

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA  
ETEC MARIA CRISTINA MEDEIROS  
Curso Técnico em química**

**Mariana Fernandes Rodrigues  
Paola Francisca Paiva Santos  
Ryan da Silva Santos  
Yara Santana da Silva**

**FORMULAÇÃO DE PRAGUICIDA URBANO NATURAL A BASE DE  
EXTRATO ALCOÓLICO DE ALHO E EUGENOL**

**Ribeirão Pires - SP  
2025**

**Mariana Fernandes Rodrigues**

**Paola Francisca Paiva Santos**

**Ryan da Silva Santos**

**Yara Santana da Silva**

**FORMULAÇÃO DE PRAGUICIDA URBANO NATURAL A BASE DE  
EXTRATO ALCOÓLICO DE ALHO E EUGENOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Maria Cristina Medeiros, orientado pelo Prof. Ricardo Ferreira da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

**Ribeirão Pires - SP**

**2025**

## FICHA CATALOGRÁFICA

CATALOGAÇÃO CENTRALIZADA

**Biblioteca da ETEC Prof.<sup>a</sup> Maria Cristina Medeiros**

**F726**

Formulação de praguicida urbano natural á base de extrato alcoólico de alho e eugenol/ Mariana Fernandes Rodrigues; Paola Francisca Paiva Santos Ryan Da Silva Santos; Yara Santana Da Silva . – Ribeirão Pires (SP): ETEC MCM, 2025. Monografia. 84 fls.

Formato PDF/A. Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Paula Souza, ETEC Prof.<sup>a</sup> Maria Cristina Medeiros, Eixo Produção Industrial - Curso Técnico em Química, Ribeirão Pires (SP). Orientador (a): Prof<sup>o</sup>. Licenciado em Química e Pedagogia e Bacharel em Engenharia Química Ricardo Liochi Ferreira da Silva Pellaro

Depósito: Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza

Modo de acesso: <http://ric.cps.sp.gov.br>

1. Praguicida Natural    2. Alho    3. Eugenol    4. Pragas

I. Título    II. Autores

**CDD 661**

**Elaborado Por: Patricia Cordeiro da Silva Farias – CRB-8/7510**

Mariana Fernandes Rodrigues

Paola Francisca Paiva Santos

Ryan da Silva Santos

Yara Santana da Silva

## **FORMULAÇÃO DE PRAGUICIDA URBANO NATURAL A BASE DE EXTRATO ALCOÓLICO DE ALHO E EUGENOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Maria Cristina Medeiros, orientado pelo Prof. Ricardo Ferreira da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Química.

Data de aprovação: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Conceito:

### **Banca examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup> Rosalina Júlio

---

Prof<sup>a</sup> Paulo Cândido

---

Prof<sup>a</sup> Juliana Cruz

**Ribeirão Pires - SP**

**2025**

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho com gratidão ao professor Ricardo Ferreira, nosso orientador, por sua orientação atenciosa, apoio constante e dedicação ao nosso aprendizado.

À professora Rosalina Júlio, a professora Juliana Cruz e ao professor Paulo César pela contribuição significativa em nossa formação acadêmica e por todo o conhecimento compartilhado ao longo dessa jornada.

A todos vocês, nossos sinceros reconhecimento e agradecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos especialmente o nosso orientador Ricardo Ferreira, pela orientação competente, paciência e disponibilidade durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e colegas do curso que contribuíram significativamente para a nossa formação e para a realização deste trabalho.

Agradeço também à nossa família e aos amigos que nos acompanharam ao longo dessa jornada, oferecendo suporte e incentivo nos momentos mais difíceis.

## EPÍGRAFE

A vida não é fácil para nenhum de nós, mas isso não importa. O que importa é preservar e, acima de tudo, ter confiança de si mesmo. É preciso sentir confiança para fazer algo e alcançar os objetivos, custe o que custar.

“Marie Curie”

## Resumo

O presente trabalho tem como foco o desenvolvimento de um praguicida urbano natural à base de extrato alcoólico de alho (*Allium sativum*) e eugenol, principal componente do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), visando o controle de pragas domésticas como baratas, formigas e mosquitos. Diante da crescente resistência de insetos aos pesticidas sintéticos e dos riscos ambientais e toxicológicos associados ao seu uso, buscou-se uma alternativa sustentável e de menor impacto à saúde humana e ao meio ambiente.

A proposta do nosso produto visa oferecer uma alternativa eficiente para o controle de pragas em ambientes domésticos e urbanos, considerando a sazonalidade e o ciclo de vigilância dos vetores de doenças. Busca-se reduzir a dependência de pesticidas sintéticos, promovendo benefícios à saúde pública e à preservação ambiental. A pesquisa também se dedica à definição de concentrações específicas de eugenol e extrato alcoólico de alho, com potencial para atingir altas taxas de mortalidade das pragas, mantendo a segurança dos usuários e animais domésticos, em alinhamento com a demanda crescente por soluções inseticidas naturais em áreas urbanas.

**Palavras-chave:** praguicida natural, alho, eugenol, pragas, inseticida.

## **Abstract**

This study focuses on the development of a natural urban pesticide based on garlic (*Allium sativum*) alcoholic extract and eugenol, the main component of clove (*Syzygium aromaticum*), aimed at controlling household pests such as cockroaches, ants, and mosquitoes. Given the increasing resistance of insects to synthetic pesticides and the environmental and toxicological risks associated with their use, we sought a sustainable alternative with lower impact on human health and the environment.

Our product aims to offer an efficient alternative for pest control in domestic and urban environments, considering the seasonality and surveillance cycle of disease vectors. It seeks to reduce dependence on synthetic pesticides, promoting benefits to public health and environmental preservation. The research also focuses on defining specific concentrations of eugenol and alcoholic garlic extract, with the potential to achieve high pest mortality rates while maintaining the safety of users and domestic animals, in line with the growing demand for natural insecticidal solutions in urban areas.

**Keywords:** natural pesticide, garlic, eugenol, pests, insecticide.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação estrutural da alicina (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> OS <sub>2</sub> ).....	34
Figura 2- Reações para a formação da alicina por condensação enzimática. ....	35
Figura 3- Estrutura molecular do Eugenol.....	39
Figura 4- Estrutura molecular da frutose.....	42
Figura 5- Extração da alicina.....	44
Figura 6- Maceração do alho.....	45
Figura 7- Filtração da alicina.....	46
Figura 8- Estocagem da alicina .....	46
Figura 9- Pesagem da frutose.....	47
Figura 10- Massa final da frutose.....	48
Figura 11- Pré-solubilização da frutose. ....	49
Figura 12- Solubilização com água destilada.....	49
Figura 13- Transferência para um balão volumétrico. ....	50
Figura 14- Preparação dos materiais.....	51
Figura 15- Preparação do Nipagim. ....	51
Figura 16- Transferência da solução para o balão volumétrica. ....	52
Figura 17- Maceração do cravo.....	53
Figura 18- Cravo em pó após maceração .....	53
Figura 19- Transferência do pó para a cápsula de celulose. ....	54
Figura 20- Montagem do soxhlet.....	54
Figura 21- Início da extração.....	55
Figura 22- Óleo sendo extraído.....	55
Figura 23- Evaporação da água.....	56
Figura 24- Transferência para o tubo de ensaio. ....	57
Figura 25- Preparação da separação do óleo e da água.....	57
Figura 26- Observação da separação.....	58
Figura 27- Óleo adquirido.....	58
Figura 28- Medindo a quantidade de alicina. ....	59
Figura 29- Filtração da alicina.....	59
Figura 30- Medindo a quantidade de eugenol. ....	60
Figura 31- Medindo a quantidade de eugenol. ....	60
Figura 32- Logo do nosso produto.....	62
Figura 33- Rótulo do nosso produto (frente). ....	62
Figura 34- Rótulo do nosso produto (verso). ....	63
Figura 35- Análise de SWOT.....	66
Figura 36- Modelo de Negócios - Canvas Formulação de Praguicida Urbano Natural. .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classes toxicológicas dos agrotóxicos com base na DL50.....	19
Tabela 2- Classificação dos agrotóxicos segundo o organismo-alvo.....	22
Tabela 3- Tabela de custos.....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Problemas com pragas domésticas .....	72
Gráfico 2- Pragas domésticas na residência.....	73
Gráfico 3- Produtos para controle das pragas.....	74
Gráfico 4- Utilização de produtos naturais. ....	75
Gráfico 5- Fator importante em um produto contra pragas domésticas. ....	76
Gráfico 6- Substituição de produto sintético por um natural.....	77
Gráfico 7- Valor de um praguicida.....	78
Gráfico 8- Animais de estimação.....	79
Gráfico 9- Danos ao meio ambiente.....	70

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	23
<b>1.2. Justificativa .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. Objetivo Geral .....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. Objetivo Específico .....</b>	<b>25</b>
<b>1.5. Problemática .....</b>	<b>25</b>
2. INSETICIDAS SINTÉTICOS.....	26
<b>2.1 Inseticidas de uso doméstico .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Compostos dos inseticidas domésticos .....</b>	<b>26</b>
3. BENEFÍCIOS DOS PESTICIDAS SINTÉTICOS NA AGRICULTURA MODERNA .....	31
4. PESTICIDAS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	32
<b>4.1.A Presença de Pesticidas nos Solos: Riscos e Consequências Ambientais .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Pesticidas Sintéticos e sua Contribuição para a Poluição Hídrica .....</b>	<b>33</b>
5. PESTICIDAS NATURAIS .....	34
<b>5.1. Vantagens dos pesticidas naturais na agricultura.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2. Limitações e desafios no uso de pesticidas naturais.....</b>	<b>34</b>
6. PRAGAS URBANAS.....	34
<b>6.1. Moscas .....</b>	<b>34</b>
<b>6.2. Baratas .....</b>	<b>34</b>
<b>6.4. Traças.....</b>	<b>34</b>
<b>6.5. Mosquitos .....</b>	<b>34</b>
7. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DO EXTRATO ALCOÓLICO DO ALHO ( <i>Allium sativum</i> ).....	34
<b>7.1. Objetivo do estudo .....</b>	<b>34</b>
8. ALICINA.....	34
<b>8.1. Procedimentos Analíticos para medir o teor de alicina no alho.....</b>	<b>34</b>
9. MODO DE AÇÃO DO EXTRATO DE ALHO.....	34
10. MATERIAIS E MÉTODOS .....	34
<b>10.1.Preparação dos extratos alcoólicos de alho (<i>Allium sativum</i> L.) .....</b>	<b>34</b>
11. EUGENOL (ÓLEO DO CRAVO) .....	34
<b>11.1 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS .....</b>	<b>34</b>
12. MÉTODOS DE OBTENÇÃO E EXTRAÇÃO .....	34
13. MECANISMO DE AÇÃO E ATIVIDADE INSETICIDA .....	34
14. FRUTOSE.....	34
15. CONSERVANTE NIPAGIM .....	34

16. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	34
<b>16.1. Extração da alicina .....</b>	<b>34</b>
<b>16.2. Solubilização da Frutose .....</b>	<b>34</b>
<b>16.3. Solubilização do Nipagim .....</b>	<b>34</b>
<b>16.4. Extração do Eugenol .....</b>	<b>34</b>
<b>16.5. Preparação do produto .....</b>	<b>34</b>
17. MISSÃO, VISÃO E VALORES .....	34
<b>17.1. Missão .....</b>	<b>34</b>
<b>17.2. Visão.....</b>	<b>34</b>
<b>17.3. Valores .....</b>	<b>34</b>
18. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTOS SUSTENTÁVEIS (ODS) .....	34
<b>18.1. Objetivo 3. Saúde e Bem – Estar: .....</b>	<b>34</b>
<b>18.2. Objetivo 12. Consumo e Produção Responsáveis:.....</b>	<b>34</b>
19. CERTIFICAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA PADRONIZAÇÃO (ISO).....	34
<b>19.1. ISO 9001:.....</b>	<b>34</b>
<b>19.2. ISO 14001:.....</b>	<b>34</b>
20. ANÁLISE SWOT .....	34
21. CANVAS .....	34
22. FLUXOGRAMA INDUSTRIAL.....	34
23. TABELA DE CUSTO .....	34
24. PESQUISA DE CAMPO.....	34
24. CONCLUSÃO .....	34
25. Referências bibliográficas .....	34

## **1. INTRODUÇÃO**

O aumento do uso de praguicidas sintéticos nas últimas décadas trouxe sérias consequências ambientais e riscos à saúde humana. Esses produtos, são aplicados no controle de pragas urbanas, apesar de serem eficazes, têm provocado a contaminação do solo, da água e dos alimentos. Diante disso, cresce a busca por alternativas sustentáveis e menos tóxicas, que mantenham a eficiência no controle de pragas, mas reduzam os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública.

Os praguicidas de origem natural, obtidos a partir de compostos vegetais, surgem como uma solução promissora dentro desse contexto. Entre os compostos mais estudados em nosso projeto, se destaca a alicina, presente no alho (*Allium sativum*), e o eugenol, principal componente do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), ambos reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, fungicidas e inseticidas. Esses compostos demonstram potencial para o desenvolvimento de formulações eficazes contra pragas urbanas, como baratas, formigas, moscas e mosquitos, sem os riscos associados aos inseticidas sintéticos tradicionais.

Portanto, o trabalho tem como objetivo formular e avaliar um praguicida urbano natural à base de extrato alcoólico de alho e eugenol, buscando uma alternativa segura, acessível e sustentável para o controle de pragas domésticas. Além de contribuir para a redução da dependência de produtos químicos, a pesquisa pretende incentivar o uso de bioprodutos de origem vegetal, alinhados aos princípios da sustentabilidade, promovendo benefícios tanto para a saúde humana quanto para a preservação ambiental.

## 1.2. Justificativa

O uso intensivo de praguicidas sintéticos na agricultura gera impactos ambientais e riscos à saúde, tornando urgente a busca por alternativas sustentáveis. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um praguicida natural à base de alicina (alho) e eugenol (cravo-da-índia), compostos com comprovada ação inseticida e biodegradabilidade. A pesquisa justifica-se pela necessidade de oferecer um método eficaz e acessível de controle de pragas, com menor toxicidade para organismos como formigas, baratas, moscas entre outros, e alinhado aos princípios da agroecologia. A combinação sinérgica desses compostos pode resultar em uma solução tecnológica viável e segura para agricultores e consumidores.

## 1.3. Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar a eficácia de um praguicida natural, formulado à base de alicina (extraída do alho *Allium sativum*) e eugenol (extraído do cravo-da-índia *Syzygium aromaticum*), para controle de pragas urbanas em ambientes domésticos, visando uma solução segura, acessível e sustentável.

## 1.4. Objetivo Específico

- Extrair e estabilizar os compostos ativos (alicina e eugenol) para garantir eficácia em formulações práticas.
- Desenvolver uma formulação adequada para uso residencial (ex.: spray, gel ou armadilha) com os compostos.
- Testar a eficácia do produto contra pragas-alvo urbanas (ex.: baratas, formigas, mosquitos) em condições simuladas.
- Avaliar a segurança do produto para humanos e animais de estimação, considerando toxicidade e irritabilidade.

## 1.5. Problemática

O controle de pragas urbanas, como baratas, formigas e mosquitos, em ambientes domésticos tradicionalmente depende de inseticidas sintéticos. Esses produtos, no entanto, apresentam riscos significativos à saúde humana, especialmente em espaços confinados, além de potencial de toxicidade para animais de estimação e contaminação ambiental. A necessidade de alternativas seguras, eficazes e de origem

natural torna-se urgente para garantir ambientes residenciais livres de pragas e de resíduos químicos perigosos.

## **2. INSETICIDAS SINTÉTICOS**

Pesticidas são produtos projetados para matar certos organismos. Um inseticida é um pesticida formulado para matar insetos. Inseticidas químicos, tanto "orgânicos" (de origem natural) quanto sintéticos ou artificiais, continuam sendo o principal método de combate a insetos-praga em plantas ornamentais.

Inseticidas registrados pela (U.S. Environmental Protection Agency) são considerados de risco mínimo para o usuário e o meio ambiente quando usados conforme as instruções. As aplicações de inseticidas podem ser eficazes para pragas específicas, se usadas com cuidado.

### **2.1 Inseticidas de uso doméstico**

Os inseticidas de uso doméstico são compostos por piretrinas, piretróides, organofosforados, carbamatos.

