

## Contemporânea

Contemporary Journal

Vol. 4 N°. 12: p. 01-22, 2024

ISSN: 2447-0961

### Artigo

## **EXPLORANDO O POTENCIAL ANTI TERMÍTICO DE *SYZYGIVM AROMATICUM* (L.) MERR. & L.M. PERRY**

EXPLORING THE ANTITHERMIC POTENTIAL OF *SYZYGIVM AROMATICUM* (L.) MERR. & L.M. PERRY

EXPLORANDO EL POTENCIAL ANTI-TERMITAS DE *SYZYGIVM AROMATICUM* (L.) MERR. & L.M. PERRY

DOI: 10.56083/RCV4N12-280

Receipt of originals: 11/29/2024

Acceptance for publication: 12/20/2024

### **Eduarda Souza da Mota**

Graduanda em Ciências Biológicas

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP)

Endereço: Laranjal do Jari, Amapá, Brasil

E-mail: eduarda.mota1564@gmail.com

### **Darley Calderaro Leal Matos**

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Endereço: Laranjal do Jari, Amapá, Brasil

E-mail: darley.matos@ifap.edu.br

### **Mateus Alho Maia**

Tecnólogo em Gestão Ambiental

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP)

Endereço: Laranjal do Jari, Amapá, Brasil

E-mail: mateusmaia94@gmail.com

**RESUMO:** Devido às alterações provocadas pelo homem no ambiente natural, os cupins se tornaram pragas que causam prejuízos econômicos. O controle pode ser feito através de barreiras químicas e técnicas que são prejudiciais ao ambiente. Dessa forma, alternativas sustentáveis menos tóxicas ao controle desses insetos são necessárias. Nesse sentido, este estudo objetivou conhecer o potencial do cravo-da-índia, uma especiaria originária da Indonésia, para o controle de cupins. Para isto, foi feita uma pesquisa bibliográfica com busca de artigos científicos em língua inglesa ou





portuguesa, de 2005 a 2024, sobre o uso do cravo-da-índia no combate aos cupins. Foram selecionados 12 artigos nas quais foi feita a leitura exploratória e analítica para registrar informações tais como: compostos bioativos, concentração, espécie de cupim, porcentagem de mortalidade e tempo de ação. Os estudos demonstram que o bioativo encontrado em maior concentração foi o eugenol. Observou-se que a taxa de mortalidade após a aplicação dos extratos de cravo-da-índia variou de 80 a 100% em diferentes períodos. Conclui-se que o cravo-da-índia pode ser utilizado como uma alternativa viável para o controle de pragas agrícolas e urbanas, como o cupim.

**PALAVRAS-CHAVE:** controle de cupins, eugenol, pesquisa bibliográfica, sustentabilidade.

**ABSTRACT:** As a result of human-induced changes in the natural environment, termites have become pests that cause significant economic losses. Control can be achieved through chemical barriers and techniques that are harmful to the environment. Therefore, sustainable and less toxic alternatives to control these insects are necessary. The present study aimed to explore the potential of clove, a spice originating from Indonesia, to control termites. For this purpose, a bibliographic search was carried out to find scientific articles published in English or Portuguese from 2005 to 2024 on the use of cloves in the control of termites. Twelve articles were selected and exploratory and analytical reading was carried out to record information such as presence and concentration of bioactive substances, termite species, mortality percentage, and time of action. The studies showed that the bioactive compound found in higher concentrations was eugenol. It was observed that the mortality rate after application of clove essential oil and extracts varied from 80 to 100% in different periods. The results lead to the conclusion that clove can be used as a viable alternative to control agricultural and urban pests such as termites.

**KEYWORDS:** bibliographic research, termite control, eugenol, sustainability.

**RESUMEN:** Debido a los cambios provocados por el hombre en el medio natural, las termitas se han convertido en plagas que provocan pérdidas económicas. El control se puede realizar mediante barreras químicas y técnicas nocivas para el medio ambiente. Por tanto, son necesarias alternativas sostenibles menos tóxicas para controlar estos insectos. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo comprender el potencial del clavo de olor, una especie originaria de Indonesia, para controlar las termitas. Para ello, se realizó una investigación bibliográfica en busca de artículos científicos en inglés o portugués, de 2005 a 2024, sobre el uso del clavo de olor para combatir las termitas. Se seleccionaron 12 artículos en los cuales se realizó



lectura exploratoria y analítica para registrar información como: sustancias bioactivas, concentración, especie de termitas, porcentaje de mortalidad y tiempo de acción. Los estudios demuestran que el elemento bioactivo encontrado en mayor concentración fue el eugenol. Se observó que la tasa de mortalidad tras la aplicación de aceite esencial y extractos de clavo de olor varió del 80 al 100% en diferentes períodos. Se concluye que el clavo de olor puede ser utilizado como una alternativa viable para el control de plagas agrícolas y urbanas, como las termitas.

