



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

**TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA EM FUNÇÃO DO
TEMPO APÓS A PULVERIZAÇÃO SOBRE *Apis mellifera***

POLIANA 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

POLIANA LINHARES DOS SANTOS

**TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA EM FUNÇÃO DO
TEMPO APÓS A PULVERIZAÇÃO SOBRE *Apis mellifera***

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: Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA.

**POMBAL-PB
2023**

S237t Santos, Poliana Linhares dos.

Toxicidade residual de Abamectina em função do tempo após a pulverização sobre *Apis mellifera* / Poliana Linhares dos Santos. – Pombal, 2023.

31 f. : il. color.

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. Toxicidade. 2. Abelhas. 3. Inseticidas. 4. Mortalidade de abelhas. 5. Citricultura. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

CDU 632.95.024 (043)

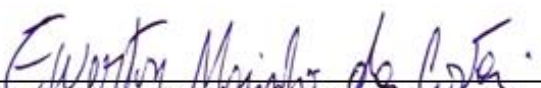
POLIANA LINHARES DOS SANTOS

**TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA EM FUNÇÃO DO
TEMPO APÓS A PULVERIZAÇÃO SOBRE *Apis mellifera***

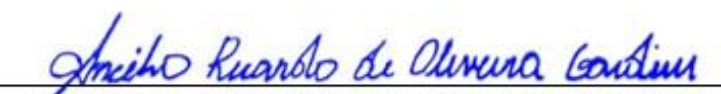
Trabalho de conclusão de curso apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 17/11/2023

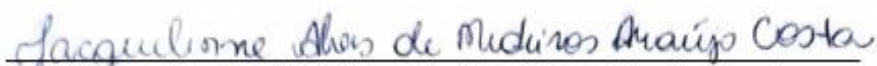
BANCA EXAMINADORA



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

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

Josué 1:9

Primeiramente a Deus e Nossa Senhora, por sempre me conceder saúde, força e sabedoria para chegar até aqui. A minha mãe, Nadi Linhares, pelo amor, cuidado e esforço para me manter estudando, ao meu pai, João Batista Pereira, por todo amor, apoio e dedicação, a minha irmã Paloma Linhares e meu irmão João Vitor Linhares, pelo companheirismo, carinho e apoio que sempre tiveram por mim, a meu sobrinho João Miguel que me concede tantas alegrias diárias.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e forças para chegar até aqui, e por permitir a realização deste sonho. Por essa conquista, agradeço por tudo ao Senhor.

Aos meus pais João Batista Pereira dos Santos e Nadi Linhares dos Santos, por todo amor, incentivo e por sempre estarem presentes em todos os momentos de minha vida.

A minha irmã Paloma Linhares dos Santos e meu irmão João Vitor Linhares dos Santos por todo amor e companheirismo durante toda essa trajetória.

Ao meu cunhado Matheus Oliveira e ao meu sobrinho João Miguel, que é minha fonte de alegria diária.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ewerton Marinho, por todos os ensinamentos dedicação e confiança.

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

Aos meus colegas do grupo de pesquisa GEENTO, em especial a Brenda Martins, Anderson Queiroz, Tais Fernandes, Janaylton Targino, Luiz Henrique, Lorena Rodrigues, Diandra Santana, Rafael Pereira, 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 2018.2, em especial a Maria Izabel, Rafaela Torres, Victor Hugo, Fellype Jonathar, Francisca Pereira, Anderson Felipe.

A EMPAER, em especial, a seu Inácio Marinho, e aos amigos que o estágio me apresentou, em especial a Leticia Silva, Raquel Santos, Thais Rocha, Nadiana Praça, Vitória Cristina, Mirraelly Inocência, Gustavo Silva, Vitor Manoel e Eduardo.

Aos amigos Zenilda e Francisco Gadelha, por todo apoio e acolhida em sua casa.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em especial ao Centro Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) pela possibilidade de realização deste trabalho.

