



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

**TOXICIDADE DE INSETICIDAS DERIVADOS DO NIM, VIA  
PULVERIZAÇÃO DIRETA, SOBRE *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

**Vitor da Silva Rodrigues**

**POMBAL-PB**

**2022**

**Vitor da Silva Rodrigues**

**TOXICIDADE DE DERIVADOS DO NIM, VIA PULVERIZAÇÃO DIRETA  
SOBRE *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Sc. Ewerton  
Marinho Da Costa

**POMBAL – PB**

**2022**

R696t Rodrigues, Vitor da Silva.

Toxicidade de inseticidas derivados do nim, via pulverização direta, sobre *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) / Vitor da Silva Rodrigues. - Pombal, 2022.  
44 f. : il.

Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Alimentar, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa".

Referências.

1.
  1. Abelha Melífera. 2. Mortalidade. 3. Conservação. 4. *Azadirachta indica*. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.
- 2.

CDU 595.799(043)

**Vitor da Silva Rodrigues**

**TOXICIDADE DE DERIVADOS DO NIM, VIA PULVERIZAÇÃO DIRETA  
SOBRE *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

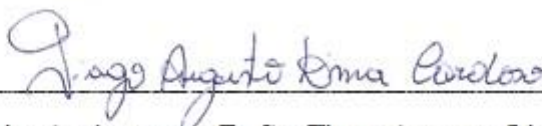
**Aprovado em 22/03/2022**

**BANCA EXAMINADORA**



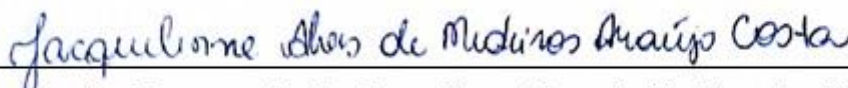
---

Orientador – Professor D. Sc. Ewerton Marinho da Costa  
(UAGRA/CCTA/UFCG)



---

Examinador interno – D. Sc. Tiago Augusto Lima Cardoso  
(UAGRA/CCTA/UFCG)



---

Examinadora Externa – D. Sc. Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo Costa

**POMBAL – PB**

**2022**

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus. Aos meus pais, que sempre se estiveram do meu lado confiando e acreditando em meus sonhos junto a mim. A todos os meus colegas e professores que me ajudaram e acreditam em toda minha caminhada acadêmica.*

*A VOCÊS DEDICO!*

## SUMÁRIO

Resumo .....	8
Abstract .....	8
Lista de Tabelas .....	7
Lista de Figuras .....	7
1 INTRODUÇÃO .....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1. Importância da abelha <i>Apis mellifera</i> para agricultura .....	11
2.2. Controle de insetos praga na agricultura .....	13
2.3. Toxicidade de inseticidas sobre <i>Apis mellifera</i> .....	15
2.5. Nim ( <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) e seus efeitos sobre insetos .....	17
2.5.1 Toxicidade do Nim ( <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) sobre <i>A. mellifera</i> .....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1. Local do Experimento .....	19
3.2. Delineamento experimental e Disposição dos tratamentos .....	19
3.3. Preparo dos Extratos e Aplicação sobre os Tratamentos .....	20
3.4. Avaliações .....	20
3.5. Análise dos Dados .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5 CONCLUSÃO .....	28
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela</b>	<b>Pág.</b>
1. Tratamentos e respectivas doses que serão avaliados com relação à toxicidade, via pulverização direta, sobre <i>Apis mellifera</i> , Pombal-PB, 2021.....	21

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Mortalidade (%) de <i>Apis mellifera</i> após exposição a Pulverização direta aos inseticidas, Pombal-PB, 2021.....	24
2. Sobrevivência (%) de <i>Apis mellifera</i> e tempos letais medianos (TL50) após exposição a Pulverização direta aos inseticidas, Pombal-PB, 2021.....	25
3. Atividade de Voo de <i>Apis mellifera</i> após exposição a Pulverização direta aos Extratos aquosos da Semente de Nim, Pombal-PB, 2021. ....	26
4. Atividade de Voo de <i>Apis mellifera</i> após exposição a Pulverização direta aos Extratos aquosos da Folha de Nim, Pombal-PB, 2021. ....	27

## RESUMO

Nas últimas décadas, tem-se observado o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas, sendo o uso demasiado de produtos fitossanitários o principal fator apontado para esse declínio, sendo necessário a realização de estudos sobre a toxicidade de inseticidas sobre polinizadores. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a toxicidade de extratos aquosos de nim utilizados no controle de pragas sobre *Apis mellifera*, via pulverização direta dos produtos sobre as abelhas. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia do 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 colônias pertencentes ao apiário do CCTA/UFCG. Os tratamentos avaliados foram: Testemunha absoluta (água destilada), testemunha positiva (inseticida Tiametoxam - 600g/ha), extrato de folhas e sementes nas concentrações de 5g, 10g e 20g para 100ml de água. A exposição das abelhas aos tratamentos foi realizada por meio de pulverização direta dos produtos sobre os insetos. Para cada extrato foram avaliadas a mortalidade e os efeitos adversos sobre o comportamento das abelhas por um período de 24 horas, bem com sua capacidade de voo após o período de exposição. Os extratos aquosos de nim ocasionaram mortalidade entre 8,2% e 27,4% para folhas e 15,4% e 24,3% para sementes, diferindo significativamente do inseticida Tiametoxam. O Tempo letal mediano (TL<sub>50</sub>) proporcionado pelos extratos aquosos de nim foi de 269,69 horas para folha (5g/100ml), 135,39 horas para folha (10 e 20g/100ml), e 67,89 horas para semente (5, 10, e 20g/100ml). Não foi observado distúrbios motores aparentes nas abelhas expostas aos extratos de nim, não havendo interferência na capacidade de voo das abelhas. Os extratos aquosos de folhas e sementes de nim, nas concentrações avaliadas, ocasionaram baixa mortalidade sobre *A. mellifera*.

**Palavras-chave:** Mortalidade, Conservação, Abelha melífera, *Azadirachta indica*.



## ABSTRACT

In the last decades, the disappearance of bees in agricultural areas has been observed, with the excessive use of phytosanitary products being the main factor pointed to this decline, making it necessary to carry out studies on the toxicity of insecticides on pollinators. Therefore, the aim of this study was to evaluate the toxicity of aqueous extracts of neem used to control pests on the *Apis mellifera*, via direct spraying of the products on bees. The study was carried out at the Entomology Laboratory of the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) of the Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB. To carry out the experiments, were used adult workers of *A. mellifera* from colonies belonging to the CCTA/UFCG apiary. The treatments evaluated were: absolute control (distilled water), positive control (thiamethoxam insecticide - 600g/ha), leaf and seed extract at concentrations of 5g, 10g and 20g for 100ml of water. The exposure of the bees to the treatments was carried out through direct spraying of the products on the insects. For each extract, mortality and adverse effects on bee behavior were evaluated for a period of 24 hours, as well as their ability to fly after the exposure period. The aqueous extracts of neem caused mortality between 8.2% and 27.4% for leaves and 15.4% and 24.3% for seeds, significantly differing from the insecticide Thiamethoxam. The median lethal time (TL<sub>50</sub>) provided by the aqueous extracts of neem was 269.69 hours for leaf (5g/100ml), 135.39 hours for leaf (10 and 20g/100ml), and 67.89 hours for seed (5, 10, and 20g/100ml). No apparent motor disturbances were observed in bees exposed to neem extracts, with no interference in the bees' ability to fly. The aqueous extracts of neem leaves and seeds, at the concentrations evaluated, caused low mortality on *A. mellifera*.

**Keywords:** Mortality, Conservation, Honeybee, *Azadirachta indica*.

## 1 INTRODUÇÃO

Em áreas agrícolas, a polinização realizada pelas abelhas é fundamental para a maioria das culturas exploradas economicamente (POTTS et al., 2016), destacando-se a espécie *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) como um dos mais importantes polinizadores das plantas cultivadas (KLEIN et al., 2020). Segundo Genersch (2010) e Chagas et al. (2019), de toda a produção global de alimentos, cerca de 35% é dependente da polinização através de fatores biológicos, da qual em cerca de 90% a *A. mellifera* está envolvida.

Durante o período de cultivo, diversas pragas ocasionam injúrias nas plantas, necessitando assim a adoção de medidas de controle, dentre as quais se destaca o uso de produtos fitossanitários. Todavia, tem sido notório nas últimas décadas em diversas regiões do mundo o desaparecimento de polinizadores em áreas agrícolas. Estudos apontam que esse fenômeno tem como sua principal causa o uso de inseticidas, especialmente os neonicotinoides (RHODES; SCOTT, 2006; LEONHARDT et al., 2013; GODFRAY et al., 2014; SINGLA et al., 2020).

As abelhas entram em contato com inseticidas a partir da exposição a partículas suspensas no ar e nas partes vegetais e pela ingestão de néctar e pólen contaminados, e também pela água exsudada e de gutação (KLEIN et al., 2007; CHAM et al., 2017; SIGLA et al., 2020). Os impactos negativos acontecem principalmente sobre as campeiras no momento do forrageamento e podem chegar até a colmeia (BARGANSKA et al., 2016; CHAM et al., 2017).

Uma das alternativas para minimizar o uso de pesticidas é a utilização de extratos e óleos vegetais, especialmente quando os pesticidas não são permitidos, como é o caso dos cultivos orgânicos (MARTÍNEZ, 2002). Dentre as espécies vegetais com propriedades inseticida, destaca-se o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) como uma das mais estudadas e que apresentam eficiência contra vários grupos de insetos, como por exemplo Hemípteros, Lepidópteros, Coleópteros (MARTÍNEZ, 2002). Contudo, os bioinseticidas também podem provocar efeito letal e subletal sobre as abelhas, sendo algumas vezes tão tóxicos quanto os pesticidas, como os neonicotinoides (BARBOSA et al., 2015), o que torna necessário o desenvolvimento de trabalhos visando avaliar os referidos produtos.

