

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**USO DO EXTRATO DA ERVA DE PASSARINHO (*Struthanthus flexicaulis*) NO
CONTROLE DE FORMIGAS (*Solenopsis invicta*)**

PARINTINS – AM

JUNHO/2025

JOHNEY GARCIA DA COSTA

**USO DO EXTRATO DE ERVA DE PASSARINHO (*Struthanthus flexicaulis*) NO
CONTROLE DE FORMIGAS (*Solenopsis invicta*)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Parintins, da Universidade do Estado do Amazonas como requisito obrigatório ao Trabalho de Conclusão de Curso e obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Cynara Carmo Bezerra

**PARINTINS – AM
JUNHO/2025**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a). **Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

C838u Costa, Johney Garcia da
Uso do extrato de erva de passarinho (*Struthanthus flexicaulis*) no controle de formigas (*Solenopsis invicta*) / Johney Garcia da Costa .
Manaus : [s.n], 2025.
57 f.: color.; 21,0 cm.

TCC - Graduação em Ciências Biológicas-
Licenciatura Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.
Inclui Bibliografia.
Inclui Apêndice.
Orientador: Cynara Carmo Bezerra.

1. Controle Biológico. 2. Erva-de-passarinho. 3. Extratos vegetais.
4. Formigas. I. Cynara Carmo Bezerra (Orient.) II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)57

JOHNEY GARCIA DA COSTA

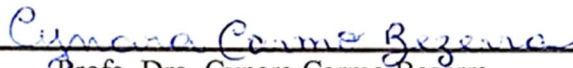
**USO DO EXTRATO DE ERVA DE PASSARINHO (*Struthanthus flexicaulis*) NO
CONTROLE DE FORMIGAS (*Solenopsis invicta*)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Parintins, da Universidade do Estado do Amazonas como requisito obrigatório ao Trabalho de Conclusão de Curso e obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Cynara Carmo Bezerra

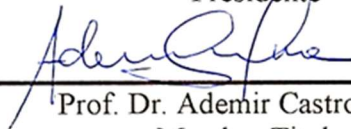
Aprovado em 06 de 06 de 2025 pela Comissão Examinadora.

BANCA EXAMINADORA




Profa. Dra. Cynara Carmo Bezerra

Presidente



Prof. Dr. Ademir Castro e Silva

Membro Titular



Prof. Dr. Adailton Moreira da Silva

Membro Titular

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, por me guiar e dar forças durante todo o processo que passei até a elaboração deste trabalho.

Agradeço a minha família por todo apoio durante essa caminhada, que sempre me apoiou e incentivou a buscar meus sonhos, sem o amor e compreensão de vocês eu não chegaria aqui.

Agradeço a minha orientadora Dra. Cynara Carmo Bezerra, pela orientação, paciência e o apoio, sua experiência e conselhos foram fundamentais para o desenvolvimento deste TCC.

Aos meus colegas e amigos Robson Emanuel Garcia Baraúna e Jose Carlos Zanotto Júnior, agradeço a colaboração e pelas trocas de ideias que tornaram essa jornada mais leve e inspiradora, vocês foram parte da realização deste projeto.

Por fim, agradeço a todos que participaram e aos profissionais que contribuíram com seus conhecimentos e experiência, este trabalho é resultado de um grande esforço e eu sou grato a todos que fizeram parte desta trajetória.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial inseticida e repelente dos extratos aquoso, hidroalcoólico e alcoólico da erva-de-passarinho (*Struthanthus flexicaulis*) no controle de formigas (Hymenoptera: Formicidae). As formigas são consideradas uma praga notória, que representam um desafio significativo para agricultura, também prosperando em áreas urbanas, então sua presença pode impedir atividades ao ar livre. Os ninhos podem ser construídos sob estruturas como pavimentos e fundações, o que pode causar problemas estruturais ou derrubá-los. São, tradicionalmente, controladas com inseticidas sintéticos que, apesar de eficazes, apresentam sérias consequências ambientais e contribuem para o desenvolvimento de resistência nos insetos. Diante disso, buscou-se investigar alternativas sustentáveis e menos agressivas ao meio ambiente, para isso os extratos foram preparados para avaliar a mortalidade e repelência das formigas em diferentes concentrações. O material vegetal foi coletado em Parintins/AM. Os testes foram aplicados com duas concentrações de 5% e 8%, do extrato foliar aquoso, hidroalcoólico e alcoólico. Os resultados indicaram que o extrato alcoólico, na concentração de 5%, apresentou a maior taxa de mortalidade, 80%, este mesmo extrato, demonstrou maior efeito na repelência. O extrato aquoso também teve efeito significativo, embora menos pronunciado. Esses resultados sugerem que a erva-de-passarinho pode ser uma ferramenta promissora para o manejo integrado de pragas, contribuindo para a redução do uso de inseticidas químicos e seus impactos negativos, estudos futuros são recomendados para aprofundar a compreensão dos mecanismos e ação dos extratos e sua aplicabilidade em diferentes culturas agrícolas.

Palavras-chave: Controle Biológico; Erva-de-passarinho; Extratos vegetais; Formigas.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the insecticidal and repellent potential of the aqueous, hydroalcoholic, and alcoholic extracts of the birdweed (*Struthanthus flexicaulis*) in controlling ants (Hymenoptera: Formicidae). Ants are considered a notorious pest that represents a significant challenge for agriculture, also thriving in urban areas, so their presence can hinder outdoor activities. Nests can be built under structures such as pavements and foundations, which can cause structural problems or collapse them. They are traditionally controlled with synthetic insecticides that, although effective, have serious environmental consequences and contribute to the development of resistance in insects. In light of this, we sought to investigate sustainable and less harmful alternatives to the environment; for this, the extracts were prepared to evaluate the mortality and repellency of ants at different concentrations. The plant material was collected in Parintins/AM. The tests were applied with two concentrations of 5% and 8% of the aqueous, hydroalcoholic, and alcoholic leaf extract. The results indicated that the alcoholic extract at a concentration of 5% showed the highest mortality rate of 80%, this same extract showed a greater effect in repellent action. The aqueous extract also had a significant effect, although less pronounced. These results suggest that mistletoe may be a promising tool for integrated pest management, contributing to the reduction of chemical insecticide use and its negative impacts. Future studies are recommended to deepen the understanding of the mechanisms and action of the extracts and their applicability in different agricultural crops.

Keywords: Biological Control; Mistletoe; Plant extracts; Ants

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Material botânico	16
Figura 2 - Armazenamento na geladeira	16
Figura 3 - Secagem na estufa.....	17
Figura 4 - Raspagem dos extratos.	18
Figura 5 - Preparação do extrato no rotoevaporador.....	19
Figura 6 - Rotaevaporador em funcionamento.....	19
Figura 7 - Retirada do extrato do balão de vidro.....	20
Figura 8 - Extratos nas diferentes concentrações	20
Figura 9 - Arena de experimental para bioensaios, projetada para avaliar o comportamento das formigas-de-fogo (<i>Solenopsis invicta</i>), em resposta a diferentes extratos.....	22
Figura 10: evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato alcoólico.....	24
Figura 11: evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato hidroalcoólico	25
Figura 12: evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato aquoso.....	26
Figura 13: Mortalidade (%) de formigas num período de 3 e 4 dias, nas concentrações de 5% e 8%. respectivamente. Letras diferentes significam que existe diferença estatística a 5% de significância no Teste Mann-Whitney para médias de porcentagens sem normalidade.....	27
Figura 14: resultado do teste de repelência dos extratos, concentração 5%	28
Figura 15: resultado do teste de repelência dos extratos, concentração 8%	29

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 OBJETIVOS	11
1.1 Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Erva de passarinho <i>Struthanthus Flexicaulis</i> e seus compostos químicos	12
2.2 Extratos vegetais.....	13
2.3 Composição dos extratos vegetais	14
2.4 Métodos de extração	14
2.5 O controle biológico de pragas	14
2.6 Interações ecológicas e sustentabilidade	15
3 MATERIAS E METODOS	15
3.1 Coleta de material botânico	15
3.2 Preparação dos extratos	16
3.3 Bioensaios em arena avaliação simultânea de repelência e mortalidade	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Extrato alcoólico.....	23
4.2 Extrato hidroalcoólico	25
4.3 Extrato aquoso	25
4.4 Repelência de extratos vegetais	27
5 Conclusão	30
Referências Bibliográficas	31
Apêndice	33

INTRODUÇÃO

O controle de pragas agrícolas e de jardins é um desafio constante para agricultores, jardineiros e pesquisadores, devido aos danos que insetos como formigas, gafanhotos e pulgões podem causar às plantações e cultivos. A busca por métodos de controle eficazes e sustentáveis tem levado ao interesse crescente em substâncias naturais com potencial repelente e inseticida. Nesse contexto, o extrato da erva-de-passarinho (família Lorantacea), tem despertado atenção devido às suas propriedades potenciais no controle de pragas. Esta planta parasita possui compostos químicos que indicam atividade repelente e inseticida, tornando-a uma candidata promissora para o manejo integrado de pragas em sistemas agrícolas e de jardinagem. A compreensão do potencial do extrato de erva-de-passarinho, no controle de formigas (Himenoptera, Formicidae), pode contribuir significativamente para a redução do uso de pesticidas sintéticos, minimizando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana.