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

RESUMO

SANTOS, P.L. **TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A PULVERIZAÇÃO SOBRE *Apis mellifera***. UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, novembro de 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

A abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) é essencial em áreas de citricultura, um dos maiores desafios para os produtores é atrelar o controle químico de pragas com a conservação das abelhas em campo. Portanto, objetivou-se avaliar a toxicidade residual de Abamectina em função do tempo após a pulverização sobre *A. mellifera*. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia pertencente ao CCTA/UFCG, Pombal/PB, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 5, sendo duas doses do inseticida Abamectina, 0,0054 g i.a/L e 0,0068 g i.a /L, uma testemunha (água destilada) e cinco tempos de exposição (1,2, 3, 24 e 48 horas após a pulverização), com cinco repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. Após a exposição aos resíduos do inseticida, foram avaliadas a mortalidade e os distúrbios motores (prostração, tremores, paralisia, redução de alimentação) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas. Após as 24 horas foi avaliada a capacidade de voo das abelhas sobreviventes. A Abamectina nas doses mínima e máxima respectivamente, ocasionou cerca de 26% e 34% de mortalidade após 1 hora da pulverização, 16% e 18% após as 2 horas da pulverização, 22% e 32%, quando após 3 horas da pulverização, 28% e 34% após as 24 horas e 40% e 48%, quando expostas aos resíduos nas folhas após 48 horas da pulverização. Foi observado que o inseticida abamectina, independente da dose e tempo após a pulverização, proporcionou o tempo letal mediano TL_{50} de 29,37 horas e a testemunha proporcionou um TL_{50} de 2.059,05 horas. Foi observado que cerca de 50% das abelhas da testemunha conseguiram voar a uma altura de 91 cm ou até o topo da torre, e para os diferentes tratamentos com Abamectina, pode-se observa que as abelhas atingiram níveis variados de altura, em virtude de seus comportamentos de paralisia e redução alimentar. A Abamectina mostrou-se moderadamente tóxico quando em contato residual independente das doses e do intervalo de exposição, no entanto, houve redução da capacidade de voo das abelhas sobreviventes após o período de exposição ao inseticida.

Palavras Chaves: Abelhas, Inseticidas, Mortalidade, Citricultura.

ABSTRACT

SANTOS, P.L. **RESIDUAL TOXICITY OF ABAMECTIN AS A FUNCTION OF TIME AFTER SPRAYING ON *Apis mellifera***. ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER FOR AGRO-FOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, November 2023. Course Completion Work. Advisor: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

The honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) is essential in citrus growing areas, one of the biggest challenges for producers is to combine chemical pest control with the conservation of bees in the field. Therefore, the objective was to evaluate the residual toxicity of Abamectin as a function of time after spraying on *A. mellifera*. The experiment was carried out at the Entomology Laboratory belonging to CCTA/UFCG, Pombal/PB, in a completely randomized design, in a 3 /L, one control (distilled water) and five exposure times (1, 2, 3, 24 and 48 hours after spraying), with five replications, with each experimental unit consisting of 10 adult bees. After exposure to insecticide residues, mortality and motor disorders (prostration, tremors, paralysis, reduction in feeding) of bees were evaluated at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 and 24 hours. After 24 hours, the flying capacity of the surviving bees was assessed. Abamectin at the minimum and maximum doses respectively, caused around 26% and 34% of mortality after 1 hour of spraying, 16% and 18% after 2 hours of spraying, 22% and 32%, when after 3 hours of spraying, 28% and 34% after 24 hours and 40% and 48%, when exposed to residues on the leaves 48 hours after spraying. It was observed that the insecticide abamectin, regardless of dose and time after spraying, provided a median lethal time TL_{50} of 29.37 hours and the control provided a TL_{50} of 2,059.05 hours. It was observed that around 50% of the control bees were able to fly to a height of 91 cm or to the top of the tower, and for the different treatments with Abamectin, it was observed that the bees reached varying levels of height, due to their behaviors of paralysis and food reduction. Abamectin proved to be moderately toxic when in residual contact regardless of the doses and exposure interval, however, there was a reduction in the flying capacity of the surviving bees after the period of exposure to the insecticide.

Keywords: Bees, Insecticides, Mortality, Citrusfarming.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. ASPECTOS GERAIS DOS CITROS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	12
2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS.....	13
2.3. IMPORTÂNCIA DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> NA POLINIZAÇÃO DE CITROS E MANEJO DE COLÔNIAS NAS ÁREAS DE PRODUÇÃO DE CITRICULTURA	14
2.4. DECLÍNIO POPULACIONAL DE ABELHAS <i>Apis mellifera</i>	15
2.5. TOXICIDADE DE ABAMECTINA SOBRE <i>Apis mellifera</i>	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA SOBRE <i>Apis mellifera</i> EM FOLHAS DE <i>Citrus</i>	19
3.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA ABAMECTINA.....	21
3.3. ANÁLISE DE DADOS	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA SOBRE <i>Apis mellifera</i>	22
4.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA ABAMECTINA.....	25
5. CONCLUSÃO	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