Inseticidas derivados do nim, em especial o óleo, podem causar redução da alimentação e atuar no crescimento, além de ação esterilizante em diferentes espécies, além de prejudicar a ecdise dos insetos, ou até mesmo impedi-la, sendo por esta razão, que as formas jovens são mais afetadas pela ação desses produtos. (SAYAH et al., 1998; MORGAN, 2009; UNAL; UKKUZU, 2009; ARNO; GABARRA, 2011)

Ladurner et al. (2005) e Schummutterer (1990) já observaram que operarias de *A. mellifera* que tiveram contato com o óleo do nim reduziram sua média de sobrevivência. Estes autores ressaltam a importância de não aplicar tais produtos em áreas visitadas efetivamente por abelhas, onde houve a intoxicação das abelhas após a exposição via contato direto com o produto aplicado. Trabalhos realizados por Xavier et al. (2015) evidenciam que houve redução na sobrevivência de *A. mellifera* após a exposição ao óleo das sementes. Contudo, ainda são escassos os estudos com relação aos efeitos causados pelos extratos aquosos sobre *A. mellifera*.

Efeitos subletais já foram observados após a exposição a derivados de nim, em trabalhos de Barbosa et al. (2015) e Bernardes et al. (2017), com espécies como a *Bombus terrestris*, *Melipona quadrifasciata* e *Partamona hellerie*, foi verificado a redução acentuada na alimentação dos insetos, sendo estes efeitos prejudiciais a colônia.

Diante disto, objetivou-se avaliar a toxicidade dos extratos aquosos de folhas e sementes de nim sobre *A. mellifera*, por meio de pulverização direta sobre as abelhas, visando gerar subsídios para o manejo integrado de pragas e conservação das abelhas em áreas agrícolas.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância da abelha *Apis mellifera* para agricultura**

A abelha *A. mellifera* foi introduzida nas Américas e no Brasil pelos colonizadores e missionários espanhóis e portugueses ainda no período colonial (BRAND, 1988). O Brasil tem um grande potencial para alta produção apícola devido ao seu grande território, clima favorável e diversidade de plantas (SIMOES, et al., 2016). A *A. mellifera*, é o polinizador mais conhecido e o mais frequentemente sujeito ao manejo humano, onde sua presença é nítida em vegetações abertas, em regiões de

baixas altitudes e de temperaturas mais amenas, sendo menos frequente em florestas úmidas como na Amazonia. (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; OLLERTON, 2017; RADER et al., 2020 HALVORSON, 2021).

A abelha *A. mellifera* é reconhecida como um dos mais importantes polinizadores da natureza (FREE, 1993; COUTO e COUTO, 2006; MALERBO SOUZA et al., 2008; MONTEMOR, 2009). De acordo com os trabalhos de Lawal e Banjo (2010) e Adeoye et al., (2021), sua importância se deu ao longo dos anos, sendo hoje o inseto social mais valioso economicamente, devido ao papel que desempenha na manutenção de ecossistemas e na agricultura, impactando diretamente na produção de alimentos e na sustentabilidade do meio.

As abelhas operárias campeiras em busca de alimentos ao forragear as plantas, promovem a reprodução cruzadas dos vegetais, melhorando a produção de sementes e frutos, possibilitando novas combinações hereditárias e aumentando também o seu vigor (COUTO; COUTO, 2002). Sendo este, processo de suma importância para perpetuação das espécies vegetais (CHAMBÓ et al., 2010). Aproximadamente 87% das angiospermas, são totalmente ou parcialmente dependentes da polinização por insetos para a frutificação e 94% das plantas selvagens e cultivadas dependem diretamente da polinização por insetos, particularmente na região tropical, sendo este um serviço essencial para a manutenção dos ecossistemas, conservação da biodiversidade e para a produção agrícola (OLLERTON et al., 2011; STANLEY, D.A., JOHNSON S.D., 2020).

De acordo com trabalhos de Ollerton et al., (2012), Imperatriz-Fonseca et al., (2012), Giannini et al., (2015), e Silva et al., (2021) mostram que a maioria das plantas que possuem floração necessitam da visita de polinizadores, sendo este, fator biótico essencial para a produção agrícola. Devido à sua especificidade para polinização, realocação e domesticação, as abelhas são os polinizadores mais ideais para a produção agrícola (WANG, et al., 2019).

Segundo Klein et al. (2007), a abelha *A. mellifera* ressalta-se como polinizador essencial, devido ter um papel fundamental e ecológico primordial para a manutenção da flora nativa, como também para a produtividade agrícola. Cerca de 70% das 124 culturas utilizadas para consumo humano são dependentes dessa polinização (GALLAI et al., 2009; BERNAL et al., 2010; POTTS et al., 2010). Segundo o estudo de Mendonça et al., (2012) a *A. mellifera* se encontra como fator primordial quando

falamos de interação abelha-planta, sendo considerada “supergenaralista” o que resulta em uma capacidade ampla de induzir mudanças significativas ao ambiente.

Em cultivos de cucurbitáceas, por exemplo, que são exploradas em extensas áreas na região nordeste do Brasil, a polinização pela *A. mellifera* é fator essencial (AMARAL; MITIDIARI, 1966; TRINDADE et al., 2004; SOUZA et al., 2009) onde fica claro a interação inseto-planta e a importância de polinizadores nessas áreas de cultivo (MCGREGOR, 1976; CHOMICKI et al., 2020; BARRET, 2021) e se torna claro a preocupação gerada pelo declínio das mesmas no ecossistema devido seu papel desempenhado (GARIBALDI et al., 2011).

Dentre as estratégias de manejo está à adição de colmeias com abelhas nas áreas de produção, fato que assegura uma efetiva polinização e como consequência a obtenção de frutos garantindo uma alta produtividade dos frutos do meloeiro e melancia em escala comercial, objetivando-se à exportação sendo um sistema altamente tecnificado para o cultivo (SOUSA, 2008; TSCHOEKE et al., 2011; BOMFIM et al., 2013).

Cada vez mais se torna indiscutível a enorme importância de polinizadores para a manutenção dos ecossistemas e para a produção agrícola devido ao serviço prestado pelos mesmos (KLEIN et al., 2007; POTTS et al., 2016; CHRISTMANN, 2019)

## **2.2. Controle de insetos praga na agricultura**

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a estratégia preconizada em áreas agrícolas para manutenção das populações de insetos nocivos abaixo do nível de dano econômico. Todavia, o controle químico, por meio da aplicação de inseticidas, ainda é o principal método de controle utilizado nas lavouras (MOORE et al., 2001; BRENT et al., 2007; KETZER et al., 2020).

Para que esse manejo seja eficiente em cultivos agrícolas os produtos químicos devem apresentar a seletividades a organismos benéficos, diminuindo o efeito adverso a possível sobrevivência e biologia desses indivíduos (GRAVENA; LARA, 1976; DEGRANDE et al., 2002). De acordo com Parra (2014), o MIP e suas estratégias foram moldados a partir da busca de uma nova visão para as técnicas de produção de alimentos, não se atentando a questões apenas econômicas, mas também ecológicas e

sociais, e como resposta buscar soluções por meio da pesquisa para problemas decorrentes do uso excessivo de pesticidas na agricultura.

O controle químico vem como a estratégia mais utilizada para o manejo em lavouras de todo o mundo, segundo Palma (2011) e Diógenes et al., (2020) esse uso se dá devido a sua resposta rápida e praticidade de aplicação, bem como o autor ainda ressalta um outro ponto, sendo este a busca pela rentabilidade através do comércio oriundo da produção, desde o pequeno ao grande produtor, onde isso impacta em utilizar uma técnica de manejo de pragas rápida e de fácil aplicação, o que os limita em utilizar outras práticas para o controle dessas pragas. Apesar do alto padrão tecnológico praticado pelos produtores brasileiros, nos últimos dez anos, a agricultura no País sofreu perdas econômicas consideráveis em razão dos ataques de pelo menos 35 novas pragas (LOPES-DA-SILVA et al., 2014)

Com relação ao uso desses pesticidas temos segundo Michereff filho e Miichereff (2017) a utilização de calendário fixo de aplicação devido o número de pragas ocorrentes nas mais diversas culturas, como é o caso da *Bemisia tabaci* no tomateiro podendo haver a aplicação de até 40 pulverizações em um período de 100 dias, onde isso impacta em um alarmante estado de resistência dessas pragas, como o autor afirma no caso dos surtos de *Helicoverpa armigera* que devido ao número excessivo de aplicação o quadro ainda se intensificou devido a mistura de até oito produtos comerciais no tanque de pulverização.

Na cultura do meloeiro dentre os principais insetos-praga que dificultam a produção em áreas de cultivo destacam – se mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), mosca branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), as brocas das cucurbitáceas *Diaphania nitidalise* *D. hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae), pulgão *Aphis gossypi* (Hemiptera: Aphididae) e tripis *Frankliniella* spp. e *Thrips* spp. (Thysanoptera: Thripidae) ocorrendo em todas as fases fenológicas das plantas, sendo necessária atuação especial no seu manejo. (GALLO et al., 2002; ANDRADE JUNIOR et al., 2007; BRAGA SOBRINHO et al., 2011; MICHEREFF FILHO et al., 2012).

Destacando-se sistematicamente durante o cultivo os principais ingredientes ativos Tiametoxam, Imidacloprido, Acetamiprido, Abamectina, Deltametrina, Ciromazina, Espinosade, Clorantraniliprole, Ciantraniliprole e Espinetoram (AGROFIT, 2019). Além disso, segundo Gill et al., (2012) temos que a exposição simultânea desses princípios e de outros pertencentes a outros grupos químicos geram consequências ainda mais catastróficas, devido a combinação dessas moléculas podendo gerar efeitos

adversos nos campos de cultivo. O controle de pragas, mesmo com o uso de toda a tecnologia disponível, continua sendo um verdadeiro desafio ao homem.

Uma alternativa é o uso de inseticidas naturais com base nos extratos vegetais. Segundo Oliveira et al., (2015) o uso de substâncias repelentes ou alelopáticas no controle de pragas vem como ferramenta para complementar o controle convencional, devido ao fato dessas substâncias serem ambientalmente seguras e de baixo custo. Diversas práticas utilizadas para minimizar os danos ocasionados pelas pragas podem contaminar o ambiente ou causar alterações que comprometam a sustentabilidade do sistema (MICHEREFF FILHO; MICHEREFF, 2017). A utilização de extratos vegetais vem sendo adotada e, satisfatoriamente tem sido atestados seus efeitos positivos no controle de pragas e doenças. Esse fato ocorre devido especialmente à eficácia do seu princípio ativo que ocasiona pouco danos ao meio ambiente (LEAL et al., 2016; NERI, FREITAS & GÓES, 2020).

