



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**TOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE *Sophora flavescens*
SOBRE A ABELHA *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

JOÃO VITOR LINHARES DOS SANTOS

POMBAL-PB

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO VITOR LINHARES DOS SANTOS

**TOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE *Sophora flavescens*
SOBRE A ABELHA *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Unidade Acadêmica
de Ciências Agrárias (UAGRA) –
CCTA/UFCG, Curso de Agronomia,
como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA

POMBAL-PB

2023

Ficha catalográfica

S237t Santos, João Vitor Linhares dos.

Toxicidade do extrato etanólico de *Sophora flavescens* sobre a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) / João Vitor Linhares dos Santos. – Pombal, 2023.

40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa”.

Referências.

1. Abelha. 2. Polinizadores. 3. Inseticida. 4. Mortalidade de abelhas. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

CDU

638.12 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

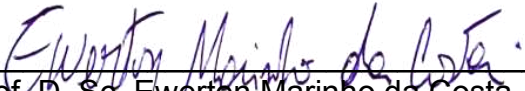
**TOXICIDADE DO EXTRATO ETANÓLICO DE *Sophora flavescens* SOBRE A
ABELHA *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

JOÃO VITOR LINHARES DOS SANTOS


Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Unidade Acadêmica de
Ciências Agrárias (UAGRA) –
CCTA/UFCG, Curso de Agronomia,
como requisito para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 23/06/2023

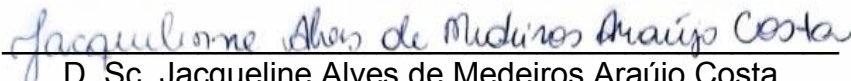
BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa,
Orientador
(UAGRA/CCTA/UFCG)



Prof. D. Sc. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim
Examinador Interno
(UAGRA/CCTA/UFCG)



D. Sc. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, por sempre me guiar pelo melhor caminho, e por toda força e sabedoria para poder chegar até aqui. A minha mãe, Nadi Linhares, pelo cuidado e esforço para me manter estudando, enquanto muitos descreditavam, as minhas irmãs Paloma Linhares e Poliana Linhares, pelo companheirismo, carinho e apoio e ao meu pai, João Batista Pereira, por sempre me incentivar a buscar o melhor e nunca me deixar abaixar a cabeça para as adversidades da vida.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e forças para sempre realizar minhas metas e nunca desanimar. Por essa conquista, agradeço por tudo ao Senhor.

Aos meus pais João Batista Pereira dos Santos e Nadi Linhares dos Santos, por todo amor, apoio e incentivo em todos os passos de minha vida.

As minhas irmãs Paloma Linhares dos Santos e Poliana Linhares dos Santos pelo carinho, conversas e desavenças as quais me moldaram a ser quem sou hoje.

Ao meu cunhado Matheus Oliveira e ao meu sobrinho João Miguel, que já me conferiu tanta alegria e conforto.

A minha namorada Maria de Nazaré, por toda paciência e carinho, e por nunca deixar de me apoiar.

Ao meu orientador Ewerton Marinho, por todos os ensinamentos transmitidos e pela paciência em me tornar um profissional competente.

A banca examinadora, Prof. Dr. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim e a Dra. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa, por todas as contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa GEENTO, em especial a Victor Hugo, Rafael Pereira, Letícia Pinheiro, Everaldo Nobrega, Alesia Alves e ao técnico de laboratório Tiago pelo suporte, amizade, profissionalismo e auxílio na realização dos experimentos.

Aos amigos que o curso me apresentou e aos meus colegas do curso 2017.2, em especial a Fábio Júnior, Diandra Santana e Evandro Fabricio.

Aos meus amigos de longas datas, Henrique Fortunato e Lucas Fernandes.

A Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), em especial, a seu Inácio Marinho, e aos amigos que o estágio me apresentou, em especial a Felype Jonathar, Maria Izabel, Rafaela Torres e Eduardo.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), assim como todo o corpo docente que incorpora o curso de Agronomia.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de maneira direta ou indireta para que essa conquista fosse alcançada.

RESUMO

SANTOS, J. V. L. **Toxicidade do extrato etanólico de *S. flavescens* sobre a abelha *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, junho de 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

A existência da abelha *Apis mellifera* é fundamental para muitas culturas, sendo um dos polinizadores economicamente significativos para agricultura em todo planeta, isso por assegurar a polinização cruzada e ampliar a produtividade de frutos. Os inseticidas botânicos são considerados produtos de baixa toxicidade para homens, animais, entretanto pouco se sabe sobre seus efeitos sobre agentes polinizadores. Diante disso, objetivou-se avaliar a toxicidade do extrato etanólico de *Sophora flavescens* sobre *A. mellifera*, por meio da ingestão de alimento contaminado e pulverização direta com o referido bioinseticida sobre as abelhas. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia pertencente ao CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB. O estudo consistiu em dois bioensaios: exposição a dieta contaminada e pulverização direta, realizados em delineamento inteiramente casualizado, onde cada um foi composto por cinco tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva – Tiametoxam: 600g/ha (0,30 g i. a./L⁻¹) e três doses do bioinseticida extrato etanólico de *S. flavescens*: 0,6 L/ha (0,228 g i.a./L⁻¹), 1 L/ha (0,381 g i. a./ L⁻¹) e 1,2 L/ha (0,457 g i. a./L⁻¹)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. Após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, paralisia, tremores e redução da alimentação) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início da exposição ao produto. Em relação a dieta contaminada, o extrato etanólico de *S. flavescens* ocasionou a morte de 52%, 51% e 66% das abelhas, nas doses 0,228 g i.a./L, 0,381 g i.a./L e 0,457 g i.a./L, respectivamente e, proporcionando Tempo Letal Mediano (TL₅₀) de 35,0 horas para as doses 0,228 g i.a./L e 0,381 g i.a./L e, TL₅₀ de 25,6 horas para a dose 0,457 g i.a./L. Quanto a pulverização direta, o extrato etanólico de *S. flavescens* ocasionou uma mortalidade de 100% das abelhas em todas as doses avaliadas, sendo tão letal quanto a testemunha positiva, o inseticida Tiametoxam, que também ocasionou 100% de mortalidade, além disso o extrato etanólico de *S. flavescens* proporcionou um Tempo Letal Mediano (TL₅₀) de 1,1 horas para todas as doses avaliadas. No que se refere ao comportamento, as abelhas expostas ao extrato etanólico de *S. flavescens* apresentaram tremores, déficit de mobilidade seguido de paralisia e prostração antes da morte. Independentemente da dose, o extrato etanólico de *S. flavescens* foi moderadamente nocivo via ingestão de dieta contaminada e altamente nocivo via pulverização direta sobre adultos de *A. mellifera*.

Palavras Chaves: Abelha, Polinizadores, Inseticida, Mortalidade.

ABSTRACT

SANTOS, J. V. L. **Toxicity of the ethanol extract of *S. flavescens* on the honey bee *A. mellifera* (Hymenoptera: Apidae).** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER FOR AGRIFOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, June 2023. Course Completion Work. Advisor: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

The existence of the honey bee *Apis mellifera* is fundamental for many cultures, being one of the economically significant pollinators for agriculture all over the planet, as it ensures cross-pollination and increases fruit productivity. Botanical insecticides are considered low toxicity products for men, animals, however, little is known about its effects on pollinating agents. In view of this, the objective was to evaluate the toxicity of the ethanolic extract of *Sophora flavescens* on *A. mellifera*, through the ingestion of contaminated food and direct spraying with the referred bioinsecticide on the bees. The work was carried out at the Entomology Laboratory belonging to the CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB. The study consisted of two bioassays: exposure to contaminated diet and direct spraying, carried out in a completely randomized design, where each one was composed of five treatments [Absolute control – distilled water; Positive control – Thiamethoxam: 600g/ha (0.30 g i.a./L-1) and three doses of the bioinsecticide ethanolic extract of *S. flavescens*: 0.6 L/ha (0.228 g i.a./L-1), 1 L/ha (0.381 g i.a./L-1) and 1.2 L/ha (0.457 g i.a./L-1)] and 10 repetitions, each experimental unit consisting of 10 adult bees. After the application of treatments, mortality and behavior (prostration, paralysis, tremors and reduced feeding) of the bees were evaluated at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 hours after the beginning of exposure to the product. Regarding the contaminated diet, the ethanolic extract of *S. flavescens* caused the death of 52%, 51% and 66% of the bees, at doses 0.228 g i.a./L, 0.381 g i.a./L and 0.457 g i.a./L, respectively and, providing Median Lethal Time (TL₅₀) of 35.0 hours for doses 0.228 g i.a./L and 0.381 g i.a./L and, TL₅₀ of 25.6 hours for dose 0.457 g i.a./L. As for direct spraying, the ethanolic extract of *S. flavescens* caused a mortality of 100% of the bees in all evaluated doses, respectively, being as lethal as the positive control, the insecticide thiamethoxam, which also caused 100% of mortality. the ethanolic extract of *S. flavescens* provided a Median Lethal Time (TL₅₀) of 1.1 hours for all evaluated doses. With regard to behavior, bees exposed to the ethanolic extract of *S. flavescens* showed tremors, mobility deficit followed by paralysis and prostration before death. Regardless of the dose, the ethanolic extract of *S. flavescens* was moderately harmful via ingestion of contaminated diet and highly harmful via direct spraying on *A. mellifera* adults.