Estes três grupos são os principais componentes dos inseticidas de uso no nosso lar, nas escolas, nos postos de saúde, nas creches e demais locais onde ocorrem insetos, na sua maioria, prejudiciais à saúde. Normalmente os solventes, entram nas formulações como veículos.

Em caso de uso indevido ou mesmo ingestão acidental, os inseticidas podem provocar danos ao organismo: como reações alérgicas, problemas respiratórios, aumento da salivagem entre outros.

### **2.2 Compostos dos inseticidas domésticos**

– Piretrinas: um grupo de substâncias químicas naturais encontradas nas flores de algumas plantas, como o crisântemo. As piretrinas são eficazes contra uma ampla variedade de insetos e são consideradas relativamente seguras para uso doméstico.

- Piretróides: são versões sintéticas das piretrinas naturais. Esses compostos são amplamente utilizados em inseticidas domésticos devido à sua eficácia e baixa toxicidade para humanos e animais de estimação.
- Organofosforados: são compostos químicos que agem interferindo no sistema nervoso dos insetos. Esses ingredientes são altamente tóxicos e devem ser usados com cuidado, seguindo as instruções de segurança do produto.
- Carbamatos: são outro grupo de compostos químicos que afetam o sistema nervoso dos insetos. Assim como os organofosforados, os carbamatos são tóxicos e devem ser usados com precaução.

### 2.2.1 Inseticidas naturais

Desenvolvidos para remover insetos – sem contaminar sua casa com compostos perigosos –, os inseticidas naturais ganharam popularidade nos últimos anos. Hoje, é recomendado como uma forma segura, saudável e ecológica de se livrar de pragas indesejadas.

Embora os inseticidas naturais sejam geralmente mais seguros e menos tóxicos do que os inseticidas artificiais, há exceções.

Por exemplo, produzido pelas folhas do tabaco, mas também é um componente altamente viciante e perigoso da fumaça do cigarro, sendo mais tóxico do que a maioria dos inseticidas sintéticos. Além disso, arsênio, estricnina, chumbo, mercúrio e outros compostos historicamente usados como inseticidas são tecnicamente "naturais", embora nenhum desses compostos seja seguro.

### 2.2.2 Histórico do uso de inseticidas

O controle de insetos teve início, em meados do século XIX, com medidas físicas e culturais, sendo poucos os compostos químicos utilizados, principalmente os de origem inorgânica, como arsenicais e fluorados. Posteriormente, surgiram os inseticidas botânicos, como piretro, rotenona e nicotina, marcando a chamada Primeira Geração de inseticidas, caracterizada por alta seletividade, porém com limitações como elevado custo e sensibilidade à luz (CASIDA; QUISTAD, 1998).

A partir da década de 1920, iniciaram-se pesquisas voltadas à síntese de moléculas com ação inseticida, culminando na década de 1930 com a produção dos primeiros inseticidas orgânicos. Essa evolução desencadeou a Segunda Geração, composta por produtos químicos de ação rápida e largo espectro, como os organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretroides, que substituíram os métodos culturais e biológicos devido à sua maior eficiência (FARIA, 2009).

Entre os inseticidas sintéticos, o DDT destacou-se no século XX, sendo utilizado amplamente a partir da Segunda Guerra Mundial no combate a vetores de doenças e pragas agrícolas. Apesar dos resultados iniciais positivos, o uso indiscriminado gerou resistência em diversas espécies, contaminação ambiental e presença de resíduos tóxicos em alimentos, levantando preocupações globais sobre os impactos do produto (MARICONI, 1988).

Em 1962, a publicação do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, foi um marco para as discussões ambientais, levando à proibição do DDT em diversos países a partir da década de 1970. No Brasil, seu uso agrícola foi suspenso em 1985 e totalmente proibido em 2009, com a Lei nº 11.936, que vetou a produção, comercialização e aplicação do produto em todo o território nacional (D'AMATO et al., 2002).

Com o avanço da ciência, surgiu, nos anos 1990, a Terceira Geração de inseticidas, composta por moléculas mais seletivas, com menor impacto ambiental e submetidas a exigências rigorosas de avaliação toxicológica para registro. A regulamentação brasileira, estabelecida pela Lei nº 7.802/1989 e pelo Decreto nº 4.074/2002, define critérios de classificação e uso de agrotóxicos, envolvendo órgãos como ANVISA, MAPA e IBAMA (BRASIL, 2002). A classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil está a cargo do Ministério da Saúde e se baseia na Dose Média Letal (DL50) por via oral, representada por miligramas do ingrediente ativo do produto por quilograma de peso vivo, que corresponde à dose necessária para matar 50% da população de ratos ou de outro animal-teste. Por determinação legal, todo produto deve conter em seu rótulo uma cor indicativa da sua classe.

**Tabela 1:** Classes toxicológicas dos agrotóxicos com base na DL50.

Classe	Classificação	Cor da faixa no rótulo da embalagem
I	Extremamente tóxico (DL50 menor que 50 mg/kg de peso vivo)	Vermelho vivo
II	Altamente tóxico (DL50 de 50 mg a 500 mg/kg de peso vivo)	Amarelo intenso
III	Medianamente tóxico (DL50 de 500 mg a 5.000 mg/kg de peso vivo)	Azul intenso
IV	Pouco tóxico (DL50 maior que 5.000 mg/kg de peso vivo)	Verde intenso

**Fonte:** Embrapa (2016)

A chamada Quarta Geração de inseticidas é marcada pelos avanços da engenharia genética, permitindo o desenvolvimento de novas moléculas inseticidas, bem como a produção de proteínas e peptídeos com ação inseticida, obtidos a partir de bactérias e baculovírus. Esses elementos podem ser inseridos diretamente no sistema das plantas, resultando em culturas geneticamente modificadas com resistência a pragas (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Apesar dos avanços tecnológicos, a sociedade demonstra crescente preocupação com a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, o que reforça a necessidade de produtos mais seguros ao ser humano e ao meio ambiente. Entretanto, ainda é evidente o uso abusivo e inadequado desses compostos. Dados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), de 2010, apontam que apenas 37% das amostras analisadas estavam livres de resíduos, enquanto 28% apresentaram níveis insatisfatórios, incluindo substâncias não autorizadas para determinadas culturas. A maioria dos ingredientes ativos encontrados de forma irregular foi de inseticidas, principalmente organofosforados, seguidos pelos piretroides (PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS, 2011).

### 2.2.3 Características dos Pesticidas

Os pesticidas apresentam propriedades físico-químicas e biológicas específicas, determinadas pela sua composição molecular e pelo arranjo dos átomos em sua estrutura. Essas propriedades influenciam diretamente sua interação com os diferentes compartimentos ambientais, definindo seus padrões de comportamento e destinos no ecossistema. Os pesticidas comerciais são formulações que combinam ingredientes ativos (responsáveis pelo efeito biológico) com ingredientes inertes, que facilitam o manuseio e a aplicação do produto, aumentando sua eficácia. Essa mistura é conhecida como pesticida formulado. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005) e o Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos (OPAS, 1996), os pesticidas podem ser classificados em diversas categorias, como acaricidas (controle de ácaros), bactericidas (ação contra bactérias), fungicidas (combate a fungos), herbicidas (eliminação de plantas daninhas), inseticidas (controle de insetos) e outros, conforme sua aplicação específica (MELNIKOV, 1971).

**Tabela 2:** Classificação dos agrotóxicos segundo o organismo-alvo.

<b>Grupo de pesticidas</b>	<b>Controle</b>
Acaricidas	Ácaros
Avicidas	Aves
Bactericidas	Bactérias
Carrapaticidas	Carrapatos
Columbicidas	Pombos
Formicidas	Formigas
Fungicidas	Fungos
Herbicidas	Ervas daninhas
Inseticidas	Insetos
Larvicidas	Larvas
Molusquicidas	Moluscos
Nematicidas	Vermes
Piolhidas	Piolhos
Pisticidas	Peixes
Predacidas	Vertebrados
Purguicidas	Pulgas
Raticidas	Roedores

**Fonte:** Melnikov (1971).

### **3. BENEFÍCIOS DOS PESTICIDAS SINTÉTICOS NA AGRICULTURA MODERNA**

Os pesticidas sintéticos desempenham um papel fundamental na agricultura contemporânea, oferecendo vantagens significativas em comparação com alternativas orgânicas. Uma de suas principais vantagens é a eficiência econômica, já que tendem a ser mais acessíveis financeiramente do que os métodos orgânicos de controle de pragas. Essa vantagem de custo é particularmente relevante para agricultores, especialmente em grandes escalas de produção, onde o investimento em insumos pode determinar a viabilidade econômica da lavoura. Além do custo-benefício, muitos pesticidas sintéticos apresentam maior persistência ambiental em comparação com alternativas orgânicas. Essa característica proporciona períodos mais longos de proteção às culturas, reduzindo a necessidade de reaplicações frequentes. Como resultado, os agricultores economizam não apenas no volume de

produtos utilizados, mas também em tempo e mão de obra, otimizando os recursos disponíveis. Outro benefício importante é a eficiência no controle de pragas. Os pesticidas sintéticos oferecem um controle rápido e efetivo de insetos, doenças e plantas daninhas, reduzindo significativamente as perdas agrícolas. Essa eficácia contribui diretamente para a segurança alimentar, garantindo maior produtividade e qualidade dos alimentos. Além disso, alguns inseticidas sintéticos desempenham um papel crucial na prevenção de doenças transmitidas por vetores, como mosquitos e outros insetos, beneficiando não apenas a agricultura, mas também a saúde pública. A praticidade de uso também é um diferencial dos pesticidas sintéticos. Eles estão amplamente disponíveis no mercado, têm vida útil prolongada e podem ser aplicados com relativa facilidade quando se seguem as recomendações técnicas. Essa conveniência permite que os agricultores planejem suas aplicações com maior flexibilidade, sem depender de condições sazonais ou de disponibilidade imediata de insumos, como ocorre com algumas alternativas orgânicas.

#### **4. PESTICIDAS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS**

##### **4.1. A Presença de Pesticidas nos Solos: Riscos e Consequências Ambientais**

A mobilização de pesticidas no solo ocorre predominantemente através de processos de escoamento superficial e lixiviação. O escoamento superficial manifesta-se quando a capacidade de infiltração hídrica do solo é excedida pela precipitação pluviométrica, resultando no transporte de resíduos agroquímicos para compartimentos ambientais adjacentes, com potencial de contaminação de corpos hídricos superficiais. A dinâmica desse processo é modulada por fatores intrínsecos e extrínsecos, incluindo características topográficas, cobertura vegetal, parâmetros pluviométricos, propriedades físico-químicas do solo e do princípio ativo, além da dosagem aplicada (Hartley & Graham-Bryce, 1980; Cheng, 1990). Inseticidas organoclorados, como Clordano, Aldrin e DDT, persistem como contaminantes ambientais significativos devido à sua estabilidade molecular e histórico de uso indiscriminado. Essa classe de compostos, juntamente com metais pesados (arsênio, mercúrio, chumbo) e bifenilos policlorados (PCBs), constitui um legado tóxico em solos urbanos e agrícolas, com origens diversas que incluem aplicações agrônômicas históricas, irrigação com águas

contaminadas e uso de preservantes industriais (Tulda & Fogaça, 2007; Baird, 2002). O comportamento ambiental dos (Kow), constante de adsorção no carbono orgânico (Koc) e pressão de vapor determinam seus padrões de mobilidade e persistência. Solos com elevado teor de matéria orgânica e argila exibem maior capacidade de retenção, enquanto texturas arenosas favorecem processos de lixiviação. A umidade do solo, o pH e a pesticidas é governado por interações complexas entre suas propriedades físico-químicas e atributos edáficos. Parâmetros como coeficiente de partição octanol-água temperatura atuam como moduladores secundários desses processos (Calamari, 1992; Lavorenti, 1996). Estratégias de manejo agrícola influenciam significativamente o destino ambiental desses compostos. O plantio direto, ao incrementar o conteúdo de matéria orgânica, reduz a mobilidade de pesticidas apolares, enquanto sistemas de irrigação por aspersão podem intensificar a lixiviação em determinadas condições edafoclimáticas. Formulações granuladas apresentam menor potencial de transporte imediato comparado a formulações líquidas, embora sua distribuição espacial heterogênea possa gerar padrões diferenciados de contaminação (Flury, 1996; Ghodrati & Juri, 1992). A compreensão desses processos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias mitigatórias, particularmente em cenários de fluxo preferencial em macroporos, que podem conduzir contaminantes rapidamente para aquíferos subterrâneos. A atividade microbiana, sensível a variações de umidade e acidez do solo, emerge como fator crítico nos processos de degradação, sendo sua modulação uma ferramenta potencial para a remediação de áreas contaminadas (Silva & Fay, 1997; Jarvis et al., 1995).

#### 4.2. Pesticidas Sintéticos e sua Contribuição para a Poluição Hídrica

Os agrotóxicos utilizados na agricultura têm causado sérios problemas de contaminação nas fontes de água próximas às áreas de cultivo. Essa poluição ocorre principalmente quando os produtos químicos são carregados pela água da chuva para rios e lagos, ou quando se infiltram no solo, atingindo os lençóis freáticos subterrâneos. Os impactos ambientais são graves, afetando a vida aquática e desequilibrando ecossistemas inteiros. Além disso, quando essas águas contaminadas são usadas para consumo humano, podem representar riscos à saúde da população. O uso de pesticidas na agricultura é um dos principais responsáveis

pela poluição ambiental devido à sua aplicação em larga escala. Desde 2009, o Brasil lidera o ranking mundial tanto na produção quanto no consumo de agrotóxicos, de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário (2012) e da ANVISA (2013). Nas últimas décadas, o mercado de pesticidas apresentou um crescimento expressivo, chegando a um aumento de 176%, índice quatro vezes maior do que a média global. Esse crescimento na produção agrícola trouxe consigo sérios impactos ambientais, como a diminuição da biodiversidade e a deterioração da qualidade da água. Diversos estudos apontam a presença de resíduos de agrotóxicos em diferentes compartimentos ambientais, como alimentos, atmosfera, águas da chuva, rios e aquíferos. Além disso, o uso inadequado do solo, com desmatamento e urbanização desordenada, tem agravado a situação, tornando o solo impermeável e dificultando a absorção da água. Como consequência, há maior escoamento superficial e, com ele, o transporte de resíduos químicos até os cursos d'água. A retirada da vegetação ciliar e a má gestão do solo intensificam ainda mais esse problema, contribuindo para que os pesticidas alcancem diretamente os rios. Medidas de conservação do solo podem ajudar a minimizar esses efeitos. Práticas como terraceamento, plantio direto, rotação de culturas e curvas de nível são eficazes na contenção da erosão, no controle do escoamento e na redução da compactação do solo, fatores que influenciam diretamente na quantidade de agrotóxicos transportados para os corpos hídricos. Além disso, a gestão correta da irrigação e a aplicação adequada dos produtos são estratégias fundamentais para a diminuição da poluição ambiental. Técnicas como o manejo integrado de pragas contribuem para a redução das doses aplicadas, evitando pulverizações próximas ao período de chuvas, preferindo métodos como o gotejamento e evitando a aplicação nos horários de maior calor e vento, que favorecem a volatilização. Apesar das normas legais que regulam o uso e a comercialização de agrotóxicos, como a Lei nº 7.802/89, muitas vezes essas determinações não são cumpridas. O receituário agrônomo, obrigatório para a aplicação desses produtos, nem sempre é respeitado. Além disso, a lavagem de equipamentos e embalagens de pesticidas frequentemente gera resíduos líquidos que também contaminam o ambiente quando descartados de forma inadequada. O ideal seria reutilizar essa água no próprio cultivo. Os tipos de pesticidas mais comumente utilizados são os organofosforados, carbamatos e triazinas. Entretanto, sua presença nos recursos hídricos depende das propriedades físico-químicas de cada substância,