A relação entre defensivos agrícolas e abelhas, abre portas para o estudo dessa interação que é de grande importância ambiental e econômica, possibilitando aos produtores um uso correto de produtos fitossanitários no controle de pragas com menor risco à vida desses insetos (WOLFF, 2000) e seguindo uma filosofia de manejo harmônica, onde, para uma agricultura sustentável se garanta a integração com outros dos métodos de controle de pragas (PARRA, 2014).

### **2.3. Toxicidade de inseticidas sobre *Apis mellifera***

Nos últimos anos, um colapso está a levar a morte de diversas abelhas, muitas vezes as perdas chegando a 80–100% dos apiários. A síndrome causal dessa morte massiva é chamada de desordem do colapso das colônias, que desde 2006 vem sendo observada e amplamente discutido em todo o mundo, onde considerado por pesquisadores os fatores causadores de fenômeno a ação de patógenos e parasitas, bem como o uso de pesticidas (MORITZ et al., 2010; EFSA, 2013; NAZZI & LE CONTE, 2016; WANG et al., 2019; DWORZAŃSKA et al., 2020; ATANASOV, 2021).

O declínio de polinizadores em áreas agrícolas, destaca-se dentro os fatores a utilização demasiada de pesticidas, especialmente em monocultivos (FLETCHER; BARNETT 2003; FREITAS et al. 2009). O uso de pesticidas é considerado o recurso tecnológico mais impactante para os agentes polinizadores (KEARNS; INOUE, 1997; DEVINE; FURLONG, 2007, COULON et al., 2018; NAZZI & PENNACCHIO, 2018). Tiametoxame, Clotianidina e Imidaclopride são os Neonicotinóides mais perigosos para

as abelhas, além de Piretroides como Deltametrina e Cipermetrina que são amplamente utilizados em culturas de interesse comercial. Pirazóis também são altamente tóxicos a abelhas devido sua afinidade com os receptores pertencentes aos insetos, um exemplo é o Fipronil. (SANTOS et al., 2007; MARTINS, 2009; DWORZAŃSKA et al., 2020).

Iwasa et al (2004), relata em sua pesquisa a alta toxicidade dos neonicotinóides sobre *A. mellifera*. Os compostos tóxicos que mais apresentaram periculosidade a abelhas em produtos fitossanitários foi Abamectina, Clorfenapir, Deltametrina e Tiametoxam (RHODES et al., 2006). Os neonicotinóides podem vim a causar a redução significativa da capacidade de forrageamento e do sentido das abelhas, além de alterações comportamentais na colônia, redução na eficiência de coleta de pólen por operárias, causando assim efeitos letais e sub letais nas mesmas (GILL et al., 2019; FISCHER et al., 2014; HENRY et al., 2012; TISON et al., 2016; TSVETKOV et al., 2017; WANG, 2019). Desta forma existe uma grande preocupação em todo o mundo, em especial nas áreas agrícolas, sobre os efeitos dos diferentes inseticidas podem ter sobre os polinizadores (DESNEUX et al., 2007; BARNETT et al., 2007; JOHNSON et al., 2010; PINHEIRO; FREITAS, 2010; VAN ENGELSDORP; MEIXNER, 2010; BLACQUIERE et al., 2012). Alguns contaminam todas as partes das plantas, isto incluindo o néctar e o pólen (BONMATIN et al., 2015).

Os pesticidas tem um papel importante de proteger as culturas agrícolas das pragas, podendo causar sérios danos quando disseminadas no ambiente, ocasionando até mesmo uma alteração da dinâmica natural exercida sobre os organismos, ocorrendo mudanças no ecossistema afetado (SPADOTTO, 2006). Devido ao uso em grande escala desses pesticidas no campo, as pragas podem ser efetivamente controladas, mas insetos não-alvos, como as abelhas polinizadoras, também podem ser prejudicados (GOULSON et al. 2015). De acordo com Karahan et al. (2015) e Hopwood et al. (2016) a utilização de inseticidas do grupo dos neonicotinóides mesmo em doses baixas que não conferem mortalidade, comprometem o comportamento das abelhas, atuando em seu sistema nervoso ocasionando um distúrbio de suas funções, o que compromete sua capacidade de funcionar normalmente. Tais doses podem influenciar as habilidades cognitivas, navegação, atividade alimentar e processos de reprodução (BELZUNCES et al. 2012).

Os principais tipos de agrotóxicos mais consumidos sendo utilizados na agricultura são os herbicidas, seguidos dos inseticidas, fungicidas e acaricidas (JARDIM; ANDRADE, 2009). Cerqueira e Figueiredo (2017) apontam que o declínio



das colônias de *A. mellifera* vem ocorrendo em diversas regiões do mundo, e que no Brasil, isso vem acontecendo devido ao uso abusivo dos produtos fitossanitários em áreas de cultivo.

No Brasil, apicultores dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina atribuíram uma alta taxa de mortalidade de colônias de abelhas africanizadas, em ênfase de operárias nos arredores das colmeias a utilização de agrotóxicos (LIMA e ROCHA, 2012; PIRES et al., 2016). A partir do consumo de recursos florais contaminados, as abelhas estarão expostas aos efeitos deletérios desses agroquímicos e os resíduos tóxicos dos mesmos podem ser encontrados também no mel ou cera produzidos por elas (BLACQUIÈRE et al., 2012). O declínio populacional nas colônias de *A. mellifera* é caracterizado mundialmente pelo termo “Colony Collapse Disorder” (CCD) (PIRES et al., 2016). Segundo Pereira (2010) devido a dependência da produção agrícola por agrotóxicos, cada vez mais novos defensivos surgem no mercado, afim do aumento de produtividade das culturas, onde este fato pode estar relacionado ao CCD. Estudos apontam que além de outras causas, como patógenos, doenças e perda de habitat's, existe uma correlação entre o uso indiscriminado de 39 produtos fitossanitários, incluindo os inseticidas do grupo dos neonicotinóides e a perda crescente de colônias de abelhas (GOULSON et al., 2015).

## **2.5. Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e seus efeitos sobre insetos**

*Azadirachta indica* A. Juss, conhecida popularmente como Nim, pertencente à família Meliaceae, é uma árvore que tem sua origem na Índia, e que é cultivada para o uso medicinal, e vem se expandido ao longo dos anos no território brasileiro (MARTÍNEZ, 2002). O principal composto com ação inseticida desta planta é a azadiractina, que é encontrada principalmente nas sementes, porém em pequena quantidade também na casca e nas folhas, (SCHMUTTERER, 1990; MORDUE & NISBET, 2000).

O uso de pesticidas botânicos tem sido apontado como uma importante alternativa no manejo de pragas agrícolas uma vez que apresentam rápida degradação no meio ambiente (ISMAR, 2006; AMARAL et al., 2016). Repelência, interrupção do crescimento, esterilidade, anormalidades anatômicas, deterrência alimentar e

interferência na metamorfose são os efeitos sobre os insetos da azadiractina (VENZON et al. 2007).

O uso do nim tem mostrado eficiência em controle de várias pragas. Segundo Costa et al., (2018) o uso de extrato aquoso da semente do nim demonstrou eficiência quando aplicado junto a irrigação no controle de larvas de mosca minadora (*Lirimyza sativae*) na cultura do meloeiro, bem como em trabalhos de Souza et al., (2005) que demonstraram eficácia no controle de mosca branca (*Bemisia tabaci* Biotipo B) através da ação sistêmica, translaminar e de contato. O uso do extrato aquoso dos frutos do nim foi mais eficaz no controle da lagarta (*Spodoptera frugiperda*) que os demais tratamentos a base de nim, podendo ser utilizado como substituto do produto sintético (UCHOA et al., 2018). Carvalho et al., (2008) afirma que em seu estudo, em todas as doses utilizadas, o óleo de nim foi eficaz no controle de *Brevicoryne brassicae*.

Em trabalhos de Cabral et al., (2021) e Doracenzi et al., (2021) demonstram a eficácia significativa o uso do óleo de nim no controle de pragas como Traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) e Cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*) nas culturas do tomate e da batata doce respectivamente. O uso do nim no controle de pragas de grãos também foi eficaz segundo Azevedo et al., (2010) onde, o óleo de nim interferiu no desenvolvimento de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim atuando como fagoderrente, conferindo proteção às sementes de amendoim em todos os períodos avaliados.

Alguns autores apontam que o nim possui flores atrativas para a *A. mellifera* como também uma espécie de potencial para a produção apícola. Tendo uma fonte de néctar importante para apicultores diferente da fonte de pólen que é de menor importância, com tudo ainda segue o risco de toxicidade causada pelos compostos oriundos da *A. indica*. (CHAUBAL e KOTMIRE, 1980; ALVES, 2010 e MOSSINI E KEMMEL MEIRER, 2005). Durante o período de escassez de flora a *A. indica* pode contribuir no aumento de área de crias em colônia de *A. mellifera* significativamente nos biomas caatinga e mata litorânea cearense. Sendo maior na caatinga o recurso floral (ALVES 2010).

## **2.6. Toxicidade do Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre *A. mellifera***

Os inseticidas derivados do nim, especialmente o óleo das sementes, já foram relatados como nocivos as abelhas, causando redução de sobrevivência e efeitos

subletais como Rembold et al. (1980, 1982) mostraram irregularidades no desenvolvimento com má formação e grande mortalidade das crias. Produtos derivados do nim, e rapidamente degradados no solo e nas plantas e tem grande vantagem de ser não tóxico ao homem (ISMAN, 2006). Devido ao modo de ação do nim o inimigo natural tem efeitos variáveis sendo menos susceptíveis do que aos insetos fitófagos (VENZON et al. 2007).