**PALABRAS CLAVE:** control de termitas, eugenol, investigación bibliográfica, sostenibilidad.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença  
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

## 1. Introdução

Os cupins são insetos que desempenham um papel essencial no ambiente, pois são responsáveis por decompor madeira e matéria-orgânica no ambiente, liberando nutrientes importantes para o solo, contribuindo diretamente para o aumento da fertilidade local (Davies *et al.* 2015). Salienta-se ainda que ao perfurar o solo para construir suas colônias, os cupins permitem uma maior aeração do solo, além de melhorar a infiltração de água e a oxigenação, o que beneficia o desenvolvimento das raízes (Acioli; Constantino, 2015).

Apesar de sua importância ecológica, os cupins se tornaram pragas urbanas e agrícolas, devido às modificações ocasionadas pelas ações antrópicas nos ambientes naturais. Os prejuízos causados pelos cupins chegam até 50 milhões de dólares para agricultura e infraestrutura de residências de madeiras mundialmente (Subekti *et al.*, 2015). As espécies subterrâneas, por exemplo, podem causar muitos prejuízos para agricultura porque atacam as raízes e partes da planta como o eucalipto, cana-de-açúcar e gramados; as espécies da madeira seca destroem móveis domésticos e



peças de madeira; e os cupins arbóreos criam seus ninhos e vivem em árvores (De Souza, 2014).

Para o combate dos cupins são utilizados alguns agrotóxicos, principalmente na agricultura, que por sua vez pode contaminar o solo, lençóis freáticos e até mesmo fazer com que indivíduos resistentes sejam selecionados por estes compostos químicos (Melo, 2023). Os inseticidas mais utilizados para o combate aos cupins são o fipronil, imidacloprido e deltametrina (Souza, 2023), e o uso inadequado destes componentes químicos vem causando muitos problemas para os trabalhadores rurais e para o meio ambiente (Tavella, 2022).

Pensando nas demandas de sustentabilidade para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável ODS 2 e 6 que prevê até 2030 asseverar sistemas sustentáveis que garantam a qualidade do solo e da água pelo uso massivo de agroquímicos, vem se buscando alternativas sustentáveis para o controle de cupins, tais como substâncias, compostos, óleos essenciais dentre outros encontrados em plantas, por exemplo.

O cravo-da-índia, nome científico *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et LM Perry, pertence a família Myrtaceae e é nativo das ilhas Molucas, na Indonésia. O óleo essencial extraído do cravo-da-índia contém compostos químicos com propriedade inseticida e fungicida comprovada, eugenol,  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, acetato de eugenila e óxido de cariofileno (Affonso, 2012), ao combate de algumas pragas tais como: gorgulho do feijão (Matos, 2024), fungos das espécies *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* e *Macrophomina phaseolina* (Costa et al., 2011), no ácaro *Varroa destructor* (Vieira; Andrade; Nascimento, 2012), e no ácaro-verde da mandioca (De Lima Rocha et al., 2024).

Além disso, as substâncias inseticidas encontradas em *S. aromaticum* como, por exemplo, o eugenol, pode ser encontrado em outras espécies de plantas, mostrando que estas espécies podem ser eficazes no combate de pragas (Pereira; Maia, 2007).



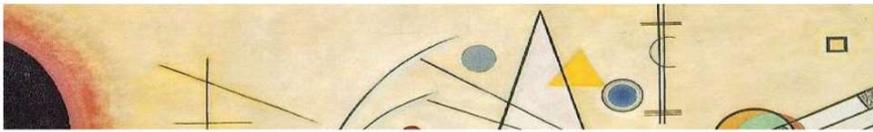
As substâncias bioativas do cravo promovem ação inseticida eficaz contra vários tipos de pragas, proporcionando uma abordagem menos tóxica e sustentável ao meio ambiente. Diante disso, a espécie se mostra promissora no combate aos cupins, pois é uma alternativa natural e sustentável aos métodos tradicionais de controle de pragas que geralmente dependem de inseticidas químicos.

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo conhecer o potencial antitermítico de *Syzigium aromaticum* (L.) Merr. et LM Perry (cravo-da-índia). Para isto, pretende-se responder as seguintes questões: 1. Quais são as substâncias bioativas encontradas no cravo-da-índia com potencial para controle de cupins? 2. Quais as espécies de cupins são combatidas por estas substâncias? 3. Quais compostos extraídos do cravo são mais eficazes (óleo essencial, extratos etanólicos, acetoados, aquoso etc.)? 4. Quais plantas de ocorrência no Brasil têm os compostos bioativos parecidos com o cravo, com potencial antitermítico?

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Cupins e sua Forma de Controle

Os cupins estão dentro da ordem Isoptera que se dividi em oito grandes famílias, sendo as principais: Termitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae e Mastotermitidae. São encontradas mais de 2.800 espécies de cupins espalhados no mundo, sendo 320 espécies no Brasil e 145 espécies na região amazônica, tendo uma melhor adaptação em regiões tropicais (Lima; Costa-Leonardo, 2007). Os cupins são altamente sociais apresentando características de divisão do trabalho em grupo, cuidados cooperativos e sobreposição de gerações (De La Cruz, 2014). As castas são muito bem divididas (reprodutores, operários, soldados e ninfas) e desempenham



funções específicas para garantir a sobrevivência e o crescimento do ninho (Constantino, 2012).