A busca por alternativas naturais para o controle de pragas tem sido impulsionadora por demandas ambientais e pela necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis. Extratos vegetais são uma opção promissora, pois contêm compostos com a ação inseticida e biodegradável, reduzindo impactos ecológicos. Além disso, uso de bioinseticidas pode minimizar resistência dos insetos, promovendo a maior eficiência no manejo integrado de pragas.

O uso intensivo de inseticidas químicos tem gerado resistência em populações de insetos, além de causar impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo e da água. Isso levanta a necessidade urgente de explorar novas fontes de controle, como os bioinseticidas derivados de plantas. No entanto, embora existam diversos estudos sobre extratos vegetais no controle de insetos, ainda há lacunas no conhecimento sobre o potencial inseticida da erva-de-passarinho (*Struthanthus flexicaulis*).

A erva-de-passarinho é uma planta amplamente distribuída no Brasil e, se seus extratos demonstrarem eficácia no controle de formigas, poderá ser explorada como uma nova fonte de biopesticida. O estudo contribui para o avanço do conhecimento científico e pode ter implicações diretas na agricultura e no controle de pragas urbanas.

Diante desse cenário, o uso de substâncias naturais de origem vegetal tem sido amplamente estudado como alternativa sustentável para o manejo integrado de pragas. A erva-de-passarinho, conhecida por seu caráter parasitário em diversas espécies arbóreas, contém metabólitos secundários que podem apresentar efeitos inseticidas e repelentes. Além disso, a utilização de substâncias naturais pode promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo investigar o uso do extrato da erva-de-passarinho como alternativa no controle das populações de formigas, visando não apenas à proteção das plantas, mais também à promoção de uma agricultura sustentável e a preservação da biodiversidade.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a eficácia dos extratos aquoso, hidroalcoólico e alcoólico da erva-de-passarinho na ação como agente repelente ou inseticida no controle das populações de formigas, visando contribuir para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis e eficazes de manejos de pragas e ambientes agrícolas e de jardinagem.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir extratos aquoso, hidroalcoólico e alcoólico da erva-de-passarinho, em diferentes concentrações (5 e 8%).
- Avaliar a eficácia no controle das pragas através de experimentos controlados (em laboratório) para determinar a eficácia dos extratos da erva-de-passarinho no controle das populações de formigas, observando o comportamento e a taxa de mortalidade desses insetos, isso inclui avaliar o efeito repelente dos extratos.
- Analisar, estatisticamente, os dados obtidos para determinar a significância dos efeitos observados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ERVA-DE-PASSARINHO (*Struthanthus flexicaulis*) E SEUS COMPOSTOS QUÍMICOS

A erva de passarinho (*Struthanthus flexicaulis*) é uma planta semiparasita pertencente à família santalácea. Ela se desenvolve sobre galhos de diversas árvores, como carvalhos, macieiras, videiras, mangueiras, laranjeiras e outras, retirando delas água e nutrientes. Estudos recentes indicam que os compostos fenólicos presentes nas folhas da erva-de-passarinho possuem atividade inseticida, sendo uma possível fonte de bioinseticidas (SILVA *et al.*, 2020).

As ervas de passarinho são plantas perenes, com folhas verdes, que se fixam nos galhos e troncos da planta hospedeira (árvores e arbustos) onde se desenvolvem vigorosamente e ocupam partes ou quase a totalidade da copa. Pela emissão de raízes especiais (haustórios), que atravessam a casca do hospedeiro, retiram água e sais minerais. São consideradas plantas hemiparasitas porque também realizam a fotossíntese, o que permite metabolizar substâncias orgânicas para o seu desenvolvimento. Devido a essas características, são independentes de um contato com o solo, sendo, na maioria dos casos encontrada nos galhos de árvores. Essas especificações certamente contribuem para a sua grande capacidade de proliferação e as tornam muito resistente a erradicação (D. TATTAR, 1998; L. ROTTA, 2001; J. A TAINTER, 2002).

Planta perene, com ramificações dicotômicas e folhas suculentas, coriáceas de coloração verde brilhante, flores pequenas, amarelas esverdeadas, agrupadas e densas, frutos brancos, perolados ou amarelados, que contém uma única semente, o fruto é ovoide do tipo baga, pequeno em *Oryctanthus*, *Oryctina*, *Struthanthus* e médio em *Psittacanthus*. A dispersão dos frutos de ervas-de-passarinho possui uma alta correlação com seus pássaros dispersores, influenciando, o aspecto de controle da população, como também, na composição florística de uma dada região (MARTINEZ DEL RIO *et al.* 1996)

Espécies destes grupos são popularmente conhecidas como “Erva-de-Passarinho” devido sua dependência a dispersão de sementes por aves, sendo algumas destas altamente especializadas no consumo de seus frutos. Após regurgitação ou defecação, as sementes liberadas aderem-se aos galhos das plantas hospedeiras por possuírem uma camada de substância mucilaginosa. A semente após passar pelo trato digestório das aves, é eliminada

com as fezes e ao cair sobre a casca de alguma árvore, geralmente germina. A radícula se transforma em haustório e penetra na casca da árvore hospedeira, alcançando o câmbio, onde exerce a função de raiz para retirar seiva bruta da planta hospedeira. A distribuição dos hemiparasitas em suas plantas hospedeiras podem ser determinada por especificidade de hospedeiro, distância entre hospedeiros, condições ambientais. A especificidade por hospedeiros pode ser favorecida pelas vantagens de interagir com hospedeiros relativamente abundantes.

Em comunidades heterogêneas pode ser vantajoso os hemiparasitas serem generalistas, o que permite crescer com sucesso em todos os hospedeiros potenciais. Deste modo, a abundância relativa de espécies de hospedeiros pode ser um fator determinante no grau de especificidade dos hemiparasitas (NORTON; CARPENTER 1998). A independência de contato com o solo e dispersão por ornitocoria, são especializações que contribuem grandemente para a grande capacidade de proliferação destas espécies, tornando-as muito resistentes à erradicação (ROTTA *et al.* 2005).

Por esta razão, algumas espécies de erva-de-passarinho têm importância econômica devido aos prejuízos que causam às plantações. Sua presença danifica árvores e arbustos de florestas, pomares plantações e jardins. A extensão do dano varia em função dos hemiparasitas, de sua longevidade e intensidade de infestação. Alguns dos efeitos causados por essas hemiparasitas nas árvores hospedeiras são, a redução do vigor e da produção de frutos e sementes, mau funcionamento dos tecidos lenhosos, produção de galhos, folhagem esparsa, morte do ápice, predisposição ao ataque de insetos e doenças e até mesmo, morte prematura (LEAL *et al.* 2006).

2.2 OS EXTRATOS VEGETAIS

Os extratos vegetais são substâncias extraídas de plantas que contém compostos bioativos, esses compostos são frequentemente usados em aplicações medicinais e agrícolas devido às suas propriedades terapêuticas e pesticidas. De acordo com Silva e colaboradores (2020), “extratos vegetais tem sido amplamente estudado por suas propriedades bioativas, incluindo atividade antimicrobianas, antioxidante e inseticida. A erva de passarinho é uma planta que tem mostrado potencial significativo nessas áreas” (SILVA *et al.*, 2020). Os extratos vegetais são uma alternativa aos pesticidas sintéticos, oferecendo uma solução mais

ecológica e sustentável. Lima (2019) destaca que “o uso de extratos vegetais no controle de pragas e agrícolas e uma prática que reduz a dependência de produtos químicos minimizando o impacto ambiental e os riscos à saúde humana”.