Larvas de *A. mellifera*, tratadas topicamente com extratos de semente de nim. Pesquisas apontam que produtos originados do nim podem perturbar a ecdise dos insetos ou até mesmo impedi-la. Dessa forma os jovens são os mais afetados pelos produtos base do nim (UNAL e UKKUZU, 2009). Por apresentar propriedades inseticidas, pesquisadores estudam essa relação com o declínio de polinizadores no ecossistema (ALVES, 2010). O extrato de sementes do nim apresentou algum tipo de toxicidade em pupas que estavam perto do nascimento em duas pequenas colônias de *A. mellifera*. Por outro lado, em flores tratadas com estes extratos não repeliram as abelhas campeiras mostrando nenhuma sintonia ou comportamento atípico (ALVES, 2010).

Resultados da pesquisa feita por Alves (2010), com pólen e néctar das flores de nim sobre operárias adultas de *A. mellifera* criada em gaiolas mostra que as flores de *A. indicam* são tóxicas para adultas de *A. mellifera* quando não se tem disponível outras fontes de alimentos junto com o do nim. No trabalho de Alves (2010), produtos derivados a base do nim, produzem efeito repelente em campeiras, toxidez para operárias e mortalidade de larvas sendo aplicado oral ou em forma tópica em alimentos artificiais. De acordo com Gomez et al. (2016), o efeito do óleo da *A. indica* sobre mortalidade de ovos de *A. mellifera* conforme a concentração alimentava obteve 100% de mortalidade de ovos, diferentemente quando se submetida a concentrações menores. Os efeitos sobre a toxicidade causada por nim em abelhas tanto em operárias adultas como em larvas foi perceptível no estudo desenvolvido por Xavier et al., (2015), fato este reforçado pelo trabalho de Amaral et al., (2015) onde observou-se aguda toxicidade de derivados de nim em larvas de *A. mellifera*, onde muitas não chegaram nem na fase de pré-pupa.

Em estudos de Vanin et al., (2017) e Moraes et a., (2019) aponta que mesmo sendo um extrato natural, geralmente os compostos bioativos quando em suas doses máximas ou altas doses se tornam tóxicos, a partir disso, pode-se avaliar a letalidade em alguns organismos menos complexos. Segundo Gomes et al., (2020) efeitos adversos na capacidade de voo de operárias de *A. mellifera* também foram observados em seu

estudo devido a exposição a produtos derivados do nim, além do mais causou mortalidade nas abelhas expostas via ingestão de alimentação contaminada com resíduos.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local do experimento e abelhas utilizadas**

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, sob condições controladas (sala climatizada a  $25 \pm 2^\circ$  C,  $50 \pm 10\%$  UR e fotófase de 12h). Para realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* provenientes de cinco colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG.

#### **3.2. Delineamento Experimental e Disposição dos tratamentos**

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado composto por oito tratamentos e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. Foram avaliados os seguintes tratamentos: Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva - Actara<sup>®</sup> (Tiametoxam), extrato de folhas de nim dose 1 (5g/100ml), extrato de folhas de nim dose 2 (10g/100ml), extrato de folhas de nim dose 3 (20g/100ml), extrato de sementes de nim dose 1 (5g/100ml), extrato de sementes de nim dose 2 (10g/100ml) e extrato de sementes de nim dose 3 (20g/100ml) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos e respectivas doses que serão avaliados com relação à toxicidade, via pulverização direta, sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2021.

<b>Tratamentos</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Dose</b>
<b>Testemunha absoluta</b>	-	-
<b>Extrato aquoso de Folhas de nim</b>	Azadiractina	5g/100 ml
<b>Extrato aquoso de Folhas de nim</b>	Azadiractina	10 g/100 ml
<b>Extrato aquoso de Folhas de nim</b>	Azadiractina	20 g/100 ml
<b>Extrato aquoso de Sementes de nim</b>	Azadiractina	5g /100 ml
<b>Extrato aquoso de Sementes de nim</b>	Azadiractina	10 g/100 ml
<b>Extrato aquoso de Sementes de nim</b>	Azadiractina	20 g/100 ml
<b>Actara<sup>®</sup></b>	Tiametoxam	600g/ha

### 3.3. Preparo dos Extratos e Aplicação dos tratamentos

Os extratos aquosos foram preparados com folhas e sementes de nim provenientes de árvores-matrizes localizadas no CCTA/UFCG. Seguindo a metodologia de Costa et al., (2018) tanto as folhas quanto as sementes de nim foram submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 40°C por um período de 48h. Após a secagem, as folhas e sementes foram trituradas com auxílio de um liquidificador, separadamente, até obtenção do pó. Com o pó de cada parte (semente e folha), foi realizada as diluições em água destilada até a obtenção das doses descritas na Tabela 1.

Após feita as diluições, os extratos foram mantidos em repouso e armazenados em local seco e escuro durante um período de 24 horas afim de manter a eficácia do extrato, evitando sua fotodegração. Após esse período de repouso, procedeu-se a pulverização nos tratamentos, utilizando pulverizadores manuais plásticos, de modo que a aplicação dos extratos fosse rápida e pratica.

A pulverização direta de cada tratamento sobre as abelhas adultas, foi realizada seguindo a metodologia utilizada por Costa et al. (2014). Para o qual foi utilizado como arena recipientes plásticos (15 cm de diâmetro por 15 cm de altura) com a extremidade parcialmente coberta com tela anti-afídeo para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente. Em todas as arenas foram colocados no interior pasta Cândi (dieta artificial para abelhas) em recipiente plástico e um chumaço de algodão embebido em água destilada para garantir a hidratação das abelhas.

### **3.4. Avaliações**

Foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (por exemplo, prostração, tremores, paralisia, redução de alimentação, etc.) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, e 24 horas após o início da exposição aos tratamentos. Foram registradas como mortas as abelhas que não responderam a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas com um pincel fino, em cada período de avaliação). Para as abelhas que sobreviveram após as 24 horas de observação, deu-se continuidade avaliando a capacidade de voo seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020).

A avaliação da capacidade de voo foi realizada em sala totalmente escura apenas com a iluminação do túnel de voo para estimular, através do fototropismo positivo, as abelhas avaliadas. O túnel de voo, consistiu em uma caixa de madeira (35 x 35 x 115 cm) cujas as laterais eram constituídas de plástico transparentes para a possível observação do voo realizado pelas abelhas avaliadas, além de possuir em seu topo uma lâmpada como fonte de luz. As abelhas sobreviventes após a aplicação dos extratos de nim foram adicionadas individualmente no interior da torre mantidas por um período de 60 segundos, para observar altura máxima alcançada no voo. A torre de voo apresentou os seguintes níveis de altura: 0 cm (base da torre); 1-30 cm; 31-60 cm; 61-90 cm; 91 - 115 cm (topo da torre).

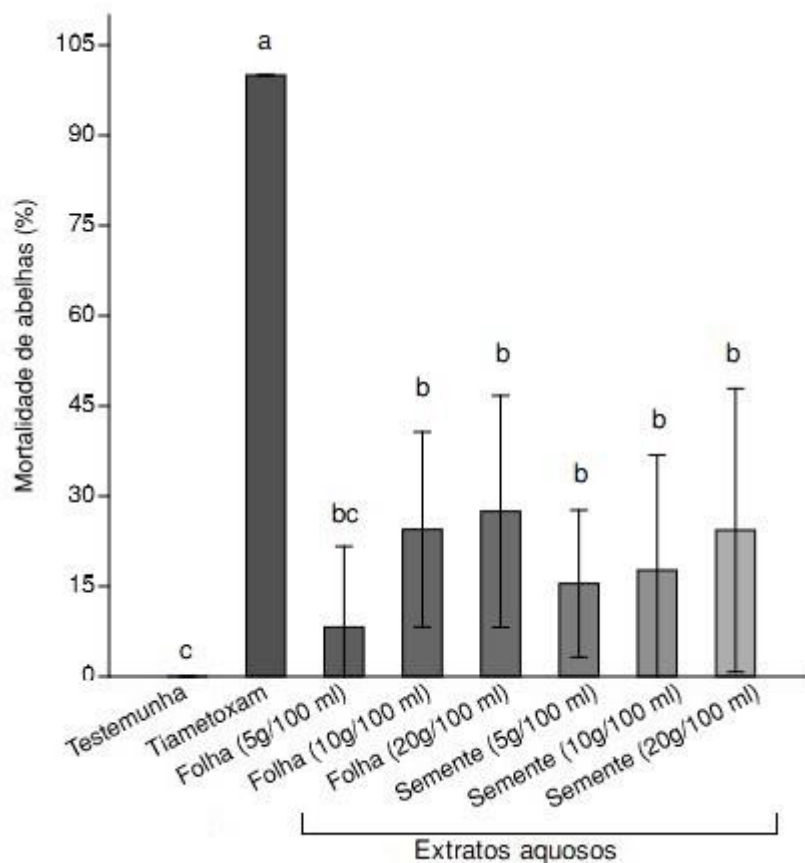
### **3.5. Análise dos dados**

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida por meio da equação de Abbott (ABBOTT, 1925), sendo em seguida aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) ao nível de 5% de significância seguido do teste de Wilcoxon. Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o

pacote Survival (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e submetidos à análise de distribuição de Weibull. Os tratamentos com efeitos semelhantes (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados usando contrastes. Foi calculado também o tempo letal mediano (TL<sub>50</sub>) para cada grupo formado. Os dados de atividade de voo foram organizados em gráficos sendo aplicada estatística descritiva.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Independentemente da concentração avaliada, os extratos aquosos derivados do nim apresentaram-se pouco tóxicos a *A. mellifera* via pulverização direta, quando comparados ao inseticida Tiametoxam, que ocasionou 100% de mortalidade. Em contrapartida, diferiram estatisticamente da testemunha absoluta, levando a morte de alguns adultos de *A. mellifera*. As duas maiores concentrações do extrato aquoso de folhas do nim provocaram os maiores níveis de mortalidade, 24,4% e 27,4%, respectivamente. Já o extrato aquoso da semente em sua maior concentração ocasionou 24,3% (Figura 1). Não foi observado efeito adverso aparente no comportamento das abelhas.

