00
> sd(controle)
[1] 79.48944
> sd(teste)
[1] 82.69123
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 0.0   Min.   : 4.00
1st Qu.:110.8  1st Qu.: 17.00
Median :138.5  Median : 56.00
Mean   :134.5  Mean   : 72.88
3rd Qu.:178.2  3rd Qu.: 78.75
Max.   :243.0  Max.   :258.00
> sd(controle)
[1] 79.48944
> mean(controle)
[1] 134.5

```

APÊNDICE M- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a formulação 1:1 dos óleos de *Juniperus communis* (Zimbro) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) a 40ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| 1                    | 37         | 14 | 227        | 86 | 264           |
| 2                    | 190        | 35 | 358        | 65 | 548           |
| 3                    | 199        | 35 | 366        | 65 | 565           |
| 4                    | 227        | 44 | 284        | 56 | 511           |
| 5                    | 165        | 23 | 556        | 77 | 721           |
| 6                    | 260        | 60 | 173        | 40 | 433           |
| 7                    | 144        | 27 | 394        | 73 | 538           |
| 8                    | 384        | 59 | 268        | 41 | 652           |
| <b>Total de ovos</b> | 1606       | 38 | 2626       | 62 | 4232          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

SE

N Mean StDev Mean

controle 8 200,8 99,4 35

teste 8 328 119 42

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: -127,500

95% CI for difference: (-244,855; -10,145)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2,33 P-Value = 0,035 DF = 14

Both use Pooled StDev = 109,4326

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 37,1 | 16,5  | 5,8     |
| test    | 8 | 62,9 | 16,5  | 5,8     |

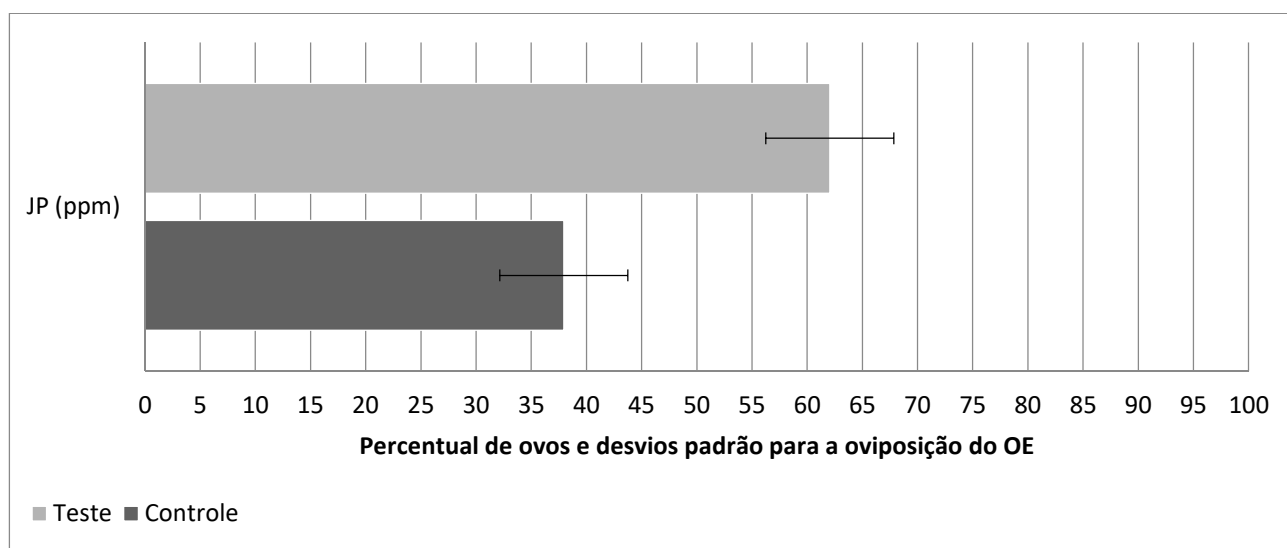
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: -25,7500

95% CI for difference: (-43,3939; -8,1061)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -3,13 P-Value = 0,007 DF = 14

Both use Pooled StDev = 16,4529



R 4.3.3..

```
> controle =c(37,190,199,227,165,260,144,384)
> teste = c(227,358,366,284,556,173,394,268)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)
```

Paired t-test

```
data: controle and teste
t = -2.1239, df = 7, p-value = 0.07131
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-269.45414 14.45414
sample estimates:
mean difference
-127.5
```

```
>
> summary(controle)
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu.
37.0 159.8 194.5 200.8 235.2
```