2.3 COMPOSIÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS

A composição química dos extratos vegetais pode variar significativamente dependendo da espécie da planta, parte da planta utilizada e método de extração. Por exemplo a erva de passarinho tem sido objeto estudos devido a compostos fenológicos que exibem atividade inseticida. Segundo Silva *et al.* (2020), “os compostos fenológicos presentes na erva de passarinho tem mostrado efeitos adversos sobre o sistema nervoso dos insetos, resultando em alta mortalidade e redução na reprodução das pragas”.

2.4 METODOS DE EXTRAÇÃO

Os métodos de extração dos compostos bioativos das plantas são cruciais para eficácia dos extratos vegetais, técnicas como maceração, infusão, percolação e extração com solventes são comumente usadas. Cada método tem suas vantagens e limitações. Lima (2019) descreve que “a escolha do método de extração pode afetar significativamente a concentração e a eficácia dos compostos bioativos nos extratos vegetais”.

2.5 O CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

O controle biológico de pragas envolve o uso de organismos vivos como predadores, parasitas ou patógenos, para reduzir a população de pragas. Este método é uma alternativa sustentável e eficaz aos pesticidas químicos. Pereira (2021) afirma que “o controle biológico de pragas é uma abordagem sustentável que utiliza inimigos naturais para controlar populações de pragas. Esta prática é compatível com a agricultura orgânica e pode ser combinada com outros métodos, como o uso de extratos vegetais”.

A erva de passarinho tem mostrado eficácia no controle biológico de pragas, especialmente formigas. Souza (2018) observa que “os compostos fenológicos presentes na erva de passarinho contribuem para sua atividade inseticida, oferecendo uma alternativa natural e eficaz ao controle químico de pragas”.

2.6 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E SUSTENTABILIDADE

O uso do controle biológico está baseado em princípios ecológicos que consideram as interações entre as espécies no ambiente. Pereira (2021) observa que “a interação do controle biológico com outros métodos, como o uso de extratos vegetais, pode potencializar a eficácia e sustentabilidade do manejo de pragas. As interações sinérgicas entre os métodos podem reduzir a necessidade de intervenções químicas”.

Embora o controle biológico ofereça muitos benefícios, também apresenta desafios. A introdução e manutenção de inimigos naturais podem ser complexas e requerem um entendimento profundo das dinâmicas populacionais e das condições ambientais. Souza (2018) menciona que “os desafios incluem a adaptação dos agentes de controle biológico ao novo ambiente, a prevenção de desequilíbrios ecológicos e a necessidade de monitoramento contínuo para garantir a eficácia do controle”.

3 MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho com a erva de passarinho (*Struthanthus flexicaulis*) foi desenvolvido no Laboratório do Núcleo de Ensino e Pesquisas em Biotecnologia/NEBIOTEC, em parceria com o Laboratório de Fungos/LABEF e Laboratório de Química do CESP/UEA. Trata-se de uma pesquisa experimental, de abordagem quantitativa (J.W. Creswell & J.D. Creswell, 2021), cuja execução foi orientada, com adaptações, por um trabalho desenvolvido por Rider, 2021.

3.1 COLETA DE MATERIAL BOTANICO.

A coleta do material vegetal foi realizada em área de vegetação aberta, no município de Parintins, durante os meses de julho de 2024 a março de 2025. Foram selecionadas plantas de *Struthanthus flexicaulis* (erva de passarinho), presentes em árvores hospedeiras da região (Figura 1).

A coleta foi feita manualmente utilizando tesouras de poda, e o material foi armazenado em sacos de papel, após a coleta os materiais foram encaminhados para o laboratório para realização da triagem, secagem e preparo dos extratos.

Figura 1: material botânico.



Garcia, 2025

3.2 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

As folhas coletadas da hemiparasita *Struthanthus flexicaulis*, foram desidratadas ao ar livre e depois complementado em estufa a 45 °C. Após esta etapa, parte destas foram trituradas em liquidificador 3 ciclos de 15 segundos, cujo pó foi colocado e lacrado em vidro esterilizado e armazenado em geladeira, 400g. (figura 2)

Figura 2: Armazenamento na geladeira.



Garcia, 2024

Extrato Hidroalcoólico: para 200 gramas do material triturado (folhas) foi acrescentado 300 ml de álcool 96°GL e em seguida foram adicionados 300 ml de água destilada, visando otimizar a extração de compostos tanto polares quanto apolares presentes no material vegetal. A mistura permaneceu em um recipiente fechado em modo de extração em média de 72 horas,

em temperatura ambiente e protegido da luz, para evitar a degradação de compostos termolábeis. Durante esse período, o recipiente foi agitado duas vezes ao dia manualmente, com auxílio do bastão de vidro para favorecer a difusão dos constituintes químicos da planta para o solvente.

Decorrido o período de extração, o conteúdo foi filtrado com gases para a remoção do resíduo vegetal. O filtrado foi então distribuído em placas de Petri, as quais foram colocadas na estufa com a circulação de ar forçado e mantida a 45°C, até a evaporação completa do solvente hidroalcoólico como mostra a figura 3.

Figura 3: secagem na estufa



Garcia, 2025

Já com o extrato seco, obtido nas placas foi cuidadosamente raspado com a espátula inox (figura 4), coletado e acondicionado em um recipiente esterilizado, e armazenado sob refrigeração, ao abrigo da luz, para a preservação das propriedades fitoquímicas até o uso nos bioensaios.

Figura 4: Raspagem dos extratos



Garcia, 2025

Extrato Aquoso: para 200 gramas do material triturado (folhas) foi acrescido 300 ml de água destilada previamente aquecida à temperatura de 80°C para favorecer a extração de compostos hidrossolúveis sem provocar a degradação térmica significativa. Em seguida foram adicionados mais 200 ml de água a mesma temperatura, em extração média de 72 horas, em recipiente plástico protegida da luz direta e sob temperatura ambiente. Durante esse processo o frasco foi agitando manualmente de forma intermitente, ao menos duas vezes ao dia, para aumentar o contato entre o solvente, a água e o material vegetal promovendo a extração mais eficiente dos metabólicos secundários, e mantendo-a em repouso por mais 14hs, obtendo-se um extrato de concentração 20% (p/v).

Ao final do tempo de extração, a mistura foi filtrada com auxílio de gases para remoção dos resíduos sólidos vegetais. O filtrado aquoso foi então distribuído em placas de Petri previamente limpas e secas, as quais foram levadas a estufa com a circulação de ar forçado, e mantida a 45°C, até a evaporação completa da água. Após a secagem, o resíduo sólido presente nas placas, foi cuidadosamente raspado com a espátula de inox, transferido para outro recipiente, e mantido sob refrigeração até o momento dos bioensaios.

Para o extrato Alcoólico foi utilizado 200 gramas do material triturado (folhas), também foi acrescido 300 ml de álcool 96°GL, a amostra foi depositada em recipiente plástico protegida da luz, onde permaneceu em extração média de 72 horas em temperatura ambiente, sendo agitado com bastão de vidro, a cada 14 horas, para facilitar a difusão dos compostos bioativos da matriz vegetal para o solvente. Após este período, o extrato foi filtrado com gaze para separação do resíduo vegetal.

O filtrado etanólico foi submetido ao processo de evaporação a pressão reduzida, utilizando um rotaevaporador, com o objetivo de remover o solvente etanol e concentrar os metabólicos secundários de interesse figura 5.

Figura 5: Preparação do extrato no rotaevaporador



Garcia, 2025

A temperatura do banho-maria do rotaevaporador foi mantida entre 40 e 45 °C, para evitar a degradação térmica de compostos termossensíveis. A rotação do balão foi ajustada para promover a formação de uma película fina de extrato, otimizando a evaporação do solvente. A pressão foi controlada por um sistema de vácuo acoplado, reduzindo o ponto de ebulição do etanol e acelerando o processo de concentração figura 6.

Figura 6: Rotaevaporador em funcionamento



Garcia, 2025

O concentrado obtido ao final foi transferido para um recipiente higienizado como mostra a figura 7. Após esse processo, o extrato foi transferido para placas de Petri e mantidos na estufa com a circulação de ar a 50 °C até a completa secagem do extrato. após a secagem, o resíduo sólido foi cuidadosamente raspado, e armazenado, em um frasco completamente fechado, e mantido sob refrigeração até o momento da utilização nos bioensaios, como mostra a figura 8.