como solubilidade, volatilidade e capacidade de adsorção ao solo. Pesticidas mais solúveis são facilmente transportados até as águas superficiais, enquanto outros, menos solúveis, tendem a se fixar no sedimento, podendo ser posteriormente liberados novamente na coluna d'água ou absorvidos por organismos aquáticos. A persistência desses produtos no ambiente também é uma variável importante, geralmente expressa pelo tempo de meia-vida da substância. A movimentação dos pesticidas nos corpos d'água depende de fatores ambientais e da forma de uso. Em rios, a presença desses compostos está ligada à distância da fonte de contaminação, à velocidade do fluxo e ao tipo de substância. Normalmente, os resíduos são mais detectados no início das chuvas, quando ocorre o transporte mais intenso devido ao acúmulo de pesticidas no solo. Diversas pesquisas realizadas em regiões agrícolas do Brasil confirmam a contaminação dos recursos hídricos. Estudos no estado de Goiás, por exemplo, mostraram a presença de aldrin e mirex, enquanto no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul, o contato com grandes plantações de soja e milho resultou em detecção de diversos pesticidas. No Rio Grande do Sul, agrotóxicos foram identificados em cursos d'água próximos às plantações de fumo, especialmente em locais sem cobertura vegetal ao redor dos rios. Outras análises revelaram a presença de herbicidas como atrazina e ametrina em rios que cortam áreas de cultivo de cana-de-açúcar, inclusive com resíduos nos sedimentos e organismos aquáticos. Além disso, fatores como o tipo de solo, relevo, intensidade de chuvas e proximidade com áreas agrícolas influenciam significativamente a ocorrência de contaminações. Solos com elevada porosidade, como os Neossolos Quartzênicos, facilitam a infiltração de pesticidas em águas subterrâneas. Em bacias hidrográficas do Pantanal, cerca de 68% das amostras analisadas continham resíduos de pesticidas, com maior frequência para os herbicidas triazínicos. Substâncias organofosforadas também foram encontradas, embora em menor número, porém com concentrações mais elevadas. Em várias regiões brasileiras, o aumento da área plantada tem sido diretamente relacionado ao crescimento da contaminação hídrica. No cultivo de arroz, por exemplo, herbicidas como clomazone, propanil e quinclorac foram encontrados com frequência nas águas de rios durante o período chuvoso, coincidindo com a estação de plantio. A ausência de cobertura vegetal agrava esse cenário, tornando o solo mais vulnerável ao escoamento e à perda de pesticidas. Estudos no Rio Grande do Sul revelaram que a contaminação por substâncias como clorpirifós e imidacloprid

está relacionada tanto às características químicas dos produtos quanto às condições locais, como declividade e regime de chuvas. O relevo brasileiro, em grande parte composto por planaltos, favorece o escoamento superficial, especialmente em áreas utilizadas para agricultura, aumentando o risco de poluição das águas. Mesmo pesticidas proibidos há décadas, como o DDT e outros organoclorados, continuam sendo detectados em diversos pontos do país, evidenciando sua persistência no ambiente. Pesquisas feitas em diferentes estados, como São Paulo, Minas Gerais e Paraná, identificaram resíduos desses compostos associados a práticas agrícolas antigas, principalmente nas lavouras de café. Além dos corpos d'água, as chuvas também têm sido contaminadas por pesticidas, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Isso ocorre devido à volatilização dos produtos e sua posterior deposição atmosférica. Entre os resíduos mais encontrados nas chuvas destacam-se a atrazina, endosulfan, malation e metolaclor, demonstrando que a contaminação pode atingir diferentes ambientes e se espalhar por grandes distâncias.

## **5. PESTICIDAS NATURAIS**

Os pesticidas de origem natural são compostos utilizados no controle de pragas e doenças em plantações, sendo extraídos de fontes como vegetais, minerais ou microrganismos. Diferentemente dos pesticidas sintéticos, que frequentemente contêm substâncias químicas artificiais, os naturais são vistos, em geral, como menos agressivos ao meio ambiente e à saúde humana. Sua ação busca reduzir os prejuízos às lavouras, contribuindo para a conservação da biodiversidade e incentivando métodos agrícolas mais sustentáveis. Eles apresentam diversos mecanismos de ação no controle de pragas e doenças agrícolas, o que contribui para sua eficácia e versatilidade. Alguns desses compostos atuam como repelentes, afastando os insetos das plantas e reduzindo a incidência de infestações. Outros funcionam como inseticidas, promovendo a eliminação das pragas por meio do contato direto ou da ingestão da substância. Há ainda aqueles que interferem nos processos biológicos dos insetos, inibindo sua reprodução ou impedindo o desenvolvimento adequado de suas fases de vida. Essa diversidade de modos de

ação torna os pesticidas naturais alternativas viáveis para o manejo integrado de pragas, contribuindo para a sustentabilidade das práticas agrícolas.

### 5.1. Vantagens dos pesticidas naturais na agricultura

Uma das principais vantagens do uso de pesticidas naturais é a significativa redução do impacto ambiental em comparação com os pesticidas sintéticos. Por serem biodegradáveis, esses produtos não se acumulam no solo ou na água, contribuindo para a preservação dos ecossistemas e minimizando a contaminação dos recursos naturais. Essa característica é fundamental para a manutenção da qualidade ambiental e para a sustentabilidade das práticas agrícolas a longo prazo. Além disso, os pesticidas naturais apresentam uma ação mais seletiva, atingindo principalmente as pragas-alvo, ao mesmo tempo em que preservam organismos benéficos essenciais, como polinizadores e predadores naturais de pragas. Essa seletividade promove um equilíbrio ecológico mais saudável, favorecendo a biodiversidade e a estabilidade dos agroecossistemas. Outro benefício relevante dos pesticidas naturais é a sua menor toxicidade para seres humanos e animais, o que reduz os riscos de contaminação e intoxicação tanto para os trabalhadores rurais quanto para os consumidores finais. Ademais, o uso desses produtos contribui para a melhoria da qualidade dos alimentos produzidos, tornando-os mais atrativos para os consumidores que buscam opções mais saudáveis e sustentáveis. Em termos de eficácia, os pesticidas naturais têm se mostrado eficientes no controle de pragas, inclusive em situações em que muitas pragas desenvolveram resistência aos pesticidas sintéticos convencionais. Dessa forma, eles representam uma importante alternativa para reduzir a dependência dos insumos químicos tradicionais, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental. Portanto, a adoção de pesticidas naturais favorece a proteção da biodiversidade, a saúde do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos agrícolas, configurando-se como uma estratégia essencial para a agricultura moderna que busca conciliar produtividade e responsabilidade ambiental. Utilização segura e eficiente dos pesticidas naturais, a aplicação de pesticidas naturais na agricultura exige uma série de cuidados técnicos e operacionais, que visam assegurar tanto a eficácia do controle de pragas quanto a

segurança do agricultor e a proteção ambiental. Por se tratar de compostos de origem natural, esses pesticidas são geralmente menos tóxicos do que os sintéticos; no entanto, seu uso inadequado pode comprometer os resultados esperados ou causar efeitos indesejados. Antes de realizar qualquer aplicação, é fundamental que o agricultor leia atentamente as instruções fornecidas pelo fabricante, respeitando as recomendações de dosagem, forma de preparo e modo de uso. A observância dessas orientações é essencial para garantir o desempenho esperado do produto e evitar desperdícios ou falhas no controle das pragas. Também é aconselhável realizar testes prévios de compatibilidade com outras substâncias ou defensivos, além de verificar a real presença de pragas na plantação, evitando aplicações desnecessárias. Durante o processo de aplicação, o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é indispensável, mesmo se tratando de produtos naturais. Isso porque algumas substâncias podem causar irritações, reações alérgicas ou outros efeitos adversos em contato com a pele, olhos ou vias respiratórias. A segurança do aplicador deve ser sempre priorizada, independentemente da origem do pesticida. A eficácia do tratamento com pesticidas naturais depende também de fatores externos, como as condições climáticas e o estágio de desenvolvimento das plantas. De maneira geral, recomenda-se realizar as aplicações nas primeiras horas da manhã ou ao final da tarde, períodos nos quais a temperatura está mais amena e a atividade dos polinizadores — especialmente abelhas — é reduzida. Essa prática ajuda a preservar organismos benéficos ao ecossistema agrícola. Adicionalmente, é importante considerar a possibilidade de reaplicações, visto que muitos pesticidas naturais possuem ação residual limitada. A frequência e o intervalo entre as aplicações devem ser definidos conforme o ciclo da praga, a intensidade da infestação e as especificidades do produto utilizado. A rotação entre diferentes pesticidas naturais também é uma estratégia eficaz para evitar a resistência por parte das pragas, prolongando a efetividade dos compostos utilizados. Por fim, os pesticidas naturais podem ser empregados tanto na agricultura orgânica quanto na convencional, sobretudo quando há interesse na redução do uso de insumos químicos sintéticos. Eles podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, no solo ou em áreas de maior concentração de pragas, desde que respeitadas as orientações técnicas específicas. O uso consciente e bem planejado desses insumos contribui para a sustentabilidade

da produção agrícola, promovendo a saúde do solo, a preservação da biodiversidade e a segurança alimentar.

## 5.2. Limitações e desafios no uso de pesticidas naturais

Apesar dos diversos benefícios associados ao uso de pesticidas naturais, é importante reconhecer que eles apresentam algumas limitações que podem impactar sua eficácia e aplicação prática. Um dos principais desafios é a eficiência desses produtos, que, em muitos casos, pode ser inferior àquela observada nos pesticidas químicos, sobretudo em situações de infestações severas. Essa limitação exige uma avaliação criteriosa das condições de uso para garantir o controle efetivo das pragas. Além disso, a aplicação dos pesticidas naturais requer um manejo mais cuidadoso e um maior conhecimento técnico por parte dos agricultores. A dosagem correta, o momento ideal para a aplicação e a forma de preparo são fatores cruciais que influenciam diretamente o sucesso do controle. Muitas vezes, o efeito residual desses produtos é mais curto do que o dos pesticidas sintéticos, o que pode demandar aplicações mais frequentes, aumentando a complexidade do manejo. Outro ponto relevante é a variabilidade na qualidade e na concentração dos ingredientes ativos presentes nos pesticidas naturais. Essa inconsistência pode comprometer a uniformidade dos resultados obtidos, tornando essencial a realização de testes prévios e o monitoramento constante da eficácia durante o processo de aplicação. Adicionalmente, a disponibilidade de alguns princípios ativos naturais pode ser limitada, tanto em termos de oferta quanto em custo, o que dificulta a utilização desses produtos em larga escala por parte de agricultores. A falta de capacitação técnica adequada sobre o uso correto dos pesticidas naturais também representa um entrave importante, reforçando a necessidade de programas de educação e treinamento no campo. Por fim, a eficácia dos pesticidas naturais pode ser influenciada por fatores ambientais, como as condições climáticas, e pelo estágio de desenvolvimento das plantas e das pragas. Dessa forma, para que seu uso seja seguro e eficaz, é fundamental que os agricultores estejam bem-informados sobre as características

específicas desses produtos e adotem práticas de manejo integradas que considerem essas variáveis.

## **6. PRAGAS URBANAS**

As pragas urbanas apresentam características biológicas que facilitam sua adaptação a diferentes ambientes. Entre eles, o meio urbano é um dos mais favoráveis, já que oferece recursos essenciais para sua sobrevivência, como abrigo e alimento.

Além disso, é importante destacar que muitas dessas pragas podem atuar como vetores de microrganismos causadores de doenças. Por esse motivo, é fundamental adotar boas práticas de manejo ambiental e utilizar métodos eficientes para o seu controle. Para evitar propagações, é necessário controlá-las de forma eficiente e assertiva. Apresentaremos as pragas urbanas mais comuns:

### **6.1. Moscas**

Presentes em áreas urbanas como casas, restaurantes, comércios e também em instalações rurais, as moscas podem carregar agentes causadores de doenças, como a bactéria *Salmonella* sp. Em geral, durante os meses mais quentes e úmidos (outubro a março), sua presença aumenta nas cidades. Outro motivo para sua proliferação é a alimentação diversificada, que vai de sangue e excrementos a alimentos em decomposição. Elas estão presentes em locais sujos e contaminados, dessa forma podem prejudicar a segurança alimentar ao pousar em alimentos destinados aos seres humanos ou animais domésticos.

No meio urbano, a mosca doméstica (*Musca doméstica*) é a espécie mais comum. Além de causar muitos incômodos, ela é capaz de carregar consigo mais de uma centena de organismos patogênicos – como vírus, bactérias, protozoários e helmintos. Se há moscas sobrevoando as frutas – maduras ou já em decomposição – é provável que se trate da chamada mosquinha (*Drosophilla* spp), de corpo longo e amarelado. Ela é considerada a principal praga das frutas, já que as danifica e contamina,

impedindo seu consumo. Além do incômodo, a má administração de uma infestação de moscas pode indicar a falta de condições mínimas de higiene nos ambientes.

## 6.2. Baratas

São insetos nocivos para a saúde dos seres humanos. Como podem andar por esgotos e em locais onde resíduos orgânicos são encontrados, e se alimentar de lixo e matéria em decomposição, elas podem carregar em seus corpos microrganismos como bactérias, vírus e fungos causadores de intoxicações alimentares e outras doenças. Além disso, partes de seu corpo, como patas e antenas, podem causar dermatites e outras reações alérgicas.

Existem cerca de 4 mil espécies de baratas no mundo. No Brasil, as baratas urbanas correspondem a menos de 1% do total de espécies, enquanto o restante são silvestres.

As principais espécies urbanas são: *Blattella germanica* (barata alemã ou barata de cozinha) e *Periplaneta americana* (barata americana ou barata de esgoto).

## 6.3 Formigas

As formigas são insetos que parecem ser inofensivos, mas são até mais perigosos que as baratas. Apesar de sua convivência com os homens parecer mais “tranquila”, já que seus corpos são frágeis e não oferecem aparentemente nenhum perigo, devem ser controladas o mais rápido possível.

Isso porque quanto mais você deixar as formigas dominarem seu espaço, mais espécies delas chegam na sua residência.

Com mais de 2 mil espécies identificadas no Brasil, as formigas são conhecidas por viverem em colônias. Estima-se que entre 20 a 30 espécies desse inseto vivam próximas ao ser humano. Isso ocorre porque, dentro e fora das construções, há muitos locais apropriados para a construção de seus ninhos. Além disso, costumam atacar alimentos em pias, despensas e armários. Mesmo que pequenas, cada formiga pode

carregar, em média, 14 tipos de bactérias. Além disso, elas são algumas das principais responsáveis por infecções hospitalares no mundo.

#### 6.4. Traças

As traças são pragas urbanas que se alimentam de materiais orgânicos, como papel, tecidos, roupas e livros, causando danos significativos a objetos armazenados. Geralmente preferem ambientes escuros, úmidos e pouco ventilados, como armários, sótãos e depósitos. Sua presença é favorecida pela falta de higienização adequada e pela umidade elevada, fatores que criam condições ideais para seu desenvolvimento. A prevenção do aparecimento de traças envolve medidas como a limpeza periódica dos ambientes, o uso de produtos repelentes específicos e o controle da umidade nos locais afetados.

#### 6.5. Mosquitos

Além do incômodo, os mosquitos são responsáveis por transmitir doenças graves, como dengue, zika, chikungunya e febre amarela. Um fato curioso é que apenas as fêmeas picam humanos, já que o sangue auxilia na sua reprodução.

### **7. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DO EXTRATO ALCOÓLICO DO ALHO (*Allium sativum*)**

O alho (*Allium sativum* L.) é uma planta reconhecida por sua ampla gama de propriedades bioativas, resultantes principalmente de compostos secundários ou aleloquímicos, substâncias biossintetizadas a partir de metabólitos primários e que, embora não apresentem função metabólica direta para a planta, desempenham papel ecológico essencial, atuando como defesa química contra microrganismos, insetos e outros predadores (ALMEIDA; CAMARGO; PANIZZI, 2009). Entre esses compostos, destaca-se a alicina, responsável por ações antivirais, antifúngicas e antibióticas, além de contribuir para efeitos hipotensores e hipoglicemiantes. O alho também apresenta relevante teor de selênio, com ação antioxidante, e compostos sulfurados com

atividades vasodilatadoras e hipocolesterolemiantes, que auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares (CORZO-MARTÍNEZ; CORZO; VILLAMIEL, 2007; MARCHIORI, 2007). Devido a essas características, o extrato de alho vem sendo amplamente utilizado e estudado por sua ação pesticida, inseticida, nematicida, fungicida, bactericida e repelente de insetos (SCHWENGBER; SCHIEDECK; GONÇALVES, 2007; CORRÊA; SALGADO, 2011). Sua eficácia está associada à presença de compostos sulfurados voláteis, capazes de interferir no ciclo de vida de patógenos e pragas. Assim, o uso de extratos vegetais como o de alho configura uma alternativa sustentável ao controle químico tradicional, reduzindo impactos ambientais e riscos à saúde humana.