Keywords: Bee, Pollinators, Insecticide, Mortality.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. IMPORTÂNCIA DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> PARA POLINIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS	11
2.2. DECLÍNIO POPULACIONAL DE <i>A. mellifera</i> EM ÁREAS AGRÍCOLAS	13
2.3. EFEITOS LETAIS E SUBLETAIS DE PESTICIDAS SOBRE <i>A. mellifera</i>	14
2.4. EFEITOS LETAIS E SUBLETAIS DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE <i>A. mellifera</i>	15
2.5. EXTRATO ETANÓLICO DE <i>S. flavescens</i> NO CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. BIOENSAIO 1: AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE <i>A. mellifera</i> APÓS INGESTÃO DE DIETA CONTAMINADA	19
3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE <i>A. mellifera</i> APÓS PULVERIZAÇÃO DIRETA	20
3.4. ANÁLISE DOS DADOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. SOBREVIVÊNCIA DE <i>A. mellifera</i> APÓS INGESTÃO DE DIETA CONTAMINADA 21	
4.2. SOBREVIVÊNCIA DE <i>Apis mellifera</i> APÓS PULVERIZAÇÃO DIRETA	24
5. CONCLUSÃO	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A abelha *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) é fundamental para muitas culturas, sendo um dos polinizadores mais importantes para agricultura em todo planeta, isso por assegurar a polinização cruzada e ampliar a produtividade de frutos (POTTS et al., 2010). Estas abelhas têm papel imprescindível na manutenção do equilíbrio ambiental e, são responsáveis por cerca de 73% da polinização cruzada na maior parte dos ecossistemas terrestres, ampliando o vigor das espécies e a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2002).

Ainda que as abelhas tenham toda uma relevância econômica e ecológica, tem-se notado ultimamente o declínio desses insetos em áreas agrícolas em inúmeras regiões do planeta (ORSI et al., 2017). Várias condições foram estudadas como possíveis causadoras por este declínio, e o uso excessivo de inseticidas nas lavouras é tido como o recurso tecnológico mais impactante sobre esses indivíduos (LEONHARDT et al., 2013).

Em campo as abelhas podem ser expostas aos inseticidas basicamente de três formas diferentes: contato com resíduos de produtos nas plantas, coleta e ingestão de alimento contaminado e contato com gotículas provenientes da pulverização (COSTA et al., 2014; SILVA et al., 2015; CHAM et al., 2017; HEARD et al., 2017). Independentemente do modo de exposição, o contato com pesticidas pode ser letal, ou acarretar em efeitos subletais que podem afetar o comportamento natural das abelhas, como por exemplo, sua atividade de voo (PHAM-DELEÈGUE et al., 2002). Nesse sentido, na tentativa de reduzir a dependência por inseticidas para o manejo de pragas e, conseqüentemente, minimizar os impactos adversos ao ambiente, vem crescendo o número de pesquisas com produtos naturais com ação inseticida (SHANNAG; CAPINERA; FREIHAT, 2015).

Dentre as plantas com ação inseticida, *Sophora flavescens*, que apresenta distribuição em todo planeta e, é uma planta leguminosa como *S. alopecuroides* e *S. tonkinensis* (DING et al., 2005), desponta como um importante inseticida de origem vegetal. O extrato etanólico de *S. flavescens* é um alcaloide quinolizidínico oriundo das raízes de *S. flavescens* e *S. alopecuroides*, que são cultivadas na China (HUANG; XU, 2016). De acordo com Wang et al. (2007), *S. flavescens* é utilizada na produção de inseticidas naturais que demonstram os seguintes benefícios: baixa toxicidade para

humanos e animais, seguro para inimigos naturais e baixa persistência ambiental graças à sua degradação acelerada.

O extrato etanólico de *S. flavescens* é um composto heterocíclico proveniente da quinolizidina, e vem sendo mencionado sua atividade pesticida, quer seja formulado com outros pesticidas ou isolado (FILGUEIRAS GOMES, 2017). Também foi utilizado para controlar o nematoide *Bursaphelenchus xylophilus*, responsável por graves problemas em *Pinus densiflora*, espécie de pinheiro proveniente da Ásia, havendo a comprovação de sua ação nematicida (MATSUDA et al., 1991).

No Brasil, o extrato etanólico de *S. flavescens* é registrado para o controle de pragas, como por exemplo, a Traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), Ácaro-da-falsa-ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*), Mariposa-oriental (*Grapholita molesta*) e Ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), sendo todas essas pragas de culturas que dependem da polinização de abelhas para produzirem seus frutos (DINAGRO, 2023).

Todavia, ainda são escassas pesquisas visando avaliar os efeitos do referido inseticida botânico sobre a abelha *A. mellifera*. Diante da escassez de informações sobre os efeitos do extrato etanólico de *S. flavescens* sobre *A. mellifera*, torna-se imprescindível a realização de pesquisas com o tema, pois somente com informações relacionadas a toxicidade de inseticidas/inseticidas botânicos sobre as abelhas é possível efetuar o manejo correto e a preservação de polinizadores em áreas agrícolas (PIRES et al., 2016). Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade do extrato etanólico de *S. flavescens* sobre *A. mellifera*, por meio da ingestão de alimento contaminado e contato direto com o referido inseticida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA DA ABELHA *Apis mellifera* PARA POLINIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS

A polinização realizada pelas abelhas garantiu a sobrevivência da maior parte das Angiospermas. Estes insetos retêm uma enorme relevância ambiental em razão de suas atividades exercidas no meio ambiente, expandindo o rendimento das colheitas e a variabilidade genética das plantas (BERINGER et al., 2019).

Entre os agentes polinizadores, as abelhas são conhecidas como os mais eficientes, isso ocorre por apresentarem vários aspectos comportamentais e

adaptações morfológicas que as colocam a frente de qualquer outro animal polinizador, devido sua constância floral, existência de pelos e estruturas especiais em seus corpos para recolher/carregar pólen, néctar ou outros recursos florais (PERUQUETTI et al., 2017).

Atrelado a isso, as abelhas colaboram para reprodução da maior parte das plantas cultivadas (COUTO et al., 2002). Culturas como maçã (*Malus domestica*), melão (*Cucumis melo*), café (*Coffea*), maracujá (*Passiflora edulis*), laranja (*Citrus × sinensis*), soja (*Glycine max*), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), caju (*Anacardium occidentale*), uva (*Vitis vinifera* L.), limão (*Citrus limon*), cenoura (*Daucus carota*), amêndoas (*Prunus dulcis*), castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), dentre outras, necessitam do trabalho das abelhas. Isso ocorre por que a polinização desses insetos é o que vai garantir a reprodução das plantas, a variabilidade genética, continuidade da espécie e o rendimento dessas colheitas (SOUZA et al., 2004).

Dentre as espécies de abelhas, a espécie *A. mellifera* é a que mais contribui na polinização agrícola (FREE, 1993). Aspectos como, hábito alimentar generalista, um número elevado de indivíduos na mesma colônia, alta capacidade em recrutar muitas campeiras para o forrageamento, facilidade de manejo em razão de se utilizar colmeias padronizadas, biologia conhecida e alto vigor na coleta de recursos colaboram para o uso dessa espécie em programas de polinização agrícola em todo planeta (WINSTON, 2003; HOGENDOORN, 2004; MORAIS et al., 2012).

Por meio do seu papel na produção de alimentos e da agricultura, as abelhas oferecem inúmeros benefícios à sociedade, melhoria nos meios de subsistência, desenvolvimento científico e preservação da diversidade biológica. Além de serem essenciais para a reprodução sexuada das plantas (IMPERATRIZ FONSECA, 2004).

No cultivo do meloeiro, a existência de abelhas no período de florescimento é essencial para garantir a polinização e promover a produção de frutos (KILL et al., 2011). Araújo et al. (2004), trabalhando com polinização e estudo comportamental de *A. mellifera* identificaram que na inexistência das abelhas na polinização da cultura do melão, houve uma alta incidência de aborto em flores e frutos, constando que quase não ocorreu rendimento produtivo da cultura.

Malerbo-Souza et al. (2004), estudando a cultura da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-Rio), constataram que a flor de laranjeira é excessivamente atrativa para as abelhas *A. mellifera* e que a polinização executada pelas mesmas influenciou quantitativamente e qualitativamente a produção de laranjas. Os frutos dos quais as

flores foram visitadas apropriadamente pelas abelhas foram mais pesados, menos ácidos e com maior número de sementes por gomo.

