

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Ana Flávia Fabris de Paula
Camilli Mingorance Timporini
Eduardo Pereira dos Santos
Júlia Eduarda Santos Ferreira

FORMICIDA ORGÂNICO A BASE DE CRAVO DA ÍNDIA (*Caryophyllus aromaticus*) E VINAGRE BRANCO NO CONTROLE DAS FORMIGAS LAVA PÉS (*Solenopsis saevissima*).

Fernandópolis
2023

Ana Flávia Fabris de Paula
Camilli Mingorance Timporini
Eduardo Pereira dos Santos
Júlia Eduarda Santos Ferreira

FORMICIDA ORGÂNICO A BASE DE CRAVO DA ÍNDIA (*Caryophyllus aromaticus*) E VINAGRE BRANCO NO CONTROLE DAS FORMIGAS LAVA PÉS (*Solenopsis saevissima*).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de **Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio**, no Eixo Tecnológico de **Produção Industrial**, à Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo, sob orientação do Professor **Alex Lima**

Fernandópolis
2023

Ana Flávia Fabris de Paula
Camilli Mingorance Timporini
Eduardo Pereira dos Santos
Júlia Eduarda Santos Ferreira

FORMICIDA ORGÂNICO À BASE DE VINAGRE PARA CONTROLE DAS FORMIGAS LAVA-PÉS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção da Habilitação Profissional
Técnica de Nível Médio de Técnico **em
Química Integrado ao Ensino Médio**, no
Eixo tecnológico de **Produção Industrial**,
à Escola Técnica Estadual Professor
Armando José Farinazzo, sob orientação
do Professor **Alex Lima**

Examinadores:

Ricardo Henrique Del Grossi

Adriana Cristina Tomya B. Torelli

Alex Lima

Fernandópolis
2023

DEDICATÓRIA

Nós dedicamos nosso trabalho a todos que ajudaram de certa forma. Dedicamos aos familiares, professores, amigos que apoiaram nosso trabalho e acreditaram em nosso sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos pais, irmãos, amigos e professores, que contribuíram sobremaneira para a realização de nosso trabalho. Nosso professor orientador Alex de Lima, pois sem ele nossos objetivos não seriam alcançados, em especial, a Deus, que nos transmitiu força e foco.

EPÍGRAFE

“Nada é permanente, exceto a mudança.”
– Heráclito de Éfes.

FORMICIDA ORGÂNICO À BASE DE VINAGRE PARA CONTROLE DAS FORMIGAS LAVA-PÉS

Ana Flávia Fabris de Paula
Camilli Mingorance Timporini
Eduardo Pereira dos Santos
Júlia Eduarda Santos Ferreira

RESUMO: A química desempenha um papel fundamental em nossas vidas e está frequentemente presente em nosso cotidiano, abrangendo diversas áreas (ZUCCO, 2012). Este estudo se concentra em solucionar os desafios associados ao uso de formicidas orgânicos no combate às formigas-lava-pés (*Solenopsis saevíssima*), visando reduzir os danos causados por essas pragas, em contraste com os impactos ambientais causados por formicidas sintéticos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia de um formicida elaborado a partir de ingredientes naturais, especificamente o óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e o ácido acético encontrado no vinagre, no controle das formigas-lava-pés. Para a condução dos testes e a montagem dos equipamentos, foi disponibilizado o laboratório de química da Escola Técnica Estadual de Fernandópolis, enquanto as formigas foram coletadas na região do campo do Ginásio de Esportes “Beira Rio”, na cidade de Fernandópolis. Os resultados obtidos demonstram que a combinação do óleo essencial com o vinagre apresentou maior eficácia do que as soluções isoladas. Portanto, o formicida composto por óleo essencial e vinagre revelou-se altamente eficaz, indicando que a produção de um formicida à base desses componentes é uma alternativa viável e promissora.

Palavras-chave: Formigas. Vinagre. Óleo essencial. Cravo-da-índia

ABSTRACT: Chemistry plays a fundamental role in our lives and is frequently encountered in our daily routines, spanning across various domains (ZUCCO, 2012). This study focuses on addressing the challenges associated with the use of organic ant baits in the control of "lava-foot" ants (*Solenopsis saevíssima*), aiming to reduce the harm caused by these pests, in contrast to the environmental impacts associated with synthetic ant baits. In this context, the objective of this work is to evaluate the efficacy of an ant bait composed of natural ingredients, specifically clove essential oil (*Syzygium aromaticum*) and acetic acid found in vinegar, for the control of fire ants. To carry out the tests and set up the equipment, the chemistry laboratory at the State Technical School of Fernandópolis was made available, while the ants were collected from the Beira Rio field in the city of Fernandópolis. The results obtained demonstrate that the combination of essential oil and vinegar exhibited higher efficacy than the individual solutions. Consequently, the ant bait composed of essential oil and vinegar proved to be highly effective, indicating that the production of an ant bait based on these components is a viable and promising alternative.