### 7.1. Objetivo do estudo

Desenvolver e testar a eficácia de um extrato hidroalcoólico de alho (*Allium sativum* L.) como alternativa natural ao controle de pragas urbanas como baratas (*Periplaneta americana*), formigas (Formicidae), traças (Tineidae), moscas (Muscidae) e mosquitos (Culicidae).

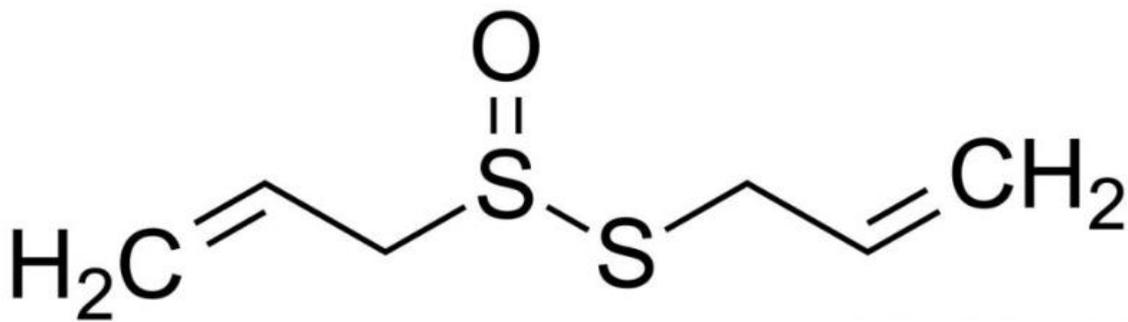
## 8. ALICINA

A alicina (dialiltiosulfinato) é uma molécula de defesa do alho (*Allium sativum* L.) que tem sido objeto de estudo devido às suas propriedades biológicas diversas e benéficas para a saúde humana. Presente no alho, a alicina é um composto natural que contém enxofre e é responsável pelo cheiro e sabor típicos do alho acabado de cortar ou amassado. Acredita-se que a maioria dos efeitos da alicina seja mediada via mecanismo de redox, o que sugere sua importância na proteção contra danos oxidativos e na manutenção da homeostase celular.

Ela é reconhecida por suas propriedades fortalecedoras do sistema imunológico, antimicrobianas e antioxidantes. Ela estimula a produção de células de defesa, como os glóbulos brancos, e tem ação contra uma variedade de patógenos, incluindo bactérias. Além disso, a alicina auxilia no controle da pressão arterial e do colesterol, atuando também como um anticoagulante. Sua eficácia contra bactérias específicas,

como a *E. coli*, responsável por infecções urinárias, destaca seu potencial como um agente terapêutico natural. Do ponto de vista químico, a alicina é caracterizada pela sua fórmula química  $C_6H_{10}OS_2$  e massa molar de 162,28 g/mol. Ela possui uma densidade de 1,112 g/cm<sup>3</sup> e seu ponto de fusão é inferior a 25 °C, decompondo-se ao atingir seu ponto de ebulição. A estrutura química da alicina, nomeadamente o grupo sulfinoiódico, é crucial para sua atividade biológica.

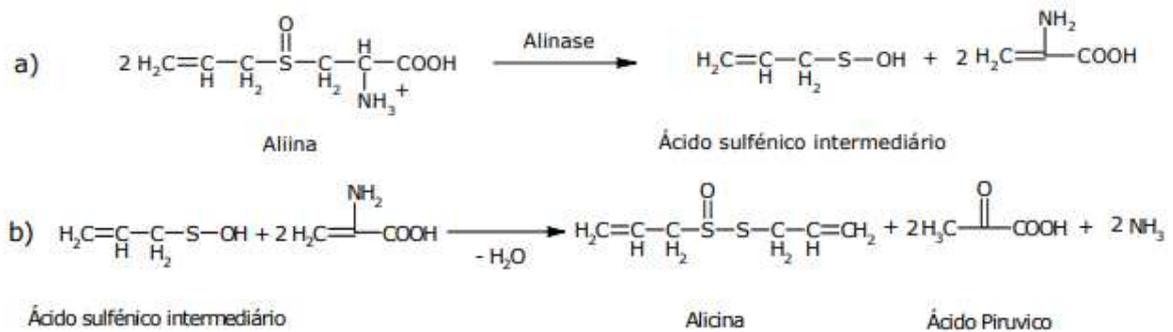
**Figura 1:** Representação estrutural da alicina ( $C_6H_{10}OS_2$ ).



Fonte: iStock (2019).

Quando as células do alho se rompem, a aliina (um aminoácido presente no alho) entra em contato com a alinase (uma enzima também presente na planta). Essa reação enzimática transforma a aliina em compostos intermediários, que rapidamente se combinam para formar a alicina. Além da aliina, outros compostos sulfurados do alho também participam desse processo, contribuindo para sua ação biológica.

**Figura 2:** Reações para a formação da alicina por condensação enzimática.



**Fonte:** Patricia Mendes MEQ (2008).

A alicina, quando formada, ajuda a eliminar fungos e impede que bactérias cresçam por perto. Isso acontece porque ela tem um poder antioxidante que faz uma reação rápida com certas partes das células, chamadas grupos tiol, que são essenciais para o funcionamento das enzimas (proteínas importantes para a vida da célula). Ao reagir com esses grupos, a alicina consegue entrar facilmente nas células e desativar essas enzimas, o que faz com que as células de fungos e bactérias parem de funcionar e morram.

### 8.1. Procedimentos Analíticos para medir o teor de alicina no alho

Para analisar a quantidade de alicina presente no alho, existem diferentes técnicas analíticas que permitem a sua quantificação com precisão. Entre as mais comuns destacam-se a Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC) e a espectrofotometria.

A técnica de HPLC consiste em separar os componentes da amostra usando uma coluna cromatográfica e detectar a alicina com base no tempo em que ela passa pela coluna. Para isso, utiliza-se uma fase móvel (geralmente uma mistura de água e metanol) que transporta a amostra por uma fase estacionária dentro da coluna, permitindo a separação dos compostos presentes. Em alguns métodos, é usado um padrão interno, que é uma substância com características semelhantes à alicina, para ajudar na quantificação precisa do composto na amostra. Já a espectrofotometria é

uma técnica que mede a absorção da luz por uma solução contendo alicina em comprimentos de onda específicos, sem a necessidade de padrões químicos puros. Essa técnica é mais simples e rápida, pois não requer equipamentos tão complexos quanto o HPLC. Ambos os métodos possuem vantagens e limitações. O HPLC é mais preciso e sensível, porém requer equipamentos sofisticados e padrões internos ou externos para calibração. A espectrofotometria é mais acessível, porém pode ser menos específica em amostras complexas. Para garantir a confiabilidade dos resultados, é importante que os procedimentos analíticos incluam etapas de preparação cuidadosa da amostra, calibração dos equipamentos e controle das condições de análise, como temperatura e pureza dos reagentes.

No Laboratório de Processos de Separação e Reação (LSRE) do Instituto Politécnico de Bragança, foi realizado um estudo comparativo entre o Método INA e o Método PI para determinar a concentração de alicina. Os resultados mostraram que: A concentração de alicina determinada pelo Método INA foi superior à obtida pelo Método PI. A temperatura ideal para conservar a solução de alicina é de 4°C.

Os valores de concentração de alicina obtidos para os dois métodos estão apresentados na Tabela, Esse estudo contribui para a compreensão das melhores práticas para a análise da alicina e destaca a importância da escolha do método adequado para obter resultados precisos.

## 9. MODO DE AÇÃO DO EXTRATO DE ALHO

O efeito inseticida do extrato de alho está diretamente relacionado à presença da alicina, composto responsável pelo aroma característico do alho, que atua como defesa natural da planta contra herbívoros (TALAMINI; STADNIK, 2004; SZYMACK; SHUSTER; ROHDI, 2009). A alicina apresenta ação por contato, afetando a cutícula das pragas, e possui efeito fumegante, sendo absorvida pelas vias respiratórias dos insetos (CORRÊA; SALGADO, 2011). Estudos como o de Marcílio e Conte (2015) evidenciam a eficácia desse composto: óleo de alho prensado a frio provocou mortalidade de 32,77% em ovos de terceiro dia e 35,0% em larvas de primeiro instar de *Diatraea saccharalis*. Esses resultados indicam que soluções à base de alho apresentam potencial para o controle de diferentes pragas, corroborando a escolha do extrato para este estudo.

## 10. MATERIAIS E MÉTODOS

### 10.1. Preparação dos extratos alcoólicos de alho (*Allium sativum* L.)

Foram preparadas quatro concentrações de extrato alcoólico, determinadas em porcentagem com base na relação peso (alho) / volume do solvente (álcool etílico 98%). As concentrações foram: 1% (10 g de alho para 1 L de álcool), 10% (100 g/L), 20% (200 g/L) e 50% (500 g/L). O bulbo completo foi utilizado em todas as preparações. Os bulbos foram triturados em liquidificador doméstico juntamente com o solvente, por um minuto, de acordo com a proporção estabelecida para cada concentração. Em seguida, os extratos foram transferidos para frascos de vidro cobertos com papel alumínio, mantidos à temperatura ambiente e protegidos da luz, por sete dias, para o processo de maceração. Após esse período, as soluções foram filtradas sequencialmente em peneira, papel de filtro e dupla camada de gaze e algodão. Os extratos resultantes foram armazenados em frascos de vidro âmbar, em temperatura ambiente, por 15 dias antes da utilização.

## 11. EUGENOL (ÓLEO DO CRAVO)

O óleo extraído do cravo-da-índia é composto majoritariamente por eugenol, que representa entre 83% e 95% de sua composição. Esse óleo tem uma solubilidade baixa em água, mas se dissolve facilmente em solventes orgânicos, apresentando-se com cor que varia do incolor ao amarelo claro. O nome “eugenol” vem do nome científico da planta cravo-da-índia, *Eugenia aromaticum* ou *Eugenia caryophyllata*. Além de seu uso medicinal, o eugenol é utilizado na fabricação de produtos como perfumes e cigarros com sabor característico de cravo (Fonte: Pavithra, 2014).

Embora o eugenol também esteja presente em outras plantas, como manjeriço, canela, erva-cidreira e noz-moscada, sua extração é feita principalmente a partir do cravo-da-índia. Em sua forma isolada, o eugenol é um líquido amarelo claro, com um aroma intenso e característico do cravo-da-índia.

Esse composto é o principal responsável pelo cheiro e pelas propriedades do óleo de cravo. Estudos feitos em laboratório mostraram que o eugenol possui ação antibacteriana, antifúngica, antioxidante e até propriedades que podem combater o crescimento de células tumorais. Além disso, em concentrações maiores, o eugenol é usado como um inseticida natural para o controle de pragas em ambientes domésticos e jardins.

### 11.1 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

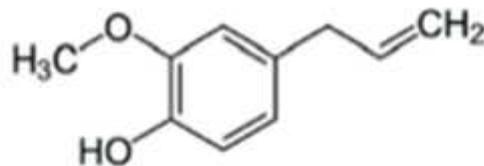
A obtenção dos compostos voláteis presentes nas folhas, caules e botões florais do *Syzygium aromaticum* revela que o eugenol é o principal componente, correspondendo entre 70% e 90% da sua composição química (OLIVEIRA et al., 2009).

Conhecido como 4-Alil-2-Metoxifenol (Figura 2), conforme nomenclatura da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), o eugenol (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>) é um óleo que pode variar do incolor ao amarelo claro, caracterizado por um aroma intenso. Apresenta peso molecular de 164,20 g/mol e densidade de 1,0664 g/L (OLIVEIRA et al., 2009). Este composto pertence à classe dos fenilpropanóides, sendo um ácido fraco que tem baixa solubilidade em água, mas se dissolve bem em solventes como álcool etílico, éter, clorofórmio e óleos (OLIVEIRA et al., 2009; FARMAKOLOJIK e ÖZELIKLERI, 2017).

Para extraí-lo em laboratório, utiliza-se o método de hidrodestilação. Já para produções em escala industrial, o procedimento mais recomendado é a destilação por arraste a vapor.

- **Aroma:** Picante, doce e levemente balsâmico.
- **Cor:** Amarelo claro ou incolor.
- **Solubilidade:** Solúvel em óleos e álcool, pouco solúvel em água.

**Figura 3:** Estrutura molecular do Eugenol



**Fonte:** MEHER; CHAKRABORTY (2018).

## 12. MÉTODOS DE OBTENÇÃO E EXTRAÇÃO

A extração dos óleos essenciais pode ser realizada por diferentes técnicas, como destilação por arraste a vapor, hidrodestilação, extração com dióxido de carbono supercrítico, prensagem a frio, entre outras. A escolha do método depende da parte da planta onde o óleo está localizado (flores, folhas, cascas, raízes ou rizomas) e do seu propósito de uso. Uma técnica comum para obter óleos essenciais é a destilação

por arraste com vapor d'água, utilizando um aparelho do tipo Clevenger, muitas vezes adaptado para otimizar o processo. Além disso, esses metabólitos secundários também podem ser extraídos com solventes orgânicos apolares, como éter, éter de petróleo ou diclorometano; porém, esses solventes podem extrair outros compostos lipofílicos além dos óleos voláteis.

O eugenol é amplamente reconhecido na química orgânica, servindo como base para diversas aplicações, além de ser foco de muitas pesquisas e estudos laboratoriais. Trata-se de um composto natural que tem ganhado cada vez mais importância nas aplicações modernas. Sua extração é facilitada pela destilação por arraste de vapor, um processo simples que permite separar, extrair e purificar compostos orgânicos líquidos que não se misturam com água. Estudos e experimentos mostram que o óleo essencial de eugenol possui propriedades anti-inflamatórias e anestésicas.

### **13. MECANISMO DE AÇÃO E ATIVIDADE INSETICIDA**

Os compostos presentes nos óleos essenciais podem causar intoxicações agudas ou subletais em insetos e, em alguns casos, também em vertebrados. Isso ocorre porque esses compostos atuam sobre o sistema octopaminérgico dos insetos, bloqueando os receptores de octopamina (ENÁN, 2001, 2005b). Por meio de estudos eletrofisiológicos, Price e Berry (2006) demonstraram que o eugenol inibe a atividade dos neurônios, e diversos monoterpenos também interferem na enzima acetilcolinesterase (KOSTYUKOVSKY et al., 2002). Essas pesquisas confirmam que a ação inseticida dos óleos essenciais envolve múltiplos mecanismos, afetando diferentes alvos e alterando de forma eficaz a atividade celular e os processos biológicos dos insetos. Muitos óleos essenciais possuem propriedades inseticidas e acaricidas, atuando contra uma ampla variedade de artrópodes. Isso se deve ao fato de que esses óleos naturais apresentam múltiplos modos de ação, incluindo efeitos repelentes e antialimentares; inibição da respiração; diminuição do crescimento e da capacidade reprodutiva; destruição da camada externa (cutícula); além de interferirem

na via octopamínica do sistema nervoso central (ISMAN, 2000; KOSTYUKOVSKY et al., 2002; AKHTAR e ISMAN, 2004).

Pesquisas realizadas por Dayan et al. (2009) indicaram que o eugenol age como um inseticida de contato, com efeito rápido contra diversas espécies de artrópodes. Evans (1981) destacou que o eugenol tem efeito específico sobre os receptores de octopamina — uma monoamina que funciona como neuro-hormônio, neuromodulador e neurotransmissor em invertebrados — e exerce sua ação inseticida por meio dessa interação.

Martins (2020) discute que o eugenol possui forte ação inseticida, agindo como neurotoxina que compromete a função do sistema nervoso dos insetos, levando-os à morte rápida. Isso é especialmente relevante para mosquitos, que são atraídos por sinais químicos emitidos pela pele humana, como ácido láctico e dióxido de carbono, detectados por seus receptores olfativos. Além disso, o eugenol tem grande capacidade de atrair mosquitos, o que reforça seu uso como inseticida e repelente eficiente e de baixo custo (Frohlich, 2023).