Os reprodutores têm como principal função a produção de ovos para o crescimento da colônia, este trabalho é desenvolvido exclusivamente pelo rei e a rainha. Além disso, a rainha tem o poder de comandar os indivíduos designando para qual casta a ninfa irá participar; o rei tem como principal função inseminar a rainha para a produção dos ovos. Os operários são a classe mais numerosa em um cupinzeiro sendo eles responsáveis pela coleta de alimentos, cuidados das ninfas, construção de túneis e ninhos, porém não possuem a capacidade de procriação. Os soldados desenvolvem exclusivamente a função de proteção da colônia dos predadores, eles são caracterizados por uma grande força e mandíbulas fortes (Figura 1). As ninfas são cupins imaturos que ainda irão se desenvolver, eles ainda não têm uma casta definida, podendo futuramente se tornar operários, soldados ou reprodutores (Constantino, 2022).

De acordo com Constantino (2022) a morfologia geral dos cupins está dividida em cabeça, olhos compostos nas formas aladas, atrofiadas nas formas ápteras, geralmente tem dois ocelos, possuem antenas moniliformes, aparelho bucal mastigador, dois pares de asas membranosas que possuem uma sutura basal, três pares de pernas articuladas, abdômen volumoso e sésil com 10 segmentos.

Figura 1. Operários e soldado. Fica evidente a diferença de tamanho, os soldados são maiores e fortes para defesa do cupinzeiro.



Fonte: Disponível em Constantino (2022).



Esses insetos desempenham um papel importante no ecossistema, contribuindo para a decomposição de materiais ricos em celulose e a melhoria de solos pobres em nutrientes. Por meio dessas atividades, eles ajudam a enriquecer e a arejar o solo, promovendo sua descompactação (De La Cruz *et al.*, 2014). Porém, devido às alterações nos ambientes naturais pelas ações do ser humano, os cupins se tornaram pragas, causando diversos prejuízos econômicos, sendo de grande importância o seu controle.

O combate aos cupins é realizado por diferentes métodos, escolhidos de acordo com o tipo de infestação dos cupins (subterrâneos, de madeira seca ou arborícola) e o tipo do meio que foi afetado pelas térmitas (De La Cruz *et al.*, 2014). Os principais métodos incluem barreiras químicas, iscas tóxicas, tratamentos localizados e técnicas alternativas, como o uso de barreiras físicas e tratamentos térmicos.

Os inseticidas são a forma de controle mais utilizadas, principalmente contra cupins subterrâneos, no qual consiste na aplicação de agrotóxicos líquidos no solo ao redor de construções ou diretamente na madeira infestada. Produtos como fipronil e imidacloprida são comumente utilizados devido à sua eficácia no controle de colônias e à capacidade de formar barreiras duradouras (Antunes *et al.*, 2014). Apesar da eficiência, o uso inadequado pode causar contaminação do solo e da água, além de afetar organismos não alvos.

O método de iscas é considerado uma alternativa sustentável e direcionada. Nesse sistema, os cupins levam agentes químicos e microbianos para dentro do cupinzeiro com objetivo de atingir todos da colônia (Guerreiro; Maressa, 2012). Esse método tem como vantagem o baixo impacto ambiental, embora possa ser mais lento em comparação às barreiras químicas. Para infestações de cupins de madeira seca, o tratamento localizado é uma alternativa eficaz. Inseticidas como permetrina e cipermetrina são aplicados diretamente na madeira infestada, eliminando os insetos no local (Menezes, 2023).



Outra forma de controle que é considerada ambientalmente correta é o uso de produtos com base em óleos essenciais de plantas que possuem atividade biológica, assegurando assim uma alternativa viável e de baixo impacto ambiental (Machado Filho; Barbosa; Silva, 2020).

## 2.2 Potencial Inseticida do Cravo-da-índia

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et LM Perry) é amplamente reconhecido devido a suas propriedades terapêuticas e aromáticas, sendo utilizado na culinária e na produção de cosméticos e fármacos. Trata-se de uma árvore que pode atingir até 12 metros de altura, com tronco ereto, casca cinza e raízes superficiais. Suas folhas são simples, verde brilhante, de formato elíptico a lanceolado, com margens inteiras. As flores são pequenas, brancas a rosa claro, agrupadas em inflorescências cimeiras com muitos estames vistosos (Affonso, 2012) (Figura 2).

A espécie possui, ainda, compostos bioativos com potencial inseticida, que demonstram eficácia no controle de pragas. Os principais compostos inseticidas contidos no cravo-da-índia são os derivados do seu óleo essencial, constituído por diversas fenolinas e ésteres. O mais abundante e responsável pela propriedade inseticidas do cravo é o eugenol (Xue *et al.*, 2022).



Figura 2. Aspecto da árvore e botões florais do cravo-da-índia.