```

      Max.
      384.0
> summary(teste)
      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
      173.0  257.8   321.0   328.2   373.0
      Max.
      556.0
> sd(controle)
[1] 99.43519
> sd(teste)
[1] 118.5902
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 37.0   Min.   :173.0
1st Qu.:159.8   1st Qu.:257.8
Median :194.5   Median :321.0
Mean   :200.8   Mean   :328.2
3rd Qu.:235.2   3rd Qu.:373.0
Max.   :384.0   Max.   :556.0
> sd(controle)
[1] 99.43519
> mean(controle)
[1] 200.75

```



APÊNDICE N- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a formulação 1:1 dos óleos de *Juniperus communis* (Zimbro) e *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano) a 100ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 146        | 70 | 62         | 30 | 208           |
| <b>2</b>             | 279        | 63 | 167        | 37 | 446           |
| <b>3</b>             | 394        | 63 | 234        | 37 | 628           |
| <b>4</b>             | 113        | 42 | 158        | 58 | 271           |
| <b>5</b>             | 436        | 67 | 215        | 33 | 651           |
| <b>6</b>             | 200        | 75 | 68         | 25 | 268           |
| <b>7</b>             | 136        | 50 | 137        | 50 | 273           |
| <b>8</b>             | 311        | 81 | 75         | 19 | 386           |
| <b>Total de ovos</b> | 2015       | 64 | 1116       | 36 | 3131          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

SE

N Mean StDev Mean

controle 8 252 122 43

teste 8 139,5 66,6 24

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 112,375

95% CI for difference: (6,694; 218,056)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2,28 P-Value = 0,039 DF = 14

Both use Pooled StDev = 98,5469

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 63,9 | 12,7  | 4,5     |
| test    | 8 | 36,1 | 12,7  | 4,5     |

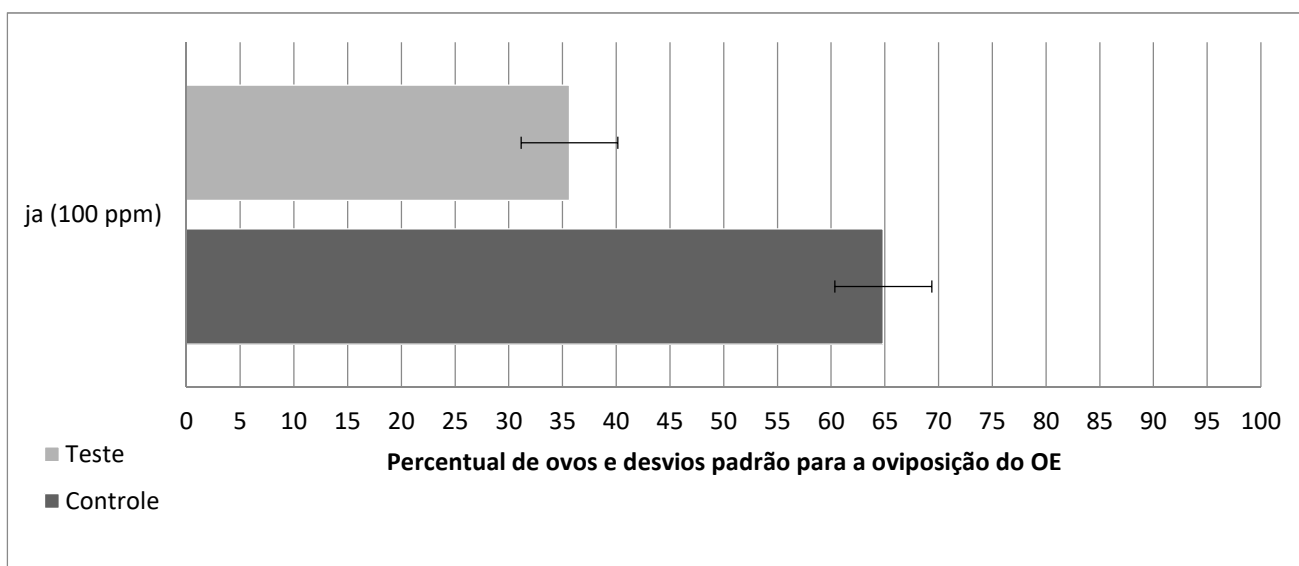
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 27,7500

95% CI for difference: (14,0834; 41,4166)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 4,35 P-Value = 0,001 DF = 14

Both use Pooled StDev = 12,7440



```

controle =c(146,279,394,113,436,200,136,311)
> teste = c(62,167,234,158,215,68,137,75)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

data: controle and teste

t = 3.221, df = 7, p-value = 0.01463

alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0

95 percent confidence interval:

29.87786 194.87214

sample estimates:

mean difference

112.375

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
113.0  143.5   239.5   251.9   331.8

```

```
Max.
436.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
 62.00  73.25  147.50  139.50  179.00
Max.
234.00
> sd(controle)
[1] 122.4435
> sd(teste)
[1] 66.56254
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   :113.0   Min.   : 62.00
1st Qu.:143.5   1st Qu.: 73.25
Median :239.5   Median :147.50
Mean   :251.9   Mean   :139.50
3rd Qu.:331.8   3rd Qu.:179.00
Max.   :436.0   Max.   :234.00
> sd(controle)
[1] 122.4435
> mean(controle)
[1] 251.875
>
```

APÊNDICE O- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a formulação 1:1 dos óleos de *Abies sibirica* (Pinheiro-Siberiano) e *Pogostemon cablin* (Patchuli) a 50ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| 1                    | 650        | 77 | 194        | 23 | 844           |
| 2                    | 651        | 82 | 146        | 18 | 797           |
| 3                    | 142        | 87 | 21         | 13 | 163           |
| 4                    | 1007       | 89 | 127        | 11 | 1134          |
| 5                    | 625        | 75 | 208        | 25 | 833           |
| 6                    | 371        | 73 | 136        | 27 | 507           |
| 7                    | 560        | 98 | 14         | 2  | 574           |
| 8                    | 869        | 93 | 66         | 7  | 935           |
| <b>Total de ovos</b> | 4875       | 84 | 912        | 16 | 5787          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev Se Mean

controle 8 609 269 95

teste 8 114,0 73,5 26

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: 495,375

95% CI for difference: (283,846; 706,904)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5,02 P-Value = 0,000 DF = 14

Both use Pooled StDev = 197,2496

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean  | StDev | SE Mean |
|---------|---|-------|-------|---------|
| control | 8 | 84,25 | 8,99  | 3,2     |
| test    | 8 | 15,75 | 8,99  | 3,2     |

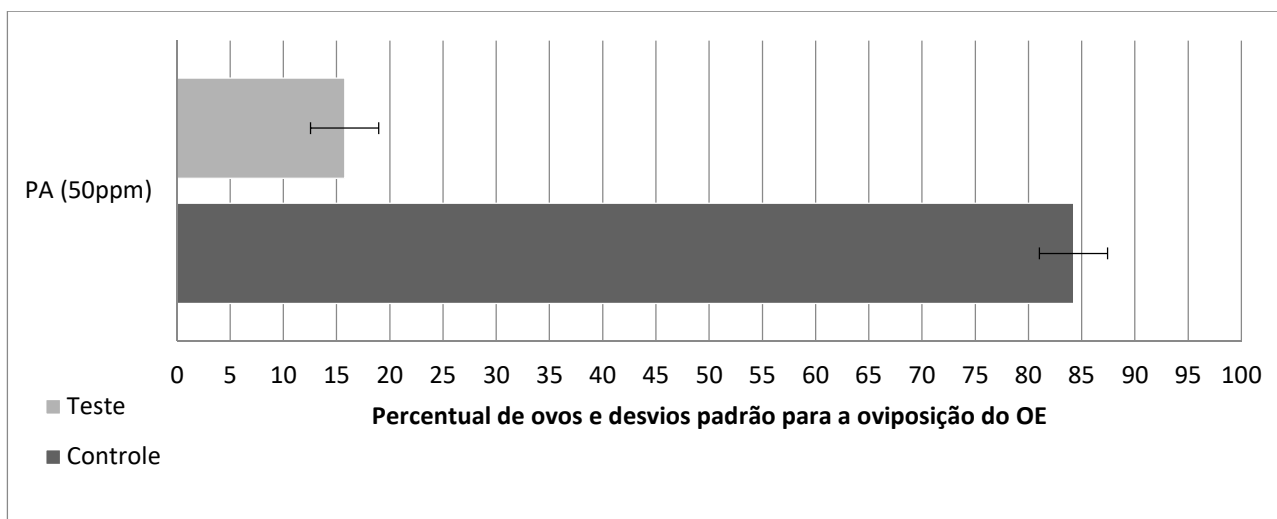
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 68,5000

95% CI for difference: (58,8612; 78,1388)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 15,24 P-Value = 0,000 DF = 14

Both use Pooled StDev = 8,9881