Figura 7: Retirada do extrato do balão de vidro



Garcia, 2025

Figura 8: Extratos nas diferentes concentrações



Garcia, 2025

3.3 BIOENSAIOS EM ARENA: AVALIAÇÃO SIMULTÂNEA DE REPELÊNCIA E MORTALIDADE.

Para a realização dos bioensaios utilizou-se a formiga-de-fogo, *Solenopsis invicta*, coletadas no perímetro entorno do CESP/UEA, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

Os testes foram conduzidos em arenas de observação, com aplicação dos extratos de *Struthanthus flexicaulis* em duas concentrações (5% e 8%), nas formas aquosa, alcoólica e hidroalcoólica. A arena foi dividida em zona tratada e zona controle, com a introdução das formigas-de-fogo no centro da arena.

Durante os primeiros momentos após a exposição, foram realizadas anotações comportamentais a intervalos regulares de 15 minutos, durante o primeiro dia, com o objetivo de avaliar o comportamento de evitação ou permanência das formigas nas áreas tratadas, parâmetro muito utilizado para inferir a ação repelente dos extratos.

Simultaneamente, procedeu-se ao monitoramento de mortalidade, com a contagem periódica das formigas vivas e mortas no interior da arena. As avaliações foram realizadas em intervalos regulares ao longo de 96 a 120 horas (4 a 5 dias), permitindo a construção de uma curva de mortalidade cumulativa para cada extrato e concentrações testados. Esse protocolo experimental possibilitou a análise integrada dos efeitos comportamentais (repelência) e letais (mortalidades) dos extratos testados em condições controladas de bioensaio.

A aplicação dos extratos e da água destilada no controle foi realizada por imersão de discos de filtro de café de aproximadamente 5 cm de diâmetro conforme metodologia proposta por Rosales (2001). Cobertas com plástico preto e mantidas em temperatura de 26 a 28 °C. Para garantir condições adequadas de umidade no interior das placas, foi adicionado diariamente três a cinco gotas de água destilada em um chumaço de algodão. A sobrevivência das formigas foi avaliada diariamente, sendo eliminados os insetos mortos e anotadas observações sobre o comportamento dos sobreviventes, período de avaliação do primeiro teste foi de 4 a 5 dias. Os testes foram realizados em arena constituídas por placas de 6 cm de diâmetro conectadas por tubos plásticos (Figura 9).

Figura 9: Arena de experimental para bioensaios, projetada para avaliar o comportamento das formigas-de-fogo (*Solenopsis invicta*), em resposta a diferentes extratos.



Garcia, 2025

As formigas foram liberadas no centro da arena, contendo quatro discos de papel filtro, em arranjos equidistantes, sendo dois deles tratados com o extrato e dois com água destilada (controle). Dependendo do teste e do recipiente, foram utilizados números variáveis de repetições entre duas e três vezes.

Em cada período de avaliação que foi determinado entre 15 em 15 minutos, foi atribuído a contagem de insetos presentes em cada disco. Posteriormente, para a comparação da proporção de insetos presentes nos discos com e sem o extrato, considerar-se-á apenas os períodos de avaliação em que a maioria dos insetos estavam presentes nos discos.

Análise de dados: o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos a análise estatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação dos extratos vegetais de *Struthanthus flexicaulis* (erva-de-passarinho), sobre as formigas-de-fogo, *Solenopsis invicta*, demonstraram efeitos promissores, tanto na alteração comportamental quanto na mortalidade tardia dos indivíduos expostos. Os dados foram analisados a partir de observações sistemáticas realizadas ao longo de cinco dias consecutivos, após a aplicação das diferentes concentrações de (5% e 8%) dos extratos hidroalcoólico, aquoso e alcoólico.

Na tabela 1, é possível observar os dados obtidos após um período de 4 dias, de exposição das formigas aos extratos testados.

TABELA 1- Comparativo final da mortalidade de formigas em diferentes concentrações, tempo e exposição aos extratos de *Struthanthus flexicaulis*

Extrato	Conc. (%)	Tempo (dias)	Nº Indiv. mortos
Alcoólico	5	3	24
	8	4	22
Hidroalcoólico	5	3	20
	8	4	23
Aquoso	5	4	20
	8	4	23

Em relação a mortalidade, de modo geral, na concentração de 5% do extrato alcoólico é onde ocorreu o maior percentual da mortalidade das formigas (Tabela 1). Nesta concentração não ocorreu diferença estatística na mortalidade dos extratos hidroalcoólico e aquoso.

4.1 EXTRATO ALCOÓLICO

Nas primeiras 24 horas após a aplicação dos extratos, não foi observada mortalidade imediata em nenhum dos tratamentos. No entanto, foi possível identificar alterações comportamentais consistentes nas formigas expostas aos extratos, como a redução na atividade locomotora, desorientação, aglomeração anormal, e isolamento de indivíduos. Esses comportamentos sugerem um possível comprometimento do sistema nervoso ou das vias

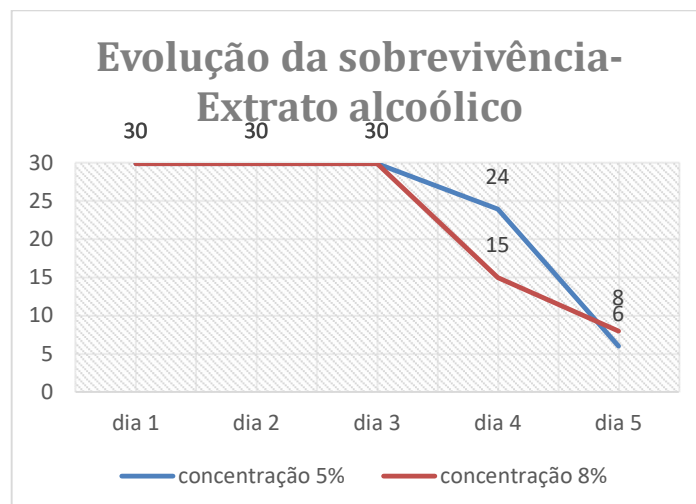
sensoriais, que pode estar relacionado a ação dos compostos secundários como alcaloides flavonoides.

Notou-se que as formigas expostas ao extrato alcoólico a 8% foram as que apresentaram os sinais mais intensos e precoces de estresse comportamental desde as primeiras horas. As formigas, inicialmente dispersas, passaram a se aglomerar sobre os discos com extrato, já nas primeiras 2 a 3 horas, observou-se desorientação, redução de movimentos e persistência na área tratada, como se estivessem atraídas e, ao mesmo tempo, sendo afetadas fisiologicamente. Comportamento compatível com o efeito de compostos neurotóxicos vegetais como terpenos e flavonoides (ISMAN, 2006).

A partir do segundo dia, a maioria das formigas apresentou imobilidade e aglomeração densa, com movimentos lentos e comportamento descoordenado. A mortalidade tornou-se evidente no quarto dia, com cerca de 22 mortes em 3 horas de observação e apenas 8 indivíduos sobreviventes no final do dia, todos bastantes debilitados, esse padrão confirma o potencial inseticida de extratos alcoólicos vegetais, já observado em outras espécies de formigas (MORAES *et al.*, 2015). Vale destacar, que no grupo controle, 100% dos indivíduos permaneceram vivos.

Na concentração de 5%, os efeitos foram similares, porém, mais lentos. A aglomeração sobre o extrato se intensificou nas primeiras horas, com desorientação e inatividade já no segundo dia. No quarto dia, a contagem indicou 24 formigas mortas de um total aproximadamente de 30, o que representa cerca de 80% de mortalidade, reforçando o forte potencial toxico do extrato alcoólico (Figura 10).

Figura 10: evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato alcoólico.