Fonte: <https://www.plantasexoticas.com.br/cravo-da-india-eugenia-caryophyllata/>

Outros compostos, como o acetato de eugenila e o  $\beta$ -cariofileno, também são relevantes. O eugenol é apresentado como o mais abundante e ativo composto encontrado no óleo essencial (Bhakta; Das, 2021). Este fenol apresenta potente atividade inseticida, agindo de maneira eficaz contra diversas pragas, como moscas, mosquitos, formigas, baratas e besouros. O eugenol tem a capacidade de interferir no sistema nervoso de insetos, induzindo paralisia e morte. Estudos demonstraram que ele pode induzir danos irreversíveis aos nervos dos insetos, comprometendo suas funções vitais, como locomoção e alimentação (De Lima Rocha *et al.*, 2024).

Além disso, o eugenol pode atuar como repelente, afastando as pragas de áreas tratadas. Além do eugenol, o acetato de eugenila, um éster presente no óleo, também apresenta atividade repelente e inseticida, embora em menor concentração (Cansian *et al.*, 2016). Este composto age deslocando o comportamento dos insetos, pela perturbação do seu sistema sensorial, que, por conseguinte, os impede de se aproximar de áreas tratadas; em muitas situações, o acetato de eugenila foi utilizado em combinação com outros compostos, aumentando o efeito repelente e inseticida (Gomes *et al.*, 2018).



Outro composto relevante do óleo essencial do cravo-da-índia é o  $\beta$ -cariofileno, um terpenoide, que possui atividade repelente e inseticida. Ele é eficaz principalmente contra pragas como formigas e besouros, realizando a sua ação repelente contra insetos de madeira (Pinto-Zevallos *et al.*, 2013).

### 3. Metodologia

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória quanto aos seus objetivos, e é uma pesquisa mista quanto à abordagem, pois combina técnicas de investigação qualitativas e quantitativas. Isso significa que, ao conduzir esse tipo de pesquisa, os pesquisadores coletam dados que são numéricos (quantitativos) e dados descritivos (qualitativos) (Souza; Kerbauy, 2017).

Para alcançar os objetivos desta pesquisa foi usada a pesquisa bibliográfica, tendo como critério de inclusão a busca de artigos científicos publicados na língua portuguesa ou inglesa que discorriam sobre o potencial do cravo-da-índia para o combate de cupins. Como critério de exclusão para busca se optou por textos incompletos, teses, dissertações, resumos ou artigos que não estivessem relacionados aos cupins como praga alvo.

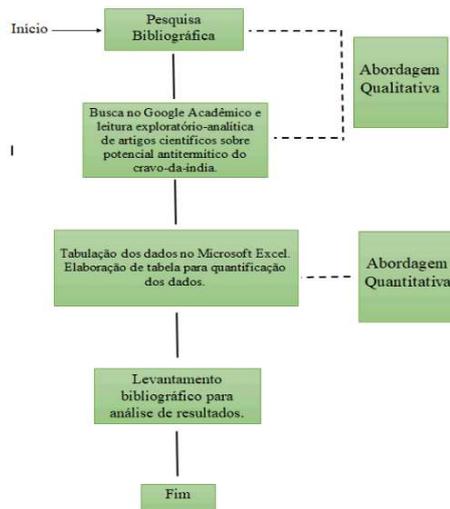
A plataforma de busca utilizada foi o *Google Acadêmico*, com recorte temporal de 2005 a 2024, e a busca foi feita usando as palavras-chaves: "*effect insecticide termites*", "*Syzygium aromaticum*", "efeito inseticida cupins", "*Syzygium aromaticum*"; e foi usado o operador *booleano* "AND" para que somente os artigos científicos que tivessem os termos chaves da busca fossem considerados.

Na busca foram encontradas 1290 fontes em inglês, destas foram selecionados 12 artigos científicos que atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos. Após a seleção, procedeu-se a leitura exploratória e analítica dos artigos para registro de informações relevantes no intuito de responder as questões desta pesquisa.



Após isso, foi construída e preenchida uma tabela em planilha do *Microsoft Excel* contendo as seguintes colunas: autores, substâncias bioativas, concentração da substância, mortalidade, tempo de ação, espécie, tipo de cupim, castas, tipo de composto, órgão da planta e forma de tratamento. As informações da tabela foram quantificadas em porcentagem, e para análise das informações levantadas foi realizado um novo levantamento bibliográfico para analisar os resultados sobre potencial do cravo-da-índia para combater cupins. O percurso metodológico seguido neste estudo está descrito na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma com as etapas da metodologia deste estudo.



Fonte: Autores (2024).

#### 4. Resultados e Discussões

Dos 12 artigos analisados somente sete especificaram as substâncias presentes nos extratos ou óleos usados nos experimentos com cupins. As substâncias presentes foram eugenol,  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno e



acetileugenol. O eugenol em baixas ou altas concentrações matou 100% dos cupins entre 10 minutos e oito dias de observação (Quadro 1).

Nos estudos em que o eugenol estava associado com outras substâncias como  $\beta$ -cariofileno e alfa-humuleno, no óleo essencial ou extrato, a ação antitermítica variou de 80% a 100% em até 48 horas (Quadro 1).