```
> controle = c(650,651,142,1007,625,371,560,869)
> teste = c(194,146,21,127,208,136,14,66)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)
```

Paired t-test

```
data: controle and teste
t = 5.4606, df = 7, p-value =
0.0009453
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 280.8602 709.8898
sample estimates:
mean difference
 495.375
```

```
>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
142.0   512.8   637.5   609.4   705.5
  Max.
1007.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
 14.00   54.75   131.50   114.00   158.00
  Max.
```

```
208.00
> sd(controle)
[1] 269.0825
> sd(teste)
[1] 73.54882
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 142.0   Min.   : 14.00
1st Qu.: 512.8   1st Qu.: 54.75
Median : 637.5   Median :131.50
Mean   : 609.4   Mean    :114.00
3rd Qu.: 705.5   3rd Qu.:158.00
Max.   :1007.0   Max.    :208.00
> sd(controle)
[1] 269.0825
> mean(controle)
[1] 609.375
>
```

APÊNDICE P- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a solução do composto isolado Borneol a ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| 1                    | 192        | 71 | 80         | 29 | 272           |
| 2                    | 292        | 51 | 275        | 49 | 567           |
| 3                    | 126        | 26 | 363        | 74 | 489           |
| 4                    | 256        | 67 | 124        | 33 | 380           |
| 5                    | 71         | 25 | 211        | 75 | 282           |
| 6                    | 244        | 63 | 141        | 37 | 385           |
| 7                    | 175        | 37 | 293        | 63 | 468           |
| 8                    | 83         | 22 | 289        | 78 | 372           |
| <b>Total de ovos</b> | 1439       | 45 | 1776       | 55 | 3215          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

#### Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

|          | N | Mean  | StDev | Mean |
|----------|---|-------|-------|------|
| controle | 8 | 179,9 | 81,8  | 29   |
| teste    | 8 | 222,0 | 99,0  | 35   |

Difference =  $\mu$  (controle) -  $\mu$  (teste)

Estimate for difference: -42,1250

95% CI for difference: (-139,5135; 55,2635)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0,93 P-Value = 0,369 DF = 14

Both use Pooled StDev = 90,8141

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

## Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 45,3 | 20,3  | 7,2     |
| test    | 8 | 54,8 | 20,3  | 7,2     |

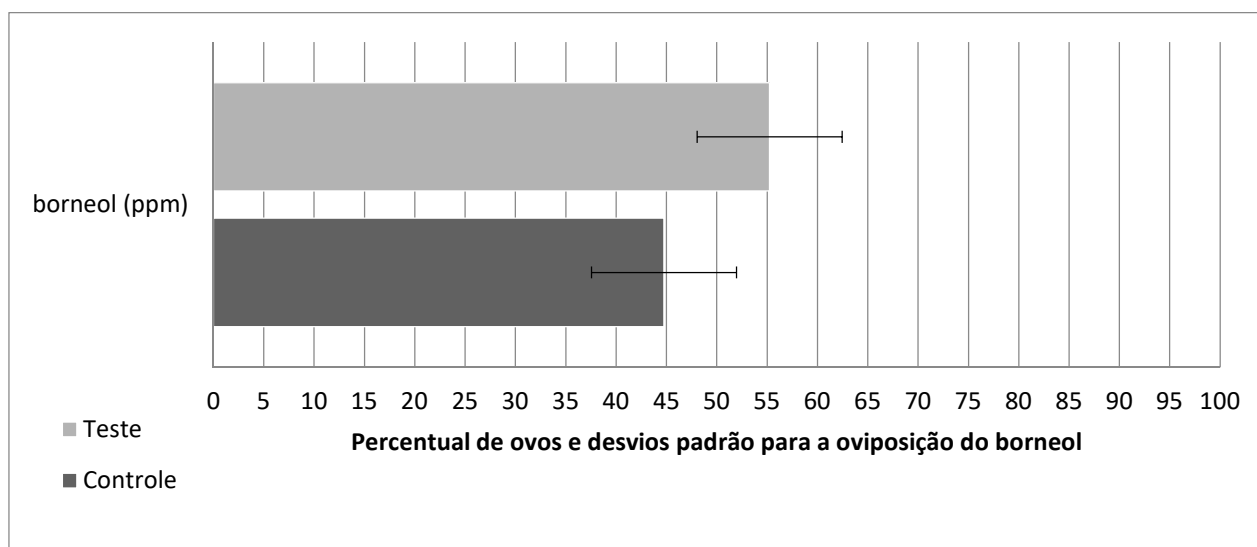
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: -9,50000

95% CI for difference: (-31,22755; 12,22755)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0,94 P-Value = 0,364 DF = 14

Both use Pooled StDev = 20,2608



```

controle=c(192,292,126,256,71,244,175,83)
> teste=c(80,275,363,124,211,141,293,289)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+       alternative = c("two.sided"),
+       mu = 0, , var.equal = FALSE,
+       conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = -0.79106, df = 7, p-value = 0.4549
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-168.04417 83.79417
sample estimates:
mean difference
-42.125

```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  71.0   115.2   183.5   179.9   247.0
  Max.