2.2. DECLÍNIO POPULACIONAL DE *A. mellifera* EM ÁREAS AGRÍCOLAS

As abelhas são fundamentais para a preservação da vida e sustentabilidade dos ecossistemas (LOPES et al., 2014). Diante disso, a utilidade exata destes insetos como polinizadores de plantas em ambientes naturais ou agrícolas é imensurável. Ainda assim, as abelhas encontram-se ameaçadas (BARBOSA et al., 2017) e desde a década de 80 o sumiço destas vem sendo noticiado, contudo sem a amplitude e rapidez das ocorrências atuais (WILLIAMS et al., 2010).

Admite-se que a mistura de vários fatores que resultam no estresse e enfraquecimento das abelhas são as causas do declínio populacional das mesmas, entre eles a introdução de espécies exóticas, queimadas, desmatamentos, desarmonia do ecossistema, ação de meleiros (extrativismo), agentes patogênicos (vírus, bactérias, ácaros), utilização desenfreada de pesticidas e uso inadequado da terra (EVANS et al., 2009; LOPES et al., 2005; KERR et al., 2005).

As mudanças ambientais, particularmente como decorrência do aumento da agropecuária, vêm gerando graves impactos prejudiciais na disponibilidade de alimentos, resultando em menor abundância, e inexistência durante períodos mais reduzidos de tempo, afetando exatamente as abelhas que necessitam dos recursos florais. (OLIVEIRA, 2015).

O efeito drástico dos pesticidas em geral e dos inseticidas em particular não se resume à morte de organismos não-alvos, mas está relacionado ao comportamento e funções irregulares que eles induzem (BADAWY; NASR; RABEA, 2015). Os pesticidas podem matar as abelhas em doses suficientemente altas (RORTAIS et al., 2005). Contudo, doses de pesticidas que não resultam em morte imediata costumam ter outros efeitos deletérios e podem afetar as capacidades cognitivas e comportamento das abelhas (PACÍFICO DA SILVA et al., 2015).

Uma das consequências mais preocupantes desse desaparecimento está diretamente relacionada a polinização. Não se conhece nenhum substituto artificial para a polinização capaz de executar de forma tão habilidosa, eficiente e competente o trabalho de uma abelha. Os efeitos, a longo prazo, do declínio destes insetos, poderão ser extremamente prejudiciais à alimentação humana e animal, uma vez que as frutas e os produtos agrícolas decrescerão aceleradamente. Assim, o

desaparecimento das abelhas ameaça à segurança alimentar mundial (CORBY-HARRIS et al., 2016).

O declínio das abelhas apresenta indícios atuais, proporção local e regional (BIESMEIJER et al., 2006), expressando na atualidade taxas elevadas de extinções em muitos grupos (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), além do registro de prejuízos consideráveis comprovados na população de polinizadores manejados (ALLEN-WARDELL et al., 1998).

A escassez desses polinizadores prejudica negativamente a reprodução sexuada e a diversidade genética das plantas, além de atrapalhar a produção de alimentos e produtos relacionados (KLEIN et al., 2007). Como resultado desse declínio, ocorrem inúmeros efeitos cascata associados à saúde humana e ao ambiente, além de um grande efeito na economia (GALLAI et al., 2009), sendo capaz de trazer à extinção de plantas e animais, alterações na paisagem e nos papéis do ecossistema (KEVAN et al., 2003).

Graças ao valor ecológico e econômico das abelhas, o seu sumiço cria a demanda por aplicação de ações de conservação para esses polinizadores, sobretudo por meio do manejo eficiente e uso sustentável tendo em vista soluções variadas que alterem essa problemática (BERINGER et al., 2019).

2.3. EFEITOS LETAIS E SUBLETAIS DE PESTICIDAS SOBRE *A. mellifera*

A intoxicação de abelhas por pesticidas é uma adversidade que acontece em todo planeta (PACÍFICO DA SILVA et al., 2015), em função das abelhas possuírem imenso valor como polinizadores de diversas culturas (MAYER; LUNDEN, 1999). A maior parte dos estudos visando examinar a ação de inseticidas sobre abelhas vem sendo executada com espécies europeias, as quais usualmente apresentam-se vulneráveis aos efeitos tóxicos de compostos utilizados para o manejo de pragas em culturas de importância econômica (DEVILLERS; PHAM-DELEGUE, 2002).

A contaminação das abelhas por inseticidas decorre, normalmente, no momento de colher néctar e pólen, e pode chegar em maior ou menor proporção a colônia. Quando ocorre em menor extensão, partículas erguidas no ar são retidas por estes insetos e ficam presos aos pelos superficiais de seu corpo ou são absorvidos e grudados em seu aparelho respiratório (BONZINI, 2011).

Fora as implicações de toxicidade aguda, levando à morte das abelhas, os inseticidas são capazes, inclusive, de gerar mudanças comportamentais nos

indivíduos, que no decorrer do tempo provoca graves danos no mantimento da colônia (PACÍFICO-DA-SILVA et al., 2016). Por vezes, a ação de inseticidas nas abelhas pode não ser instantaneamente percebido, de modo que seja essencial avaliações recorrendo a doses subletais, onde será possível analisar sua interferência na sobrevivência, fisiologia e comportamento do inseto (MEDRZYCHI et al., 2003).

De acordo com Malaspina (1979), os inseticidas são capazes de prejudicar as abelhas pelo contato, pela ingestão e através da fumigação. O autor ainda diz que, as ações tóxicas estão profundamente relacionadas às concentrações aplicadas, a duração da exposição, entre muitas outras características. Tais compostos tem potencial de ocasionar a morte e modificações fisiológicas, tal como, a redução da longevidade das abelhas devido a exposição a pequenas doses de inseticidas (PINHEIRO; FREITAS, 2010).

Segundo Decourtye (2005), os inseticidas fitopronil, deltametrina e dimetoato afligem negativamente a habilidade de aprendizagem da abelha *A. mellifera*, tendo como resultado a distensão da probóscida. Além disso, as abelhas infectadas com deltametrina expressaram movimentos descoordenados, perturbação no senso de direção e dificuldade em relação à capacidade de regresso à colônia (VANDAME, 2005)

No Brasil, existe carência sobre pesquisas acerca do efeito de compostos em relação as abelhas africanizadas, dessa forma é necessário que novos trabalhos sejam produzidos com o objetivo de se entender a interação entre abelhas e produtos químicos (BAPTISTA et al., 2009). Nesse contexto, é extremamente importante se estudar a ação de inseticidas sobre as abelhas, uma vez que esses insetos são consideravelmente fundamentais para polinização e, conseqüentemente, produtividade de diversas culturas agrícolas.

2.4. EFEITOS LETAIS E SUBLETAIS DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE

A. mellifera

Os extratos vegetais são substâncias oriundas do metabolismo secundário de plantas, não sendo necessários para geração de energia para a planta, como ocorre com as substâncias oriundas do metabolismo primário, à exemplo dos carboidratos, os lipídeos, os aminoácidos e os nucleotídeos (MANN, 1995; WIESBROOK, 2004).

Os metabólicos secundários atuam como pesticidas, inibidores da alimentação (SAITO et al. 2004) e repelentes de insetos (FAZOLIN et al. 2002; MENEZES, 2005).

Os alcaloides, flavonoides, cumarinas, taninos, quinonas e óleos essenciais, são tidos como compostos secundários e elaborados pelas plantas para sua continuidade e, depois de moídos, podem ser retirados em meio aquoso ou por meio de solventes orgânicos (WIESBROOK, 2004; CASTRO, 2004).

Quando se trata do manejo alternativo de pragas, nos últimos tempos as pesquisas têm aumentado, no que se refere à análise da bioatividade dos extratos vegetais e seus constituintes. Sua grande volatilidade e menor toxicidade a organismos não alvos são os mais importantes aspectos que categorizam os extratos vegetais como substâncias seguras para o manejo de pragas. Contudo, estas substâncias têm potencial de expressar resultados indesejados a organismos não alvos, tais como as abelhas. Os inseticidas botânicos expressam resultados subletais no desenvolvimento de *Melipona quadrifasciata* e *Bombus terrestris*, assim como toxicidade e modificações no comportamento de *A. mellifera* (BARBOSA et al., 2014).

Ainda assim, pesquisas também atestam que alguns extratos vegetais possuem o potencial de serem propícios para o manejo de pragas e seletivos ou repelentes para abelhas, como por exemplo, o extrato vegetal de andiroba (*Carapa guianensis*), que não acarreta na morte de adultos de *A. mellifera* (XAVIER et al., 2015).

Do mesmo modo, Malerbo-Souza et al. (2003) analisaram extratos vegetais sobre as operárias de *A. mellifera*, identificando efeitos distintos sobre essas abelhas, onde se pulverizados na cultura de maracujá e/ou em tubos de propileno, citronela (*Cymbopogon winterianus*) e orégano (*Origanum vulgare*) na concentração de 5% de glicerina, água e óleo não exibem poder repelente para *A. mellifera*.

Xavier (2009) analisou a seletividade de Nim (dosagem recomendada), observando que este gerou 80% de mortalidade dos adultos de *A. mellifera* decorridos quatro dias de exposição, elevando a mortalidade conforme o tempo de exposição ao produto. Segundo Vilani (2013), ao utilizar extrato de uva-do-japão, houve redução no tempo de vida de *A. mellifera* em 54,20 h quando pulverizado (na concentração de 1 mL do extrato vegetal à 5%).