O eugenol é um potente composto com propriedades bactericidas, antimicrobianas, fungicidas, antialérgicas e antissépticas (Barros Gomes *et al.*, 2018). Ele atua interrompendo a sinalização octopaminérgica no sistema nervoso dos cupins, resultando em sua morte. Além disso, estudos identificaram sinais de toxicidade, variações na frequência cardíaca e uma menor interação com os receptores de octopamina nos cupins expostos à substância (De Lima Rocha *et al.*, 2024). O  $\beta$ -cariofileno também afeta o comportamento e aumenta a mortalidade dos cupins. Esses efeitos são atribuídos à ação neurotóxica, que pode interferir nos processos fisiológicos dos insetos, levando à sua morte (Ashitani *et al.*, 2013).

O estudo de Adhikari, Khanikor e Sarma (2022) apontam que a toxicidade do eugenol é um aspecto relevante que deve ser analisado com cautela, uma vez que, em doses elevadas, pode causar danos a espécies não alvos. Os autores exploraram os efeitos do eugenol na mortalidade de larvas de *Aedes aegypti*, mesmo em concentrações reduzidas, demonstrando, assim, a suscetibilidade do *Aedes aegypti* à substância.

Outro ponto de debate é a toxicidade do  $\beta$ -cariofileno, visto que este é um dos compostos presentes nos extratos analisados pelos estudos. Observou-se que o  $\beta$ -cariofileno afetou negativamente o desenvolvimento, os aspectos nutricionais e o imunológico da lagarta-cortadeira, como demonstra a pesquisa de Mahajan *et al.* (2022). Tal resultado indica que o  $\beta$ -cariofileno possui atividade biológica em outra espécie além do cupim.

Buscando compreender a existência de outras espécies vegetais com alto teor de eugenol e das demais substâncias e suas atividades inseticidas,



notou-se que o óleo essencial de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) tem o eugenol como substância majoritária (90%), além de apresentar atividade antioxidante (Pereira; Maia, 2007).

Uma planta amazônica com grande potencial biológico é a copaíba (*Copaifera reticulata* Ducke), tendo em vista suas propriedades anti-inflamatórias e seu alto teor de  $\beta$ -cariofileno. O estudo de Lima (2022) mostrou que o óleo essencial da copaíba apresentou mais de 48% de  $\beta$ -cariofileno, sendo considerado assim o componente majoritário em seu óleo essencial.

Ademais, canela-de-cunhã (*Croton zehntneri* Pax. & K. Hoffm.) (Júnior *et al.*, 2022) possui eugenol; casca-preciosa (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez) possui uma concentração de eugenol variando de 0,8% a 1,7% no óleo e extratos metanólicos obtidos de folhas e galhos, respectivamente, além de  $\alpha$ -humuleno (0,3%) e  $\beta$ -cariofileno (1,6%) em óleo extraído (Silva, 2012); a erva-cidreira (*Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton) possui 10,71% de  $\beta$ -cariofileno no óleo essencial (Ali; El-Beltagi; Nasr, 2011).

Cerca de 80% das espécies de cupins utilizadas nos experimentos foram subterrâneas. As famílias predominantes são a Rhinotermitidae com seis espécies e a Termitidae com cinco espécies. As castas mais utilizadas nos experimentos foram os operários encontrados em 10 estudos, em segundo lugar os soldados, encontrados em quatro artigos. Dos cupins utilizados nos experimentos, apenas dois são encontrados no Brasil, sendo eles: *Microcerotermes eugnathus* e *Macrotermes gilvus* (Subekti *et al.*, 2008). O uso dessas espécies nos estudos pode estar relacionado pelo impacto econômico significativo causado por elas em áreas urbanas e agrícolas, além de sua ampla distribuição geográfica (Costa; Espírito Santo Filho; Brandão, 2009).

Todos os compostos obtidos se mostraram eficientes com mortalidade variando de 80% a 100%. Contudo, os óleos essenciais e o extrato etanólico foram os mais eficientes matando 100% dos cupins nos estudos analisados.



O óleo e extratos acetoados também tiveram ação antitermítica de 100%, contudo a acetona é tóxica e deve ser evitada na produção de extratos. Ashitani *et al.* (2013) corroboram essa análise, demonstrando que solventes mais tóxicos podem interferir na precisão dos resultados, devido ao impacto potencial sobre os organismos alvo e o ambiente.



Quadro 1. Tabulação dos dados levantados de 12 estudos sobre o potencial antitermítico de óleos essenciais e extratos de cravo-da-índia sobre algumas espécies de cupins.