```



```

292.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  80.0  136.8   243.0   222.0  290.0
  Max.
 363.0
> sd(controle)
[1] 81.75825
> sd(teste)
[1] 99.04544
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 71.0   Min.   : 80.0
1st Qu.:115.2   1st Qu.:136.8
Median :183.5   Median :243.0
Mean   :179.9   Mean   :222.0
3rd Qu.:247.0   3rd Qu.:290.0
Max.   :292.0   Max.   :363.0
> sd(controle)
[1] 81.75825
> mean(controle)
[1] 179.875

```

APÊNDICE Q- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para o teste do branco tween 80 em água destilada vs tween 80 em água destilada

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 208        | 29 | 516        | 71 | 724           |
| <b>2</b>             | 358        | 48 | 395        | 52 | 753           |
| <b>3</b>             | 115        | 46 | 133        | 54 | 248           |
| <b>4</b>             | 268        | 61 | 169        | 39 | 437           |
| <b>5</b>             | 415        | 70 | 175        | 30 | 590           |
| <b>6</b>             | 347        | 53 | 310        | 47 | 657           |
| <b>7</b>             | 213        | 60 | 142        | 40 | 355           |
| <b>8</b>             | 458        | 68 | 213        | 32 | 671           |
| <b>Total de ovos</b> | 2382       | 54 | 2053       | 46 | 4435          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

N Mean StDev Mean

controle 8 298 116 41

teste 8 257 138 49

Difference =  $\mu$  (controle) -  $\mu$  (teste)

Estimate for difference: 41,1250

95% CI for difference: (-96,0112; 178,2612)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,64 P-Value = 0,530 DF = 14

Both use Pooled StDev = 127,8787

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 54,4 | 13,4  | 4,7     |
| test    | 8 | 45,6 | 13,4  | 4,7     |

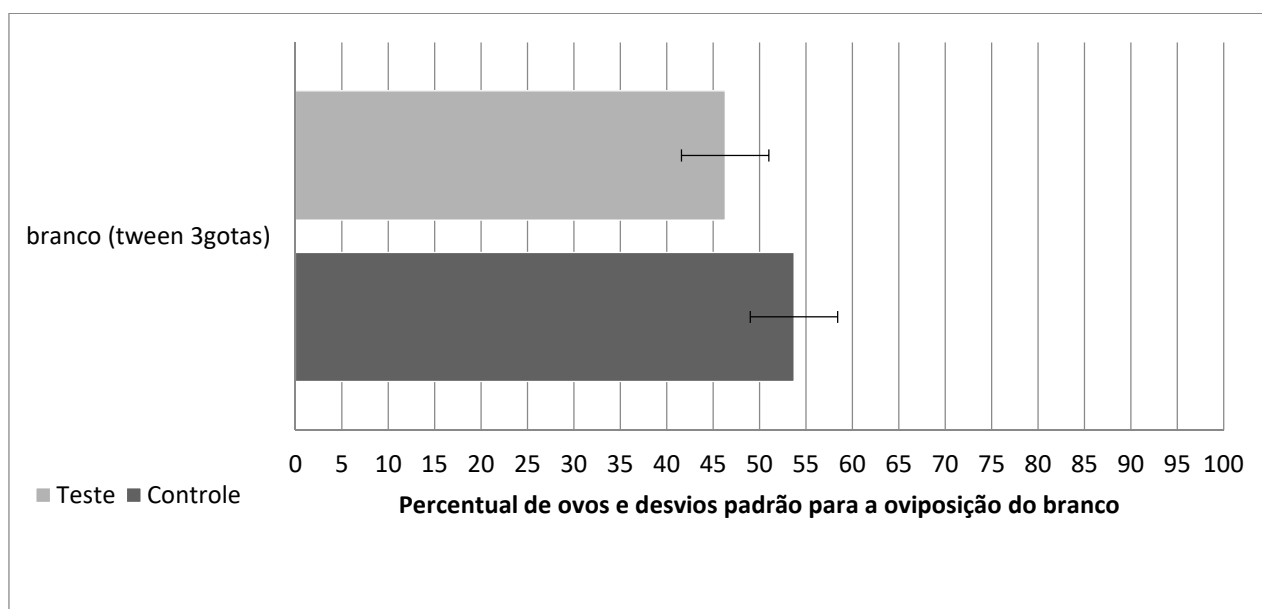
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 8,75000

95% CI for difference: (-5,64837; 23,14837)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1,30 P-Value = 0,213 DF = 14

Both use Pooled StDev = 13,4264



```

controle =c(208,358,115,268,415,347,213,458)
> teste=c(516,395,133,169,175,310,142,213)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = 0.66086, df = 7, p-value = 0.5298
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-106.0252 188.2752
sample estimates:
mean difference
41.125

```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
115.0  211.8   307.5   297.8   372.2

```