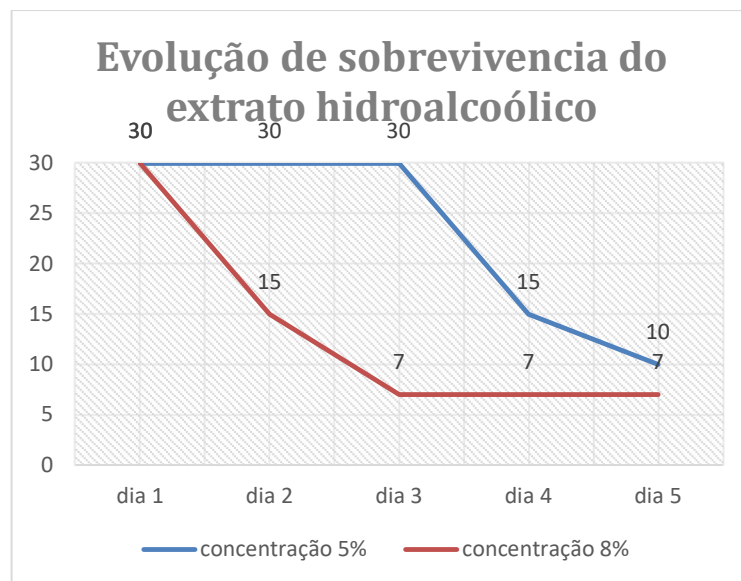


4.2 EXTRATO HIDROALCOÓLICO

O extrato hidroalcoólico também apresenta ação significativa, como padrão de resposta semelhante ao alcoólico, porém com efeitos um pouco menos acentuados. Na concentração de 8%, as formigas iniciaram o comportamento de aglomeração já nas primeiras horas e apresentaram locomoção lenta, desorientação e imobilidade generalizada a partir do segundo dia.

A mortalidade foi progressiva no quarto dia, cerca de 20 a 23 formigas estavam mortas, restando 7 indivíduos debilitadas e vivas, e todas visivelmente fracas. O extrato hidroalcoólico por conter tanto compostos polares quanto apolares, favorece a extração de uma diversidade de metabólitos com potencial tóxico (Pinto *et al.*, 2010). No caso da formulação de 5%, os sintomas também evoluíram de forma lenta, com sinais de intoxicação comportamental visíveis já nas primeiras horas com movimentação lenta e sinais claros de intoxicação (Figura 11).

Figura 11: Evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato hidroalcoólico

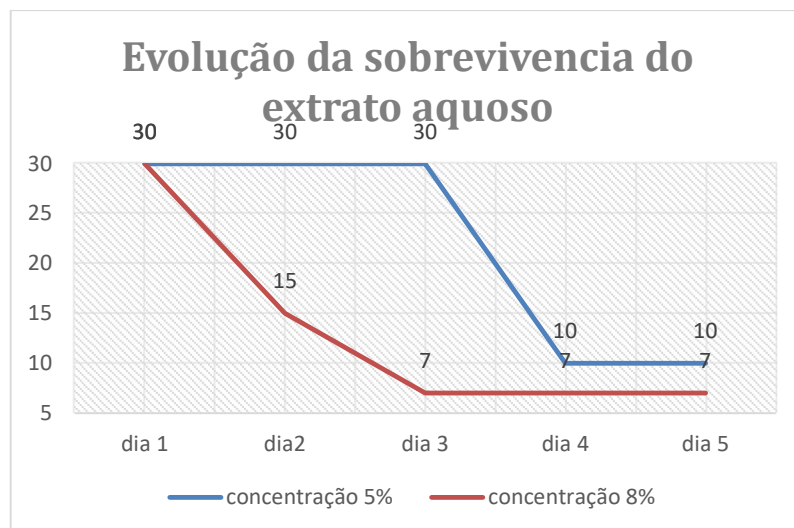


4.3 EXTRATO AQUOSO

Os extratos aquosos, embora com efeitos mais moderado em relação aos demais, também induziram mudanças significativas no comportamento das formigas. A concentração de 8% levou a uma resposta mais clara, já nos primeiros dias, algumas formigas começaram a se mover de forma descoordenada e a formar pequenos aglomerados sobre os discos com extrato. Ao final do segundo dia, a maioria das formigas já apresentavam sinais de desorientação, e a mortalidade começou a ser evidente no terceiro dia.

Este tipo de resposta, mesmo com extratos puramente aquoso, está de acordo com estudos que demonstram a eficácia de compostos fenólicos solúveis em água na alteração a atividade locomotora de insetos (Silva *et al.*, 2018). Ao final do quinto dia, o número de formigas vivas foi reduzido a cerca de 7 indivíduos debilitados, e todas as demais estavam mortas. Para o extrato aquoso a 5%, a evolução foi mais lenta, mais similar, e ao final do quinto dia restavam apenas 10 formigas vivas, mais todas com pouca locomoção e bastante debilitadas (figura 12).

Figura 12: Evolução da sobrevivência das formigas-de-fogo ao extrato aquoso

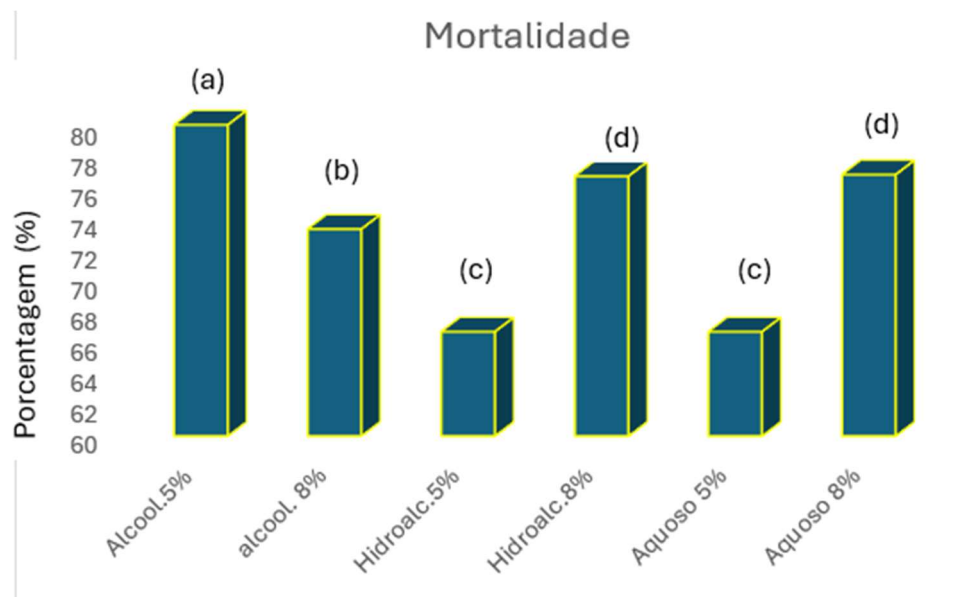


O padrão comportamental observado de aglomeração, desorientação, lentidão e posteriormente a morte, reforça a hipótese de que os extratos vegetais atuam como neurotóxicos ou interferem em funções vitais das formigas, o tempo até a morte sugere que o efeito é cumulativo, o que é típico de compostos como flavonoides, saponinas e alcaloides, com ação gradativa sobre o metabolismo dos insetos (Regnault-Roger *et al.*, 2012).

A formação de “bolos” de formigas imóveis sobre os extratos também sugere possível efeito atrativo inicial, seguido por intoxicação progressiva. Esse comportamento já foi descrito em formigas sociais expostos a substâncias botânicas com ação retardada (Toledo et al., 2019), o que pode ser vantajoso em estratégias de controle indireto dentro da colônia.

Entre os extratos, o alcoólico a 8%, se destaca, apresentando efeito mais rápido e letal, seguido de perto pelo hidroalcoólico. O extrato aquoso, embora menos potente, demonstrou eficácia significativa, sobretudo após três dias de exposição contínua. A ausência de mortalidade no grupo controle reforça que os efeitos observados foram, de fato, induzidos pelos compostos presentes nos extratos (Figura 13).

Figura 13: Mortalidade (%) de formigas num período de 3 e 4 dias, nas concentrações de 5% e 8%, respectivamente. Letras diferentes significam que existe diferença estatística a 5% de significância no Teste Mann-Whitney para médias de porcentagens sem normalidade.