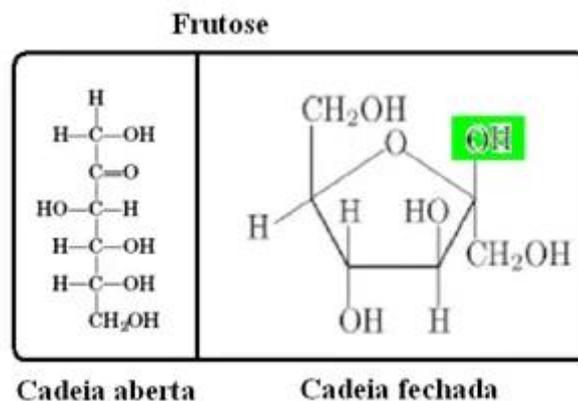
Ao investigar a ação inseticida de vários óleos em grãos de milho armazenados, Coitinho et al. (2006) observaram que o eugenol estava entre os mais eficazes repelentes para a espécie de inseto estudada (adultos de *Sitophilus zeamais*), apresentando níveis de repelência entre 87,7% e 97,3%. Na concentração de 50 µL/20g, o eugenol demonstrou alta toxicidade aguda, causando 100% de mortalidade nos insetos testados, além de ser eficiente na redução da emergência dessas pragas em grãos de milho.

## 14. FRUTOSE

A frutose é um tipo de açúcar classificado como um monossacarídeo, ou seja, é a unidade mais básica dos carboidratos. Sua estrutura é formada por carbono, hidrogênio e oxigênio. Em sua forma pura, a frutose se apresenta como um composto sólido, cristalino, incolor e com alta solubilidade em água. Sua característica mais notável é o poder adoçante, que é cerca de 1,7 vezes maior que o da sacarose (o açúcar comum de mesa). Isso significa que são necessários apenas 100 gramas de frutose para atingir a mesma doçura de 173 gramas de sacarose.

Devido a essa doçura intensa, a frutose é amplamente utilizada pela indústria de alimentos. Ela é empregada como adoçante em uma grande variedade de produtos, como: refrigerantes e sucos; geleias, doces em pasta e frutas enlatadas e alimentos processados em geral. Além de proporcionar sabor doce, a frutose tem a capacidade de mascarar sabores desagradáveis em algumas preparações, o que a torna uma opção interessante para produtos destinados a crianças e, com orientação, para portadores de diabetes.

**Figura 4** — Estrutura molecular da frutose



Fonte: Mundo Educação (2025)

## 15. CONSERVANTE NIPAGIM

O Metilparabeno (também conhecido como Nipagim) é uma substância química pertencente à classe dos parabenos, composta por benzeno, hidroxila, metila e grupo éster. Utilizado principalmente como conservante antimicrobiano, é eficaz no combate a bactérias, fungos e leveduras, sendo comum sua aplicação em produtos cosméticos e farmacêuticos.

Entre suas características, destaca-se a boa solubilidade em solventes como etanol, cetona, propilenoglicol e acetato de etila, porém apresenta menor facilidade de dissolução em água. Considerado seguro dentro das concentrações recomendadas (geralmente entre 0,1% e 0,3%, com máximo de 0,4%), deve ser incorporado na fase aquosa durante o resfriamento da formulação para evitar degradação térmica. Uma pré-dispersão em propilenoglicol ou glicerina pode facilitar sua homogeneização.

Recomenda-se armazená-lo em locais secos e em temperatura ambiente, além de seguir rigorosamente as instruções de segurança durante sua manipulação—incluindo uso de luvas e óculos de proteção—devido ao potencial de causar reações alérgicas em algumas pessoas. A combinação com eugenol não é usual, já que possuem funções distintas: o primeiro é um conservante, enquanto o segundo é um ativo terapêutico.

## 16. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 16.1. Extração da alicina

#### Preparação Inicial e Pesagem:

Primeiramente, organize em uma bancada limpa todos os materiais necessários. Em seguida, transfira um dente de alho para um vidro de relógio previamente tarado e determine sua massa na balança analítica. Anote o valor obtido (4,93 g).

**Figura 5** — Extração da alicina.

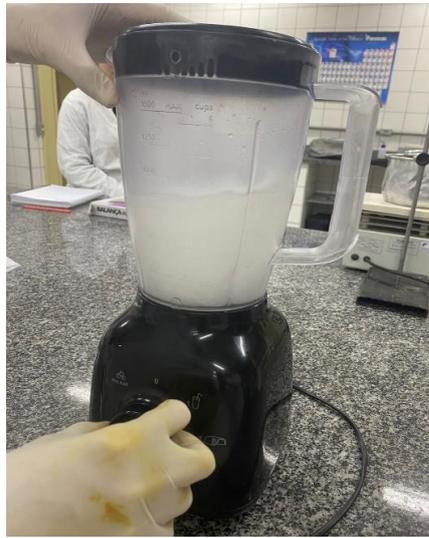


Fonte: Autoral, 2025.

#### Trituração e Maceração Inicial:

Após isso, transfira o dente de alho pesado para o copo do liquidificador. Adicione 500 mL de etanol P.A. e triture a mistura por 10 minutos para promover a ruptura celular e o início da extração. Em seguida, transfira a solução resultante para um pote âmbar, lacre-o bem e identifique-o adequadamente;

**Figura 6-** Maceração do alho.

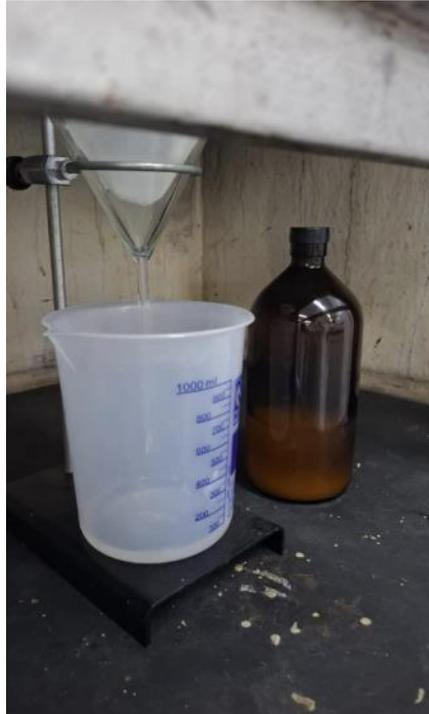


**Fonte:** Autoral, 2025

#### Filtração Grosseira:

Após um período de maceração de 7 dias, realize a filtração do material. Para isso, posicione um tripé com um funil de vidro na capela de exaustão. Forre o funil com um filtro de papel qualitativo e filtre toda a solução do extrato alcoólico para um béquer, a fim de remover os fragmentos sólidos grossos;

**Figura 7-** Filtração da alicina.



Fonte: Autoral, 2025

#### Maceração Final e Estocagem:

Por fim, transfira o filtrado de volta para o pote âmbar limpo (ou para um novo), lacre-o bem e mantenha a solução em repouso, protegida da luz, por mais 15 dias para completar o processo de extração e estabilização.

**Figura 8-** Estocagem da alicina.



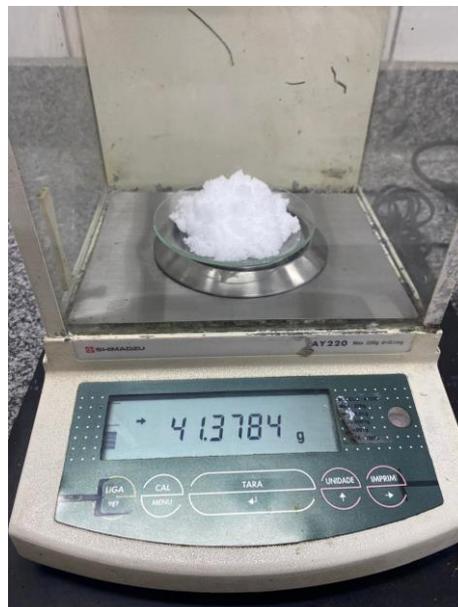
Fonte: Autoral, 2025

## 16.2. Solubilização da Frutose

### Preparação Inicial e Pesagem:

Inicialmente, organize em uma bancada limpa todos os materiais listados. Em seguida, pese aproximadamente 40 g de frutose em um vidro de relógio tarado, utilizando uma balança analítica.

**Figura 9:** Pesagem da frutose.

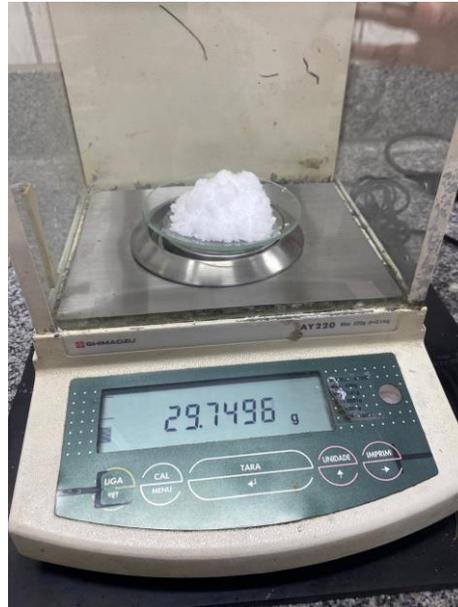


**Fonte:** Autoral, 2025.

### Pesagem Final do Soluto:

Posteriormente, adicione aos poucos a frutose ao mesmo vidro de relógio até que atinja a massa de 70g.

**Figura 10:** Massa final da frutose.

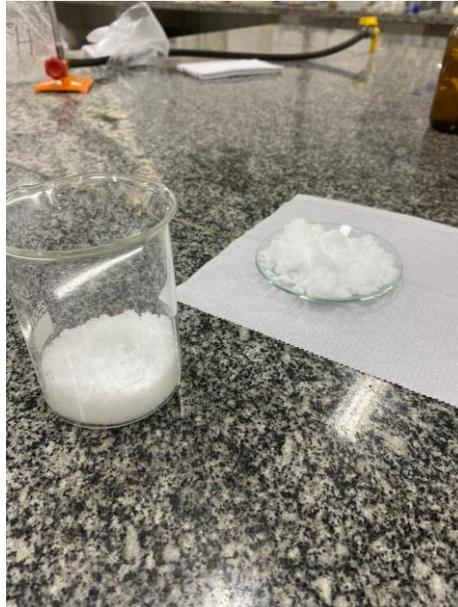


**Fonte:** Autorial, 2025.

#### Solubilização:

Com a massa total de soluto determinada, transfira quantitativamente a frutose para um béquer de 250ml. Adicione aproximadamente 150 mL de água destilada e, com o auxílio de um bastão de vidro, agite a mistura por 5 minutos ou até a completa dissolução do sólido.

**Figura 11:** Pré- solubilização da frutose.



Fonte: Autoral, 2025.

**Figura 12:** Solubilização com água destilada.



Fonte: Autoral, 2025.

Transferência e Ajuste de Volume:

Uma vez homogeneizada, transfira a solução quantitativamente para um balão volumétrico de 200 mL, utilizando um funil e lavagens sucessivas com água destilada para assegurar que todo o soluto seja transferido.

Por fim, complete o volume do balão com água destilada até que o menisco do líquido tangencie a marca de aferição, resultando em uma solução com concentração final de 35% (m/v).

**Figura 13:** Transferência para um balão volumétrico.



**Fonte:** Autoral, 2025.

### 16.3. Solubilização do Nipagim

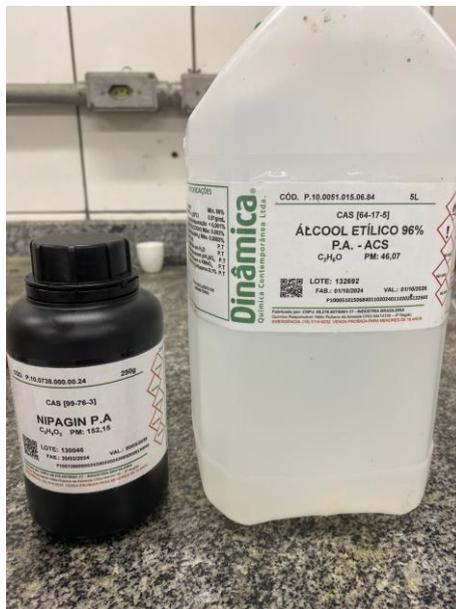
Inicialmente, foi organizada a bancada com os materiais necessários: vidro de relógio, balão volumétrico de 50ml, béquer de 100ml e uma baqueta.

Em seguida, uma amostra do sólido nimpagin foi transferida para um vidro de relógio previamente tarado e pesada em balança analítica, obtendo-se uma massa de 5,0 g. Esta massa foi então quantitativamente transferida para um béquer de 50 mL.

Para a solubilização, adicionaram-se aproximadamente 30 mL de etanol ao béquer contendo o nimpagim. A mistura foi homogeneizada com o auxílio de uma baqueta sob agitação constante por 10 minutos, até a completa dissolução do sólido.

Posteriormente, a solução aquosa resultante foi transferida para o balão volumétrico e o seu volume foi completado com etanol até o menisco, garantindo a aferição precisa do volume final. O procedimento resultou em uma solução com concentração definida de 0,1% (m/v).

**Figura 14:** Preparação dos materiais.



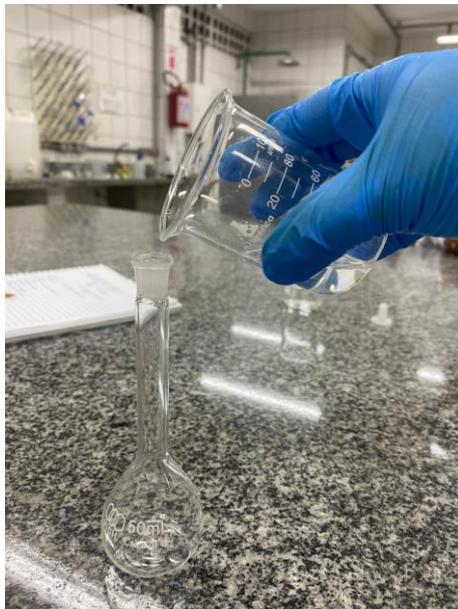
Fonte: Autorial, 2025.

**Figura 15:** Preparação do Nipagin.



Fonte: Autoral, 2025.

**Figura 16:** Transferência da solução para o balão volumétrica.



Fonte: Autoral, 2025.

#### 16.4. Extração do Eugenol

Preparação inicial:

Primeiramente, coloque o cravo da Índia em um cadinho para começar a maceração com auxílio de um pistilo.

**Figura 17-** Maceração do cravo.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Macere o cravo da Índia até ficar em pó para seguir com a extração.

**Figura 18-** Cravo em pó após maceração.



Fonte: Autorial, 2025.

Após isso, transfira o pó do cravo da Índia para uma cápsula de celulose e coloque dentro do soxhlet para começar com a destilação por arraste;

**Figura 19-** Transferência do pó para a cápsula de celulose.



Fonte: Autorial, 2025.

**Figura 20-** Montagem do soxhlet.



Fonte: Autoral, 2025.

**Figura 21-** Início da extração.



Fonte: Autoral, 2025.

A extração durou aproximadamente 3 dias;

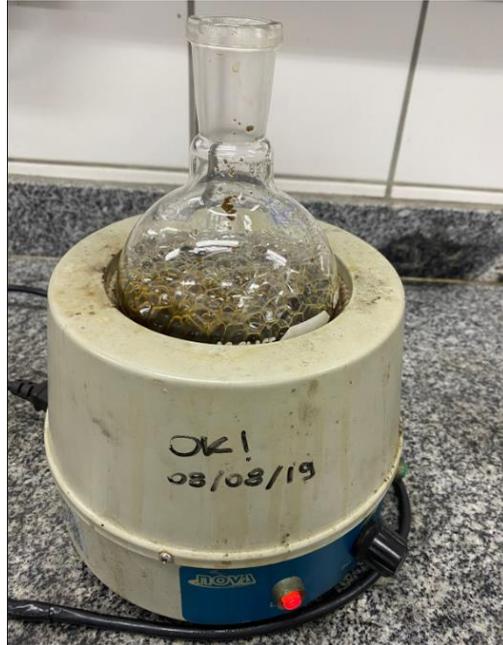
**Figura 22-** Óleo sendo extraído.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Ao finalizar o procedimento de destilação, coloque em uma manta aquecedora para auxiliar com a evaporação da água.

**Figura 23-** Evaporação da água.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Ao evaporar o máximo possível de água, passar para os tubos de ensaio o que sobrou para prosseguir com a separação do óleo e da água;

**Figura 24-** Transferência para o tubo de ensaio.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Para separação, utilize 20 mL de hexano e adicione a solução de eugenol e água em um funil de separação. Agite devagar e libere a pressão aos poucos, depois posicione em um tripé e aguarde a separação ser finalizada.