```

      Max.
      458.0
> summary(teste)
      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
      133.0  162.2   194.0   256.6   331.2
      Max.
      516.0
> sd(controle)
[1] 116.4986
> sd(teste)
[1] 138.3256
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   :115.0  Min.   :133.0
1st Qu.:211.8  1st Qu.:162.2
Median :307.5  Median :194.0
Mean   :297.8  Mean   :256.6
3rd Qu.:372.2  3rd Qu.:331.2
Max.   :458.0  Max.   :516.0
> sd(controle)
[1] 116.4986
> mean(controle)
[1] 297.75
>

```

APÊNDICE R- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a solução do composto isolado camphene a 19ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 538        | 50 | 540        | 50 | 1078          |
| <b>2</b>             | 411        | 51 | 398        | 49 | 809           |
| <b>3</b>             | 49         | 9  | 518        | 91 | 567           |
| <b>4</b>             | 219        | 27 | 595        | 73 | 814           |
| <b>5</b>             | 395        | 55 | 324        | 45 | 719           |
| <b>6</b>             | 406        | 44 | 512        | 56 | 918           |
| <b>7</b>             | 654        | 56 | 508        | 44 | 1162          |
| <b>8</b>             | 516        | 56 | 398        | 44 | 914           |
| <b>Total de ovos</b> | 3188       | 46 | 3793       | 54 | 6981          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

SE

N Mean StDev Mean

controle 8 399 190 67

teste 8 474,1 90,7 32

Difference = mu (controle) - mu (teste)

Estimate for difference: -75,6250

95% CI for difference: (-235,3892; 84,1392)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1,02 P-Value = 0,327 DF = 14

Both use Pooled StDev = 148,9791

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos

Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 43,5 | 16,9  | 6,0     |
| test    | 8 | 56,5 | 16,9  | 6,0     |

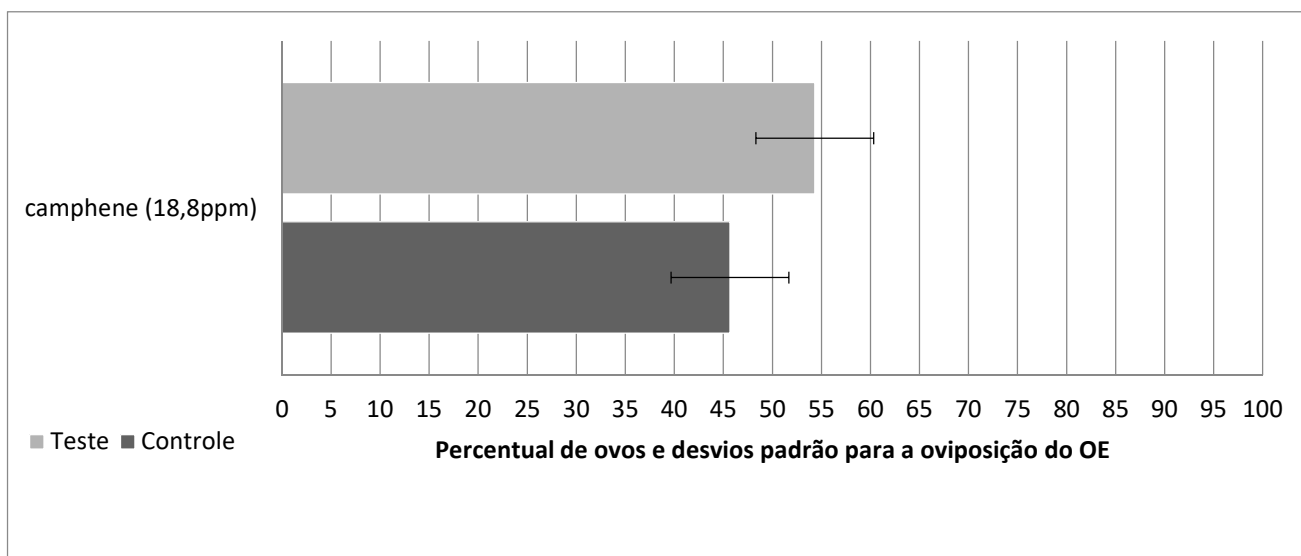
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: -13,0000

95% CI for difference: (-31,1539; 5,1539)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1,54 P-Value = 0,147 DF = 14

Both use Pooled StDev = 16,9284



```

controle =c(538,411,49,219,395,406,654,516)
> teste=c(540,398,518,595,324,512,508,398)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = -0.93382, df = 7, p-value = 0.3815
alternative hypothesis: true mean difference is
not equal to 0
95 percent confidence interval:
-267.1225 115.8725
sample estimates:
mean difference
-75.625

```

```
>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  49.0   351.0   408.5   398.5   521.5
  Max.
 654.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
 324.0   398.0   510.0   474.1   523.5
  Max.
 595.0
> sd(controle)
[1] 190.1661
> sd(teste)
[1] 90.69956
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 49.0   Min.   :324.0
1st Qu.:351.0   1st Qu.:398.0
Median :408.5   Median :510.0
Mean   :398.5   Mean   :474.1
3rd Qu.:521.5   3rd Qu.:523.5
Max.   :654.0   Max.   :595.0
> sd(controle)
[1] 190.1661
> mean(controle)
[1] 398.5
>
>
```

APÊNDICE S- Dados brutos e estatísticos obtidos no ensaio de oviposição para a solução do composto isolado acetato de borneol a 25 ppm

| Gaiola               | Controle   |    | Teste      |    | Total de ovos |
|----------------------|------------|----|------------|----|---------------|
|                      | Nº de ovos | %  | Nº de ovos | %  |               |
| <b>1</b>             | 241        | 43 | 314        | 57 | 555           |
| <b>2</b>             | 204        | 54 | 172        | 46 | 376           |
| <b>3</b>             | 96         | 48 | 106        | 52 | 202           |
| <b>4</b>             | 188        | 66 | 98         | 34 | 286           |
| <b>5</b>             | 449        | 59 | 318        | 41 | 767           |
| <b>6</b>             | 657        | 73 | 249        | 27 | 906           |
| <b>7</b>             | 499        | 75 | 162        | 25 | 661           |
| <b>8</b>             | 27         | 7  | 379        | 93 | 406           |
| <b>Total de ovos</b> | 2361       | 57 | 1798       | 43 | 4159          |

Parâmetros estatísticos para os resultados do número de ovos

#### Two-Sample T-Test and CI: controle; teste

Two-sample T for controle vs teste

|          |   |      |       |      |
|----------|---|------|-------|------|
|          | N | Mean | StDev | Mean |
| controle | 8 | 295  | 217   | 77   |
| teste    | 8 | 225  | 106   | 37   |

Difference =  $\mu$  (controle) -  $\mu$  (teste)

Estimate for difference: 70,3750

95% CI for difference: (-112,7807; 253,5307)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,82 P-Value = 0,424 DF = 14

Both use Pooled StDev = 170,7915

Parâmetros estatísticos para os resultados do percentual do número de ovos



## Two-Sample T-Test and CI: control; test

Two-sample T for control vs test

|         | N | Mean | StDev | SE Mean |
|---------|---|------|-------|---------|
| control | 8 | 53,1 | 21,8  | 7,7     |
| test    | 8 | 46,9 | 21,8  | 7,7     |

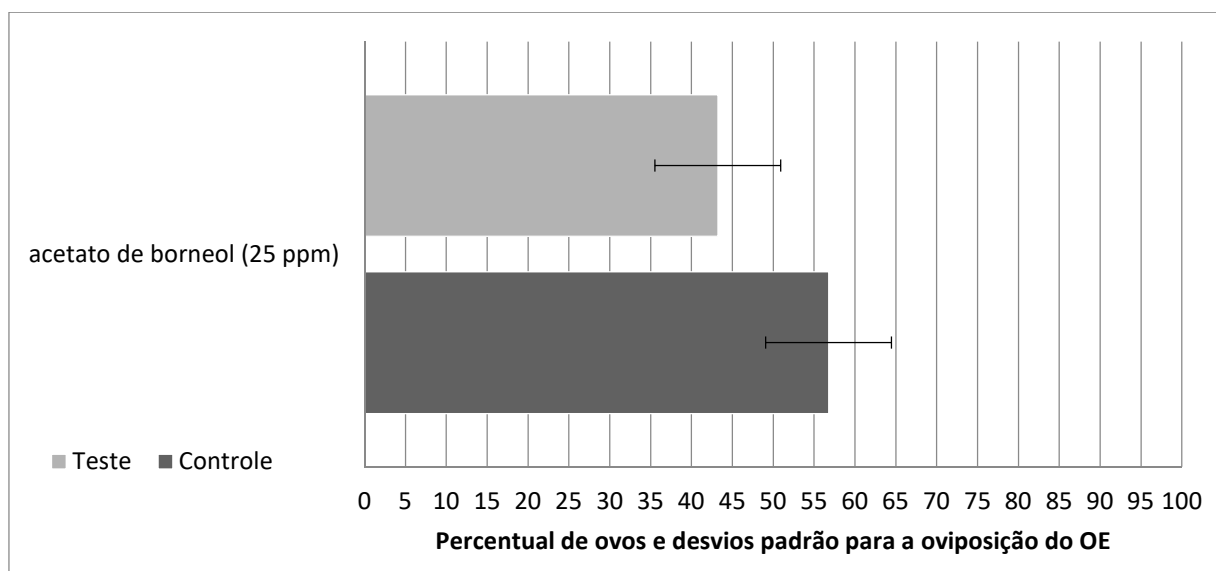
Difference =  $\mu$  (control) -  $\mu$  (test)

Estimate for difference: 6,25000

95% CI for difference: (-17,14291; 29,64291)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,57 P-Value = 0,576 DF = 14

Both use Pooled StDev = 21,8137