Ainda não há informações sobre os efeitos do extrato etanólico de *S. flavescens* sobre *A. mellifera*, portanto, para suprir a carência de informações e auxiliar na conservação de polinizadores em áreas de produção agrícola, é fundamental avaliar os efeitos das doses comerciais deste inseticida sobre os adultos de *A. mellifera*.

2.5. EXTRATO ETANÓLICO DE *S. flavescens* NO CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS

O extrato etanólico de *S. flavescens* é um poderoso inseticida botânico, com sua ação comprovada como inseticida e acaricida, possuindo alta eficácia contra as mais importantes pragas da agricultura. É um produto natural, com atributos específicos que o distingue da maioria dos produtos naturais existentes no mercado. Contém alta ação de choque no manejo das pragas e ação deterrente que limita a alimentação de insetos e ácaros sobre as plantas, resultando na morte por inanição. O extrato etanólico de *S. flavescens* dispõe de registro junto ao MAPA nas mais variadas culturas, à exemplo de: citros, macieira, soja, tomate, algodão, entre outras (REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2022).

O grande diferencial deste inseticida é o vasto espectro de ação no manejo de pragas. Exibe eficácia sobre diversas pragas com alta dificuldade de controle, como a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), o ácaro-da-leprose-dos-citros (*Brevipalpus yothersi*), o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), a mariposa-oriental (*Grapholita molesta*), entre outras pragas (REVISTA DA FRUTA, 2022).

Por se tratar de um produto de origem vegetal, possui degradação acelerada no ambiente, além de não apresentar resíduos sobre os alimentos, o que o torna um forte aliado na produção de alimentos de origem orgânica. Além disso, possui pouca persistência no ambiente, colaborando para aumentar a conservação de inimigos naturais e de organismos não-alvos. Sendo possuidor de uma degradação acelerada no ambiente, é possível aplicar o produto próximo a colheita. Essa é uma estratégia interessante, particularmente em cultivos de frutas e hortaliças que efetuam várias colheitas (REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2022).

Em citricultura, é apontado para o controle dos ácaros-da-leprose-dos-citros (*Brevipalpus phoenicis*) e o ácaro-da-falsa-ferrugem-dos-citros (*Phyllocoptruta oleivora*). Faz parte dos seletos produtos da lista de Produtos para Proteção da Citricultura, a Protecitrus, que ajuda os produtores no que diz respeito à utilização de pesticidas autorizados pelos mais importantes países importadores de suco de laranja brasileiro. No que se refere ao ácaro-da-leprose, estudos executados no campo apuraram que uma aplicação de extrato etanólico de *S. flavescens* (matrine) na dose de 100 mL p.c./100 L é o bastante para reduzir a população deste ácaro em até 49 dias decorrido a aplicação. Atualmente, o número de produtos indicados para o

manejo do ácaro-da-leprose ainda é baixo, devido a ser uma praga de difícil controle e a maior parte dos acaricidas não exibirem resultados aceitáveis (REVISTA DA FRUTA, 2022).

Zanardi et al. (2015) verificaram o uso de inseticidas botânicos baseado no extrato etanólico de *S. flavescens* para estudo em condições controladas e a campo sobre o controle de quatro espécies de importância agrícola: Psilídeo (*Diaphorina citri*), Ácaro-purpúreo-do-citrus (*Panonychus citri*), Caruncho-do-milho (*Sitophilus zeamais*) e Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), comprovando sua ação biocida em ambas condições para os artrópodes analisados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB. Para realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* provenientes de cinco (05) colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG.

O produto avaliado foi o Extrato Etanólico de *S. flavescens*. Ressalta-se que foram avaliadas três doses comerciais (Tabela 1) do referido inseticida, conforme recomendação do fabricante. Além do referido produto, foi utilizada como testemunha absoluta a água destilada e como testemunha positiva o inseticida Tiametoxam (0,30 g i. a/L).

TABELA 1. Tratamentos e respectivas doses que foram avaliadas com relação à toxicidade oral e direta sobre *Apis mellifera*, Pombal - PB, 2023.

TRATAMENTO	INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	DOSE	PRAGA ALVO
Matrine	Extrato etanólico de <i>Sophora flavescens</i>	Alcalóides quinolizidínico	0,6 L/ha (0,228 g i.a. L ⁻¹)	Lagarta-da-soja (<i>Anticarsia gemmatalis</i>)
			1 L/ha (0,381 g i.a. L ⁻¹)	Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>)
			1,2 L/ha (0,457 g i.a. L ⁻¹)	Mosca-branca (<i>Bemisia tabaci</i> raça B)
Testemunha Absoluta(água destilada)	-	-	-	-
Testemunha Positiva (Actara®)	Tiametoxam	Neonicotinoide	600g/ha (0,30 g i.a. L ⁻¹)	<i>Bemisia tabaci</i> raça B e <i>Aphis gossypii</i>

Para avaliar o impacto do extrato etanólico de *S. flavescens* na sobrevivência de *A. mellifera* foram realizados dois bioensaios distintos, correspondentes aos modos de exposição ingestão de dieta contaminada e pulverização direta sobre as abelhas. Os dois bioensaios foram realizados em sala climatizada a 25 ± 2 °C, $50 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h, utilizando a metodologia proposta por Costa et al. (2014).

3.1. BIOENSAIO 1: AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE *A. mellifera* APÓS INGESTÃO DE DIETA CONTAMINADA

As abelhas utilizadas neste bioensaio ficaram previamente sem alimentação por 2 horas. Para o bioensaio foram utilizadas como arenas (para confinamento das abelhas) recipientes plásticos com 12 cm de diâmetro X 12 cm de altura, com a extremidade superior parcialmente coberta com tela antiáfideo e laterais com aberturas de aproximadamente 0,1 cm (para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente).

Inicialmente foi preparada a dieta artificial denominada Pasta Cândi (mistura de mel + açúcar refinado), e em seguida os tratamentos foram pulverizados sobre a dieta utilizando um pulverizador manual. Após distribuição das abelhas nas arenas, o alimento contaminado foi colocado no interior dos referidos recipientes, juntamente com um algodão embebido em água destilada. A partir deste momento, os insetos ficaram sob observação constante até a confirmação da ingestão do alimento.

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva – Tiametoxam: 600g/ha (0,30 g i. a./L⁻¹) e três doses do inseticidas botânicos extrato etanólico de *S. flavescens*: 0,6 L/ha (0,228 g i.a./L⁻¹), 1 L/ha (0,381 g i. a./ L⁻¹) e 1,2 L/ha (0,457 g i. a./L⁻¹)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas de *A. mellifera*.

Após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, paralisia, tremores e redução da alimentação) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início da ingestão do alimento contaminado. Foram registradas como mortas às abelhas que não responderam a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas, em cada período de avaliação, com um pincel fino).

3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE *A. mellifera* APÓS PULVERIZAÇÃO DIRETA

Na realização deste bioensaio, também foram utilizadas arenas (recipiente plástico de 12 cm de diâmetro X 12 cm de altura), cuja parte superior estava parcialmente coberta por tela antiáfideo (local usado para a pulverização) e aberturas laterais de aproximadamente 0,1 cm (ambos proporcionaram uma adequada circulação de ar no ambiente). As abelhas foram distribuídas em cada arena, na qual ficaram expostas aos tratamentos de acordo com cada tratamento estabelecido por meio da técnica de pulverização direta com o auxílio de um pulverizador manual, simulando uma situação provável por pulverização no campo. Após a pulverização sobre as abelhas, foi colocado em cada arena a Pasta Cândi (alimento artificial feito de açúcar refinado e mel) usado para alimentar as abelhas e um chumaço de algodão com água destilada para manter as abelhas hidratadas. A partir disso, foram avaliados os efeitos dos inseticidas sobre as abelhas durante o período de tempo determinado.

O bioensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva – Tiametoxam: 600g/ha (0,30 g i. a./L⁻¹) e três doses do inseticidas botânicos extrato etanólico de *S. flavescens*: 0,6 L/ha (0,228 g i.a./L⁻¹), 1 L/ha (0,381 g i. a./ L⁻¹) e 1,2 L/ha (0,457 g i. a./L⁻¹)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas de *A. mellifera*.

Após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, paralisia, tremores e redução da alimentação) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início das pulverizações dos inseticidas sobre as abelhas. Foram registradas como mortas às abelhas que não responderem a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas, em cada período de avaliação, com um pincel fino).