Autor	Substâncias	Concentração	Mortalidade	Tempo	Espécie	Tipo	Casta	Tipo de composto	Órgão da planta	Forma de tratamento
Indrayani; Muin; Yoshimura, 2016	Eugenol	0,10%	100%	3 dias	<i>Coptotermes formosanus</i>	Subterrâneo	operários e soldados	Extrato etanólico	folhas	Papel filtro
Pandey <i>et al.</i> , 2012	Eugenol	79,86%	100%	8 dias	<i>Odontotermes assamensis</i>	Subterrâneo	operários	Óleo essencial	não especificado	Papel filtro
Salem <i>et al.</i> , 2020	Eugenol	99,16%	100%	10 min	<i>Microcerotermes eugnathus</i>	Madeira seca	soldados, operários e ninfas	Óleo essencial	flores secas	Papelão tratado
Xie <i>et al.</i> , 2015	Eugenol	100%	100%	1 dias	<i>Reticulitermes chinensis</i>	Subterrâneo	operários	Óleo essencial destilado acetonado	flores secas	Papel filtro
	acetileugenol	100%	100%	7 dias						
Park e Shin, 2005	Eugenol beta-cariofileno	0,5 µl/l	100%	2 dias	<i>Reticulitermes speratus</i>	Subterrâneo	cupins adultos	Óleo essencial	flores secas	Formigação
Majeed <i>et al.</i> , 2020	Eugenol beta-cariofileno	2%	80%	2 dias	<i>Odontotermes obesus</i>	Subterrâneo	operários	Extrato botânico	flores secas	Papel filtro
Gupta e Sharma, 2011	Eugenol beta-cariofileno alfa-humuleno	0,12%	100%	12 horas	<i>Odontotermes obesus</i>	Subterrâneo	operários	Óleo essencial	flores secas	Papel filtro
Aljedani, 2023	não especificado	0,15µl/l	84%	7 dias	<i>Reticulitermes spp</i>	Madeira seca	operários	Extrato vegetal	flores secas	Atomizador manual
Singh <i>et al.</i> , 2024	não especificado	1ml/l	91%	3 dias	não identificado	Subterrâneo	operários e soldados	Óleo botânico	flores secas	Algodão enxarcado
		0,5ml	81%	3 dias						
Sadiq <i>et al.</i> , 2019	não especificado	2,5ml/l	100%	30min	<i>Coptotermes formosanus</i>	Subterrâneo	cupins adultos	Extrato aquoso acetonado	flores secas	Papel filtro
Batubara; Harahap; Dadang, 2021	não especificado	2%	94,58%	7 dias	<i>Macrotermes gilvus</i>	Subterrâneo	operários e soldados	Extrato de fração polar	folhas	Papel filtro
Lo Pinto <i>et al.</i> , 2023	não especificado	100%	100%	1 dia	<i>Reticulitermes lucifugus</i>	Subterrâneo	operários	Óleo essencial	flores secas	Inalação

Fonte: Autores (2024).



## 5. Conclusão

O presente estudo destacou a importância do cravo-da-índia como uma alternativa promissora e sustentável no controle de cupins. Em um cenário onde a dependência de agrotóxicos causa danos ambientais e à saúde humana, os compostos bioativos dessa planta, especialmente o eugenol, oferecem uma solução eficaz e menos tóxica. Contudo, dada a toxicidade do eugenol, deve-se atentar à concentração dessa substância em óleos essenciais e extratos para não atingir organismos não alvos.

Os resultados obtidos evidenciam que o uso de óleos essenciais do cravo é uma estratégia viável, com altas taxas de mortalidade entre as espécies de cupins, particularmente as subterrâneas. Além disso, a possibilidade de utilização de outros compostos do óleo, como  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno, amplia as perspectivas de aplicação prática.

Apesar dos avanços, é fundamental reconhecer que o estudo possui limitações, como o foco em espécies específicas e a ausência de testes mais amplos em diferentes contextos ambientais. Outra limitação é a pouca informação a respeito de outras espécies de plantas, em especial as amazônicas, e seus efeitos inseticidas. A pesquisa em plantas brasileiras com compostos bioativos similares pode complementar essa abordagem, promovendo soluções mais acessíveis e regionais.

Dessa forma, o estudo contribui para a construção de estratégias alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável, reforçando a busca por práticas agrícolas e urbanas mais responsáveis. Investir em alternativas naturais, como o cravo-da-índia, não só beneficia o meio ambiente, mas também promove a saúde e o bem-estar das comunidades impactadas por pragas.



## Referências

ACIOLI, Agno Nonato Serrão; CONSTANTINO, Reginaldo. A taxonomic revision of the neotropical termite genus *ruptitermes* (isoptera, termitidae, apicotermitinae). **Zootaxa**, v. 4032, n. 5, p. 451-492, 2015.

ADHIKARI, Kamal; KHANIKOR, Bulbuli; SARMA, Riju. Persistent susceptibility of *Aedes aegypti* to eugenol. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 2277, 2022.

AFFONSO, Raphael S. *et al.* Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 2, p. 146-161, 2012.

ALI, Hanaa FM; EL-BELTAGI, Hossam S.; F NASR, Nasr. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of *Aloysia triphylla*. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural & Food Chemistry**, v. 10, n. 8, 2011.

ALJEDANI, Dalal M. Evaluation of Some Plant Extracts Effectiveness on the Termites *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae). **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 32, n. 4, 2023.

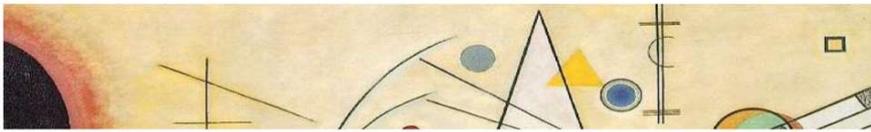
ANTUNES, Lídia Alves *et al.* Seleção de isolados de *Pisolithus* sp. tolerantes ao cupinicida imidacloprida. **Química Nova**, vol. 37, n. 1, p. 95-103, 2014.