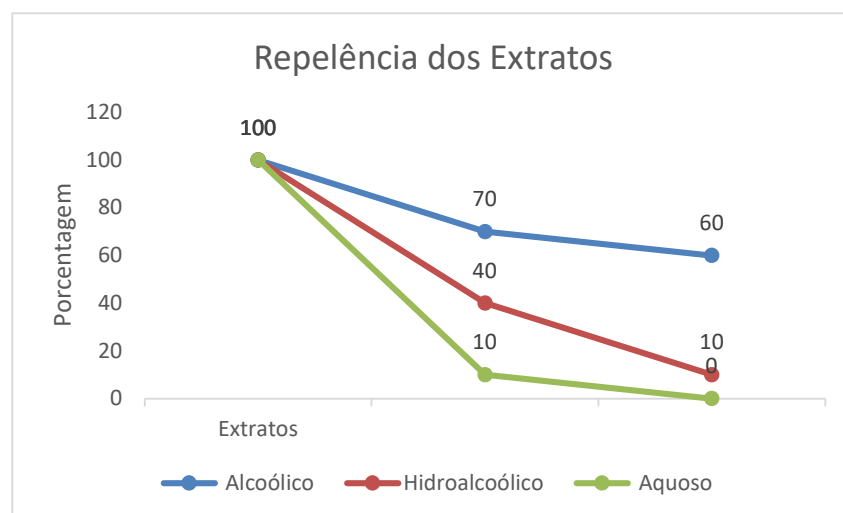
4.4 REPELÊNCIA DOS EXTRATOS VEGETAIS.

O teste de repelência foi realizado em 30 minutos, para todos os tratamentos. Durante os primeiros momentos após a aplicação dos extratos vegetais de *Struthanthus flexicaulis*, observou-se um comportamento particularmente importante das formigas-de-fogo (*Solenopsis invicta*), a evitação inicial ao contato com os discos tratados, para todos os extratos, que é uma característica típica de repelência comportamental.

Nos primeiros 10 minutos, foi possível notar que em muitos casos as formigas demonstraram desinteresse em explorar diretamente as áreas tratadas, típico de um comportamento de quem envolve uma reação sensorial primária a compostos bioativos presentes nos extratos. Essa reação, é claramente uma forma de repelência natural, ainda que temporária, como já destacado por Isman (2006) que afirma que certos metabólitos secundários de plantas podem atuar como repelentes comportamentais, inibindo o contato físico imediato dos insetos com a substância.

O comportamento de evasão, foi mais perceptível nos primeiros 10 a 20 minutos, especialmente nas concentrações de 5%, dos extratos alcoólico e hidroalcoólico, que em geral, apresentaram maior efeito repelente a curto prazo, sendo que o extrato alcoólico foi o único a manter os efeitos de repelência até o final do teste, mostrando-se mais eficaz (Figura 14). No entanto esse efeito se mostrou transitório, a partir de 20 minutos de exposição, em quase todos os tratamentos, as formigas passaram a se aproximar, tocar e posteriormente se aglomeraram nos discos. Como argumenta Mendes et al. (2018), essa transição é esperada, pois a repelência nem sempre se sustenta com o tempo, podendo ser suplantada por efeitos tóxicos, narcóticos ou até mesmo atrativos, dependendo da composição química do extrato e da fisiologia da espécie alvo.

Figura 14: resultado do teste de repelência dos extratos, após 30 minutos.

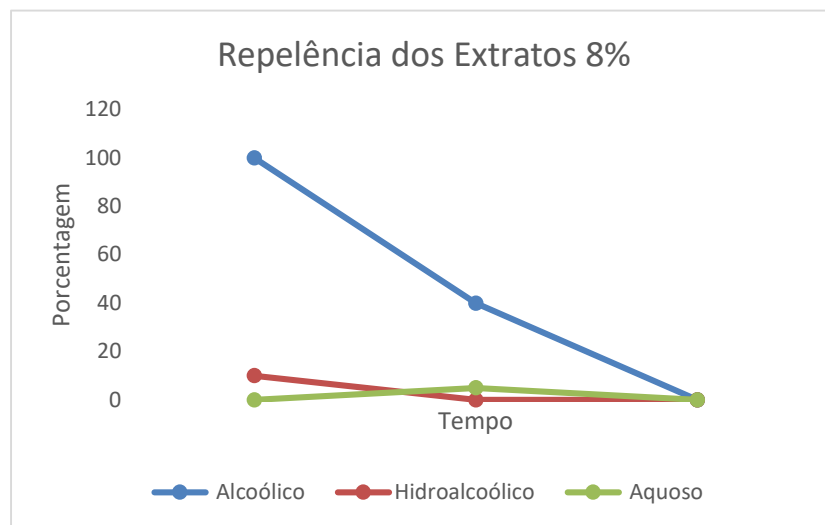


Nos primeiros 10 minutos do teste, 100% dos indivíduos não se aproximaram dos discos tratados. Após 20 minutos, apenas o disco do extrato alcoólico conseguiu manter 70% dos indivíduos distantes, sendo o hidroalcoólico com 40% e o aquoso com apenas 10%. Ao final do teste, após 30 minutos, os discos tratados com o extrato alcoólico, na concentração

5% manteve 60% dos indivíduos distantes, o hidroalcoólico 10% e o aquoso 0%. Este resultado demonstra a eficácia do extrato alcoólico, na concentração 5% diante de formigas-de-fogo.

Os extratos não apresentaram o mesmo resultado na concentração 8%, como é possível observar na figura 15.

Figura 15: resultado do teste de repelência dos extratos, após 30 minutos



Os testes confirmam a repelência do extrato alcoólico, porém demonstram que os extratos hidroalcoólico e aquoso, não se mostraram eficientes.

Esses resultados apontam que *Struthanthus flexicaulis* possui compostos bioativos com alto potencial para o desenvolvimento de um inseticida natural contra *Solenopsis invicta*. Além disso, a ação gradual no comportamento social das formigas, tornam o extrato promissor para formulação de controle biológico sustentável, com baixo impacto ambiental.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial inseticida dos extratos da erva-de-passarinho (*Struthanthus flexicaulis*) sobre a formiga-de-fogo (*Solenopsis invicta*), por meio da análise de alterações comportamentais e da taxa de mortalidade em bioensaios conduzidos em laboratório. Os resultados demonstraram que todos os extratos testados, alcoólico, hidroalcoólico e aquoso, nas concentrações de 5% e 8% apresentaram efeitos tóxicos significativos sobre os indivíduos expostos, com destaque para os extratos alcoólicos.

Os extratos provocaram alterações comportamentais desde os primeiros minutos após a aplicação, incluindo desorientação, lentidão e aglomeração. A mortalidade ocorreu de forma progressiva e acumulativa, tornando-se mais evidente entre o quarto e quinto dia de exposição, o que indica uma ação subaguda dos compostos presentes na planta.

Dentre os tratamentos, o extrato alcoólico na concentração de 5% foi o que apresentou maior eficácia, causando mortalidade em mais de dois terços dos indivíduos testados. O extrato hidroalcoólico também demonstrou bom desempenho, enquanto o extrato aquoso, embora menos potente, foi capaz de induzir efeitos tóxicos notáveis, especialmente em concentrações mais elevadas.

O extrato alcoólico, na concentração 5%, também mostrou maior efeito de repelência diante das formigas-de-fogo, após teste de 30 minutos.

Com base nos dados obtidos, conclui-se que *Struthanthus flexicaulis* possui compostos bioativos com alto potencial inseticida contra *Solenopsis invicta*, podendo representar uma alternativa variável e menos agressiva aos métodos convencionais de controle químico. A ação gradativa dos extratos pode ser vantajosa em programas de manejo integrado, especialmente considerando o comportamento social das formigas, que favorece a disseminação de agentes tóxicos.

Recomenda-se, para estudos futuros, a realização de testes em campo e a avaliação do impacto dos extratos sobre organismos não-alvo. Essas etapas são fundamentais para validar a aplicação prática de extratos vegetais no controle biológico de pragas, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis na área de proteção agroecológicas e ambiental.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ISMAN, M. B. *Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world*. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45–66, 2006. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>

LIMA, M. P. Efeitos de extratos aquosos de *Phoradendron* sobre formigas: Uma abordagem ecológica. **Revista de Entomologia**, v. 17, n. 2, p. 99-108, 2019.

MENDES, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R. Efeito de extratos vegetais sobre o comportamento de forrageamento de formigas cortadeiras. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 13, n. 2, p. 218–226, 2018.

PEREIRA, L. S. Uso de extratos naturais no controle de pulgões: um estudo com erva-de-passarinho. **Agricultura Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 45-56, 2021.

LIMA, M. P. Efeitos de extratos aquosos de *Phoradendron* sobre formigas: uma abordagem ecológica. **Revista de Entomologia**, v. 17, n. 2, p. 99-108, 2019.

PEREIRA, L. S. Uso de extratos naturais no controle de pulgões: um estudo com erva-de-passarinho. **Agricultura Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 45-56, 2021.