```

controle=c(241,204,96,188,449,657,499,27)
> teste=c(314,172,106,98,318,249,162,379)
> t.test(controle, teste, paired = TRUE,
+         alternative = c("two.sided"),
+         mu = 0, , var.equal = FALSE,
+         conf.level = 0.95)

```

Paired t-test

```

data: controle and teste
t = 0.83685, df = 7, p-value = 0.4303
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-128.478 269.228
sample estimates:
mean difference
70.375

```

```

>
> summary(controle)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  27.0   165.0   222.5   295.1   461.5

```

```

Max.
657.0
> summary(teste)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.
  98.0  148.0   210.5   224.8   315.0
Max.
379.0
> sd(controle)
[1] 217.271
> sd(teste)
[1] 105.512
> dad.test=data.frame(controle, teste)
> summary(dad.test)
      controle      teste
Min.   : 27.0   Min.   : 98.0
1st Qu.:165.0   1st Qu.:148.0
Median :222.5   Median :210.5
Mean   :295.1   Mean   :224.8
3rd Qu.:461.5   3rd Qu.:315.0
Max.   :657.0   Max.   :379.0
> sd(controle)
[1] 217.271
> mean(controle)
[1] 295.125

```

APÊNDICE T- Tabela 7 - Identificação dos constituintes químicos dos óleos essenciais *Abies sibirica*, *Pogostemon cablin* e *Juniperus communis*

| Composto <sup>a</sup>               | RT                      |                        | <i>Abies sibirica</i> |      | <i>Pogostemon cablin</i> |      | <i>Juniperus communis</i> |      |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------|--------------------------|------|---------------------------|------|
|                                     | Literatura <sup>b</sup> | Calculado <sup>c</sup> | %                     | S.D  | %                        | S.D  | %                         | S.D  |
| santeno                             | 884                     | 882                    | 3,47                  | 0,07 |                          |      |                           |      |
| tricyclene                          | 921                     | 917                    | 2,67                  | 0,07 |                          |      | 0,01                      | 0,00 |
| $\alpha$ -thujene                   | 924                     | 924                    | 0,01                  | 0,00 |                          |      | 2,36                      | 0,21 |
| <b><math>\alpha</math>-pineno</b>   | 932                     | 930                    | 13,26                 | 0,20 | 0,19                     | 0,04 | 24,73                     | 2,29 |
| <b>campheno</b>                     | 946                     | 944                    | 20,83                 | 1,19 |                          |      | 0,25                      | 0,10 |
| <b>sabinene</b>                     | 969                     | 970                    |                       |      |                          |      | 18,42                     | 1,58 |
| $\beta$ -pineno                     | 974                     | 970                    | 2,86                  | 0,09 | 0,22                     | 0,04 | 2,10                      | 0,17 |
| <b>mircene</b>                      | 988                     | 988                    | 0,79                  | 0,03 |                          |      | 14,64                     | 0,53 |
| $\alpha$ -phellandrene              | 1002                    | 999                    | 0,17                  | 0,00 |                          |      | 0,24                      | 0,04 |
| <b><math>\delta</math>-3-carene</b> | 1008                    | 1005                   | 12,65                 | 0,65 |                          |      | 0,17                      | 0,07 |
| $\alpha$ -terpinene                 | 1014                    | 1011                   | 0,09                  | 0,01 |                          |      | 1,38                      | 0,29 |
| $\rho$ -cymene                      | 1020                    | 1019                   | 0,10                  | 0,01 |                          |      | 0,75                      | 0,08 |
| <b>limoneno</b>                     | 1024                    | 1024                   | 9,70                  | 0,23 |                          |      | 5,67                      | 0,25 |
| 1,8-cineole                         | 1026                    | 1025                   |                       |      |                          |      | 0,01                      | 0,00 |
| (E)- $\beta$ -ocimene               | 1044                    | 1044                   |                       |      |                          |      | 0,01                      | 0,00 |
| $\gamma$ -terpineno                 | 1054                    | 1053                   | 0,17                  | 0,02 |                          |      | 2,49                      | 0,38 |
| $\gamma$ -terpineno                 | 1065                    | 1061                   |                       |      |                          |      | 0,09                      | 0,01 |
| terpinolene                         | 1086                    | 1082                   | 1,37                  | 0,06 |                          |      | 1,98                      | 0,20 |