KEYWORDS: Ants. Vinegar. Clove. Essential Oil.

RESUMEN: La química juega un papel fundamental en nuestras vidas y está frecuentemente presente en nuestro día a día, abarcando diversas áreas (ZUCCO, 2012). Este estudio se centra en abordar los desafíos asociados con el uso de formicidas orgánicos en el combate contra las hormigas-lava-pies (*Solenopsis saevissima*), con el objetivo de reducir los daños causados por estas plagas, en contraste con los impactos ambientales causados por los formicidas sintéticos. En este sentido, el propósito de este trabajo es evaluar la eficacia de un formicida elaborado a partir de ingredientes naturales, específicamente el aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) y el ácido acético presente en el vinagre, en el control de las hormigas-lava-pies.

Para la realización de los ensayos y la instalación de los equipos, se utilizó el laboratorio de química de la Escuela Técnica Estatal de Fernandópolis, mientras que las hormigas fueron recolectadas en la región del campo Beira Rio, en la ciudad de Fernandópolis. Los resultados obtenidos demuestran que la combinación del aceite esencial con el vinagre mostró una mayor eficacia que las soluciones por separado. Por lo tanto, el formicida compuesto por aceite esencial y vinagre se reveló altamente eficaz, indicando que la producción de un formicida basado en estos componentes es una alternativa viable y prometedora.

Palabras clave: Hormiguicida. Vinagre. Aceite esencial. Clavo

1. INTRODUÇÃO

As formigas lava-pés têm como seu principal local de concentração lugares úmidos, onde elas acabam construindo seus ninhos. Pode-se ser encontrada frequentemente em jardins, hortaliças, calçadas e em outros locais. (DIANA,2018).

Com maior predominância na região sudeste do país, as invasoras de origem neotropical, denominadas formigas lava-pés (*Solenopsis saevissima*), são dotadas de um veneno altamente potente, sendo uma das principais pragas urbanas no território brasileiro. Ademais, não obstante os riscos provocados à saúde pública, visualiza-se, na economia brasileira, sua interferência direta no setor agropecuário, o que torna preciso a aplicação de investimento em métodos de controle – os quais geram maiores enfermidades ao meio ecológico (SANTOS-PREZOTO, 2016, p. 17 apud GUTRICH et al., 2007).

A partir da conscientização acerca do número exorbitante de tal grupo, visualiza-se que as lavouras tendem a ser as mais afetadas com respectiva circunstância – assim, inúmeros agricultores vêm perdendo suas hortaliças (SANTOS,

2004). Portanto, vários países tiveram como escopo estabelecer um sistema de monitoramento sobre a presença de inseticidas utilizados nas plantações para dizimar pragas contaminadoras do solo (ANVISA, 2006)

As formigas lava-pés podem afetar hortaliças, gerando danos para o agricultor, pois elas podem acabar danificando as folhagens de suas hortaliças. Assim, cortam e levam para os seus formigueiros, onde os fungos irão fazer a degradação dessas hortaliças. Elas têm a capacidade de criar grandes formigueiros, gerando-se uma praga em sua plantação de hortaliças. (DIANA,2018)

Deste modo, as formigas também se tornaram um problema urbano, acarretando prejuízos para a saúde pública, sendo imprescindível a busca por alternativas capazes de promover a sua redução e, posteriormente, não prejudicarem o ambiente de convívio social.

Como as plantas trazem à tona uma composição de compostos voláteis, oriundos do seu metabolismo secundário, leva-se em consideração fontes de substâncias ativas no quesito biológico, logo, se indica a aplicação de compostos bioativos de origem vegetal – pois os produtos sintéticos realçam maior teor de toxicidade (SANTOS-PREZOTO, 2016, p. 17 apud KELSEY, 1984).

Destarte, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um formicida composto por substâncias orgânicas e com eficácia similar a um sintético.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. FORMIGAS LAVA-PÉS

As formigas do gênero *Solenopsis* constituem um grupo taxonômico extremamente considerável, consistindo em uma ampla diversidade com mais de 185 espécies identificadas em várias regiões do mundo. Dentro do contexto brasileiro, a espécie *Solenopsis Saevissima*, comumente reconhecida como a formiga-lava-pés, destaca-se devido às ações negativas provocadas pelo seu grupo (FERNANDES; PREZOTO, H; PREZOTO F., 2016, p. 25).

A Figura 1 a seguir ilustra a espécie abordada.

Figura1. Formiga lava-pés



Fonte: (PESTCONTROL, [s. d.]