SILVA, R. T.; CARVALHO, A. L.; MENDES, F. A. Propriedades bioativas da erva-de-passarinho (*Phoradendron* spp.) e seu potencial uso em controle de pragas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 22, n. 3, p. 123-135, 2020.

SOUZA, A. C. Comparação entre métodos naturais e convencionais de controle de pragas agrícolas. **Ciências Ambientais**, v. 10, n. 4, p. 210-220, 2018

WEIGEND, M. 2015. Loasaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB19304>)

ACUÑA-CASTILLO, R., Henning, T., Weigend, M., Mello-Silva, R. (in memoriam) Loasaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB19304>)

- ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, v. 26, n. 10, p. 1078–1089, 2006.
- MORAES, J. C.; SILVA, R. A.; SANTOS, C. D. Efeito de extratos vegetais sobre o comportamento e mortalidade de formigas cortadeiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 1, p. 45–52, 2015.
- PINTO, Z. V.; OLIVEIRA, J. R.; GUEDES, R. N. C. Inseticidas botânicos no manejo de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 387–393, 2010.
- REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, v. 57, p. 405–424, 2012.
- SILVA, G. A.; FREITAS, J. R.; OLIVEIRA, L. L. Avaliação da atividade inseticida de extratos aquosos de plantas sobre pragas agrícolas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 20, n. 4, p. 519–525, 2018.
- TOLEDO, M. A.; MOREIRA, D. D. O.; CAMPOS, M. C. Comportamento social de formigas frente a substâncias naturais: implicações para controle biológico. *Neotropical Entomology*, v. 48, p. 101–110, 2019.

APÊNDICE 1 – TABELA DE OBSERVAÇÃO DIÁRIA DA ARENA

Tabela 1, extratos alcoólicos na concentração de 5%

Total de formigas: aproximadamente 30

Disco com extratos 2

Dia-1	Tempo após a aplicação	Observação de comportamento	Controle
1 fase aguda	15 min	Formigas iniciam a exploração de arena com comportamento normal. Não houve repulsa imediata ao extrato.	
1	30min	Algumas formigas passam a circular repetidamente sobre o local do extrato, demonstrando leve alteração no padrão de comportamento.	
1	45 min	Observa-se o aumento da frequência de visitas a área tratada, as formigas apresentam movimentos circulares e algumas interrupções na locomoção.	
1	1 hora	As formigas começam a se concentrar diretamente sobre o extrato, formando pequenas aglomerações, suas movimentações ficaram mais lenta.	
1	2 horas	A aglomeração se tornou intensa sobre a área de extrato, algumas formigas parecem desorientadas, saindo e voltando no local onde se	

		concentra o extrato.	
1	3 horas	As formigas permanecem agrupadas, a maioria imóvel, por longos períodos, parecem estar atordoadas com o extrato.	
1	4 horas	Grande parte das formigas continua imóvel sobre o extrato. Com o comportamento passivo e movimentos lentos.	
Dia 2- fases de observação de efeito prolongado	1 hora	As formigas continuam agrupadas sobre o extrato, com os movimentos lentos e descoordenados, a maioria tonta.	
2	2 horas	Persistência do quadro anterior, poucas formigas se deslocam, com dificuldade.	
2	3 horas	A aglomeração intensa. A maioria permanece imóvel, e algumas com movimentações mínimas, sem registro de mortalidade.	
2	4 horas	O quadro comportamental mantido, continuaram aglomeradas sobre o extrato.	
Dia-3 fases de observação de efeito prolongado	1 hora	As formigas continuam inativas sobre o extrato, outras apresentam pouquíssimos movimentos.	
3	2 horas	Aparentemente continuam inativas	

		aglomeradas nos mesmos lugares.	
3	3 horas	A maior parte do grupo continua imóvel, mais observo algumas tentativas de movimentos	
3	4 horas	A maior parte esta imóvel, com movimentação de três apenas.	
4	1 hora	As formigas não se movimentaram mais, continuam aglomeradas perto do extrato, poucas dispersas nos tubos, e uma no controle.	
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas	2 horas	Apenas algumas formigas continuam vivas, mais bastante debilitadas cerca de apenas 6 exemplares.	
24 formigas	3 horas	A maioria das formigas estão em uma espécie de bolo, imóveis, e conseqüentemente mortas.	24 formigas

Extrato de 8 % alcoólico

Dia-1 fase aguda	Tempo após a aplicação	Observação de comportamento	Controle	
1	15 minutos	Início da aplicação do extrato de 8%, ainda as formigas dispersas dentro da arena, se		

		espalhando.		
1	30 minutos	As formigas começam a entrar em contato direto com o extrato, sem alteração visível no comportamento.		
1	45 minutos	Início do agrupamento sobre os extratos, algumas formigas demonstram interesse nos disco com extrato.		
1	1 hora	As aglomerações se intensificam, as formigas se sobrepõem-na área do extrato, outras movem-se ao redor do extrato, poucas no controle.		
1	2 horas	Comportamento atípico evidente, as formigas começam a ficar imóveis perto do extrato de 8%, outras movem-se de forma descoordenada		

		saindo e voltando pra área dos extratos.		
1	3 horas	Grande parte do grupo aglomerado, começaram a reduzir as movimentações.		
1	4 horas	O número de formigas ativas diminui bastante, a aglomeração fica mais densa, algumas conseguiram fugir da arena.		
	5	As formigas parecem estar mais desorientadas, a atração pelo extrato permanece forte, sem registro de mortalidade, mais o efeito tóxico é evidente pelo comportamento das formigas.		
Dia 2- fases de observação de	1 hora	A aglomeração persistiu, as formigas se		

efeito prolongado		mantem sobre o extrato, muitas já imóveis, algumas com movimentos lentos.		
	2 horas	Pouca resposta a movimentação, sem mantem paradas perto do extrato.		
	3 horas	Comportamento se mantem, sem movimentações das formigas, e a atração pelo extrato se mante evidente.		
	4 horas	Sem fuga da arena ate o presente momento, grande parte do grupo se mante imóvel sob o extrato, nenhuma morte até o momento.		
Dia-3 fases de observação de efeito prolongado	1 hora	As formigas ainda se mantem paradas sob o extrato, lentas aparentemente mais fracas.		
	2 horas	O comportamento		

		sem matem nulo das formigas, continuam aglomeradas.		
	3 horas	Alta taxa de inatividade, a aglomeração permanece.		
	4 horas	Praticamente todas as formigas se mantem imóveis, três se movimentam, duas estão no tubo uma no centro, sem motes ainda.		
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas				
	1 hora	Primeiros sinais de morte, aparentemente 15 formigas mortas sob o extrato		
	2 horas	O número de formigas motas se matem, as que estão vivas permanecem paralisadas.		

	3 horas	Aparentemente 22 formigas estão mortas, e 10 a 13 continuam vivas, mais sem movimentações.		
	4 horas	Após 4 horas de observação, ainda permaneceram vivas 8 formigas que ainda se movimentam com dificuldade, o restante permaneceu aglomerada e morreram.		

Extrato hidroalcoólico 5%

Total de formigas: aproximadamente 30 formigas.

Total de discos com extratos:2

Dia-1 fase aguda	Tempo após a aplicação	Observação de comportamento	Controle	
	15 min	As formigas exploram a arena com comportamento aparentemente normal. Iniciam o		

		contato com os discos de extrato sem repulsa imediate.		
	30min	Algumas formigas apresentam movimentação repetitiva ao redor dos discos, com leves pausas nos deslocamentos.		
	45 min	A frequência de visitas aos discos aumenta. Algumas formigas mostram sinais de desorientação leve, com movimentação circular.		
	1 hora	Formigas começam a se concentrar sobre os discos com extrato. Movimento geral reduzido.		
	2 horas	Aglomerção visível. Algumas formigas apresentam		

		locomoção descoordenada e tremores leves.		
	3 horas	A maioria permanece agrupada sobre o extrato. Poucas se afastam e voltam. Muitos imóveis ou com movimentos lentos.		
	4 horas	Grupo majoritariamente imóvel, poucas formigas dispersas. Efeito tóxico evidente, sem mortalidade visível.		
Dia 2- fases de observação de efeito prolongado	1 hora	Grande parte continua sobre o extrato, com movimentos lentos e postura encolhida.	.	
	2 horas	Movimentação mínima. Formigas continuam em aglomeração		

		próxima ao extrato.		
	3 horas	Comportamento inativo predominante. Algumas formigas tentam se mover, mas sem sucesso completo.		
	4 horas	Imobilidade se intensifica. Sinais de debilidade acentuada.		
Dia-3 fase de observação de efeito prolongado	1 hora	Poucas formigas com movimentos espontâneos. A maioria permanece agrupada, aparentemente sem reação.		
	2 horas	Aglomerção persistente. Movimentação quase nula.		
	3 horas	Apenas duas ou três formigas se movem vagorosamente. Restante imóvel.		
	4 horas	Grande parte inativa.		