|                        |      |      |       |      |      |      |
|------------------------|------|------|-------|------|------|------|
| trans-sabinene hydrate | 1098 | 1091 |       |      | 0,08 | 0,02 |
| linalool               | 1095 | 1095 |       |      | 0,08 | 0,01 |
| cis-p-menth-2-en- 1-ol | 1118 | 1114 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| $\alpha$ -campholenal  | 1122 | 1120 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| trans-sabinol          | 1137 | 1131 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| trans-limonene oxide   | 1137 | 1133 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| camphor                | 1141 | 1137 | 0,21  | 0,03 |      |      |
| borneol                | 1165 | 1159 | 1,82  | 0,17 | 0,01 | 0,00 |
| terpinen-4-ol          | 1174 | 1171 | 0,09  | 0,01 | 3,10 | 0,44 |
| $\alpha$ -terpineol    | 1186 | 1184 |       |      | 0,30 | 0,08 |
| cis-piperitol          | 1195 | 1201 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| citronellol            | 1223 | 1223 |       |      | 0,01 | 0,00 |
| methyl ether thymol    | 1232 | 1230 | 0,04  | 0,01 |      |      |
| <b>acetato bornila</b> | 1284 | 1283 | 25,89 | 1,77 |      |      |
| 2-undecanone           | 1293 | 1289 | 0,02  | 0,01 | 0,04 | 0,01 |
| methyl citronellate    | 1257 | 1257 |       |      | 0,07 | 0,01 |
| isobornyl acetate      | 1283 | 1280 |       |      | 0,25 | 0,03 |
| $\delta$ -elemene      | 1335 | 1332 |       |      | 0,19 | 0,01 |
| $\alpha$ -cubebene     | 1348 | 1344 |       |      | 0,17 | 0,02 |
| citronellyl acetate    | 1350 | 1349 |       |      | 0,06 | 0,02 |
| $\alpha$ -ylangene     | 1373 | 1365 |       |      | 0,04 | 0,01 |

|                                       |      |      |      |      |       |      |      |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| $\alpha$ -copaene                     | 1374 | 1370 |      |      |       |      | 0,34 | 0,15 |
| <b><math>\beta</math>-patchoulene</b> | 1379 | 1375 |      |      | 5,14  | 0,94 |      |      |
| $\beta$ -elemene                      | 1389 | 1386 |      |      | 0,77  | 0,08 | 2,28 | 0,10 |
| sibirene                              | 1400 | 1395 | 0,07 | 0,01 |       |      |      |      |
| cycloseychellene                      | 1406 | 1401 |      |      | 0,52  | 0,10 |      |      |
| dodecanal                             | 1408 | 1403 | 0,14 | 0,02 |       |      |      |      |
| (E)-caryophyllene                     | 1417 | 1413 | 1,36 | 0,28 | 4,23  | 0,57 | 2,37 | 0,19 |
| $\alpha$ -himachalene                 | 1449 | 1442 | 0,02 | 0,00 |       |      |      |      |
| $\gamma$ -elemene                     | 1434 | 1427 |      |      |       |      | 0,57 | 0,02 |
| <b><math>\alpha</math>-guaiene</b>    | 1437 | 1435 |      |      | 17,22 | 1,34 |      |      |
| 6,9-guaiadiene                        | 1442 | 1444 |      |      | 0,67  | 0,05 |      |      |
| $\alpha$ -humulene                    | 1452 | 1447 | 0,68 | 0,06 |       |      | 1,72 | 0,07 |
| $\alpha$ -patchoulene                 | 1454 | 1449 |      |      | 8,17  | 2,08 |      |      |
| (E)- $\beta$ -farnesene               | 1454 | 1452 |      |      |       |      | 0,07 | 0,03 |
| allo- aromadendrene                   | 1458 | 1453 |      |      | 3,29  | 2,48 |      |      |
| $\gamma$ -muurolene                   | 1478 | 1471 |      |      |       |      | 0,82 | 0,03 |
| <b>germacrene D</b>                   | 1480 | 1476 |      |      |       |      | 4,01 | 0,22 |
| $\beta$ -selinene                     | 1489 | 1480 |      |      | 0,17  | 0,02 | 0,25 | 0,05 |
| $\alpha$ -muurolene                   | 1500 | 1494 |      |      |       |      | 0,35 | 0,01 |
| aciphyllene                           | 1501 | 1493 |      |      | 3,29  | 0,28 |      |      |
| germacrene A                          | 1508 | 1498 |      |      |       |      | 0,16 | 0,03 |
| $\gamma$ -amorphene                   | 1495 | 1501 |      |      |       |      | 0,13 | 0,02 |
| $\beta$ -bisabolene                   | 1505 | 1502 | 0,13 | 0,03 |       |      |      |      |

|                                       |      |      |       |       |
|---------------------------------------|------|------|-------|-------|
| (Z)- $\alpha$ -isabolene              | 1506 | 1509 | 0,03  | 0,01  |
| <b><math>\alpha</math>-bulnesene</b>  | 1509 | 1502 | 20,40 | 1,27  |
| $\gamma$ -cadinene                    | 1513 | 1508 | 0,69  | 0,04  |
| 7-epi- $\alpha$ -selinene             | 1520 | 1512 | 0,36  | 0,02  |
| $\delta$ -cadinene                    | 1522 | 1518 | 1,77  | 0,40  |
| trans-cadina-1,4- diene               | 1533 | 1526 | 0,10  | 0,01  |
| (Z)- $\gamma$ -isabolene              | 1514 | 1524 | 0,09  | 0,01  |
| elemol                                | 1548 | 1544 | 0,01  | 0,00  |
| germacrene B                          | 1559 | 1552 | 1,86  | 0,09  |
| caryophyllene oxide                   | 1582 | 1577 | 0,69  | 0,06  |
| epi- $\alpha$ -cadinol                | 1638 | 1635 | 0,11  | 0,01  |
| $\alpha$ -cadinol                     | 1652 | 1648 | 0,27  | 0,02  |