A espécie *Solenopsis Saevissima* é uma das mais distribuídas pelo território nacional e que causam diversos impactos econômicos, prejuízos ao bem material e fortes danos à saúde junto ao bem-estar humano, por conta de sua dolorosa picada (DELLA et al, 2012).

2.2. HORTALIÇAS

Hortaliças - a palavra vem do ato de cultivar, são alimentos classificados em grupos de vegetais utilizados como alimentos ricos em nutrientes, produzidas em hortas, elas são conhecidas e apreciadas nas culinárias como verduras e legumes. (HELLEN,2021).

A classificação das hortaliças é dividida entre suas características seja nutritiva ou físicas. Dentro destas classificações temos: **hortaliças tuberosas** que são aquelas que se desenvolve dentro da terra, ou seja, dentro do solo e suas raízes serão utilizadas na produção do alimento. **Hortaliças herbáceas** são aquelas que irão se produzir acima do solo e sua folhagem será produzida na parte superior. **Hortaliças fruto** são aquelas que produzem frutas e precisam passar pelo processo de amadurecimento. (HELLEN,2021).

Figura 2. Plantação de hortaliças realizada pelo cultivo.



Fonte:(LÚCIO JORGE).

A figura 2, como podemos observar é uma plantação de cultivo de hortaliças com diversas variedades de folhagens.

2.3. FORMICIDAS

A princípio, o controle de formigas mostrou-se como um dos critérios mais necessitados de atenção no ramo da agricultura, principalmente em sistemas orgânicos de produção em que formicidas sintéticos ficam desprovidos de qualquer participação (NASCIMENTO et al., 2018, p.2 apud BRASIL, 1999).

Diante disso, aplica-se os famosos pesticidas, considerados como substâncias químicas, naturais ou sintéticas, as quais todas três fontes possuem a mesma finalidade: controlar ou eliminar pragas. O formicida se trata de um produto destinado ao cuidado de formigas, que podem apresentar forma de iscas granuladas, líquidas, gases liquefeitos, pós secos e entre outros. Normalmente, os formicidas mais manipulados no comércio visam ser os sintéticos e naturais (RIBEIRO et al, p. 2, 2008).

2.3.1. Controle de formicida químicos

Atualmente são utilizados formicidas de diversos tipos que são conhecidos nas formas de iscas granuladas, líquidas, gases, pós secos entre outros, e cada um tem sua maneira de aplicação. (RIBEIRO,2008).

O formicida de pós secos e líquidos são aplicados no local em que o formigueiro se encontra. Já os formicidas de iscas graduadas precisam que as formigas carreguem para dentro do ninho e sejam ingeridos para poderem matar e

eliminar os indivíduos existentes, através da aplicação de uma isca atrativa para serem atraídas. (RIBEIRO,2008)

O formicida apresentado no presente trabalho foi desenvolvido de forma a facilitar sua utilização no dia a dia. Optou-se pela maneira de aplicação na forma de spray, que deverá esguichar somente em cima do criadouro, tornando-se mais prático para quem for utilizar.

2.3.2. Tipos de formicidas

Após tantas aplicações do formicida sintético durante à contemporaneidade, percebeu-se os diversos malefícios acarretados para a saúde populacional, tendo como estimativa 70 mil intoxicações agudas e crônicas anualmente, decorrentes do uso de agrotóxicos como o formicida. (CARNEITO et al., 2015).

Este recurso contém substâncias tóxicas capazes de afetar, sobretudo, crianças e idosos devido a sua composição marcada pelos compostos químicos presentes nos piretróides – segundo o Instituto de Pesquisa Saúde e Meio Ambiente Rennes, em 2015. Ademais, os formicidas existentes acabam sendo prejudiciais para o solo e desencadeiam reações alérgicas quando em contato com a pele do indivíduo (TEIXERA, 2010).

Alguns meios de contaminação do solo acontecem pelo uso de inseticidas em grande quantidade, pelo descarte incorreto de suas embalagens em plantações agrícolas ou até mesmo em pequenos jardins residenciais (ANVISA, 2006).

Em outras partes, o uso incorreto de formicida vem aumentando não somente a contaminação no solo, todavia a contaminação dos lençóis freáticos, causando danos e degradação do meio ambiente (ECYDE, 2010).

2.3.3. Formicidas orgânicos

Atualmente encontramos formicidas para eliminar formigas e controlar pragas, na forma de líquido, iscas e em pó. Esses formicidas apresentam em sua

fabricação e propriedades químicas que ajudam no combate de formigas (BARBOSA:SILVA; CARVALHO,2006).

2.3.1. Óleo essencial do *Syzygium Aromaticum*

O cravo-da-índia, conhecido como *Syzygium aromaticum*, tem uma forte importância nas áreas da culinária e medicina tradicional, como também na indústria de perfumes.