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

As médias de mortalidade foram corrigidas pela fórmula de Abbott (1925), em seguida foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) a 5% de significância, seguido pelo teste de Wilcoxon. Os dados de sobrevivência das abelhas foram analisados utilizando o pacote “Survival” (THERNEAU; LUMLEY, 2010) para o software R e submetidos a uma distribuição de Weibull, sendo em seguida agrupados por meio de contrastes os tratamentos com efeitos similares de toxicidade e velocidade de mortalidade. Além disso, foi calculado o tempo letal mediano (TL₅₀) para cada grupo formado. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. SOBREVIVÊNCIA DE *A. mellifera* APÓS INGESTÃO DE DIETA CONTAMINADA

Foi observado que o extrato etanólico de *S. flavescens* diferiu significativamente das testemunhas absoluta e positiva. O extrato etanólico de *S. flavescens* ocasionou a morte de 52%, 51% e 66% das abelhas nas doses 0,228 g i.a./L, 0,381 g i.a./L e 0,457 g i.a./L, respectivamente, sendo menos letal do que a

testemunha positiva, o inseticida Tiametoxam, que ocasionou 100% de mortalidade (FIGURA 1).

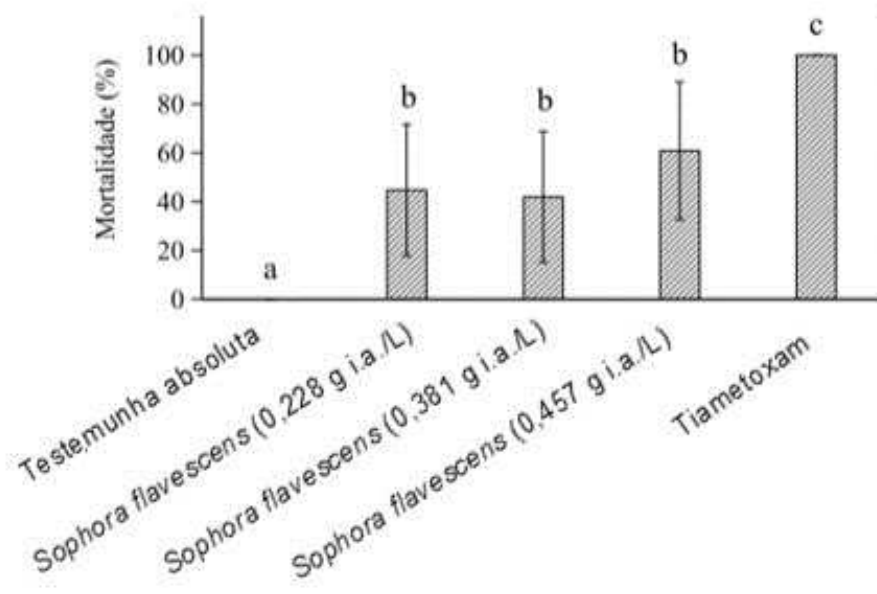


FIGURA 1: Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após ingestão de dieta contaminada com extrato etanólico de *Sophora flavescens*, Pombal-PB, 2023.

É importante destacar que independente da dose, o extrato etanólico de *S. flavescens*, foi menos tóxico que o inseticida Tiametoxam, produto reconhecidamente nocivo para *A. mellifera* (COSTA et al., 2014). Contudo, provavelmente a mortalidade sobre *A. mellifera* seja devido ao mecanismo de ação do produto. Por ser um inseticida de contato e sistêmico, uma vez que entra em contato com os insetos o produto possui uma alta ação de choque, além disso, possui ação deterrente, o que acaba limitando a alimentação dos insetos, causando morte por inanição, ou seja, por falta de alimentos ou por deficiência na sua assimilação (REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2022).

No que diz respeito ao comportamento, as abelhas expostas ao extrato etanólico de *S. flavescens* apresentaram tremores, déficit de mobilidade seguido de paralisia e prostração antes da morte, sendo perceptível a diferença em comparação com as abelhas que se encontravam na testemunha absoluta. De acordo com Malaspina (1979), os prejuízos desses impactos estão intimamente relacionados às concentrações avaliadas, o tempo de exposição, dentre outras características. A composição do extrato pode causar a morte e alterações fisiológicas como, por exemplo, a diminuição da longevidade das abelhas ocasionada pela exposição a

baixas doses do inseticida (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Considerando as atividades realizadas pelas abelhas, como construção de células, manipulação, defesa, cuidado com as crias, limpeza, coleta, procura e comunicação com a fonte de alimento podem ser comprometidas e afetar negativamente o desempenho, manutenção e sobrevivência de toda colônia (JACOB, 2019).

Com relação à análise de sobrevivência, para as doses 0,228 g i.a./L e 0,381 g i.a./L, o extrato etanólico de *S. flavescens* proporcionou um TL_{50} de 35,0 horas e, para a dose 0,481 g i.a./L, proporcionou um TL_{50} de 25,6 horas, onde independentemente da dose, o TL_{50} foi muito inferior se comparado a testemunha absoluta (FIGURA 2). Além disso, é importante destacar que o TL_{50} do extrato etanólico de *S. flavescens* foi superior ao do inseticida Tiametoxam, que proporcionou TL_{50} de 6,0 horas.

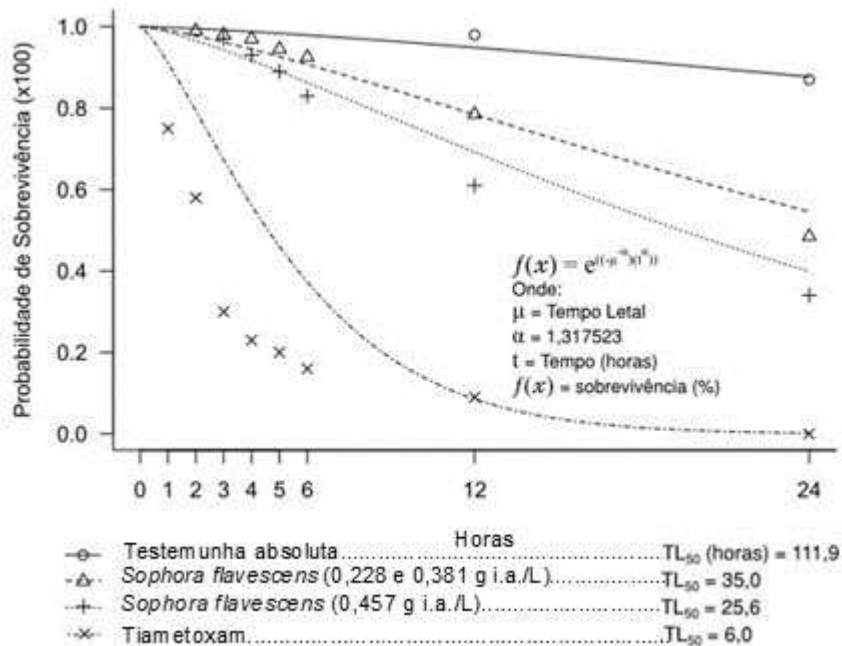


FIGURA 2: Sobrevivência (%) de *Apis mellifera* e tempos letais medianos (TL_{50}) após ingestão de dieta contaminada com extrato etanólico de *S. flavescens*, Pombal-PB, 2023.

De acordo com Xavier et al. (2015), mesmo os inseticidas botânicos com ações mais rápidas levam mais que algumas horas para exercerem sua toxicidade sobre os adultos de abelhas. Na prática, isso quer dizer que ao forragearem áreas onde os inseticidas botânicos foram aplicados, as abelhas levariam em seus corpos resíduos destes produtos para as colmeias, onde os mesmos poderiam exibir suas ações tóxicas, até mesmo sobre as crias ali presentes (XAVIER, 2009).

Com os resultados obtidos e, levando em conta a taxa de sobrevivência das abelhas, foi possível verificar que o extrato etanólico de *S. flavescens* via ingestão de

dieta contaminada, mostrou-se moderadamente tóxico as abelhas, porém, prejudicou seus movimentos e comportamento naturais, o que a nível de campo, se reflete em um sério risco a sobrevivência das mesmas, uma vez que estas precisam estar em plenas capacidades físicas para que possam efetuar suas atividades cotidianas, ou seja, forragear e retornar a colmeia.

4.2. SOBREVIVÊNCIA DE *Apis mellifera* APÓS PULVERIZAÇÃO DIRETA

Foi observado que o extrato etanólico de *S. flavescens* diferiu significativamente da testemunha absoluta, mas foi estatisticamente igual a testemunha positiva. O extrato etanólico de *S. flavescens* ocasionou a morte de 100% das abelhas independente da dose, respectivamente, sendo tão letal quanto a testemunha positiva, o inseticida Tiametoxam, que também ocasionou 100% de mortalidade (FIGURA 3).