ASHITANI, T.; KUSUMOTO, N.; BORG-KARLSON, A. FUJITA, K.; TAKAHASHI, K. Antitermite Activity of  $\beta$ -Caryophyllene Epoxide and Episulfide. **Zeitschrift für Naturforschung C**, vol. 68, no. 7-8, pp. 302-306, 2013.

BARROS GOMES, Paulo Roberto *et al.* Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*). **Revista Colombiana de Ciências Químico-Farmacéuticas**, v. 47, n. 1, p. 37-52, 2018.

BATUBARA, Junianto S.; HARAHAP, Idham Sakti; DADANG, Dadang. Insecticidal activity of *Syzygium aromaticum* leaves and *Allium sativum* bulbs extracts against subterranean termites *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: termitidae). In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2023.

BHAKTA, SONALI; DAS, SHONKOR KUMAR. In praise of the phyto-genic medicinal plant *syzygium aromaticum*: a review. **Turkish Journal Of**



**Agriculture-Food Science and Technology**, v. 9, n. 10, p. 1863-1868, 2021.

CANSIAN, R. L. *et al.* Toxicidade do óleo essencial de cravo e seu éster acetato de eugenila contra artemia salina. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, p. 155-161, 2016.

CONSTANTINO, Reginaldo. **Guia de identificação de cupins**. 2022. Disponível em: <http://www.termitologia.net/> Acesso 28 nov 2024.

COSTA, A. R. T. *et al.* Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & LM Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 13, p. 240-245, 2011.

COSTA, Diego A.; ESPÍRITO SANTO FILHO, Kleber do; BRANDÃO, Divino. Padrão de distribuição de cupins na região urbana de Goiânia. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n. 4, p. 364-367, 2009.

DAVIES, Andrew B. *et al.* Termite mounds differ in their importance for herbivores across savanna types, seasons and spatial scales. **Oikos**, v. 125, n. 5, p. 726-734, 2016.

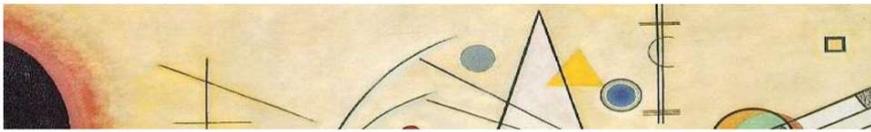
DE LA CRUZ, MÁRCIA NS *et al.* Terpenos em cupins do gênero *Nasutitermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). **Química Nova**, v. 37, p. 95-103, 2014.

DE LIMA ROCHA, Janynne Joyce *et al.* A toxicidade do óleo essencial de cravo-da-índia, *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (Myrtaceae) sobre o ácaro-verde da mandioca, *Mononychellus tanajoa* (bondar)(Acari: Tetranychidae). **Revista Ciência Agrícola**, v. 22, n. Especial, p. 1-4, 2024.

DE SOUZA, Júlio César *et al.* Controle de cupins de montículo em pastagens. **Circular Técnica**, p. 2-6, 2014.

GOMES, Paulo Roberto Barros *et al.* Atividade larvicida do óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) frente ao mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). **Periódico Tchê Química**, v. 15, n. 29, 2018.

GUERREIRO, Julio César; MARESSA, Paola. Iscas alternativas e diferentes posicionamentos em relação às áreas florestais e a ocorrência de cupins na cultura da cana-de-açúcar. **Retec-Revista de Tecnologias**, v. 4, n. 2, 2012.



GUPTA, Aditi; SHARMA, Satyawati; NAIK, S. N. Biopesticidal value of selected essential oils against pathogenic fungus, termites, and nematodes. **International biodeterioration & biodegradation**, v. 65, n. 5, p. 703-707, 2011.

INDRAYANI, Yuliati; MUJIN, Musrizal; YOSHIMURA, Tsuyoshi. Crude extracts of two different leaf plant species and their responses against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. **Nusantara Bioscience**, v. 8, n. 2, p. 226-231, 2016.

JÚNIOR, José Israel Guerra *et al.* Croton sp.: a review about popular uses, biological activities and chemical composition. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e57311225306-e57311225306, 2022.

LIMA, Emily Andressa Santos. **Atividade inseticida e repelente dos óleos essenciais de *Copaifera reticulata*, *Citrus paradisi*, *Lavandula hybrida* e *Salvia sclarea* frente à *Ctenocephalides felis felis***. Dissertação (Ciências Veterinárias) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 2022. 89f.

LIMA, Juliana Toledo; COSTA-LEONARDO, Ana Maria. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, v. 7, p. 243-250, 2007.

LO PINTO, M. *et al.* Assessment of the insecticidal activity of five essential oils used against the subterranean termite *Reticulitermes lucifugus* (Rossi)(Blattodea, rhinotermitidae) in laboratory. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 11, n. 2, p. 64-71, 2023.