**Figura 25-** Preparação da separação do óleo e da água.



Fonte: Autoral, 2025.

**Figura 26-** Observação da separação.



Fonte: Autoral, 2025.

Este procedimento durou o total de 48h para efetuar a separação total e foi adquirido 1g de óleo.

**Figura 27-** Óleo adquirido.



Fonte: Autoral, 2025.

## 16.5. Preparação do produto

### Preparação inicial:

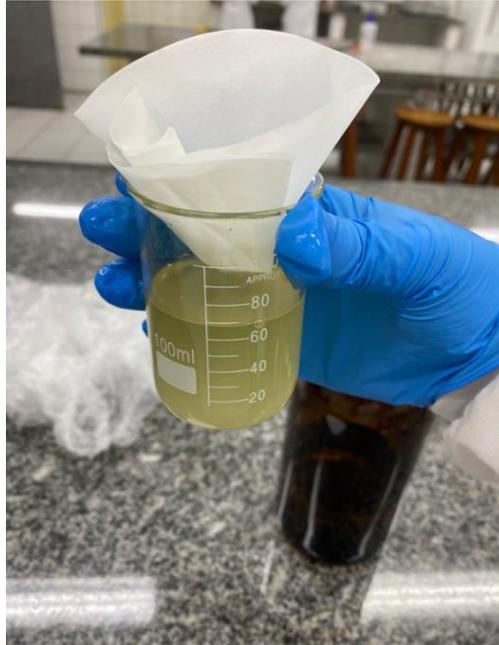
Coloque 60 mL de alicina em uma proveta para medir com exatidão a quantidade, depois faça a filtração com um filtro de papel para eliminar qualquer precipitado de alho que tenha no extrato alcoólico;

**Figura 28-** Medindo a quantidade de alicina.



**Fonte:** Autoral, 2025.

**Figura 29-** Filtração da alicina.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Já o eugenol, coloque na proveta apenas 5 mL;

**Figura 30-** Medindo a quantidade de eugenol.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Transfira para um frasco âmbar, adicione 7,5 mL de frutose com uma pipeta volumétrica e 1,1 mL de nipagin com uma pipeta de pasteur diretamente no frasco. Para dar a quantidade suficiente de 100 mL, complete com 21,5 mL de água destilada.

**Figura 31-** Medindo a quantidade de eugenol.



Fonte: Autoral, 2025.

## 17. MISSÃO, VISÃO E VALORES

### 17.1. Missão

Proteger a saúde e o bem-estar das pessoas e do meio ambiente, fornecendo soluções inovadoras e sustentáveis para o controle de pragas urbanas, com foco na prevenção, eficiência e respeito ao ecossistema, garantindo um ambiente saudável e seguro para as gerações futuras.

### 17.2. Visão

Ser líder em soluções sustentáveis e inovadoras para o controle de pragas urbanas, promovendo um futuro mais saudável e seguro para as comunidades.

### 17.3. Valores

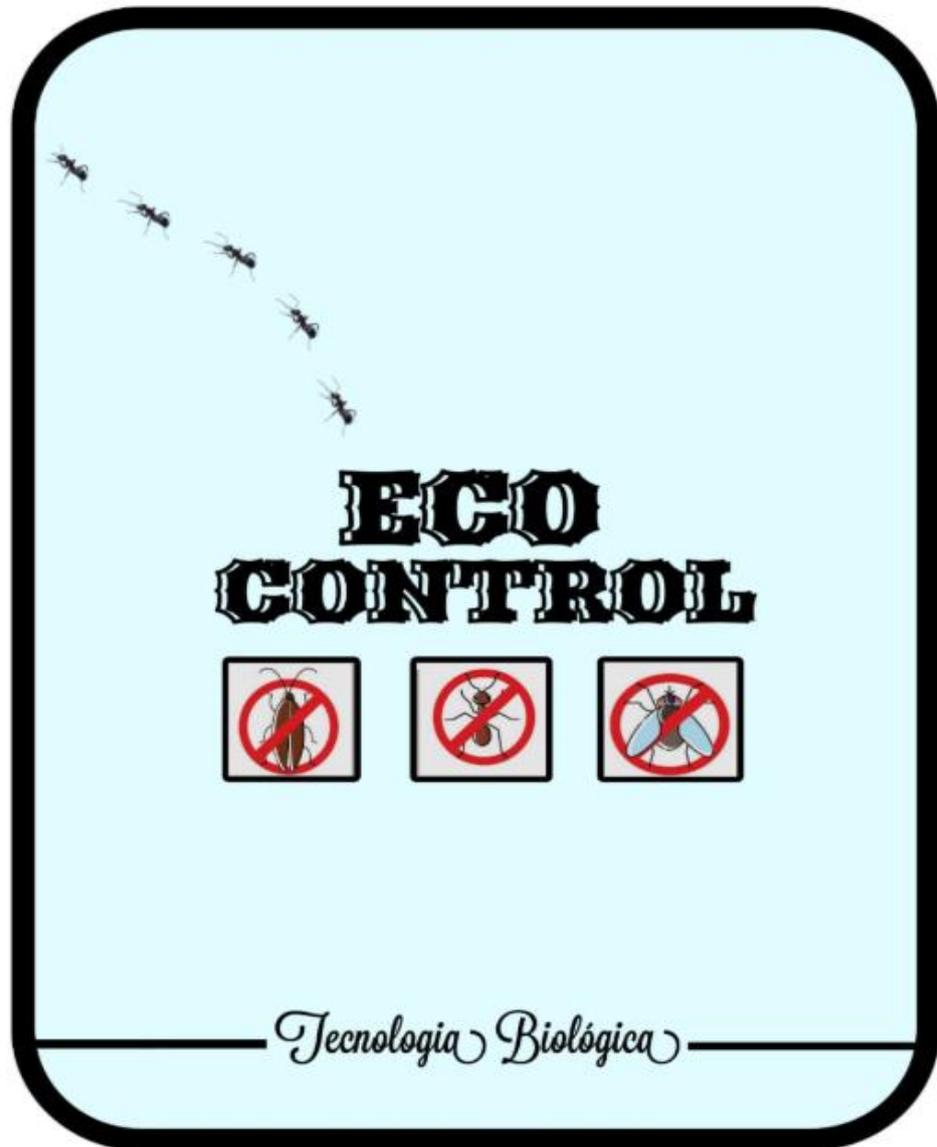
- Sustentabilidade: Priorizar práticas que minimizem o impacto ambiental e promovam a saúde das pessoas e do planeta.
- Foco: Somos comprometidos e determinados em tudo o que fazemos e entregamos. focando sempre em atingir os resultados estabelecidos por nossa empresa.
- Espírito de equipe: Nossos colaboradores são orientados engajados para o trabalho em equipe de forma coesa a alinhada com os objetivos da nossa empresa, gerando assim um ambiente de trabalho mais positivo.
- 

**Figura 32-** Logo do nosso produto.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Figura 33- Rótulo do nosso produto (frente).



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 34- Rótulo do nosso produto (verso).



Fonte: Autoral, 2025.

## **18. OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTOS SUSTENTÁVEIS (ODS)**

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um chamado global para erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e o clima, e assegurar que todas as pessoas tenham acesso à paz e à prosperidade. No Brasil, as Nações Unidas atuam em consonância com esses objetivos para viabilizar o cumprimento da Agenda 2030. O nosso produto se encaixa nos seguintes objetivos:

### **18.1. Objetivo 3. Saúde e Bem – Estar:**

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades.

### **18.2. Objetivo 12. Consumo e Produção Responsáveis:**

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

## **19. CERTIFICAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA PADRONIZAÇÃO (ISO)**

Foi fundada em 1964 e está sediada em Genebra, na Suíça. Atualmente, possui 164 membros distribuídos em todo o mundo, sendo que cada país possui apenas um membro e representa a organização naquele território. No Brasil, a sua representante a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Dessa forma, a organização atua definindo padrões e normas a serem seguidas pelas empresas, independente do seu porte, com o objetivo de garantir a qualidade, segurança e eficiência do que oferecem.

### **19.1. ISO 9001:**

Consiste em um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), com o objetivo de melhorar a gestão da sua empresa e aumentar a satisfação dos seus clientes, através do fornecimento de serviços ou produtos de acordo com desejo dos consumidores.

Dessa forma, sua empresa possuirá uma melhor organização interna, redução de custos e capacidade para enfrentar a concorrência do mercado.

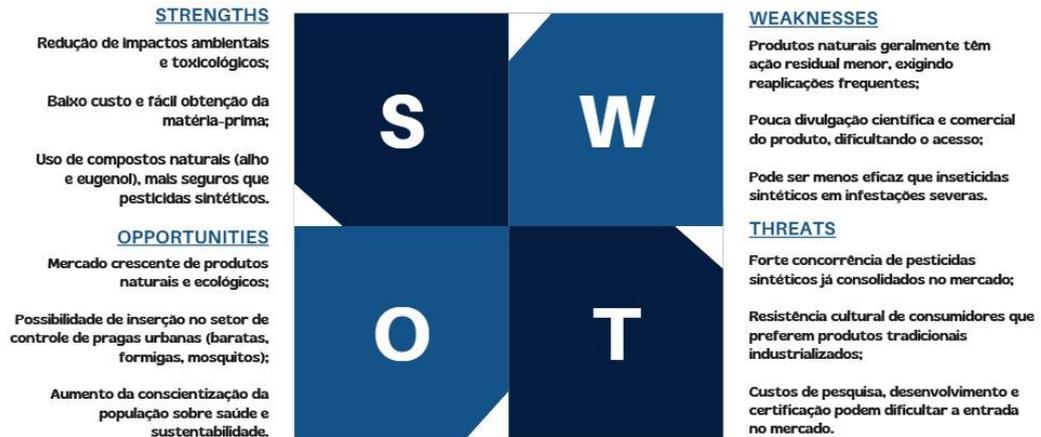
#### 19.2. ISO 14001:

Consiste em um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) com o objetivo de desenvolver uma estrutura dentro da sua empresa que proteja o meio ambiente e avalie seus impactos, mas ao mesmo tempo uma gestão ambiental estratégica, proporcionando o desenvolvimento sustentável da sua empresa. Entre os benefícios da implementação desse sistema, estão a redução de custos em função de uma mentalidade sustentável, o aumento da competitividade da sua empresa no mercado e maior eficiência na execução de serviços ou na fabricação de produtos.

## 20. ANÁLISE SWOT

A matriz SWOT é uma ferramenta de planejamento estratégico que possibilita uma visão global do negócio, mapeando os pontos fortes e fracos internos da organização, bem como as oportunidades e ameaças externas do mercado. Por fornecer uma compreensão clara do ambiente interno e externo, ela serve como base para a tomada de decisões e a formulação de planos de ação, orientando as iniciativas para otimizar o posicionamento competitivo da empresa. A sigla SWOT representa: Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats).

**Figura 35-** Análise de SWOT



Fonte: Autoral, 2025.

## 21. CANVAS

O Canvas é uma ferramenta extremamente eficiente e de simplicidade notável, que auxilia o empreendedor a ter uma visão mais clara dos aspectos estratégicos do seu negócio. Seu principal propósito é estruturar um modelo inovador de plano de negócios, oferecendo praticidade e, sobretudo, agilidade na análise organizacional.

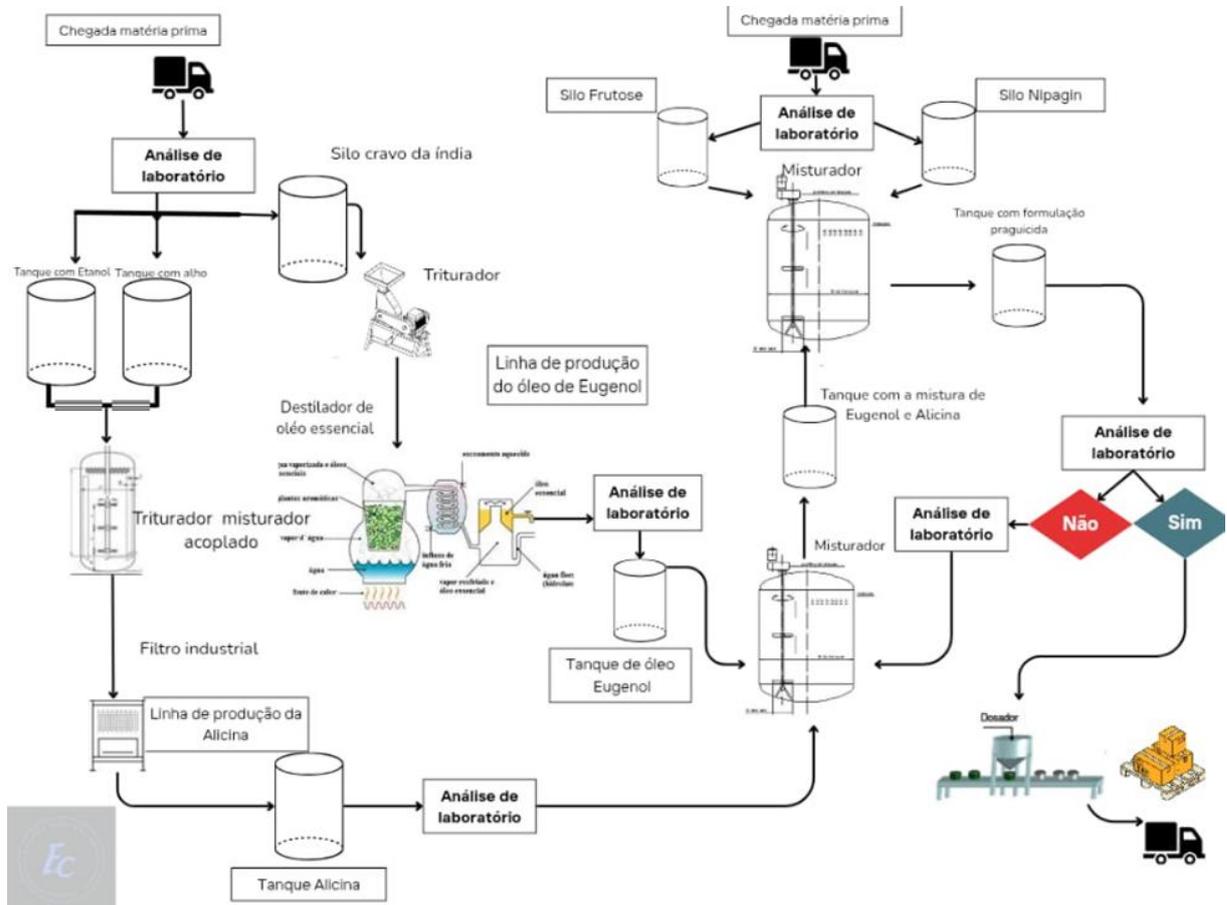
**Figura 36:** Modelo de Negócios - Canvas Formulação de Praguicida Urbano Natural.



Fonte: Autoral, 2025.

## 22. FLUXOGRAMA INDUSTRIAL

Figura 37: Fluxograma industrial.



Fonte: Autoral, 2025.

## 23. TABELA DE CUSTO

Tabela 3- Tabela de custos.