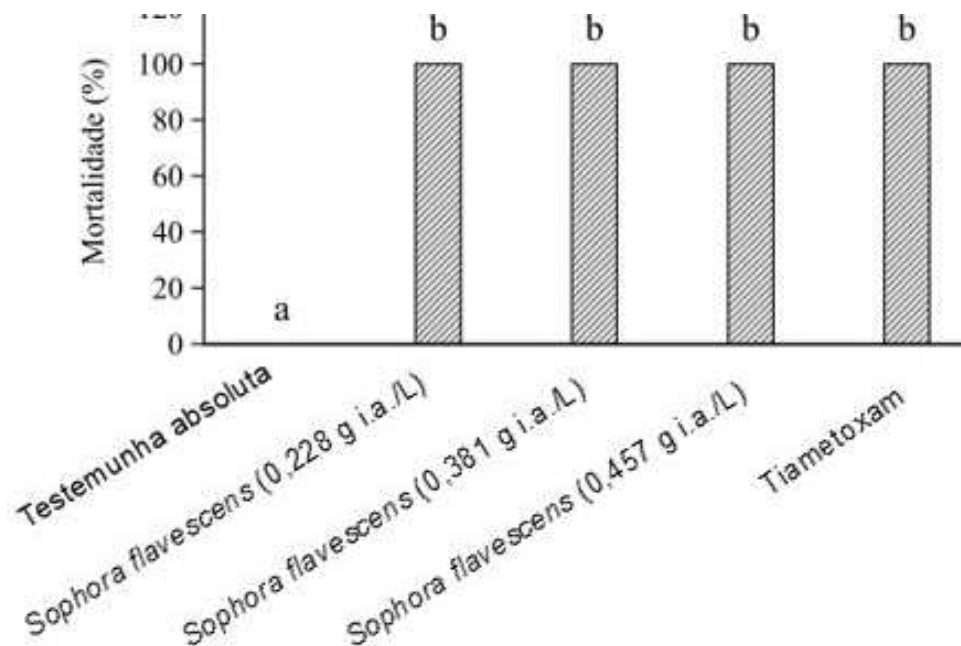


FIGURA 3: Mortalidade (%) de abelhas *Apis mellifera* após exposição por pulverização direta com o extrato etanólico de *S. flavescens*, Pombal-PB, 2023.

No que se refere ao comportamento, as abelhas expostas ao extrato etanólico de *S. flavescens* apresentaram tremores, déficit de mobilidade seguido de paralisia e prostração antes da morte, sendo perceptível a diferença em comparação com as abelhas que se encontravam na testemunha absoluta.

Contudo, os prejuízos motores observados também podem ser vistos quando se utiliza outros inseticidas de origem vegetal. De acordo com Xavier (2009), os extratos de alho, nim, rotenona e óleo de eucalipto reduzem a velocidade de movimentação de adultos de *A. mellifera*. Estes inseticidas botânicos possuem efeito de arrestância sobre esta abelha, ou seja, aumenta o tempo de permanência do inseto sobre a superfície pulverizada, onde o efeito do contato faz com que os insetos cheguem a parar ou ter seus movimentos mais lentos (DOSKOTCH et al., 1980; WU et al., 2008).

Efeitos semelhantes também foram observados em outros trabalhos para inseticidas sintéticos, como o Tiametoxam, que foi a testemunha positiva no presente trabalho. Segundo Carvalho et al. (2009), quando operárias adultas de *A. mellifera* entram em contato com o inseticida Tiametoxam por via tópica, manifestam distúrbios de coordenação motora, incapacidade de voo e prostração após as primeiras horas. Os autores também observaram que o inseticida Tiametoxam é altamente tóxico, provocando 71% de mortalidade após uma hora da pulverização sobre as abelhas, e 100% após nove horas. Da forma semelhante, Thomazoni et al. (2007) concluíram que Tiametoxam não foi seletivo a adultos de *A. mellifera*.

Com relação à análise de sobrevivência, independente da dose, o extrato etanólico de *S. flavescens* proporcionou um Tempo Letal Mediano (TL₅₀) de 1,1 horas para todas as doses avaliadas, sendo muito inferior se comparado a testemunha absoluta. Além disso, é importante destacar que o TL₅₀ do extrato etanólico de *S. flavescens* foi inferior também ao do inseticida Tiametoxam, que proporcionou TL₅₀ de 6,4 horas. (FIGURA 4), ou seja, provocou maior velocidade de mortalidade.

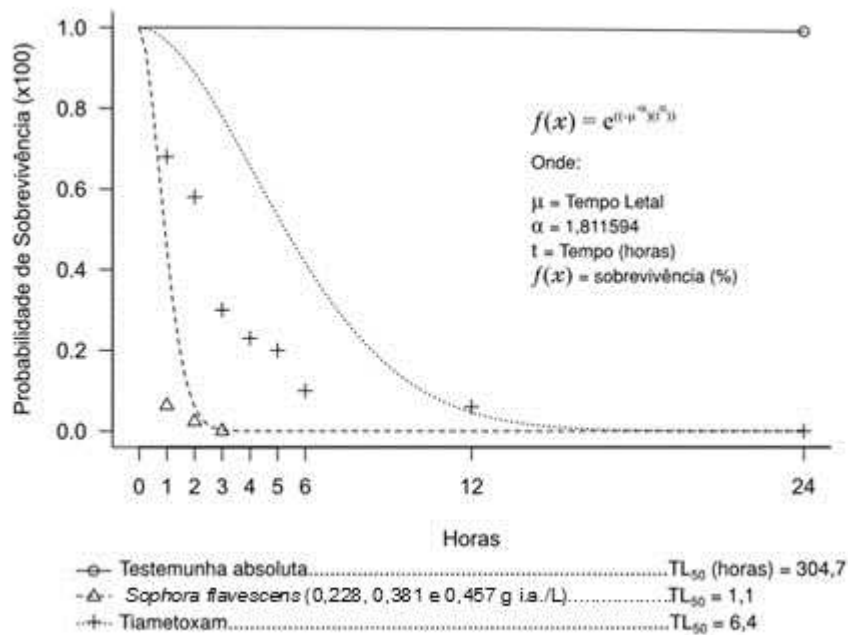


FIGURA 4: Sobrevivência (%) de operárias adultas de *Apis mellifera* após pulverização direta com o extrato etanólico de *S. flavescens*, Pombal-PB, 2023.

Independentemente da dose, no modo de exposição pulverização direta, o extrato etanólico de *S. flavescens* mostrou-se extremamente tóxico aos adultos da abelha *A. mellifera*, proporcionando uma alta taxa de mortalidade das abelhas e proporcionando resultados ainda mais rápidos que os da testemunha positiva. Salienta-se que o inseticida Tiametoxam é conhecido por provocar a rápida mortalidade sobre as abelhas. Isso pôde ser verificado pelo trabalho de Carvalho et al. (2009), que ao realizarem pulverização sobre *A. mellifera* com os inseticidas Tiametoxam e Metidationa, observaram que durante as primeiras horas as abelhas expostas a esses produtos apresentaram distúrbios de coordenação motora, incapacidade de voo e prostração, porém, Tiametoxam foi mais tóxico em um espaço mais curto de tempo, com TL₅₀ de 1,7 horas e Metidationa de 2,62 horas, ou seja, mostra o quão rápida pode ser a taxa de mortalidade deste inseticida quando em contato direto sobre as abelhas.

Informações sobre a toxicidade do extrato etanólico de *S. flavescens* sobre abelhas são escassas, sendo esses os primeiros resultados com as doses avaliadas e em diferentes modos de exposição, sobre a abelha *A. mellifera*. Além de colaborar para subsidiar novas pesquisas, os resultados encontrados irão contribuir para o

desenvolvimento de um sistema de manejo sustentável das abelhas em áreas de produção agrícola.

5. CONCLUSÃO

Independente da dose, o extrato etanólico de *S. flavescens* foi moderadamente nocivo via ingestão de dieta contaminada e altamente nocivo via pulverização direta sobre os adultos da abelha *A. mellifera*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.
- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v.19, p. 915-918, 2009.
- ALLEN-WARDELL, G., BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.L.; CANE, J. H.; COX, P.A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INOUE, D.; INGRAM, M.; JONES, C.E.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G.P.; PAVLIK, B.; TEPEDINO, V.J.; TORCHIO, P. & WALKER, S. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, p. 8-17, 1998.
- ARAÚJO, M. T. S.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, p. 1, 2004.
- BADAWY, M. E. I.; NASR, H. M.; RABEA, E. I. Toxicity and biochemical changes in the honey bee *Apis mellifera* exposed to four insecticides under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 46, p. 177-193, 2015.

BAPTISTA, A. P. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, S. M.; CARVALHO, C. F.; FILHO, J. S. S. B. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.955-961, 2009.

BARBOSA, D. et al. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017. DOI: <<http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.34.694-703>>. Acesso em: 28 de mai. 2023.

BARBOSA, W. F.; MEYER, L. DE; GUEDES, R. N. C.; SMAGGHE, G. Lethal and sublethal effects of azadirachtin on the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology**, v. 24, p. 130-142, 2014.

BARBOSA, W. F.; TOMÉ, H. V. V.; BERNARDES, R. C.; SIQUEIRA, M. A. L.; SMAGGHE, G.; GUEDES, R. N. C. Biopesticide-induced behavioral and morphological alterations in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 34, n. 9, p. 2149-2158, 2015.

BARKER, R. J. **Poisoning by plants**. Cornell University Press. p. 309-315, 1990.

BARNETT, E. A.; CHARLTON, A. J.; FLETCHER, M. R. Incidents of bee poisoning with pesticides in the United Kingdom, 1994–2003. **Pest Management Science**, v. 63, n. 11, p. 1051-1057, 2007.