Originário das ilhas Molucas, na Indonésia, ele ganhou um grande destaque devido ao seu aroma e suas propriedades medicinais encontradas em sua composição (SILVA, 2018)

Tal recurso apresenta componentes ativos, como compostos bioativos – eugenol, acetato de eugenol, betacariodileno e vanilina. O composto aromático, eugenol tem um forte odor e características capazes de afastar algumas formigas, por conta do seu cheiro intenso que as prejudicam, fazendo que elas não voltem para o local de aplicação, por isso ele é muito usado em inseticidas (SILVA, 2018).

Devido a necessidade de utilizar formicidas de origem vegetal, torna-se possível o manuseio do óleo essencial de cravo-da-índia e vinagre branco. O óleo essencial do cravo-da-índia, caracterizado como inorgânico e com pH alcalino, apresenta naturalmente um cheiro extravagante, o que possibilita o distanciamento das formigas, além de ter componentes inseticidas que causam a sua morte – as quais ficam desorientadas (NOBUO, 2022).

Em suma, a extração do óleo-de-cravo consiste no procedimento específico que envolve a hidrodestilação evitando a decomposição de uma pequena quantidade de compostos orgânicos sensíveis a temperaturas muito altas (SILVA, 2018).

Adiante, observa-se na Tabela 1 os principais componentes nessa substância:

Tabela 1. Principais componentes presentes no óleo do cravo-da-índia

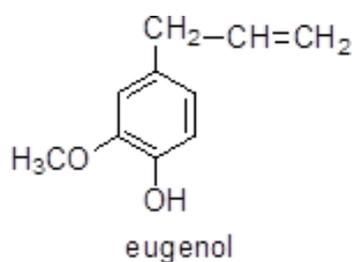
Componentes	Atividade reportadas
Eugenol	Antioxidante ^{6,49} , antimicrobiano ^{6,32,33,35} , Inseticida ⁵⁷⁻⁶¹

β -cariofileno	Inseticida ^{39,42} , fagorrepelente ^{39,62} , anti-flamatorio ^{39,40}
α -humuleno	Anestésico e anti- flamatório ^{38,44}

Fonte: (REVISTA VIRTUAL DE QUÍMICA, 2012)

O β -cariofileno é um dos compostos físicos e químicos mais encontrados dentro das propriedades coligativas do cravo-da-índia tornando-se um princípio ativo. Devido sua composição, atua como inseticida, pelo fato de seu odor peculiar ser um pouco forte para as formigas (AFFONSO,2012).

Figura 3. Fórmula estrutural do eugenol



Fonte: (Histoquímica)

2.3.2. Vinagre

O ácido acético derivado do vinagre, apesar de não ter uma comprovação de sua eficácia como um agente inseticida, é muito utilizado no combate de pragas como um inseticida caseiro, por ser uma substância de fácil acesso (STADLER, 2009).

Por conta de seu teor e pH ácido ele atua como um bom inseticida para o controle de pragas urbanas que podem atacar lugares com entulhos, vasos de plantas, úmidos, entre outros (STADLER, 2009).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso foi realizado através de pesquisas bibliográficas, sobre a problemática que as formigas lava-pés podem ocasionar, baseando-se em artigos científicos e artigos acadêmicos. Caracterizou -se

como pesquisa experimental, utilizando-se do laboratório de química para a extração do óleo essencial do cravo-da-índia pelo método de hidrodestilação. Para analisar a eficácia do formicida foram coletadas algumas amostras de formigas lava-pés, sendo armazenadas em um sistema de formigueiro sintético.

4. DESENVOLVIMENTO

Utilizou-se de experimentos práticos para a realização do formicida, no laboratório aplicou-se as etapas de maceração do cravo-da-índia, posterior extração do óleo essencial, separação dos hidrolatos, formulação dos formicidas, medição do pH, correção do pH das soluções, teste de eficácia das soluções.

Os procedimentos internos ocorreram no laboratório de química e microbiologia da escola Etec “Prof. Armando José Farinazzo” . E os experimentos externos foram realizados através da aplicação do formicida diretamente em formigueiros localizados no campo de futebol do ginário de esportes “Beira Rio”.