Tabela da receita - 100mL		
Alicina	64,5 mL	R\$ 7,34
Frutose	7,5 mL	R\$ 0,42
Eugenol	5,4 mL	R\$ 0,88
Nipagin	1,1g	R\$ 0,02
QSP	21,5 mL	R\$ 0,00
<b>Total= R\$ 8,66</b>		
Tabela de custo fixo		
Aluguel		R\$ 1.250,00
Mão de obra		R\$ 12.000,00
Energia		R\$ 700,00
Água		R\$ 700,00
Telecomunicações		R\$ 200,00
<b>Total= R\$ 14.850,00 / 3680= R\$ 4,07</b>		

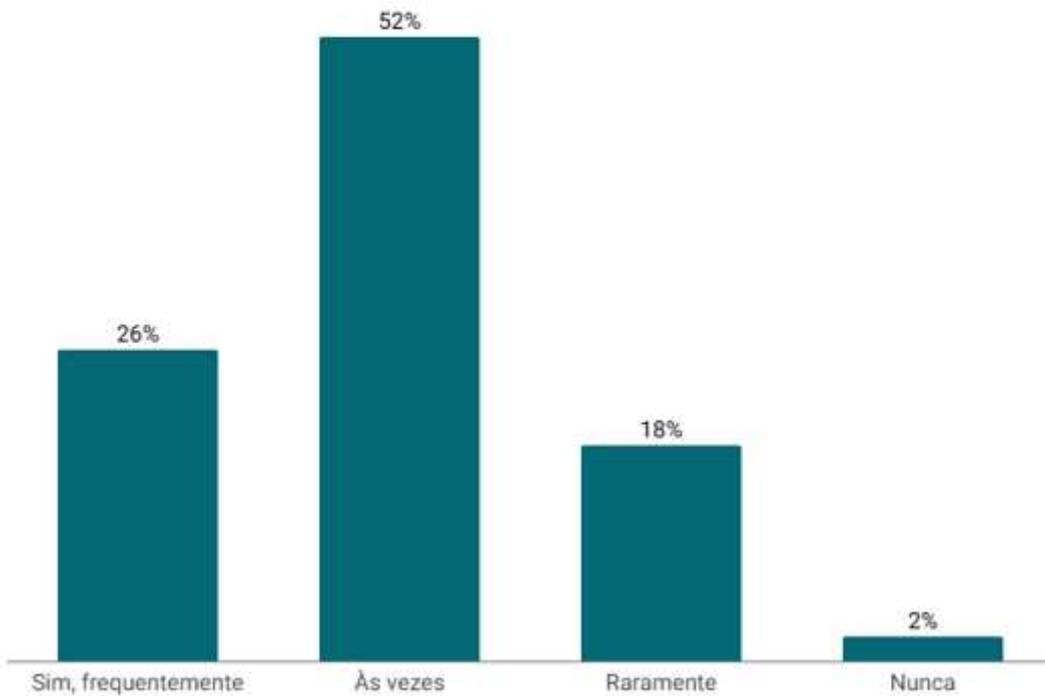
Tabela de custo de investimento	
3 silos de armazenamento	R\$ 4.080,00
4 tanques de armazenamento	R\$ 14.400,00
2 misturadores	R\$ 8.484,00
1 triturador com misturador aclopado	R\$ 5.140,00
1 destilador de óleo essencial industrial	R\$ 2.600,00
1 dosador automático	R\$ 7.000,00
1 filtro industrial	R\$ 1.937,00
<b>Total= R\$ 43.641,00 / 24= 1.818,38 / 3680= R\$ 0,49</b>	
<b>Valor final= R\$ 13,22 / 100mL</b>	
<b>Comparação com Bio Inset 100mL= R\$ 37,95</b>	

Fonte: Autoral (2025)

## 24. PESQUISA DE CAMPO

**Gráfico 1 – Problemas com pragas domésticas.**

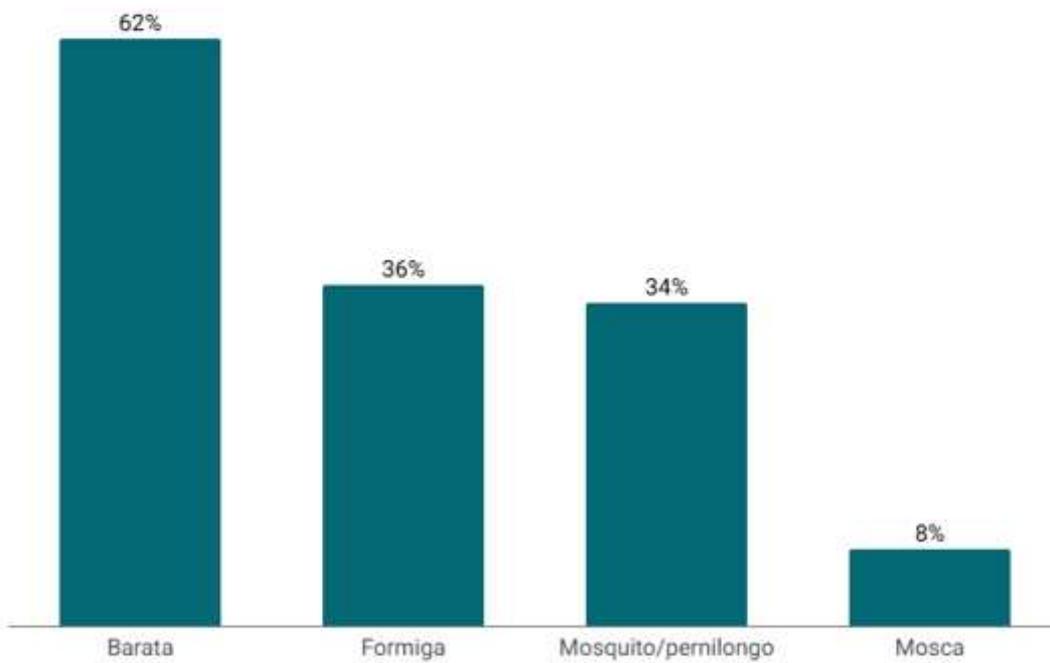
**Você costuma ter problemas com pragas domésticas (baratas, formigas, mosquitos, etc.)?**



Fonte: autoral.

**Gráfico 2 – Pragas domésticas na residência.**

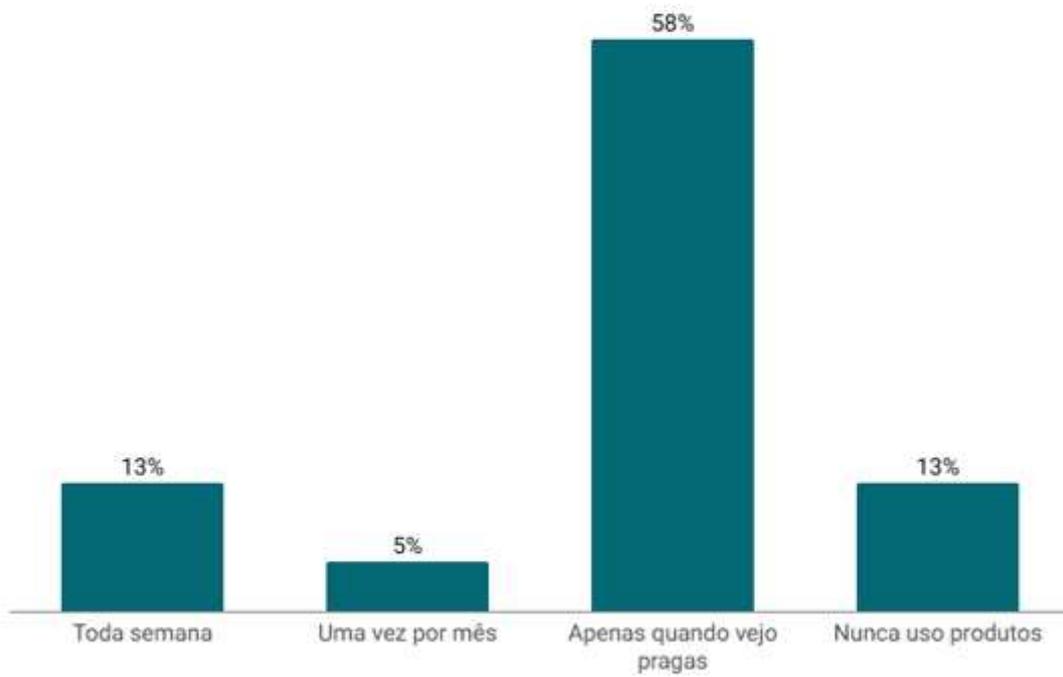
**Quais pragas domésticas mais aparecem na sua residência? (Resposta múltipla: baratas, formigas, mosquitos, cupins, outras)**



**Fonte:** autoral.

**Gráfico 3 – Produtos para controle das pragas**

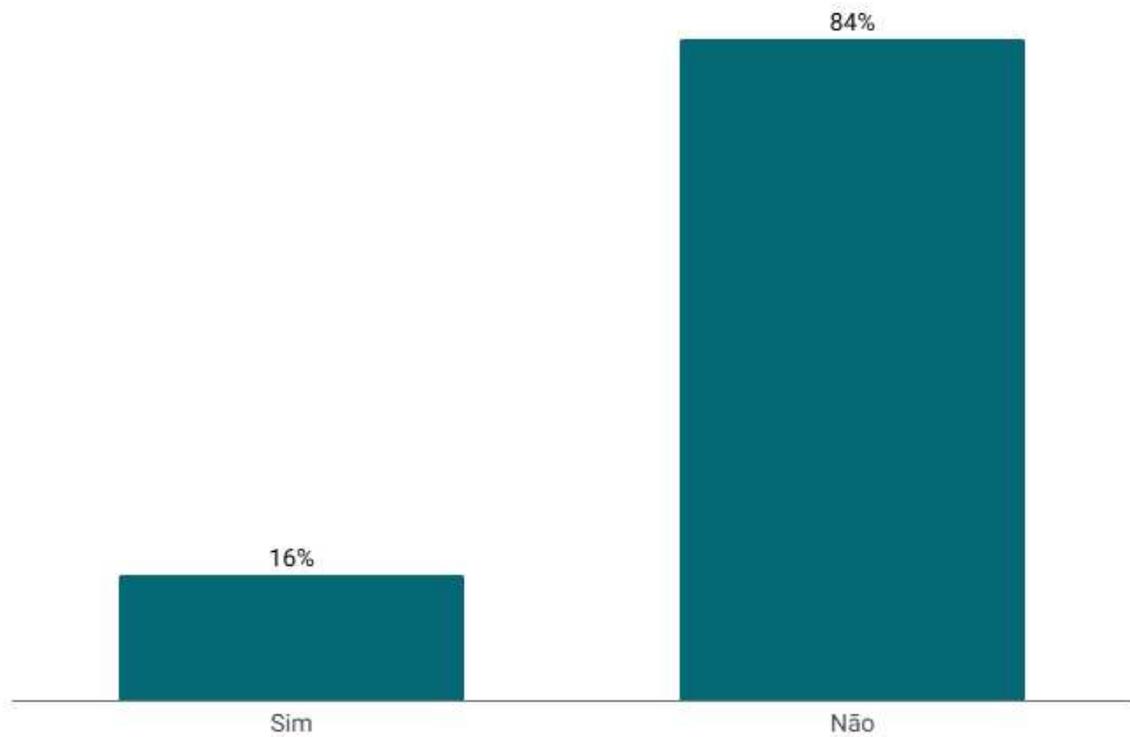
**Com que frequência você utiliza algum produto para o controle dessas pragas?**



**Fonte:** autoral.

**Gráfico 4 - Utilização de produtos naturais.**

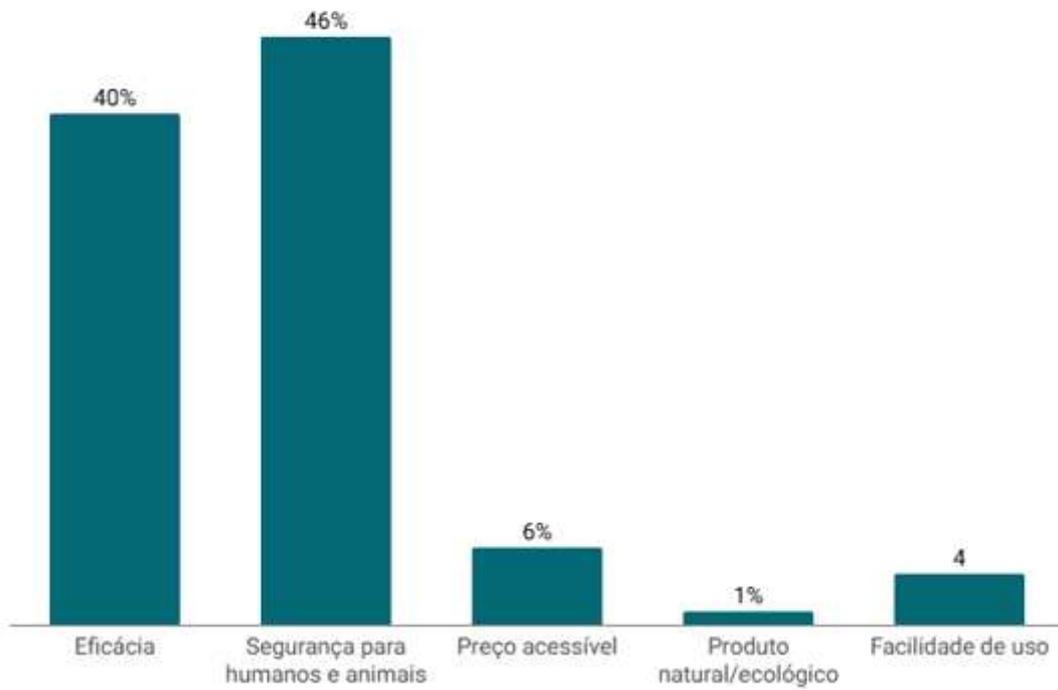
**Você já utilizou produtos naturais (praguicidas ou receitas caseiras) para combater pragas domésticas?**



**Fonte:** autoral.

**Gráfico 5** – Fator importante em um produto contra pragas domésticas.

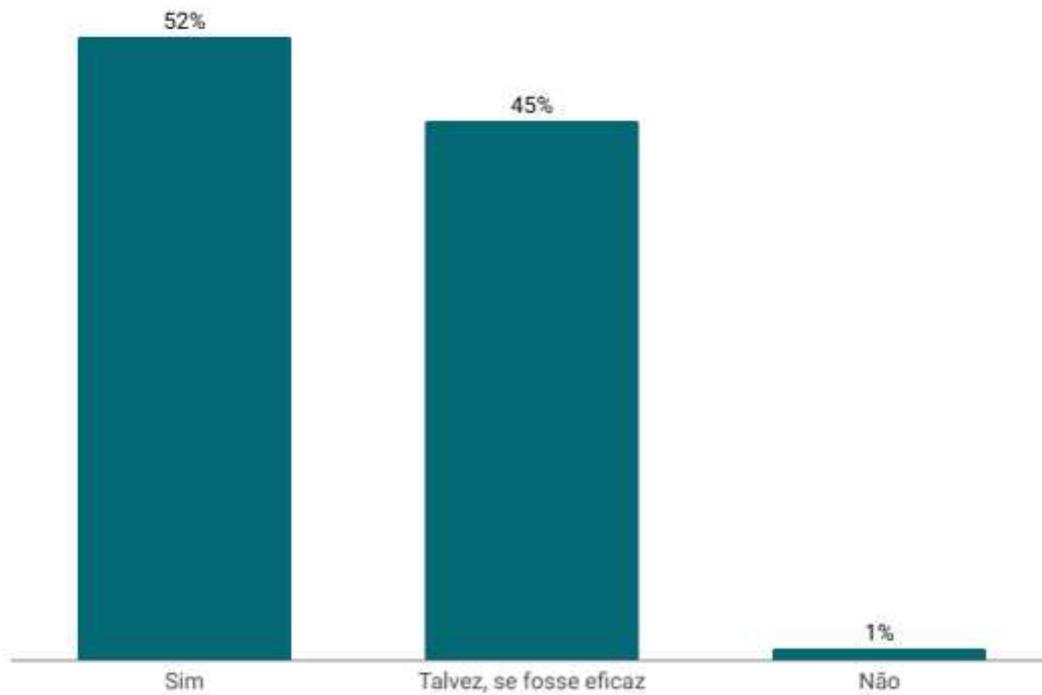
**Na sua opinião, qual fator é mais importante na escolha de um produto contra pragas domésticas?**



**Fonte:** autoral.

**Gráfico 6** - Substituição de produto sintético por um natural.

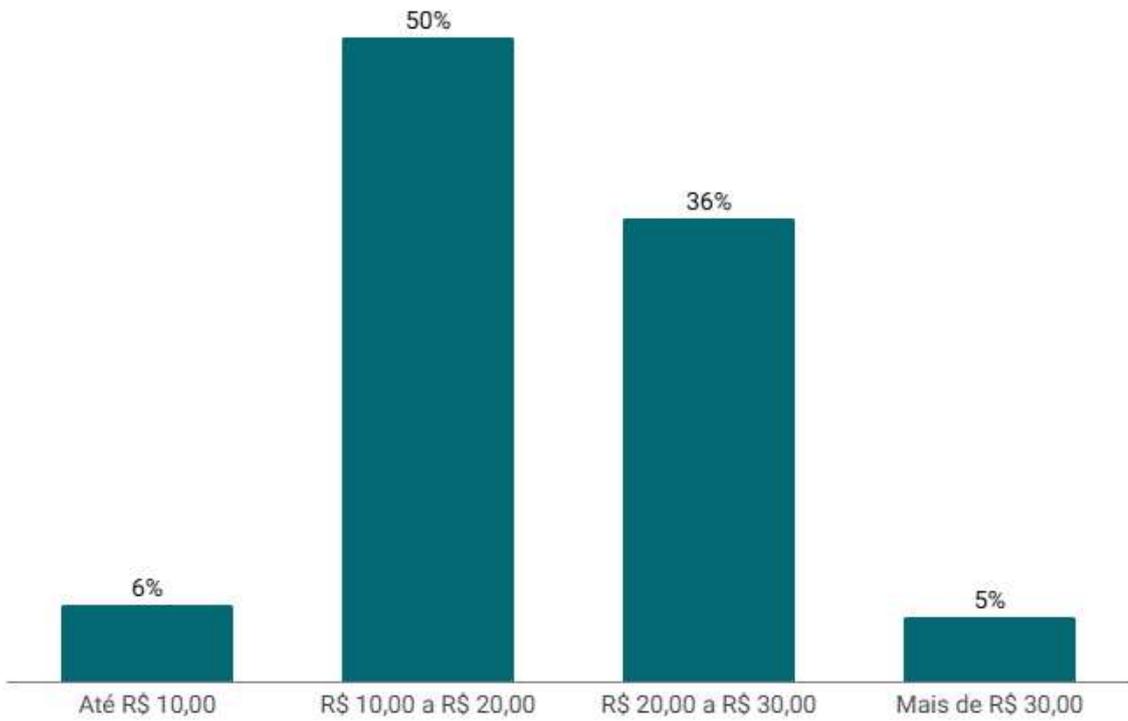
**Você estaria disposto(a) a substituir um produto sintético por um à base natural?**



Fonte: autoral.