BARROS, D. C. B. de; CAMILLI, M. P.; MENDES, D. D.; ORSI, R. O. A Importância das abelhas *Apis mellifera* L. e a influência da alimentação proteica (pólen) no desenvolvimento dos enxames e das crias. **5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu**, 2016.

BERINGER, J. S.; MACIEL, F. L.; TRAMONTINA, F. F. O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n.1, p. 17-26, 2019. <<http://200.132.92.95/index.php/revuergs/article/view/1686/411>>. Acesso em: 08 de mai. 2023.

BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A.P.; POTTS, S.G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C.D.; SETTELE, J.; KUNIN, W.E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and The Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006.

BONZINI, S. Predicting pesticide fate in the hive (part 1): experimentally determined fluvalinate residues in bees, honey and wax. **Apidologie**, v.42, p.378-390, 2011.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BUENO FILHO, J. S. S.; BAPTISTA, A. P. M. Toxicidade de acaricidas / inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758, (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia**, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CASTRO, D. P. **Atividade inseticida de óleos essenciais de *Achillea millefolium* e *Thymus vulgaris* sobre *Spodoptera frugiperda* e *Schizaphis graminum***. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, p. 87, 2004.

CHAM, K. O.; REBELO, R. M.; OLIVEIRA, R. P.; FERRO, A. A.; VIANASILVA, F. E. C.; BORGES, L.O.; SARETTO, C. O. S. D.; TONELLI, C. A. M.; MACEDO, T. C. **Manual de Avaliação de Riscoambiental de Agrotóxicos para Abelhas**. p.105, 2017.

CINTRA, P.; MALASPINA, O.; PETACCI, F.; FERNANDES, J. B.; BUENO, O, C.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. G. F. Toxicity of *Dimorphandra mollis* to workers of *Apis mellifera*. **Journal of Brazilian Chemical Society**. v. 13, n. 1. p. 115-118, 2002.

CORBY-HARRIS, V.; SNYDER, L.; MEADOR, C. A. D.; NALDO, R.; MOTT, B.; ANDERSON, K. E. *Parasaccharibacter apium*, gen. nov., sp. nov., improves honey bee (Hymenoptera: Apidae) resistance to Nosema. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, n. 2, p. 537-543, 2016.

COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; MAIA, A. V. P.; SILVA, F. E. L.; BEZERRA, C. E. S.; SILVA, J. G. Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 45, n. 1, p. 34-44, 2014.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2 ed. 2002.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

- DECOURTYE, A. Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybee *Apis mellifera*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.48, p.242-250, 2005.
- DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L.A.O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**. p. 260-266, 2005.
- DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI; R. C.; CAMPOS, L. A. O. Polinização em ambientes protegidos: uso da abelha-sem-ferrão mandaçaia em sistemas orgânicos de produção. In: AGUIAR, R. L.; DAREZZO, R. J.; ROZANE, D. E.; AGUILERA, G. A. H.; SILVA, D. J. H. (eds.), Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas. **UFV/DFT**, 2004.
- DEVILLERS, J.; PHAM-DELEGUE, M. H. Honey bees: estimating the environmental impact of chemicals. p. 332, 2002
- DEVINE, G. J.; FURLONG, M. J. Insecticide use: contexts and ecological consequences. **Agriculture and Human Values**, v. 24, p. 281-306, 2007.
- DING, P. L., YU, Y. Q., CHEN, D. F. Determination of quinolizidine alkaloids in *Sophora tonkinensis* by HPCE. **Phytochem. Anal**, v.16, p. 257–263, 2005.
7. DOSKOTCH, R. W.; CHENG, H. Y.; ODELL, T. M; GIRARD, L. Nerolidol: an antifeeding sesquiterpene alcohol for gypsy moth larvae from *Melaleuca leucadendron*. **Journal of Chemical Ecology**, v.6, n.4, p. 45-851, 1980.
- ENGELSDORP, D.; HAYES, J.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. S. A survey of honey bee colony losses in the U.S. **PLoS ONE**, v. 3, n. 12, p. 40-71, 2008.
- EVANS, J. D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B. K.; FRAZIER, M.; TARPY, D. R. Colony collapse disorder: a descriptive study. **PloS one**, v.4, p. 17, 2009.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LIMA, A. P. de; ARGOLO, V. M. Evaluation of plants with insecticide to control the cow-the-bean. **EMBRAPA-CPAFAC**, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 37). p. 42, 2002.

FERREIRA, M.N. **Polinização dirigida em guaranazal cultivado utilizando-se abelhas *Apis mellifera*, *Melipona seminigra abunensis* e *Scaptotrigona sp.* - Mato Grosso - Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná. p.158, 2004.

FILGUEIRAS GOMES, M. D. **Atividade inseticida de fungos entomopatogênicos e do alcaloide matrine em larvas de *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Programa de Pós Graduação em Medicina Tropical e Saúde Pública. Goiânia, p. 75, 2017.

FREE, J. B. **Insect Pollination of Crops**. 2^a ed. Academic Press, p. 684, 1993.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, p. 810-821, 2009.

GARRATT, M. P. D.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 184, p. 34-40, 2014.

GODFRAY, H. C. J.; BLACQUIÈRE, T.; FIELD, F. M.; HAILS, R. S.; PETROKOFKY, G.; POTTS, S.G.; RAINE, N. E.; VANDERGEN, A. J.; MCLEAN, A. R. A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. **Proceedings Biological Sciences**, v. 281, p. 9, 2014.

GOMES, I. N.; VIEIRA, K. I. C.; GONTIJO, L. M.; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 97-107, 2020.

HEARD, M. S.; BAAS, J.; DORNE, J. L.; LAHIVE, E.; ROBINSON, A. G.; RORTAIS, A.; SPURGEON, D. J.; SVENDSEN, C.; HESKETH, H. Comparative toxicity of pesticides and environmental contaminants in bees: Are honey bees a useful proxy for wild bee species? **Science of the Total Environment**, v. 578, p.357-365, 2017.

HOGENDOORN, K. **On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses.** In: Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (eds.), Imprensa Universitária, p. 213-221, 2004.

HUANG, J.; Xu, H. Matrine: Bioactivities and structural modifications. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 16, p. 14, 2016.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop**, v. 10, n. 4, p. 4, 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: EDUSP, 2012.

JACOB, C. R. O. **Impacto de inseticidas neonicotínicos em abelhas africanizadas e nativas sem ferrão (Hymenoptera: Apoidea): toxicidade, alterações na atividade de locomoção e riqueza de espécies em pomares de citros.** 2019, 83p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

JAY, S. C. Spatial management of honeybees on crops. **Annual Review of Entomology**, v.31, p.49-65, 1986.

JOHANSEN, C. A. Pesticides and bees. **Environmental Entomology**, v.12, p.1513-1518, 1983.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants and conservation biology. **BioScience**, v.47, p. 297-307, 1997.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, n. 29, p. 83-112, 1998.

KENMORE, P.; KRELL, R. **Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management.** In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, with Emphasis on Bees, 1998.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C.; ASSIS, M. G. P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Mensagem Doce**, v. 12, n. 80, 2005.

KEVAN, P. G.; VIANA, B. F. The global decline of pollination services. **Biodiversity**, v.4, n. 4, p. 3-8, 2003.

KEVEN, P. G; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. Ontario: **Annual Review of Entomology**, v.28, p. 407-453, 1983.

KIILL, L. H. P.; COELHO, M. S.; SIQUEIRA, K. M. M.; COSTA, N. D. Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina -PE, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 455-460, 2011.

KLATT B. K.; HOLZSCHUH A.; WESTPHAL C.; CLOUGH Y.; SMIT I.; PAWELZIK E.; TSCHARNTKE T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281. p. 1-8, 2013.

KLEIN, A.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, Ingolf; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TS-CHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society**, v.274, p.303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 26, p. 16812-16816, 2002.

LEONHARDT, S. D.; GALLAI, N.; GARIBALDI, L. A.; KUHLMANN, M.; KLEIN, A. M. Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. **Basic And Applied Ecology**, v. 14, n. 6, p. 461-471, 2013.

LIU, Z. L.; GOH, S. H.; HO, S. H. Screening of chinese medicinal herbs for bioactivity against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products**, v. 43, p. 290-296, 2007.

LOPES, L. A; DAL-FARRA, R. A.; ATHAYDES, Y. Relevância dos insetos em termos ecológicos e suas interações com o ser humano: contribuições para a educação ambiental. **Revista Eletrônica Educação Ambiental em Ação**, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1863>>. Acesso em: 10 de mai. 2023.

LOPES, M.; FERREIRA, J. B.; SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v.2, n.4, 2005.

LUO, W. C.; LI, Y. S.; MU, L. Y. The toxicities of alkaloids from *Sophora alopecuroides* against turnip aphids and effects on several estereases. **Acta Entomologica Sinica**. v. 40, p. 358-365, 1997.

MALASPINA, O. **Estudo genético da resistência ao DDT e relação com outros caracteres em *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)**. 1979. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Zoologia) - Curso de Pósgraduação em em Ciências Biológicas/Zoologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 10, n. 2, p. 144-153, 2004.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A.; SOUZA, J. C. Atrativos para abelhas *Apis mellifera* e polinização em laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 40, p. 272-278, 2003.