4.1. MATERIAIS E REAGENTES

Tabela 2. Materiais e reagentes utilizados em todo o procedimento:

Materiais	Reagentes
Almofariz	Casca de ovo
Água destilada	Cravo-da-índia
Balança analítica	Vinagre
Béquer	
Bico bunsen	
Condensador	
Erlenmeyer	
Faca	
Funil destilação	
Garra	

Pipeta de pauster	
Pistilo	
Rolha	
Suporte universal	
Tela de amianto	
Termômetro	
Tripé	
Mangueira	

Fonte:(Dos próprio autores,2023)

4.2. MACERAÇÃO DO CRAVO-DA-ÍNDIA

Realizou-se o processo de maceração do cravo-da-índia com o auxílio do material almofariz e pistilo. Após realizado esse processo de maceração, ele ficou igual a Figura 3 a seguir:

Figura 4. Maceração cravo-da-índia



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

Através do processo de maceração obteve-se os resultados dos cravos em pequenos pedaços, sendo mais facilmente de auxiliar no método de hidrodestilação, contudo a intenção de realizar esse processo é aumentar a superfície de contato e mais facilidade na extração.

4.3.SISTEMA DE EXTRAÇÃO DO CRAVO-DA-ÍNDIA

A extração do óleo essencial do cravo-da-índia utilizou-se o método de extração por hidrodestilação, que consiste na técnica de volatilizar e logo após condensar, formando uma mistura de vapor de água juntamente com os principais componentes voláteis do vegetal (SARTOR,2009)

Realizou-se o procedimento da montagem dos equipamentos que serão utilizados para a extração do óleo essencial, neste processo de extração utilizou-se o método de hidrodestilação. Estabeleceu-se os sistemas com os principais materiais que seriam utilizados para a extração do óleo essencial do cravo-da-índia.

Figura 4. Sistema de hidrodestilação para a extração do óleo essencial



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

O equipamento utilizado no processo de hidrodestilação, com o auxílio do condensador que realiza o processo de condensação, onde o vapor do óleo essencial se transformará em estado líquido, finalizando-se o processo da extração do óleo essencial derivado do cravo-da-índia.

4.3. SEPARAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL E HIDROLATOS

Coletou-se o óleo essencial produzido pelo processo com o auxílio de um béquer, para colocar no funil de decantação com objetivo de separar a água remanescente do processo de hidrodestilação, do óleo essencial do cravo.

Figura 5. Separação do hidrolato do óleo essencial



Fonte:(próprio autor).

Neste processo deixou-se apenas a concentração no funil do hidrolato e do óleo essencial filtrado para o béquer.

4.4. FORMULAÇÃO DO FORMICIDA

Na formulação do formicida utilizou-se como principal agentes o vinagre e o óleo essencial do cravo-da-índia. Com o auxílio de uma pipeta de 1 mL, fez-se o uso da mesma quantidade da essência do óleo do cravo-da-índia, despejando em balão volumétrico e completando o volume de 10 mL de vinagre, homogeneizando.

Iniciou-se uma solução com a adição de 1 mL de óleo essencial e em um balão volumétrico, adicionou-se 9 mL de água. Posteriormente, em outra solução adicionou-se em um balão volumétrico somente a solução de vinagre.

Novamente, preparou-se uma solução com a adição da casca do ovo, para corrigir o valor do seu pH, após a lavagem da casca do ovo foi colocado em recipiente apropriado e posteriormente, na estufa para secagem.

Após realizar o processo, triturou-se a casca do ovo seca com o auxílio de um pistilo e almofariz, para que diminuísse o seu tamanho transformando-a em pó.

Gradativamente se adicionou a casca do ovo, realizando-se as medições do valor do pH com o auxílio da fita , obtendo-se o pH desejado.

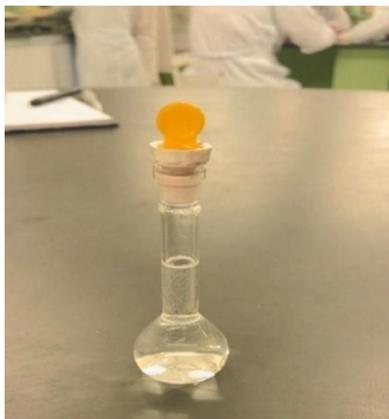
Figura 6. Solução formicida óleo essencial e vinagre



Fonte:(Dos próprios autores,2023)

No preparo desta solução optou-se pela realização da solução com uma concentração mais elevada do ácido acético, formando-se a primeira solução de teste com pouca concentração de óleo essencial – como destacado na figura 6.

Figura 7. Solução formicida óleo essencial e água



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

Nesta solução foi misturado apenas óleo essencial e água análise da eficácia dentro do formicida.

4.5. TESTE DE CONTROLE DO PH

Os testes de controle de pH foram realizados no laboratório de química com o auxílio da fita de pH. Analisou-se a acidez do formicida, como o escopo de não evitar a criação de um formicida ácido para o meio ambiente.

O primeiro teste realizado foi a medição da solução que estava composta de óleo essencial do cravo-da-índia e vinagre.

Figura 8. Primeiro teste de acidez da solução



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

O teste de pH foi utilizado para verificar a acidez no formicida, e obtendo um pH baixo, utilizou-se da casca do ovo para elevá-lo.