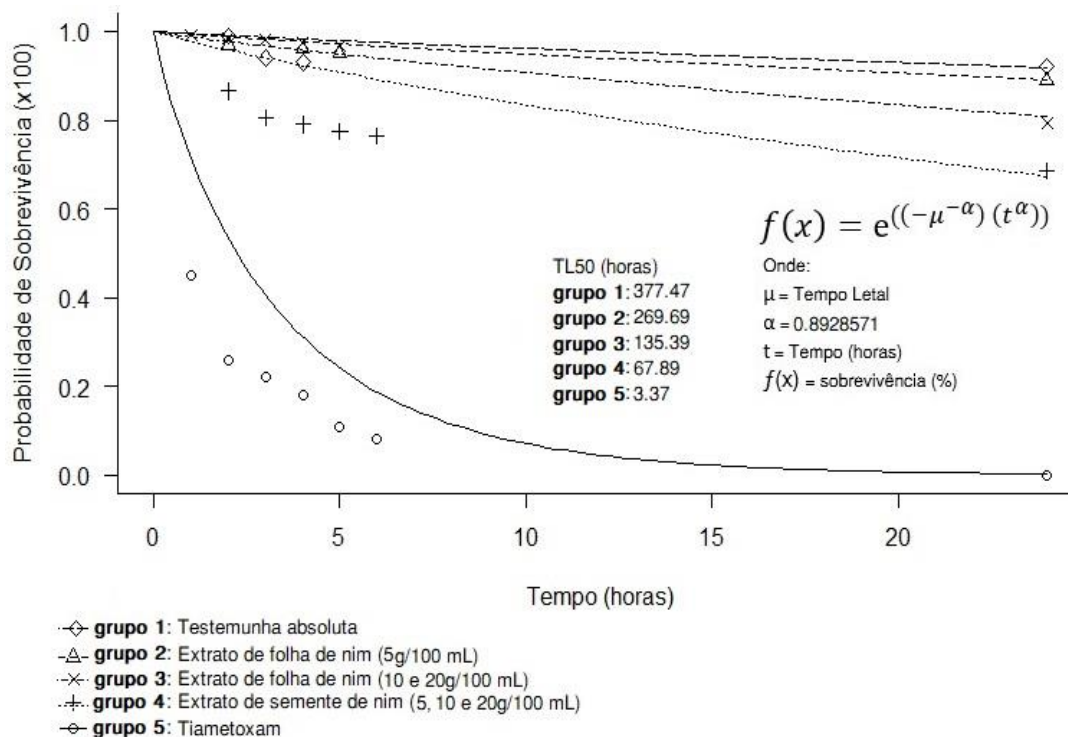


**Figura 1.** Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após exposição a Pulverização direta aos inseticidas, Pombal-PB, 2021.

A baixa toxicidade observada para os extratos aquosos de nim nas operarias adultas de *A. mellifera* pode ser explicado devido a alguns compostos presentes no nim, principalmente a azadiractina, apresentarem ação inseticida especialmente por ingestão e sendo mais nocivo as fases jovens dos insetos. A azadiractina compromete o desenvolvimento normal das fases imaturas dos insetos, desta forma, as operarias adultas acabam sendo pouco afetadas pela ação inseticida do nim, resultando em uma baixa toxicidade dos extratos sob as operarias de *A. mellifera* via pulverização direta (SCHMUTTERER, 1990; MORDUE; BLACKWELL, 1993; ASCHER, 1993; SILVA et al., 2009). É importante destacar ainda que, os efeitos adversos da azadiractina sobre *A. mellifera* dependem da idade das abelhas e da concentração do produto (AMARAL et al., 2015), fatores que também podem ter contribuído para baixa mortalidade observada no presente trabalho.



Em relação a probabilidade de sobrevivência, foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Os extratos aquosos de folhas e sementes de nim, independente da concentração avaliada, apresentaram  $TL_{50}$  significativamente superiores ao inseticida Tiametoxam (testemunha positiva), que ocasionou rápida mortalidade nas abelhas ( $TL_{50} = 3,57$  horas) (Figura 2).

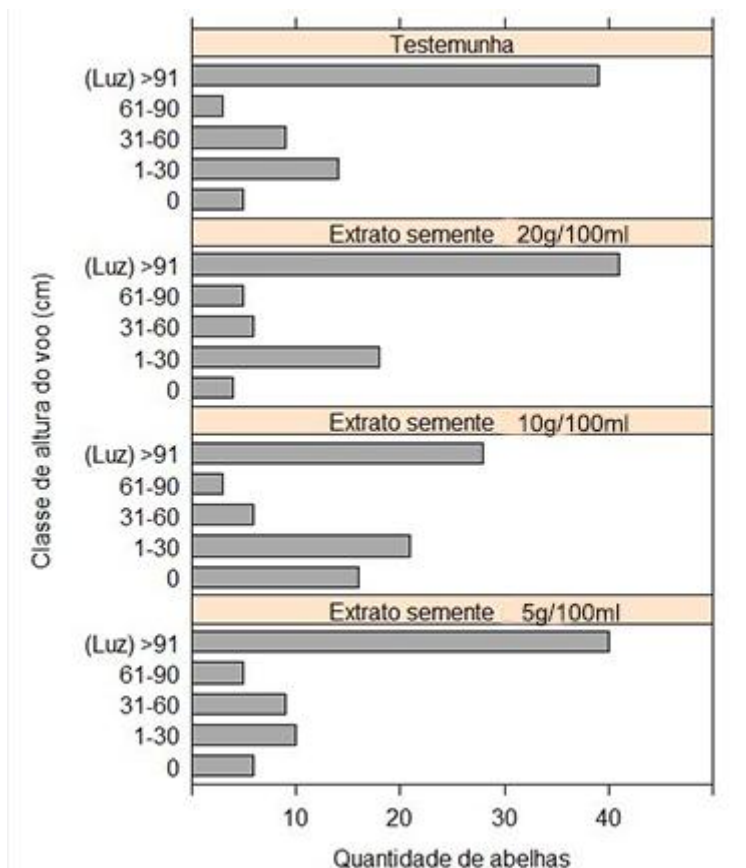


**Figura 2.** Sobrevivência (%) de *Apis mellifera* e tempos letais medianos ( $TL_{50}$ ) após exposição a Pulverização direta aos inseticidas, Pombal-PB, 2021.

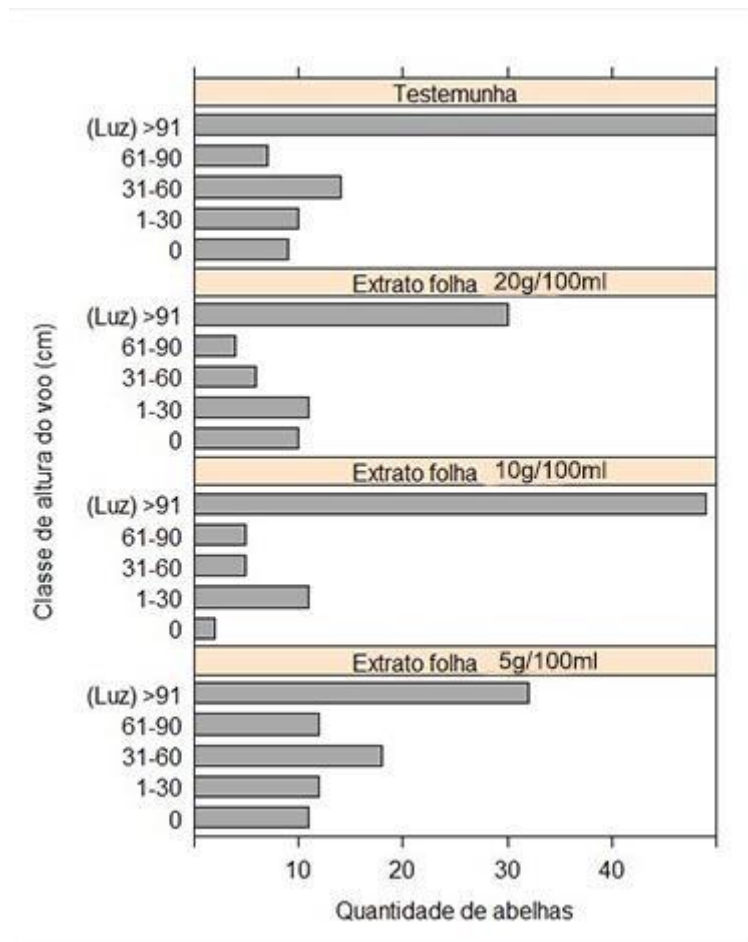
O extrato aquoso de folhas de nim proporcionou os tempos letais medianos mais próximo da testemunha absoluta, com  $TL_{50} = 269,69$  horas para menor dose avaliada e 135,39 horas para as duas maiores doses. Já o extrato aquoso das sementes, independente da dose, ocasionou a maior velocidade de mortalidade entre os derivados de nim, proporcionando  $TL_{50} = 67,89$  horas (Figura 2). Apesar de todos os extratos de nim proporcionarem baixa mortalidade e tempos letais mediano superiores aos inseticida Tiametoxam, os resultados indicam que o extrato da semente proporciona uma maior velocidade de mortalidade nas abelhas em relação ao extrato das folhas, sendo esse efeito provavelmente devido a maior concentração de azadiractina nas sementes. O principal ingrediente ativo do nim é a Azadiractina, encontrada em todas as partes da planta, mas com maior quantidade nas sementes, sendo o principal

composto responsável pelo efeito inseticida (SCHMUTTERER, 1990; MORDUE & NISBET, 2000).

Não foi observado distúrbios motores e comprometimento da capacidade de voo das abelhas que sobreviveram após o período de exposição aos extratos aquosos de nim. O comportamento das abelhas expostas aos extratos foi semelhante ao verificado nos insetos da testemunha absoluta (Figura 3 e 4).



**Figura 3.** Atividade de Voo de *Apis mellifera* após exposição a Pulverização direta aos Extratos aquosos da Semente de Nim, Pombal-PB, 2021.



**Figura 4.** Atividade de Voo de *Apis mellifera* após exposição a Pulverização direta aos Extratos aquosos da Folha de Nim, Pombal-PB, 2021.