MANN, J. Secondary metabolism. **Oxford: Clarendon**. p. 374, 1995.

MAO, L.; HENDERSON, G. Antifeedant activity and acute and residual toxicity of alkaloids from *Sophora flavescens* (Leguminosae) against *Formosan subterranean termites* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, p. 866-870, 2007.

MATRINE: UM NOVO CONCEITO NO MANEJO DE PRAGAS. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia-MG, 16 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/matrine-um-novo-conceito-no-manejo-de-pragas/>>. Acesso em: 07 de jun. de 2023.

MATRINE UM NOVO CONCEITO NO MANEJO DE PRAGAS. **Revista da Fruta**, Lages-SC, 06 de jun. de 2022. Disponível em: <<https://www.revistadafruta.com.br/noticias-do-pomar/matrine-um-novo-conceito-no-manejo-de-pragas,415209.jhtml>>. Acesso em: 18 de mai. 2023.

MATSUDA, K.; YAMADA, K.; KIMURA, M.; HAMADA, M. Nematicidal activity of Matrine and its derivatives against Pine Wood Nematodes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 1, n. 201, p. 189–191, 1991.

MAYER, D. F.; LUNDEN, J. D. Field and laboratory tests of the effects of fipronil on adult female bees of *Apis mellifera*, *Megachile rotundata* and *Nomia melanderi*. **Journal of Apicultural Research**, v. 38, p. 191-197, 1999.

MEDRZYCHI, P. Effects of imidacloprid administered in sub-lethal doses on honey bee behaviour. Laboratory test. **Bulletin of Insectology**, v.56, n.1, p.59-62, 2003.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. **Embrapa Agrobiologia**, p. 58. 2005.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESMENT. **Ecosystem and human well-being: synthesis**. p. 100, 2005.

MORAES, S. S.; BATISTA, A. R. L.; VIANA, B. F. Avaliação da toxicidade aguda (DL_{50} e CL_{50}) de inseticidas para *Scaptotrigona tubiba* (Smith) (Hymenoptera: Apidae): via de contato. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. p. 31-37, 2000.

MORAIS, M. M.; DE JONG, D.; MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. (eds.), cap. 10, p. 203-212, 2012.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. Bees, Pollination Systems and Plant Diversity. In: LASALLE, J.; GAULD, I.D. (Eds). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, CAB International, p. 143-167, 1993.

NOGUEIRA-COUTO, R. H. As abelhas na manutenção da biodiversidade e geração de rendas. In: CONGRESSO BRA-SILEIRO DE APICULTURA, 12, 1998, Salvador-BA. **Anais [...]**, p.101, 1998.

OLIVEIRA, M. O. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícola. **ACTA Apicola Brasilica** -ISSN 2358-2375. v. 03, n.2, p.01-06, 2015.

ORSI, R. O.; LUNARDI, J. S.; ZALUSKI, R. Evaluation of Motor Changes and Toxicity of Insecticides Fipronil and Imidacloprid in Africanized Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, 2017.

PACÍFICO DA SILVA, I. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46, p. 703-715, 2015.

PACÍFICO DA SILVA, I.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; SOTO-BLANCO, B. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46, n. 6, p. 703-715, 2015.

PACÍFICO-DA-SILVA, I.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Efeitos tóxicos dos praguicidas para abelhas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 1, p. 142-157, 2016.

PERUQUETTI, R.C.; TEIXEIRA, L. V.; COELHO, F. M. Introdução ao estudo sobre polinização. Grupo de estudos sobre abelhas. 2017. Disponível em: <<http://www.ufac.br/ppgespa/polen>>. Acesso em: 15 de mai. 2023.

PHAM-DELÈGUE, M. H, et al. Behavioural methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 425-432, 2002.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v.14, p. 266-281, 2010.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

POTTS, S. G., BIESMEIJER, J. C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, p.345-353, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 2019. Disponível em <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 18 de mai. de 2023.

RAGURAMAN, S.; KANNAN, M. Nontarget effects of botanicals on beneficial arthropods with special reference to *Azadirachta indica*. **Advances in Plant Biopesticides**, p. 173-205, 2014.

SHANNAG, H. K.; CAPINERA, J. L.; FREIHAT, N. M. Effects of neembased insecticides on consumption and utilization of food in larvae of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 152, 2015.

RHODES, J.; SCOTT, M. **Pesticides: a guide to their effects on honey bees**. NSW Department of Primary Industries: Primefacts, p. 4, 2006.

RORTAIS, A.; ARNOLD, G.; HALM, M. P.; TOUFFET-BRIENS, F. Modes of honeybees exposure to systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by different categories of bees. **Apidologie**, v. 36, n. 1, p. 71-83, 2005.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995.

SAITO, M. L.; GUSMAN, J.; SANTOS, R. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 14, p. 1-10, 2004.

SANTOS, A. C. C.; **Óleo essencial de *Cymbopogon martinii* e seu constituinte majoritário geraniol: influência na mortalidade e comportamento de *Apis mellifera* (Apidae)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe, p. 50. 2017.

SANTOS, I. A. dos. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. **Anais [...]** III Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto, p. 101-106, 1998.

SCHLINDWEIN, C. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, 1998.

SHANNAG, H. K.; CAPINERA, J. L.; FREIHAT, N. M. Effects of neem-based insecticides on consumption and utilization of food in larvae of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 152, 2015.

SILVA, E. K. S. da. **Toxicidade Residual de Extratos Aquosos de Nim sobre abelha africanizada *Apis mellifera***. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, p. 33, 2022.

SILVA, I. P.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46, n. 6, p. 703-715, 2015.

SILVA, M. Z.; OLIVEIRA, C. A. L.; SATO, M. E. Seletividade de produtos fitossanitários sobre o ácaro predador *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira (Acari: Stigmaeidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p.388-396, 2009.

SILVA, R. T. L. da. **Efeito de entomopatógenos e extratos vegetais sobre *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Zootecnia, p. 104. 2014.

SINGH, D.; AGARWAL, S. K. Himachalol and β -himachalene: Insecticidal principles of himalayan cedarwood oil. **Journal of Chemical Ecology**, v. 14, n. 4, p. 1145-1151, 1988.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. S. C. As Abelhas Como Agentes Polinizadores. REDVET. **Revista electrónica de Veterinaria**. v. 8, n. 3, p. 1695-7504, 2007.

SOUZA, R. C. S. et al. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.333-336. 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672004000200021>>. Acesso em: 15 de mai. 2023.

THOMPSON, H.M. Behavioral effects of pesticides in bees – their potential for use in risk assessment. **Ecotoxicology**, v.12, p.317-330, 2003.

THOMAZONI, D. et al. Seletividade de inseticidas sobre adultos de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 6. **Anais...** EMBRAPA, 2007. CD-ROM.

VANDAME, R. Alteration of the homing-flight in the honey bee *Apis mellifera* L. exposed to sublethal dose of deltamethrin. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.14, p.855-860, 1995.

VILANI, A. **Atividade de Produtos Fitossanitarios Naturais sobre *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), *Bacillus thuringiensis* subesp. *kurstaki* e Seletividade *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. Dissertação Mestrado. Pato Branco: UTFPR. 2013. 83p.

WANG, Y. L.; GUAN, Z. G.; JIA, X. S.; WU, S. Y.; WEI, H. G. Study progress of matrine application in farming pest control. **Journal of Shanxi Agricultural Sciences**, v. 40, p. 424-428, 2007.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, Urbana, v.17, n.3, p.1-3, 2004.

WILLIAMS, G. R. et al. Colony collapse disorder in context. **Bioessays**, v. 32, n. 10, p. 845-846, 2010.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha**. Tradução de Carlos A. p. 276., 2003.

WU, B.; KASHIWAGI, T.; KURODA, I; CHEN, X. H.; TEBAYASHI, S.; KIM, C. S. Antifeedants against *Locusta migratoria* from the sapanese Cedar, *Cryptomeria japonica* II **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.72, n.2, p.611-614. 2008.

XAVIER, V. M. **Impacto de Inseticidas Botânicos sobre *Apis mellifera*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae)**. Dissertação de Mestrado. Viçosa: UFV. p. 43, 2009

XAVIER, V. M.; MESSAGE, D.; PICANC, M. C.; CHEDIAK, M.; SANTANA JÚNIOR, P. A.; RAMOS, R. S. Acute toxicity and sublethal effects of botanical insecticides to honey bees. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 1-6, 2015.

XIN, X.; MAN, Y.; LEILEI, F.; ZHI-QING, M.; ZHANG, X. The botanical pesticide derived from *Sophora flavescens* for controlling insect pests can also improve growth

and development of tomato plants. **Industrial Crops and Products**, v. 92, p. 13-18, 2016.

ZANARDI, O. Z.; RIBEIRO, L. P.; ANSANTE, T. F.; et al. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. **Crop Protection**, v. 67, p. 160-167, 2015.