4.6. Correção do pH

A correção do pH é realizada para indicar os índices apropriados dentro dos parâmetros do pH. São realizadas análises para a medição com o auxílio de fita de pH ou pHmetro (LUIZA ,2022).

Para a correção do pH optou-se pelo método de utilização da casca de ovo, que devido a sua propriedade coligativa de cálcio, auxiliou na correção do pH.

Adicionou-se a casca do ovo na solução que era composta por óleo essencial do cravo-da-índia e vinagre, homogeneizou-se para misturar os ingredientes e a casca até a dissolução no líquido. Através da fita de pH foi realizada a medição.

Figura 9. Teste realizado após correção do pH



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

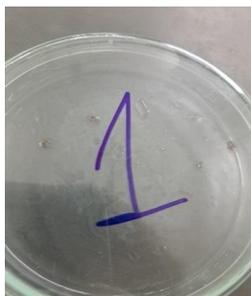
Devido à correção do pH com o princípio ativo da casca de ovo obteve-se o pH 6. A casca do ovo, é rica em carbonato de cálcio (CaCO_3) aumenta o pH, quando dissolvido em substâncias aquosas, libera íon hidroxila que vão reagir com os íons de hidrogênio na solução elevando o pH.

4.7. TESTE DE EFICÁCIA NO LABORATÓRIO

Os testes foram realizados com aplicação dos formicidas em 03 formigueiros encontrados em lugares diferentes.

Capturou-se algumas formigas para a realização dos testes práticos no laboratório, adicionando 5 formigas em cada placa de petri, contendo em cada uma, um tipo de solução formicida. Foi cronometrado o tempo de atuação do formicida até a constatação da morte de todas as formigas.

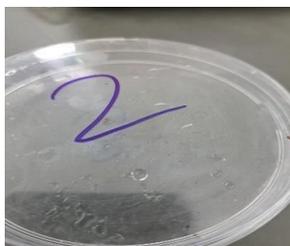
Figura 10. Primeiro resultado da aplicação do formicida no primeiro teste de eficácia.



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

No teste 1 foram utilizadas 5 formigas, contendo na placa de petri a **solução de vinagre e óleo essencial do cravo-da-índia**.

Figura 11. 2º Teste de eficácia



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

No teste de eficácia 2 realizou-se a aplicação da solução composta por **óleo essencial do cravo da índia e água**, utilizando-se do mesmo processo de cronometragem do tempo.

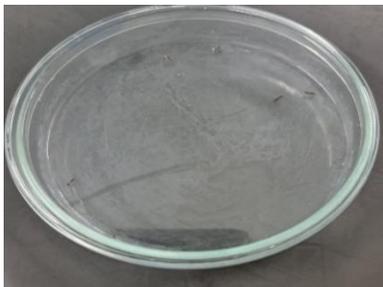
Figura 12. 3º Teste de eficácia



Fonte:(Dos próprios autores,2023)

No teste de eficácia 3 realizou-se a aplicação da solução composta pelo **componente de ácido acético**, utilizando-se do mesmo processo de cronometragem do tempo.

. Figura 13. 4º Teste de eficácia do óleo essencial isolado



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

O quarto teste foi realizado utilizando apenas o óleo essencial do cravo-da-índia, para análise de sua eficácia sem nenhuma base no combate das formigas lava-pés, utilizando-se do mesmo processo de cronometragem do tempo.

Figura 14. 5º Teste de eficácia após correção pH



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

No quinto teste, após a correção do pH na solução de vinagre e óleo essencial, utilizando-se o princípio ativo da casca de ovo, capturou-se 5 formigas utilizando do mesmo processo da placa de petri, utilizando-se do mesmo processo de cronometragem do tempo.

4.9 APLICAÇÃO LOCAL NOS FORMIGUEIROS

Os testes nos formigueiros supracitados foram realizados com a utilização de 03 tipos de soluções: óleo essencial do cravo-da-índia com vinagre; óleo essencial com água e somente a utilização do vinagre.

Em cada formigueiro foi aplicada uma solução diferente, analisando o resultado durante 03 dias.

Figura 15. 1ª local de aplicação



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

Aplicou-se no formigueiro, a solução composta por **vinagre e óleo essencial do cravo-da-índia**. Foi aplicado apenas na superfície do formigueiro por conta da pouca quantidade disponível da solução.