As abelhas sobreviventes após a exposição aos extratos de folhas e sementes de nim conseguiram atingir diferentes alturas de voo, sendo que a maioria conseguiu chegar ao topo da torre de voo (115 cm). Os efeitos causados pelos extratos via pulverização direta podem ser explicados pelo modo de exposição não ser tão letal as operárias adultas de *A. mellifera*. Mordue e Blackwell (1993) e Schmutterer (1990) demonstram que a ingestão de dieta contaminada com extratos oriundos do nim é o meio no qual se causa maior interferências em processos vitais para a sobrevivência das abelhas, isto pode explica o baixo efeito letal e o não comprometimento da capacidade de voo das operárias de *A. mellifera* expostas aos extratos. Contudo, salienta-se que após exposição a outro inseticida derivado do nim, o óleo comercial das sementes, pesquisadores relataram redução na sobrevivência e capacidade de voo em operárias adultas de *A. mellifera* (GOMES et al., 2020). Este fato incentiva a realização de novas

pesquisas visando ampliar as informações sobre o tema e, conseqüentemente, subsidiar a preservação das abelhas em áreas agrícolas.

## 5 CONCLUSÃO

Os extratos aquosos de folhas e sementes de nim, independente da dose avaliada, foram pouco tóxicos sobre operárias adultas de *A. mellifera* via pulverização direta e não interferiram na capacidade de voo das abelhas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 18, n. 1, p. 265-267, 1925.

ASCHER, K.R.S. Nonconventional insecticidal effects os pesticides available from the Neem tree, *Azadirachta indica*. **Archives of insect Biochemistry and Physiology**, v.22, n.3-4, p. 433-449, 1993.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 08 mai. 2021.

ADEOYE, O.T.; PITAN, O.R.; ADEMOLU, K.O. et al. Morphometric studies on Nigerian honeybee *Apis mellifera adansonii* L. workers of rainforest and Sudan agro-ecological zones of Nigeria. **International Journal of Tropical Insect Science**, v.41, n.1, p.1255–1263, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00316-3>

ALVES, J. E. **Toxicidade no nim (*Azadirachta indica* A. Juss.: Melicaceae) para *Apis mellifera* e sua importância apícola na caatinga e mata litorânea cearense**. 2010. 140p. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2010.

AMARAL, E.; MITIDIARI, J. Polinização da abóbora. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 23, p. 121-128, 1966.

AMARAL, R. L.; VENZON, M.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, M. A. P. Does ingestion of neem-contaminated diet cause mortality of honey bee larvae and foragers? **Journal of Apicultural Research**, v.54, n.4, p. 405-410, 2015.

AMARAL, R.L.; VENZON, M.; FILHO, S.M. & PEREIRA LIMA, M.A. Does ingestion of neem-contaminated diet cause mortality of honey bee larvae and foragers?, **Journal of Apicultural Research**, v.54, p.405-410, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2016.1159821>

ANDRADE JUNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. EMPRAPA Meio-Norte, Coleção Plantar, 2ª Ed, 2007, 85 p.

ARAUJO, W. L.; GODOY, M. S.; MARACAÇA, P. B.; COELHO, W. A. C.; SILVA, B. K. A.; RUGAMA, A. J. M.; ARAUJO, E. L.; BATISTA, J. L. Toxicity of neonicotinoids used in melon culture towards *Apis mellifera* L. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 14, p. 1204-1208, 2017.

ARNO, J.; GABARRA, R. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). **Journal of Pest Science**. v.84, p.513-520, 2011.

ASCHER, KRS. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**. v.22, p.433-449. 1993.

ATANASOV, A.Z., GEORGIEV, S.G. & VULKOV, L.G. Reconstruction analysis of honeybee colony collapse disorder modeling. **Optimization and Engineering**, v.22, p. 2481–2503, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11081-021-09678-0>

AZEVEDO, ADERDILÂNIA I. B. DE et al. Bioatividade do óleo de nim sobre *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. v. 14, n. 3, pp. 309-313, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000300011>.

BARBOSA, W.F.; SMAGGHE, G.; GUEDES, R.N.C. Pesticides and reduced risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: pitfalls and perspectives. **Pest Management Science**, v. 71, n. 8, p. 1049-1053, 2015.

BARGANSKA, Z.; SLEBIODA, M.; NAMIESNIK, J. Honey bee and their products: bioindicators of environmental contamination, **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 46, n.3, p. 235–248, 2016.

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.

BARRETT, M.R.; FILGUEIRAS, C.C; WILLETT, D.S. Using *Cucumis sativus*, *Acalymma vittatum*, *Celatoria setosa*, and generalist pollinators as a case study for plant–insect interactions. **Arthropod-Plant Interactions**, v.15, p.637–644 2021. <https://doi.org/10.1007/s11829-021-09852-2>

BELZUNCES, L.P.; TCHAMITCHIAN, S.; BRUNET, J.L. Neural effects of insecticides in the honey bee. **Apidologie**, v.43, p.348–370, 2012.

BERNAL, J.; GARRIDO-BAILÓN, E.; DEL NOZAL, M.J.; GONZÁLEZ-PORTO, A.V.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; DIEGO, J. C.; JIMÉNES, J. J.; BERNAL, J. L.; HIGES, M. Overview of pesticide residues in stored pollen and their potential effect on bee colony (*Apis mellifera*) losses in Spain. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 103, n. 6, p. 1964–1971, 2010.

BERNARDES, R.C., TOMÉ, H.V.V., BARBOSA, W.F. *et al.* Azadirachtin-induced antifeeding in Neotropical stingless bees. **Apidologie**, v.48, p.275–285 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0473-3>

BLACQUIERE, T.; SMAGGHE, G.; GESTEL, C.A.M.V.; MOMMAERTS, V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 4, p. 973–992, 2012.

BONMATIN, J. M., GIORIO, C., GIROLAMI, V., GOULSON, D., KREUTZWEISER D. P., KRUPKE C., LIESS, M., LONG, E., MARZARO, M., MITCHELL, E. A. D., NOOME, D. A., SIMON-DELISO, N. & TAPPARO, A. Environmental fate and exposure: Neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 22, 2015. p. 35-67. <https://10.1007/s11356-014-3332-7>

- BOMFIM, I. G. A.; CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; ARAGÃO, F. A. S. **Polinização em melancia com e sem semente**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2013. 53p.
- BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; ARAUJO, E. L.; MOREIRA, M. A. B.; MESQUITA, A. L. M. **Manejo integrado de pragas do meloeiro**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 2011. 20p.
- BRAND, D. D. The honeybee in New Spain and Mexico. **Journal of Cultural Geography**, Stillwater, v. 9, p. 71-81, 1988.
- BRENT, K.J., & HOLLOMON, D.W. **Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can It Be Managed?** Brussels: Croplife International 2007. p. 3-7.
- BUENO, A.F., PANIZZI, A.R., Hunt, T.E. et al. Challenges for Adoption of Integrated Pest Management (IPM): the Soybean Example. **Neotropical Entomology** v.50, p.5–20, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00792-9>
- CABRAL, M. J., & PINHEIRO, R. A. (2021). Bioatividade do óleo de Neem em adultos de Cigarrinha (*Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae)). **Diversitas Journal**, n.6, v.2, p.1910–1919. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i2-1383>
- CARVALHO, G.A. et al. Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica a. juss*) no controle de *Brevicoryne brassicae* (linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga (*Brassica oleracea* linnaeus var. *Acephala*) **Arquivos do Instituto Biológico** [online]. 2008, v. 75, n. 2, p. 181-186. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v75p1812008>
- CERQUEIRA, A.; FIGUEIREDO, RA. Percepção Ambiental de Apicultores: Desafios fazer Atual Cenário Apícola no interior de São Paulo. **Acta brasiliensis**, v.1, p.17 - 21. 2017. <https://doi.org/10.22571/actabra3201754>
- CHAGAS, Domitila Brzoskowski *et al* . Viruses that affect *Apis mellifera* and their occurrence in Brazil. **Ciências Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 9, 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20181042>.
- CHAM, K. de O.; REBELO, R. M.; OLIVEIRA, R. de P.; FERRO, A. A.; VIANASILVA, F. E. de C.; BORGES, L. de O.; SARETTO, C. O. S. D.; TONELLI, C.

A. M.; MACEDO, T.C. **Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas**. Brasília: Ibama/Diqua, 2017. 105p.

CHAUBAL, P. D.; KOTMIRE, S. Y, Floral calendar or bee forage plants at Sagarmal (India). **India Bee Journal**, Nainital, v. 42, n.3, p. 6568, 1980.

CHAMBÓ, E.D.; et al. Aplicação de inseticida e seus impactos sobre a visitação de abelhas (*Apis mellifera L.*) no girassol (*Helianthus annuus L.*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n. 1, p.37-42, 2010.

CHAGAS, Domitila Brzoskowski *et al.* Viruses that affect *Apis mellifera* and their occurrence in Brazil: vírus que acometem *apis mellifera* e sua ocorrência no brasil. **Ciência Rural: MICROBIOLOGY**, Santa Maria, v. 49, n. 9, p. 1-8, maio 2019. Mensalmente. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Q5nVTR8Sn45pzQThdCcn7Qq/?lang=en>. Acesso em: 03 jan. 2022.

COLOMBO, F. C. et al., Longevity of *Apis mellifera* workers fed on a diet incorporating entomopathogens. **Arquivos do Instituto Biológico** [online]., v. 86. 2019. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000492017>

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.

COSTA, E. M; SILVA, F. EL.; ARAUJO, E. L. Effect of aqueous neem seed extract via irrigation on larvae of *Liriomyza sativae* in melon crop. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista , v. 36, n. 3, p. 353-356, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180311>.

COSTA-MAIA, F.M.; LINO-LOURENÇO, D.A.; TOLEDO, V.A. Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. Sistemas de produção agropecuária (**Ciências Agrárias, Animais e Floresta**), v.1, p.45-67, 2010.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191p.



COUTO R.H.N. e L.A. COUTO. **Apicultura: Manejo e Produtos**. 3ra ed. FUNEP. Jaboticabal, Brasil. 2006.