		Movimento reduzido a poucas tentativas esporádicas.		
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas	1 hora	Início de sinais de morte. Cerca de 15 formigas não apresentam resposta.		
	2 horas	Mortalidade aumentada. Aproximadamente 20 formigas mortas.		
	3 horas	Apenas 10 formigas vivas, com movimentos fracos. Restante morta.		
	4 horas	Quadro mantido. Cerca de 10 exemplares vivos, dispersos e debilitados.		

Extrato hidroalcoólico 8%**Total de formigas: aproximadamente 30 formigas.****Total de discos com extratos:2**

Dia-1 fase aguda	15 minutos	Formigas com comportamento normal Formigas exploram a arena normalmente, iniciam contato com os discos		
	30 minutos	Algumas começam a circular repetidamente sobre o extrato		
	45 minutos	Início de aglomeração e movimentos circulares.		
	1 hora	Formigas lentas e aglomeradas sobre os discos.		
	2 horas	Locomoção descoordenada e desorientação.		
	3 horas	Maioria		

		imóvel, algumas voltam e saem do local.		
	4 horas	Aglomeração intensa e movimentos lentos.		
Dia 2 Dia 2- fases de observação de efeito 2 prolongado	1 hora	Movimentos lentos e postura retraída.		
	2 horas	Aglomeração persiste, locomoção reduzida.		
	3 horas	Formigas praticamente imóveis		
	4 horas	Imobilidade generalizada.		
Dia-3 fase de observação de efeito prolongado	1 hora	Poucas formigas com movimento lento.		
	2 horas	Aglomeração persistente, inatividade.		
	3 horas	Apenas 4 a 7 se movem		

		lentamente.		
	4 horas	A maioria imóvel.		
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas	1 hora	Cerca de 15 formigas mortas.		
	2 horas	Dez movimentam-se lentamente debilitadas e cerca de 20 formigas mortas.		
	3 horas	Restam cerca de 10 vivas, bastante debilitadas.		
	4 horas	finalizamos o teste com 7 formigas vivas, bastante debilitadas, com pouquíssima movimentação		

Extrato aquoso 5%**Total de formigas: aproximadamente 30 formigas.****Total de discos com extratos:2**

Dia-1 fase aguda	Tempo após a aplicação	Observação de comportamento	Controle	
1	15 min	Formigas iniciam exploração da arena com comportamento normal, e começam a explorar o local onde foi aplicado o extrato, sem apresentar mudanças comportamentais.		
	30min	Algumas formigas passam a caminhar em círculos sobre os discos, outras se afastam e voltam esporadicamente.		
	45 min	Percebe-se uma leve aglomeração sobre os discos, embora a maioria ainda se movimente com naturalidade.		

	1 hora	As formigas parecem mais lentas, algumas demonstram desorientação ao retornar ao extrato repetidamente.		
	2 horas	Movimentação mais arrastada. Parte do grupo permanece sobre o extrato, mas sem paralisia completa.		
	3 horas	Muitas formigas estão agrupadas, com movimentos mais curtos e espaçados.		
	4 horas	A lentidão é marcante. Algumas formigas já não reagem prontamente a estímulos, sem mortes até o momento.		
Dia 2- fases de observação de efeito prolongado	1 hora	Persistência do comportamento de aglomeração. A maioria demonstra fadiga,		

		embora algumas ainda se movam.		
	2 horas	As formigas continuam reunidas próximas ao extrato, com movimentos descoordenados.		
	3 horas	A letargia é visível, poucas formigas se afastam dos discos.		
	4 horas	Cerca de metade do grupo permanece praticamente imóvel. Não há mortalidade aparente, mas o efeito tóxico é claro.		
Dia-3 fase de observação de efeito prolongado	1 hora	Grande parte do grupo continua aglomerado, algumas formigas realizam pequenos movimentos.		
	2 horas	Persistência da inatividade. Algumas formigas tentam		

		andar, mas param rapidamente.		
	3 horas	Formigas mais debilitadas apresentam tremores ou quedas após tentativas de locomoção.		
	4 horas	Maioria parada, mas ainda viva. Poucas conseguiram se afastar da zona de extrato.		
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas	1 hora	Observa-se início da mortalidade. Pequenos grupos imóveis já não respondem.		
	2 horas	Cerca de 20 formigas estão mortas, as demais muito lentas e descoordenadas.		
	3 horas	Quadro mantido. As vivas ainda se arrastam com dificuldade.		
	4 horas	Aparentemente restam cerca de 10 formigas		

		vivas, mas em estado debilitado, o restante todas mortas.		
Dia-5 observação e contagem das formigas mortas	2 horas	quadro mantido, apenas dez formigas vivas, com pouca movimentação na arena.		
	4 horas	Finalizo com o quadro mantido com dez formigas vivas, e o restante todas mortas.		

Extrato aquoso 8%

Total de formigas: aproximadamente 30 formigas.

Total de discos com extratos:2

Dia-1 fase aguda	Tempo após a aplicação	Observação de comportamento	Controle	
	15 min	Formigas ativas, movimentação típica. Nenhuma alteração aparente, entram em contato com os discos sem alteração notável.		
	30min			

		Algumas começam a desacelerar o ritmo e caminhar de forma desorganizada entrando e saindo da área do extrato.		
	45 min	Início de leve aglomeração sobre o extrato. Ainda não há mortalidade.		
	1 hora	A aglomeração se intensifica, algumas formigas permanecem próximas ao extrato.		
	2 horas	Algumas já apresentam movimentos lentos e pausados, com pouca locomoção.		
	3 horas	Uma parte do grupo está aglomerada sobre os discos. Poucas se movem.		
	4 horas	Letargia		

		avançada. Algumas tentam sair da área do extrato, mas retornam desorientadas.		
--	--	--	--	--

Dia 2- fases de observação de efeito prolongado	1 hora	As formigas continuam imóveis ou com movimentos reduzidos. Sinais de fraqueza se intensificam.		
	2 horas	Cerca de 15 formigas do grupo já não se movem. As demais têm deslocamentos curtos e lentos.		
	3 horas	Formigas paradas próximas ao extrato, sem reação a toques leves.		
	4 horas	Efeito do extrato evidente. A maioria permanece aglomerada e quase imóvel.		
Dia-3 fase de observação de efeito prolongado	1 hora	Sinais visíveis de debilitação Formigas já não exploram a arena.		
	2 horas	Quase total ausência		

		de movimentação.		
	3 horas	Poucas tentativas de locomoção. Grande parte não responde a estímulo.		
	4 horas	Quadro mantido. Apenas 4 a 7 se movem de forma lenta e intermitente.		
Dia-4 observação e contagem das formigas mortas	1 hora	Começam a aparecer os primeiros sinais claros de morte. Cerca de 15 formigas já estão imóveis.		
	2 horas	A maioria das formigas está morta. As sobreviventes estão visivelmente enfraquecidas.		
	3 horas	Restam cerca de 7 vivas. Estão espalhadas, com movimentos muito lentos.		
	4 horas	Situação estável. Cerca de 7 formigas ainda vivas, mas fracas e descoordenadas.		
Dia-5 observação e contagem das formigas	1 hora	As formigas sobreviventes (aproximadamente 7) permanecem		

mortas		visivelmente debilitadas, com movimentos extremamente lentos. Algumas se arrastam pelo tubo ou ao redor dos discos.		
	2 horas	Não há alteração significativa. Três formigas permanecem imóveis e outras quatro ainda apresentam tentativas de locomoção, porém com dificuldade.		
	3 horas	As sobreviventes seguem dispersas e reagem de forma muito fraca a estímulos. A maioria continua próxima à região tratada, demonstrando resistência, mas com sinais de comprometimento motor.		
	4 horas	Quadro mantido. As mesmas 7 formigas seguem vivas, porém com aparência frágil. Não há novos óbitos desde o último dia,		

		mas nenhuma das formigas recuperou mobilidade plena.		
--	--	--	--	--