Figura 16. 2ª local de aplicação



Fonte(Dos próprio autores,2023)

Na figura 16 aplicou-se a solução do óleo essencial cravo-da-índia e água. Foi aplicado apenas na superfície do formigueiro por conta da pouca quantidade disponível da solução

Figura 17. 3º lugar de aplicação



Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

No formigueiro 3 da figura 17, aplicou-se a solução composta apenas pelo componente ácido acético 4% obtido a partir do vinagre branco.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Processo de hidrodestilação

Através do processo da hidrodestilação resultou-se na obtenção do óleo essencial do cravo da Índia, no qual conseguiu-se extrair uma pequena quantidade do óleo equivalente a 2mL.

5.2 Correção de pH

Os resultados que foram obtidos através do processo do pH foram seguintes abaixo:

- a) No primeiro pH que se mediu quando a solução estava sem correção

obteve-se um pH 3, verificando-se os parâmetros de acidez, ela estava ácida.

b) No segundo, após correção do seu pH, com a utilização da casca de ovo. mediu-se o pH da solução que resultou no valor de pH 6, observou-se que o pH estava ideal para o solo.

5.3 Testes laboratoriais

Os testes de eficácia do produto foram efetuados no laboratório. Cada teste foi realizado sequencialmente e no mesmo dia. Os resultados esperados eram que no teste que foi aplicado a **solução do óleo essencial do cravo-da-índia e o do vinagre** tivesse uma maior eficácia na mortalidade das formigas, neutralizando-as de forma mais rápida e eficaz.

Desta forma, foram realizados alguns testes com os reagentes separados e juntos.

Quadro 2.

Testes	Formigas	Tempo	Mortalidade
10% óleo essencial + 90% vinagre	5	5:00	20%
10% óleo essencial + 90% de água	5	5:00	0%
Vinagre	5	5:00	0%
10% óleo essencial cravo da índia	5	5:00	20%
Após correção do pH	5	5:00	0%

Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

Após cinco minutos da aplicação da solução observou-se que tanto o óleo essencial do cravo-da-índia e vinagre, quanto o óleo essencial do cravo-da-índia isolado, **tiveram uma taxa de 20% de mortalidade**, enquanto as demais soluções não apresentaram nenhum resultado.

Quadro 3.

Testes	Formigas	Tempo	Mortalidade
10% óleo essencial + 90% vinagre	5	10:00	60%
10% óleo essencial + 90% de água	5	10:00	40%
Vinagre	5	10:00	20%
10% óleo essencial cravo da índia	5	10:00	40%
Após correção do pH	5	10:00	80%

Fonte: (Dos próprios autores, 2023)

Decorridos dez minutos da aplicação das soluções, todas apresentaram alguns resultados de mortalidade.

O teste mais eficaz foi o que utilizou a solução composta de **óleo essencial do cravo-da-índia e vinagre com a correção do pH**, apresentando uma **mortalidade de 80%**, seguido pela mesma solução sem a correção do pH que apresentou a **mortalidade de 60%**.

A solução de vinagre isolado, apresentou a menor taxa de mortalidade após o tempo de dez minutos mostrando uma dificuldade na neutralização das formigas

Quadro 4.

Testes	Formigas	Tempo	Mortalidade
10% óleo essencial + 90% de vinagre	5	12:24	100%
10% óleo essencial + 90% de água	5	19:48	100%
Vinagre	5	32:25	100%
10% óleo essencial cravo-da-índia	5	16:45	100%
Àpos correção pH	5	11:54	100%

Fonte:(Dos próprio autores,2023)

O teste realizado no laboratório com o óleo essencial do cravo-da-índia e o vinagre, demonstrou resultados com a **mortalidade de 100%** das formigas em **12:24 segundos**. O teste 5 com a mesma solução, portando houve a correção de pH para que ele não fosse prejudicial ao solo o pH inicial era 3, e após a correção ficou 6, apresentou uma grande eficácia na **mortalidade de 100% em 11:54 segundos**.

Os testes 2 e 3 foram os que mais demoraram para apresentar alguma eficácia, onde neles foram testados o óleo do cravo-da-índia e água, e o outro teste apenas vinagre que foi o mais insatisfatório pelo seu longo tempo para apresentar algum resultado.

A eficácia do quarto teste demonstrou que o óleo essencial do cravo-da-índia tem um melhor desempenho de quando é aplicado com uma solução aquosa, se tornando mais eficaz isolado por ser mais concentrado sem a presença da solução aquosa.

Portanto a análise dos testes foi possível determinar que, quando o óleo essencial do cravo-da-índia está junto com o vinagre possuem um melhor desempenho contra as formigas lava-pés, quando é aplicado apenas o óleo essencial do cravo-da-índia demonstra resultados satisfatórios, porém quando misturado numa solução aquosa, o óleo essencial perde sua eficácia no combate das mesmas..