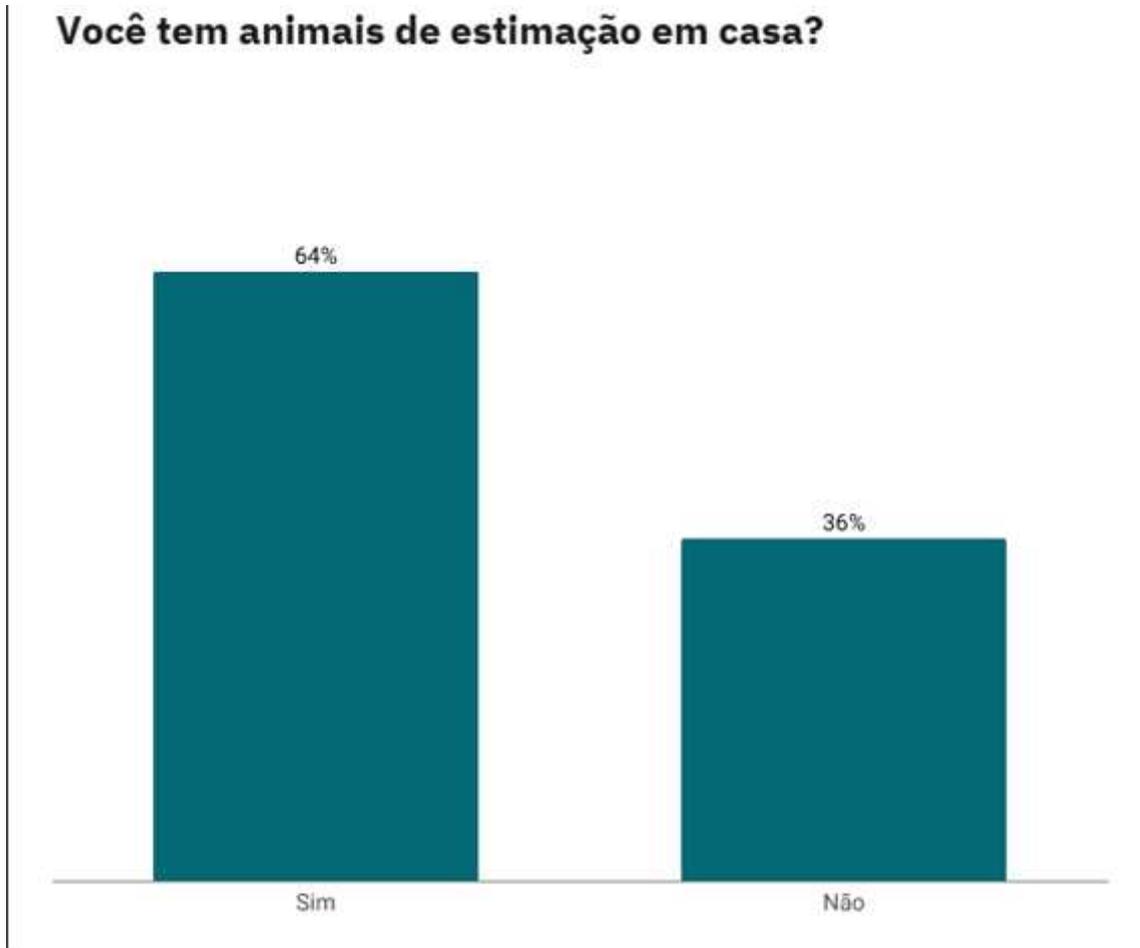
**Gráfico 7 – Valor de um praguicida.**

**Qual valor você consideraria justo pagar por um praguicida eficaz contra pragas domésticas?**



Fonte: autoral.

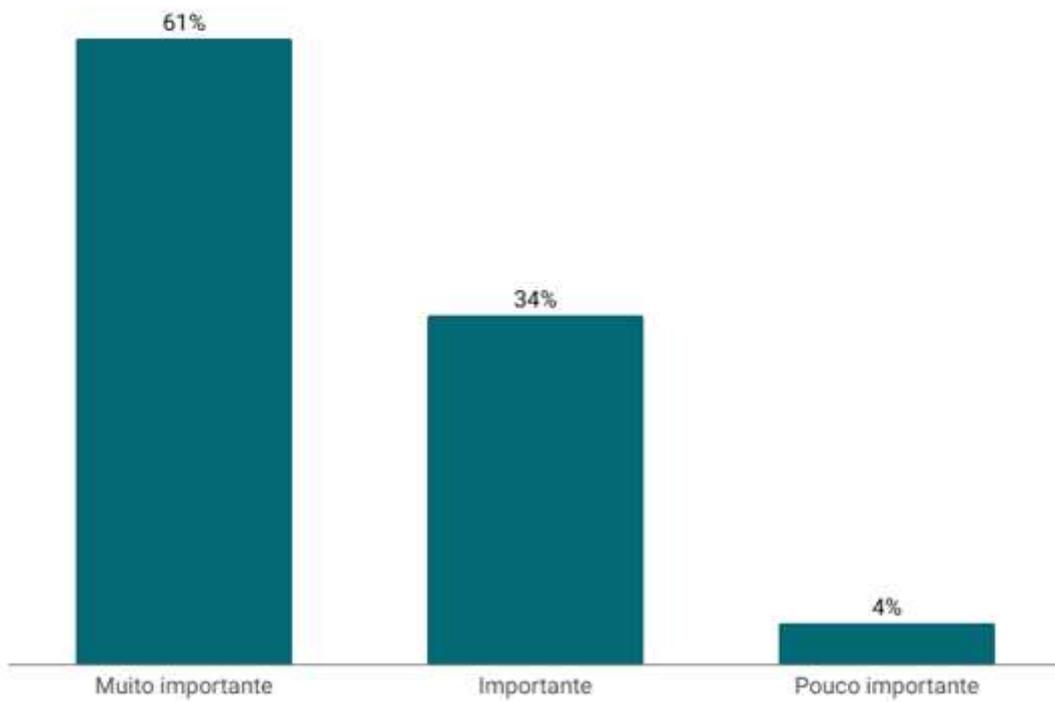
**Gráfico 8 – Animais de estimação.**



Fonte: autoral.

**Gráfico 9 – Danos ao meio ambiente.**

**O quão importante é para você que o produto não cause danos ao meio ambiente?**



**Fonte:** autoral.

## 24. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do praguicida urbano natural à base de extrato alcoólico de alho (*Allium sativum*) e eugenol, componente ativo do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), demonstrou que é possível obter uma formulação eficiente e ambientalmente segura para o controle de pragas domésticas. A combinação desses compostos naturais apresentou potencial inseticida relevante, sendo uma alternativa promissora aos produtos sintéticos comumente utilizados, que oferecem maiores riscos toxicológicos e ambientais.

A pesquisa evidenciou que os princípios ativos utilizados possuem propriedades biológicas capazes de interferir nos mecanismos fisiológicos das pragas, contribuindo para sua eliminação sem comprometer a saúde humana ou a de animais domésticos.

Sendo assim, o trabalho contribui para o avanço de soluções sustentáveis voltadas ao controle de pragas urbanas, incentivando o uso de recursos naturais e renováveis. A aplicação de praguicidas como este representa um passo importante rumo à redução da dependência de produtos químicos agressivos, promovendo uma abordagem mais segura e ecológica.

## 25. Referências bibliográficas

SHAMSHAD, S. et al. Novel NARC-G1 garlic: comparative allicin quantification with morpho-biochemical and genetic profiling. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 84, e262697, 2024. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjb/a/7zLkb7yF8qTq75J6NQvmQkD/>>. Acesso em: 27 jul. 2025.

OLIVEIRA, B. Alicina: benefícios e propriedades. *Nutricionista Bianca Oliveira*, [s.d.]. Disponível em: <<https://nutricionistabiancaoliveira.com/alicina/>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

FALCÃO, B. O que é a alicina e quais suas propriedades biológicas? *SciencePlay*, 17 jan. 2023. Disponível em: <<https://www.scienceplay.com/post/o-que-%C3%A9-a-alicina-e-quais-suas-propriedades-biol%C3%B3gicas>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA (CIT). Inseticidas de uso doméstico. Disponível em: <[http://www.cit.rs.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=106:inseticidas-de-uso-domestico&catid=10:inseticidas&Itemid=30](http://www.cit.rs.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=106:inseticidas-de-uso-domestico&catid=10:inseticidas&Itemid=30)>. Acesso em: 3 ago. 2025.

CURITIBA DESENTUPIDORA. O que é inseticida doméstico? Disponível em: <<https://curitiba.desentupidoracidade.com.br/glossario/o-que-e-inseticida-domestico/>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

SMITH PEST MANAGEMENT. Natural insecticides. Disponível em: <<https://smithspestmanagement.com/blog/post/natural-insecticides/>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Histórico do uso de inseticidas. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1061215/1/2016CAPLIV1.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

SYNGENTA PPM. Principais pragas urbanas. Disponível em: <<https://www.syngentappm.com.br/conheca-5-principais-pragas-urbanas>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

UNICONTROL BRASIL. Tipos de pragas urbanas. Disponível em:  
<<https://unicontrolbrasil.com.br/quais-sao-os-tipos-de-pragas-que-existem/>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BASF. Guia de principais pragas urbanas. Disponível em:  
<[https://agriculture.basf.com/dam/jcr:5bf90c9e-111a-3af9-8982-480aaea760ed/basf/agriculture/br/assets/e-books-pss/BASF\\_ebook\\_Guia\\_de\\_principais\\_pragas\\_urbanas\\_020620%20\(1\).pdf](https://agriculture.basf.com/dam/jcr:5bf90c9e-111a-3af9-8982-480aaea760ed/basf/agriculture/br/assets/e-books-pss/BASF_ebook_Guia_de_principais_pragas_urbanas_020620%20(1).pdf)>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BIOSEG. Principais pragas urbanas que invadem a segurança do seu lar. Disponível em:  
<<https://biosseg.com.br/blog/as-principais-pragas-que-invadem-a-seguranca-do-seu-lar/>>. Acesso em: 3 ago. 2025.

GUEDES, Maria Eugênia Silva. [Título do trabalho]. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em:  
<<http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/154/1/MARIA%20EUG%20C3%80NIA%20SILVA%20GUEDES.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

Análise fitoquímica do extrato hidroalcoólico de alho e avaliação de seu efeito antibacteriano na *Escherichia coli* enterohemorrágica in vitro e ex vivo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [s.l.], [s.d.]. Disponível em:  
<<https://www.scielo.br/j/cta/a/HPgs76L5cvM6Yqgr6dmJwMb/?format=pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Monografia Allium. Brasília, DF, 2017. Disponível em:  
<<https://www.gov.br/saude/pt-br/acao-ainformacao/participacao-social/consultaspublicas/2017/arquivos/MonografiaAllium.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

RIBEIRO, Michelle Dantas. [Título do trabalho]. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em:  
<<https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/21277/1/TCC%20-%20Michelle%20Dantas%20Ribeiro.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

Extratos de casca de alho (*Allium sativum* L.): de subproduto industrial a aditivo alimentar. [Periódico não identificado], [s.l.], [s.d.]. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222001469>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

Determinação do teor de alicina no alho pelo método HPLC. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/153404348.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

YOUTUBE. Extração do alho para repelente natural. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Wjqmn16Qae0>>. Acesso em: 8 ago. 2025.

BUENO, Gleyce Nascimento; FIGUEIREDO, Giselle Dias; LOPES, Elizângela Souza; OLIVEIRA, Rayane Sthefany Rodrigues de; SILVA, Natália Cristina de Sousa. Extração e caracterização de óleos essenciais do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*). *Journal of Exact Sciences*, v. 37, n. 1, p. 8-10, abr./jun. 2023. Disponível em: <[https://www.mastereditora.com.br/periodico/20230505\\_191254.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20230505_191254.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2025.

JUMBO, Luis Oswaldo Viteri. Atividade inseticida e de repelência de óleos essenciais de cravo e canela sobre o caruncho *Acanthoscelides obtectus* (Say). 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <<https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/6493f786-4535-4d4f-82ba-c6b427ba4716/content>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

MIRANDA, Lucas Alves; SILVA SOUZA, Pedro Henrique da. Extração do eugenol a partir do cravo-da-índia para produção de perfume. In: CONGRESSO DE INTERDISCIPLINARIDADE DO NOROESTE FLUMINENSE, 1., 2022, Itaperuna. Anais... Itaperuna: Instituto Federal Fluminense, 2022. Disponível em: <<https://anais.eventos.iff.edu.br/index.php/coninfitaaperuna/article/view/1069>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SANTANA, Merielly Saeli de; MACHADO, Erilane Castro de Lima; STAMFORD, Thayza Christina Montenegro; STAMFORD, Tânia Lúcia Montenegro. Propriedades funcionais do eugenol e sua aplicação em alimentos. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 4, p. 61-62, 2021. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303527.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

EUGENOL. In: NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. Bookshelf. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551727/>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

EUGENOL. In: ScienceDirect. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/eugenol>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. Visualizador de moléculas – metilparabeno. QNInt – Química Nova Interativa, [s.d.]. Disponível em:  
<[https://qnint.s bq.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=F7V0wfltbwmNfZoUQstNASgQj\\_-6JyowhxzWYWaQB\\_33EYWkUunWPvyJrLoUuxKZCfVbhrd64qzEayFDn-bQKQ](https://qnint.s bq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=F7V0wfltbwmNfZoUQstNASgQj_-6JyowhxzWYWaQB_33EYWkUunWPvyJrLoUuxKZCfVbhrd64qzEayFDn-bQKQ)>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CENTRAL DAS ESSÊNCIAS. Metilparabeno – Nipagim. Disponível em:  
<<https://www.centraldasessencias.com.br/product/metilparabeno-nipagim/>>. Acesso em: 14 ago. 2025.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (ACS). Fructose. Molecule of the Week, 2019. Disponível em:  
<<https://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/f/fructose.html>>. Acesso em: 28 set. 2025.

BARREIROS, Rodrigo Cresp et al. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. Revista de Nutrição, Campinas, v. 18, n. 3, p. 377-389, maio/jun. 2005. Acesso em: 29 set. 2025.

FLORIEN. Frutose. [S.l.]: Florian, [20--]. 3 p. Disponível em: <<https://www.florien.com.br>>. Acesso em: 29 set. 2025.

HERMAN, M. A. et al. Molecular aspects of fructose metabolism and its disease associations. Annual Review of Nutrition, v. 41, p. 41-67, 2021. Disponível em:  
<<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8665132/>>. Acesso em: 28 set. 2025.

KORMAN, E. F. The discovery of fructose-1,6-diphosphate (the Harden-Young ester). Experientia, v. 30, p. 1213-1217, 1974. Disponível em:  
<<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01874174>>. Acesso em: 28 set. 2025.