MACHADO FILHO, Edson Alves; BARBOSA, Max Damone Queiroz; SILVA, Pablo Lopes. Produção e aplicação do óleo de cravo da Índia como alternativa do controle das larvas do mosquito *Aedes aegypti*. **Rev Acad. Online**, v. 6, p. 1-23, 2020.

MAHAJAN, Evani *et al.* The genotoxic, cytotoxic and growth regulatory effects of plant secondary metabolite  $\beta$ -caryophyllene on polyphagous pest *Spodoptera litura* (Fabricius)(Lepidoptera: Noctuidae). **Toxicon**, v. 219, p. 106930, 2022.

MAJEED, Muhammad Zeeshan *et al.* Comparative bioefficacy of indigenous phytoextracts against subterranean termites *Odontotermes obesus* Ramb.(Isoptera: Termitidae). **Punjab University Journal of Zoology**, v. 35, n. 2, p. 229-238, 2020.



MATOS, L. F. **O poder repelente do óleo essencial do cravo-da-índia sobre o gorgulho do feijão**. Recife: EVEN3 PUBLICAÇÕES, 2024.

MELO, Alexandre Caetano. **PL 6299/2002: uma análise sobre o prisma constitucional, ambiental e alimentar da flexibilização do uso de agrotóxicos no Brasil**. Monografia (Bacharel em Direito/Relações Internacionais) - Faculdade de Ciências Jurídicas e Sociais, Centro Universitário De Brasília, Brasília, 2023. 42f.

MENEZES, Geovânia dos Santos. **Óleos essenciais de *Croton grewioides* e seus compostos majoritários: efeitos letais e subletais sobre o cupim *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Isoptera)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023. 45 f.

PANDEY, Anurag *et al.* Antitermitic activity of plant essential oils and their major constituents against termite *Odontotermes assamensis* Holmgren (Isoptera: Termitidae) of North East India. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 75, p. 63-67, 2012.

PARK, IL-Kwon; SHIN, Sang-Chul. Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4388-4392, 2005.

PARK, IL-Kwon; SHIN, Sang-Chul. Fumigant activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and clove bud (*Eugenia caryophyllata*) oils against the Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4388-4392, 2005.

PEREIRA, Cíntia Alessandra Matiucci; MAIA, June Ferreira. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Food Science and Technology**, v. 27, p. 624-632, 2007.

PINTO-ZEVALLLOS, Delia M. *et al.* Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v. 36, p. 1395-1405, 2013.

RAFAEL, José Albertino *et al.* **Insetos do brasil: diversidade e taxonomia**. 2ª ed. Manaus: Editora Inpa, 2024. 880 p.



SADIQ, S. I. *et al.* Phytochemical constituents and termicidal activity of essential oils from *Syzygium aromaticum* (Clove Bud). **Fudma Journal Of ScienCES**, v. 3, n. 2, p. 220-225, 2019.

SALEM, Mohamed Z. M. *et al.* Anti-termitic activity of three plant extracts, chlorpyrifos, and a bioagent compound (protecto) against termite *Microcerotermes eugnathus silvestri* (Blattodea: Termitidae) in Egypt. **Insects**, v. 11, n. 11, p. 756, 2020.

SILVA, Geverson Façanha da *et al.* **Estudo do potencial biotecnológico de Aniba canelilla (HBK) Mez para obtenção de cosméticos.** Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2012. 116 f.

SINGH, Akriti *et al.* Efficacy of *Mentha piperita* (Peppermint), *Azadirachta indica* (Neem), *Syzygium aromaticum* (Clove), *Brassica nigra* (Mustard) oils on termites. **International Journal of Science and Research Archive**, v. 12, n. 1, p. 322-326, 2024.

SOUZA, Allan Marcel Borquete de. **Inseticidas para o controle de insetos-praga na cultura da cana-de-açúcar:** classificações e modalidades. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica). Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras, Araras, 2023. 51 f.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.

SUBEKTI, Niken *et al.* Potential for subterranean termite attack against five bamboo species in correlation with chemical components. **Procedia Environmental Sciences**, v. 28, p. 783-788, 2015.

SUBEKTI, Niken *et al.* Sebaran dan karakter morfologi rayap tanah *macrotermes gilvus hagen* di habitat hutan alam (distribution and morphology characteristic of *macrotermes gilvus hagen* in the natural habitat). **Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan**, v. 1, n. 1, p. 27-33, 2008.

TAVELLA, Leonardo Barreto *et al.* O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. **Agropecuária Científica no Semi-Árido, Santa Cecília**, v. 7, n. 2, p. 06-12, 2011.



VIEIRA, Gustavo Haralampidou da Costa; ANDRADE, Wagner da Paz; NASCIMENTO, Daniele Maria do. Uso de óleos essenciais no controle do ácaro *Varroa destructor* em *Apis mellifera*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 317-322, 2012.

XIE, Yongjian *et al.* Antitermitic and antifungal activities of eugenol and its congeners from the flower buds of *Syzygium aromaticum* (clove). **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 780-786, 2015.

XUE, Qing *et al.* Recent advances in nutritional composition, phytochemistry, bioactive, and potential applications of *Syzygium aromaticum* L.(Myrtaceae). **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1002147, 2022.