5.4 Testes locais

Os testes de aplicação no local dos formigueiros obtiveram resultados de que no formigueiro da figura 15, após o retorno do local nos dias seguintes observou-se que na superfície onde foi aplicado a solução não havia nenhuma formiga no local, as formigas haviam feito um outro caminho evitando onde o produto foi aplicado, a análise foi feita por 3 dias consecutivos depois não foi possível mais analisar pela chuva.

A aplicação do local do formigueiro da figura 16 aplicou-se a solução de óleo essencial e água, os resultados dos dias seguintes não apresentaram mudança no formigueiro em nenhum dos 3 dias após a aplicação do produto.

Na figura 17 aplicou-se a solução de vinagre, analisou-se que ao entrar em contato com o formigueiro, as formigas recuaram para evitar a solução derramada na superfície do ninho. Nos dias seguintes não foram apresentadas nenhuma mudança no formigueiro.

Os resultados obtidos através da aplicação não foram tão eficazes, toda via apresentaram um inibição do caminho percorrido pelas formigas, mas não houve uma grande taxa de mortalidade notável na população.

6. CONCLUSÃO

Nas condições que os testes foram efetuados, pode concluir que:

O óleo essencial do cravo-da-índia juntamente com o vinagre apresentou um potencial inseticida contra formigas *Solenopsis saevissima*.

A solução aquosa juntamente com o óleo essencial do cravo-da-índia apresentou uma perda de potencial já que o teste que utilizou apenas o óleo essencial do cravo-da-índia apresentou resultados mais eficazes no combate;

Que devido os fatores das chuvas nos dias que realizamos a aplicação nos formigueiros não foram tão eficazes;

Recomenda-se a utilização do óleo essencial do cravo-da-índia com a base de ácido acético do vinagre para o controle de formigas lava pés (*solenopsis saevissima*), por ser eficaz no combate dessas pragas e não apresentar riscos para o meio ambiente como os formicidas orgânicos apresentam;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGROOLLAINE, **Formicidas: naturais, orgânicos.** Disponível em:<<https://blog.agroline.com.br/formicidas/>>. Acesso em: 18 nov.2023.

BOLÍVAR, G. **Piperidina: estrutura, síntese, derivados, reações.** Disponível em:<<https://www.lifeder.com/piperidina/>>. Acesso em: 16 out. 2023.

LÚCIO. **Imagem de plantação de hortaliças áreas ruais.** Disponível em:<<https://www.blogdoluciosorge.com.br/hortas-e-fazendas-verticais-mudam-zona-urbana/>>. Acesso em: 13 nov.2023.

ELISA, PREZOTO. **Controle de formigas lava pés.** Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Brás Revista.

EMBRAPA, **Hortaliças como alimentos funcionais classificação.** Disponível em:< [SciELO - Brasil - Hortaliças como alimentos funcionais classificação/](#)> Acesso 17 de nov 2023.

FERNANDES; PREZOTO, H; PREZOTO F. **Formigas lava-pés em ambientes urbanos: Bioecologia e riscos no ambiente.** Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Ces Revista.

FIT TOXICOLÓGICAS, **Ácido acético suas propriedades.** Disponível em:<<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp>>>Acesso em:18 agosto 2023.

HELEN ELISA R., **Manual da horta.** Disponível em:< [Helen Elisa C. R. Bevilacqua - Manual Da Horta | PDF | Revolução Verde | Alimentos \(scribd.com\)](#)>Acesso em: 22 agosto 2023.

MAAKAROUN, B. **Pesquisa brasileira busca entender hábitos da formiga lava-pé.** Correio Braziliense. Disponível em:< https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2015/04/27/interna_ciencia_saude,480902/pesquisa-brasileira-busca-entender-habitos-da-formiga-lava-pe.shtml>. Acesso em: 15 out. 2023.

NASCIMENTO et al. **Controle de formigas cortadeiras na produção orgânica de frutas, com utilização de isca biológica.** Embrapa. Cruz das Almas, BA.

PESTCONTROL. **Formigas lava pé.** Disponível em: <<https://www.sgspestcontrol.com.br/biopragas/formiga-lava-pe/>>. Acesso em: 16 out. 2023

RESVISTA. **Propriedades coligativas do óleo essencial cravo da Índia.** Disponível em:<Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia | Revista Virtual de Química (sbq.org.br). Acesso em: 25 out 2023.

SANTOS-PREZOTO, H. **Formigas lava-pés *Solenopsis saevissima* (SMITH, 1855): Do voo nupcial ao controle populacional.** Universidade Federal de Juiz de Fora.

DIANA. **Propriedades do cravo da Índia.** Disponível em:<Repositório Institucional da UFPB: Avaliação das propriedades tóxicas anti-inflamatórias e cicatrizantes do extrato de cravo-da-Índia *Syzygium aromaticum* (L) Merr. & LM Perry/> Acesso em: 11 set 2023.