COULON, M. et al. Metabolization of thiamethoxam (a neonicotinoid pesticide) and interaction with the Chronic bee paralysis virus in honeybees. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.144, p.10-18, 2018. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2017.10.009>

CHOMICKI, G.; SCHAEFER, H.; RENNER, S.S. Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: insights from phylogenies, genomics and archaeology. **New Phytol** 226:1240–1255. 2020. <https://doi.org/10.1111/nph.16015>

CHRISTMANN, S. Do we realize the full impact of pollinator loss on other ecosystem services and the challenges for any restoration in terrestrial areas? **Restoration Ecology** 27:720–725. 2019. <https://doi.org/10.1111/rec.12950>

DEGRANDE, P. E. et al. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole Ltda., 2002. p.75-81.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; CHEN, Y. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. **Current Opinion in Insect Science**, v.10, p.170-176, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81–106, 2007.

DEVINE, G. J.; FURLONG, M. J. Insecticide use: contexts and ecological consequences. **Agriculture and Human Values**, v. 24, p. 281-306, 2007.

DIÓGENES, F. H. O., & SILVA, V. R. DA. Uso de Agrotóxico ou Controle Agroecológico de Pragas e Doenças da Agricultura? Uma Reflexão a Partir do Município de Alvorada do Gurguéia-PI. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, v.1 n.2, 2020. <https://doi.org/10.52719/bjas.v1i2.2925>

DORACENZI, E. L.; BENTO, F. de M. M. .; MARQUES, R. N. Efeito de inseticidas botânicos sobre a mortalidade de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)

em plantas de tomateiro. **Entomology Beginners**, v. 2, p.5, 2021.  
<https://doi.org/10.12741/2675-9276.v2.e005>

DWORZAŃSKA, D., MOORES, G., ZAMOJSKA, J. et al. The influence of acetamiprid and deltamethrin on the mortality and behaviour of honeybees (*Apis mellifera carnica* Pollman) in oilseed rape cultivations. **Apidologie** 51, 1143–1154, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00792-z>

FERNANDES, NAYANNY DE SOUSA et al. *Apis mellifera* discrimination between flowers of commercial types of melon and implications to crop pollination. **Revista Ciência Agronômica**. v. 51, n. 2. 2020. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200027>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Corporate statistical database - **FAOSTAT**. Acesso em: 05 Jan 2022.  
<http://www.fao.org/faostat/en/#d>

FREE J. B. **Insect Pollination of Honeybees**. 2da ed. Academic Press, New York, EUA. 1993.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARIBALDI, L. A.; AIZEN, M. A.; KLEIN, A. M.; CUNNINGHAM, S. A.; HARDER, L. D. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.108, p. 5909–5914, 2011.

GENERSCH, E. Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.87, n.1, p.87-97, 2010.  
<https://doi.org/10.1007/s00253-010-2573-8>

GIANNINI T. C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v.46, p.209-223, 2015a.

GIANNINI, T. C. et al. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 849-857, 2015b. <https://doi.org/10.1093/jee/tov093>

GILL, R. J., RAMOS-RODRIGUEZ, O., & RAINE, N. E. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. **Nature**. v.491, n.7422, p.105-108. 2012.

GODFRAY, H. C. J.; BLACQUIÈRE, T.; FIELD, F. M.; HAILS, R. S.; PETROKOFISKY, G.; POTTS, S. G.; RAINE, N. E.; VANDERGEN, A. J.; MCLEAN, A. R. **A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticide and insect pollinators**. Proceedings of the Royal Society B, v. 281, 2014.

GOMEZ, R. G.; COLINA, G. O.; JIMENEZ, J. A. V.; GALICIA, T. S.; VALDIVIA, C. B. P.; RINCON, J. A. S. Effects of neem (*Azadirachta indica*) on honey bee workers and queens, while applied to control *Varroa destructor*. **Journal of apicultural**. v. 55. 2016.

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, p. 97-107, 2020.

GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTIAS, C., AND ROTHERAY, E.L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**. v.48, n. 3, p.328-339. 2015.

GRAVENA S. & F.M. LARA. Efeito de alguns inseticidas sobre predadores entomófagos em citrus. **Sociedade Entomológica do Brasil**. v.5, p.39-42. 1976.

HAN, F., WALLBERG, A. & WEBSTER, M. T. From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*). **Ecology and Evolution**, vol. 2, n.8, p.1949–1957, 2012.

HALVORSON, K., BAUMUNG, R., LEROY, G. et al. Protection of honeybees and other pollinators: one global study. **Apidologie** v.52, p.535–547 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00841-1>

HOPWOOD J, CODE A, VAUGHAN M, BIDDINGED D, SHEPHERD M, BLACK SH, LEE-MADER E, MAZZACANO C. **How neonicotinoids can kill bees: The science behind the role these insecticides play in harming bees.** 2<sup>nd</sup> Ed.. Portland, OR: The Xerces Society for Invertebrate Conservation. 2016. p.76.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **Polinizadores no Brasil. Contribuição para a biodiversidade, uso sustentado, conservação e serviços ambientais.** São Paulo, SP: Edusp, p. 2012. p.488.

IWASA, T.; MOTOYAMA, N.; AMBROSE, J. T.; ROE, R. M. Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. **Crop Protection**, v. 23, n. 5, p. 371-378, 2004.

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.

JARDIM, I.C.S.F.; ANDRADE, J.A. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – Um enfoque às maçãs. **Química Nova**, v.32, n.4, p.996-1012, 2009.

JOHNSON, R. M.; ELLIS, M. D.; MULLIN, C. A.; FRAZIER, M. Pesticides and honey bee toxicity – USA. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 312-331, 2010.

KAPLAN, J.K. Colony collapse disorder: an incomplete puzzle. **Agricultural Research, Washington**, v.60, n.6, p.4-8, 2012.

KARAHAN A, CAKMAK I, HRANITZ JM, KARACA I, WELLS H. 2015. Sublethal imidacloprid effects on honey bee flower choices when foraging. **Ecotoxicology** v.24, n.9, 2015. p.2017–2025.

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

KETZER, F.; BEMVENUTI, A.; VEIVERBERG, S. GIESEL DÖRR, M.; SCHMIDT, M.E. Uso do extrato de *Tabernaemontana catharinensis* como fungicida alternativo para agricultura natural. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.7, p. 45050-45059, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-213>

KLEIN, A.-M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B-Biol. Sci.**, v. 274, n.1608, p. 303–313, 2007.

LADURNER, E.; BOSCH, J.; KEMP, W. P.; MAINI, S. Assessing delayed and acute toxicity of five formulated fungicides to *Osmia lignaria* Say and *Apis mellifera*. **Apidologie**, Paris, v. 36, p. 449–460, 2005.

LAWAL O.A.; BANJO, A.D. Appraising the beekeeping knowledge and perception of pests problem in beekeeping business at different ecological zones in South-Western Nigeria. **World J Zool** v.5, n. 2, p.137–142. 2010.

LEAL, T. T. B., OLIVEIRA, F. É. R., OLIVEIRA, V. C., GONZALEZ, S. D. P., SILVA, R. M. S. REIS, A. S., SILVA, R. Extrato de pimenta dioica no controle in vitro de *Aspergillus niger*, patógeno da cultura do sisal. **Magistra**, v.28, n.2, p.254-260. 2016.

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.

LIMA, M. C.; ROCHA, S. A. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil. Brasília: **Ibama**, 2012. p.88.

LOPES-DA-SILVA, M.; SANCHES, M.M.; STANCIOLI, A.R.; ALVES, G.; SUGAYAMA, R. The role of natural and human mediated pathways for invasive agricultural pests: a historical analysis of cases from Brazil. **Agricultural Sciences**, v.5, p.634-646, 2014.

LYNN, O.M.; SONG, W.; SHIM, J.; KIM, J.; LEE, K.; Effects of azadirachtin and neem-based formulations for the control of sweetpotato whitefly and root-knot nematode. **Jornal of Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v. 53, n.6, p. 598-604, 2010.

MACIEL, F. A. O.; Reconhecimento de padrões sazonais em colônias de abelhas *Apis mellifera* via clusterização. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v.10, n.3, p.74–88, 2018.

MALERBO SOUZA D.T., V.A.A. TOLEDO e A.S. PINTO. **Ecologia da Polinização**. UNESP. Piracicaba, Brasil. 2008.

MARTÍNEZ, S.S. (Ed.). **O nim – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Iapar, 2002. 142p.

MARTINS, A.P. Efeitos neurocomportamentais do fipronil administrados em dose única a ratos. 2009. 86f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MCGREGOR, S.E.. Insect pollination of cultivated crop plants. **Agricultural Research Service**, U.S. Department of Agriculture. 1976.

MCMENAMIN, A.; FLENNKEN, M. Recently identified bee viruses and their impact on bee pollinators. **Current Opinion in Insect Science**, v.26, p.120–129, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.009>.

MENDONÇA SANTOS, G.M.; AGUIAR, C.M.L.; GENINI, J.; MARTINS, C.F. ZANELLA, F.C.V.; MELLO, M.A.R. Invasive Africanized honeybees change the structure of native pollination networks in Brazil. **Biol Invasions** v.14, p.2369– 2378. 2012.

MICHEREFF FILHO, M.; MOURA, A. P.; GUIMARÃES, J. A.; REYES, C. P.; CARVALHO, A. D. F.; AMARO, G. B.; LOPES, F. J.; LIZ, R. S. **Recomendações técnicas para o controle de pragas do pepino**. Circular Técnica 109, Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. 2012. 15p.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, M.F.F. Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade? In: LOPES, Carlos Alberto; PEDROSO, Maria Thereza Macedo (ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**: texto para discussão v. 47. 2017. p. 446. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162821/1/Sustentabilidade-e-horticultura.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MONTEMOR, K. A.; MALERBO SOUZA, D. T. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de Berinjela (*Solanum Melongena*). **Zootecnia Tropical**, , v.

27, n. 1, p. 097-103, 2009 . Disponível em <[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692009000100012&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000100012&lng=es&nrm=iso)>. acessado em 13 maio 2021.

MOORE, D.; ROBSON, G.D.; TRINCI, A.P.J.). **Fungi as pathogens of plants**. In 21st Century Guidebook to Fungi. Cambridge: Cambridge University Press. 2000. pp. 367-391. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511977022>

MORITZ, R.F.A., DE MIRANDA, J., FRIES, I., LE CONTE, Y., NEUMANN, P., AND PAXTON, R.J. Research strategies to improve honeybee health in Europe. **Apidologie**. v.41, n.3, p.227-42. 2010.