| <b>álcool patchouli</b>               | 1656 | 1652 | 27,62 | 2,10  |
| Total de identificados                |      |      | 98,73 | 93,15 |
| Total de monoterpenos                 |      |      | 96,21 | 0,41  |
| Total de sesquiterpenos               |      |      | 2,52  | 92,74 |
| Total de monoterpenos<br>oxigenados   |      |      | 28,07 | 0     |
| Total de sesquiterpenos<br>oxigenados |      |      | 0,14  | 28,31 |

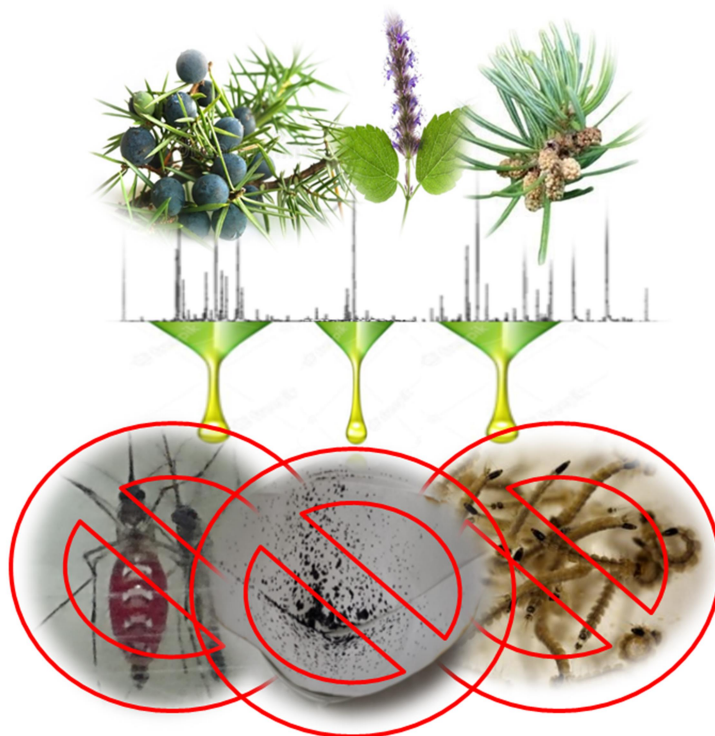
a Constituintes listados em ordem de eluição em uma coluna DB-5 não- polar

b Valores obtidos de Adams (2007)

c Índice de retenção (RI) calculado pelo tempo de retenção em relação à de uma série de alcanos C9- C30n em uma coluna capilar DB5 de 30m.

## APÊNDICE U- Publicação de resumos simplificados estilo nota de imprensa em trabalhos de tese e dissertação

Mosquitos são conhecidos por serem vetores de várias doenças ao redor do mundo e por isso exigem constante combate a suas populações. O *Aedes aegypti*, famoso mosquito da dengue, adaptou-se muito bem às áreas urbanas e ao clima tropical. Segundo a Organização Mundial de Saúde, esse vetor afeta cerca da metade da população mundial com diversas doenças tais como febre amarela, dengue, Chikungunha e o Zika vírus. Elas atingem cerca de 390 milhões de pessoas por ano e mata uma pessoa a cada 12min além de bilhões em perdas econômicas. Só no Brasil, foram registrados casos dessas doenças em todos os estados sendo responsável por perdas econômicas da ordem de 2 bilhões desde gastos com tratamento médico até a perda da força de trabalho. Diante dessa situação, uma tese desenvolvida no laboratório de Ecologia Química pelo doutorando Júlio César Aguiar, sob a orientação da professora Dra Daniela Navarro, do Programa de Pós-Graduação em química da Universidade Federal de Pernambuco resultou em formulações patenteadas de agentes inseticidas para o combate ao mosquito à base de produtos naturais extraídos de espécies vegetais que apresentam atividade larvicida e de deterrencia de oviposição na faixa de concentração entre 36 a 100ppm. Esses compostos são, portanto, potenciais alternativas inseticidas, extraídos de fontes renováveis, sendo assim um aliado nas vigilâncias epidemiológica das arboviroses e de um possível nicho de mercado para as indústrias de inseticidas e repelentes.



APÊNDICE V- Depósito do pedido de patente de invenção intitulado "microemulsões de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de folhas de plantas como agente larvicida e de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *aedes aegypti*". (número do pedido - inpi: BR 10 2023 024878 0)



870230104454  
28/11/2023 13:44  
  
29409161941685942

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2023 024878 0

#### Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): MICROEMULSÕES DE COMPOSTOS TERPÊNICOS À BASE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS DE PLANTAS COMO AGENTE LARVICIDA E DE OVIPOSIÇÃO FRENTE ÀS LARVAS E AOS MOSQUITOS DE AEDES AEGYPTI

**Resumo:** A presente invenção refere-se a formulações de microemulsões de compostos terpênicos à base de óleos essenciais de folhas de plantas com ação larvicida e deterrente de oviposição frente às larvas e aos mosquitos de *Ae. aegypti* nas concentrações de LC50 entre 36 a 92ppm mitigando, assim, a proliferação de doenças desse vetor. A partir das análises cromatográficas foi possível identificar os majoritários dos óleos das espécies *A. sibirica*, *P. cablin* e *J. communis* de modo que estes óleos e suas microformulações são uma notável fonte para o controle larvicida e deterrente de oviposição em alternativa aos inseticidas sintéticos existentes. A partir das análises cromatográficas foi possível observar um total de 28, 18 e 52 compostos identificados das espécies *A. sibirica*, *P. cablin* e *J. communis*, totalizando respectivamente 98,70; 93,11 e 97,33% dos óleos, respectivamente. Os principais majoritários para o pinheiro siberiano são: camphene (20,83%), d-3-carene (12,65%) e bornyl acetate (25,89%). Já para o patchuli são: a-guaiene (17,22%), a-bulnesene (20,40%), e patchouli alcohol (27,62%). Enquanto para o zimbro são: a-pinene (24,73%), sabinene (18,42%) e myrcene (14,64%). Os testes larvicidas forneceram respectivamente um LC50 de 67,53ppm, 92,45ppm e 35,95ppm para o *Abies*, *Juniperus* e *Pogostemon* bem como as suas formulações binárias (JP, 39,50ppm; AP, 51,64ppm) e ternária (AJP, 66,99ppm). Nesse sentido, as microformulações desenvolvidas são uma promissora fonte para desenvolvimento de materiais larvicida, deterrentes e repelentes, sendo uma ótima alternativa inseticida por serem extraídos de fontes renováveis, não possuem alta toxicidade a animais não alvos, por serem tóxicos ao *Aedes* e de por serem biodegradáveis além de reduzir o número de insetos vetores no ambiente e com auxiliar na redução do número de casos futuros de enfermidades causadas por tais insetos, sendo, assim um grande aliado das vigilâncias epidemiológica, entomológica e ambiental e um nicho de mercado para as indústrias de inseticidas e repelentes.

Figura a publicar: 18