MORDUE, AJ; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology**. v. 39. p. 903-924. 1993

MORDUE, J.; NISBET, A. J.; Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects.An. **Sociedade Entomológica do Brasil**.v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

MORGAN E.D. Azadirachtin, a scientific gold mine. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.17, n.12, p.4096-4105, 2009.

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos usos. **Acta Farmacéutica Bonaerense**. v. 24, n. 1, p. 139-148, 2005. Disponível em: [http://www.latamjpharm.org/trabajos/24/1/LAJOP\\_24\\_1\\_7\\_1\\_3E9IR6431G.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/24/1/LAJOP_24_1_7_1_3E9IR6431G.pdf) Acesso em 08 mai. 2021.

MORAIS, R.P.; CORREA, I.C.; VANIN, A.B.; OLIVEIRA, D. L. Potencial tóxico dos óleos essenciais de endro (*anethum graveolens*) e nim (*azadirachta indica* a. juss) frente artemia salina. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 3834-3838, 2019.

MORDUE, A. J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology**, v. 39, n. 11, p. 903-924, 1993.

NAZZI, F., AND LE CONTE, Y. (2016) Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the Western honey bee, *Apis mellifera* **Annual Review Entomology**. v.61, p.417-32

NAZZI, F.; PENACCHIO, F. Honey Bee Antiviral Immune Barriers as Affected by Multiple Stress Factors: A Novel Paradigm to Interpret Colony Health Decline and Collapse. **Viruses**, v.10, p.159, 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29601473>. Accessed: Jan. 01, 03.

NERI, D. K. P.; FREITAS, M. V. P.; GÓES, G. B. Extratos vegetais no controle da mosca-branca em melancia. **HOLOS**, v.4, n.36, 2020. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.7740>

OLLERTON, J. (2017) Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 48:353-376.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

OLLERTON, J. et al. Overplaying the role of honey bees as pollinators: A comment on Aebi and Neumann (2011). **Trends in Ecology and Evolution**, 27: 141-142, 2012.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A.; Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? **Acta Amazonica**. v.35, n 3, p. 389 – 394, 2005.

OLIVEIRA, J. S. PEIXOTO, C.P; POELKING, V.G.C., ALMEIDA, A. T. (2015). Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizanthae* *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Rev. bras. plantas med.**, 17, (3).

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



PARRA, JOSÉ ROBERTO POSTALI. Biological Control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola** [online]. 2014, v. 71, n. 5. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>.

PALMA, D. C., & LOURENCETTI, C. Agrotóxicos em água e alimentos: risco a saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v.14, n.2, p.7-21, 2011.

PETTIS, J.S. et al. Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. **Plos One**, v.8, p.70182, 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0070182.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **O ecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, 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.

PEREIRA, A.M. **Efeitos de inseticidas na sobrevivência e no comportamento de abelhas**. 2010. 125f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

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, n. 6, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. G., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., NGO, H. T., BIESMEIJER, J. C., BREEZE, T. D., DICKS, L. V., GARIBALDI, L. A., HILL, R., SETTELE, J. AND VANBERGEN, A. J. Summary for policymakers of the assessment report of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services on pollinators, pollination and food production, **Report**, Bonn, Germany 2016.

POTTS, S.G; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO H.T.; AIZEN, M.A. BIESMEIJER, J.C.; BREEZE, T.D.; DICKS, L.V.; GARIBALDI, L.A.; HILL, R.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A.J. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature** v.540, p.220–229. 2016. <https://doi.org/10.1038/nature20588>

PROKOPY, R.J.; KOGAN, M. Integrated pest management. In: RESH, V.H.; CARDÉ, R.T. (Ed.). **Encyclopedia of Insects**. New York, Academic Press, 2003, p. 4-9.

RADER, R.; CUNNINGHAM, S.A.; HOWLETT, B.G.; INOUE, D. Non-Bee insects as visitors and pollinators of crops: biology, ecology, and management. **Annual Review of Entomology** v.65, p391-407. 2020.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. 2011. Disponível em: <http://www.r-project.org> Acesso em 08 mai. 2021.

RHODES, J.; SCOTT, M. **Pesticides: a guide to their effects on honey bees**. NSW Department of Primary Industries: Prime facts v.149, p.4 2006.

REMBOLD, H.; SHARMA, G. K.; CZOPPELT, C. Growth-regulating activity of azadirachtin in two holometabolous insect. In: SCHUMETTERER, H.; ASCHER, K. R. S.; REMBOLD, H. **Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Proc. Ist. Internat. Neem Conf. Rottach-Egern. 1980. Germany Agency for Techn. Coop. Eschborn, Germany. p. 121-128. 1980.

REMBOLD, H.; SHARMA, G. K.; CZOPPELT, C.; SCHMUTTERER, H. Azadirachtin: a potent insect growth regulator of plant origin. **Zeitschrift-fur-Angewandte-Entomologie**, Berlin, Germany, v. 93, p. 12-17, 1982.

RIBEIRO, M. F et al. Honey bees (*Apis mellifera*) visiting flowers of yellow melon (*Cucumis melo*) using different number of hives. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 8-1773, 2015.

RUCKER, R.R.; THURMAN, W.N. **Colony collapse disorder: the market response to bee disease**. PERC Policy Series, v.50, p.1-32, 2012.

SANTOS, M. A.T.; AREAS, M.A.; REYES, F.G.R. Piretróides – **Uma visão geral**. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.3, p. 339-349, 2007.

SAYAH, F.; IDAOMAR, M.; SORANZO, L.; KARLINSKY, A. Endocrine and neuroendocrine effects of Azadirachtin in adult females of the earwig *Labidura riparia* F. **Tissue & Cell**, v.30, n.1, p.86-94, 1998.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from neem tree. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H.; HOLST, H. On the effects of the enriched and formulated neem seed kernel extract AZT-VR-K on *Apis mellifera* L. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 103, p. 208-213, 1987.

SILVA, AB; BATISTA, JL; BRITO, CH. Atividade inseticida do nim (*Azadiractha indica* A. Juss). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.4, p.7-15. 2009.

SILVA, EVA MONICA SARMENTO DA et al. Composition and frequency of flower visitors in some varieties of melon under different crop conditions. **Revista Caatinga** [online]., v. 34, n. 4, 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n425rc>

SIMÕES, M.R., GIANNOTTI, E., TOFOLO, V.C. *et al.* Morphological and Chemical Characterization of the Invasive Ants in Hives of *Apis mellifera scutellata* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology**, v.45, p.72–79. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13744-015-0344-z>

SINGH, J.; YADAV, S.; CHHUNEJA, P. K. Foraging behaviour and role of *Apis mellifera* Linnaeus in pollination of *Cucumis melo* L. **Journal of Experimental Zoology**, India, v. 17, n. 1, p. 213-217, 2014.

SINGLA, A.; BARMOTA, H.; SAHOO, S.K.; KANG, B.K. Influence of neonicotinoids on pollinators: A review. **Journal of Apicultural Research**, v. 60, p. 19-32, 2020. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1825044>

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; NETO, A. A. S.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – CE – Brasil. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.238-242, 2009.

SOUZA, ANTONIO P. DE E VENDRAMIM, JOSÉ D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology** [online]. 2005, v. 34, n. 1 [Acessado 12 Fevereiro 2022] , pp. 83-87. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100012>

STANLEY, D.A; MSWELI, S.; JOHNSON, S.D. Native honeybees as flower visitors and pollinators in wild plant communities in a biodiversity hotspot. **Ecosphere** v.11, n.2. 2020. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2957>

SPADOTTO, C.A. Abordagem Interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar, 2006. Disponível em: <http://www.fmr.edu.br/npi/003.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2021.

THERNEAU, T.; LUMLEY, T. survival: Survival analysis, including penalised likelihood. R package version 2.36-2, 2010. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=survival>. Acesso em: 08 mai. 2021.

TIHELKA, E., CAI, C., PISANI, D. et al. Mitochondrial genomes illuminate the evolutionary history of the Western honey bee (*Apis mellifera*). **Scientific Reports**. v.10. 2020.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; 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 Ciência da Terra**, v.4, n.1, 2004

TSCHOEKE, P. H.; PINTO, I. O.; SILVA, R. J. **Polinização da melancia por abelhas**. In:VAN ENGELSDORP, D.; MEIXNER, M. D. 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and United States and the factors that may affect them. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 103, n. Suplementar, ,2011. p. 580–585.

UCHÔA, L. R.; ALMEIDA FILHO, I. I. DE; SOUZA, J. P.; SANTOS, C. DE F.; SANTOS, D. L. Nim extracts on the control of Spodoppher frugiperda in corn. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 163 - 169, 1 Apr. 2018. <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i2.5696>

UNAL, S.; UKKUZU, E. Larvaecidal effects of azadirachtin on the pine processionary moth. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 19, p. 5128-5131. 2009. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/AJB> Acesso em 08 de maio de 2021.

VANIN, A. B. et al. Toxicity of clove essential oil and its ester eugenyl acetate against *Artemia salina*. **Brazilian Journal of Biology**. p.155-156, 2017.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A.; FIALHO, A.; PEREIRA, C. J.; **Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa***. Pesquisa agropecuaria brasileira, Brasília, v.42, n.5, p.627-631, 2007.

XAVIER, V. M., PICANÇO, M. C., CHEDIAK, M., JÚNIOR, P. A. S., RAMOS, R. S., MARTINS, J. C. Acute toxicity and sublethal effects of botanical insecticides to honey bees. **Journal of Insect Science**, v.15, n.1, p.137, 2015.

WANG, Y., ZHANG, W., SHI, T. et al. Synergistic toxicity and physiological impact of thiamethoxam alone or in binary mixtures with three commonly used insecticides on honeybee. **Apidologie**, v.51, p.395–405. 2020. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00726-4>

WHITFIELD, C. W. et al. Thrice out of Africa: Ancient and recent expansions of the honey bee, *Apis mellifera*. **Science**, v. 314, p.642–645. 2006.

WOLFF, L. F. B. Efeitos dos agrotóxicos sobre a apicultura e a polinização de soja, citros e macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis, SC, 2000.