A presença da abelha *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) é indispensável para algumas culturas, sendo considerada um dos agentes polinizadores de maior importância para agricultura em todo mundo (BERNAL et al., 2010; POTTS et al., 2010). Em cultivos de Citrus, a introdução de colônias com abelhas *A. mellifera* é bastante vantajosa, uma vez que a polinização para as frutas cítricas, aumenta tanto o pegamento de frutos como seu tamanho, consequentemente favorecerá o aumento da produtividade (EFROM et al., 2018). Segundo Malerbo-Souza et al. (2003), a preservação de abelhas em pomares citrícolas também está relacionada com os produtos oriundos das abelhas como mel, pólen, própolis e geleia real.

Durante o cultivo de Citros é natural a ocorrência de insetos praga, fato que demanda a utilização de inseticidas que podem causar efeitos adversos aos insetos benéficos que existem nos pomares (SILVA et al., 2005). Diante disso, é necessário realizar o controle químico e preservar as abelhas *A. mellifera*, o que torna fundamental a realização de estudos sobre a toxicidade de inseticidas sobre polinizadores. (RAINE, 2018).

Alguns estudos recentes mostraram que, o declínio das populações de abelhas *A. mellifera* tem vínculo direto com uma série de fatores, e está relacionado ao menos em parte, à exposição delas a produtos fitossanitários, especialmente aos inseticidas (GOULSON et al., 2015; FENG et al., 2017; BERNARDES et al., 2019). A exposição das abelhas aos inseticidas pode acontecer tanto com a ingestão do néctar e coleta de pólen, quanto pela exposição a partículas em suspensão no ar e nas partes vegetais (KLEIN et al., 2007).

O inseticida Abamectina é comumente utilizado para o manejo do minador-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*), ácaro-da-leprose (*Brevipalpus phoenicis*), ácaro-purpureo (*Panonychus citri*), consideradas pragas da citricultura, o qual age por contato e ingestão com a capacidade de interferir no sistema nervoso dos ácaros, agindo como ativador de canais de cloro (GALLO et al., 2002). A Abamectina tem sido relatada como nociva as abelhas em diferentes modos de exposição e doses (COSTA et al., 2014; SOARES, 2019). Nas doses registradas para uso em citros, Carvalho et al., (2009) observaram que, nos modos de exposição por meio de pulverização, ingestão de alimento contaminado e contato com superfícies tratadas, a abamectina foi letal a *A. mellifera*, com TL_{50} de 27,74 horas.

Toda via, ainda são poucas as informações e estudos sobre toxicidade residual de abamectina sobre os agentes polinizadores em função do tempo após a pulverização. Freitas e Pinheiro (2010) e Pires et al. (2016), ressaltaram que a falta de informações sobre os efeitos dos

inseticidas sobre os polinizadores, constitui uma das principais barreiras para as tentativas do uso sustentável de abelhas nas áreas agrícolas, visto que, os efeitos destes produtos causam não somente efeitos letais (mortalidade), mas também outros efeitos tóxicos (sub-letais), sendo um fator limitante a conservação desses agentes em campo. Contudo, deve-se adotar práticas de manejo sustentáveis, visando reduzir os efeitos negativos e racionalizar o uso dos inseticidas em agroecossistemas brasileiros.

Diante da escassez de informações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a toxicidade residual de Abamectina em função do tempo após a pulverização sobre *A. mellifera*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DOS CITROS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

De origem asiática, as plantas cítricas foram introduzidas no Brasil pelos portugueses, no século XVI (MATTOS JUNIOR et al., 2005). Os citros encontram-se entre as espécies cultivadas de maior importância agrícola, consumidos in natura ou processados na forma de sucos ou doces, entre outros subprodutos (PASSOS et al., 2007; SILVA et al., 2016).

A comercialização de frutas cítricas, para o consumo in natura, é influenciada pela aparência externa do fruto que precisa cumprir a determinadas exigências de qualidade para o consumo, que irão influir na escolha final do consumidor (CAPUTO et al. 2012). No entanto, por serem frutos não climatéricos e os teores de açúcares e ácidos do suco não modificarem após serem colhidos, a colheita deve ser feita no ponto de maturação apropriado para o consumo, reduzindo as perdas de pós-colheita e aumentando a possibilidade de se obter frutos de melhor qualidade (LEMOS et al. 2012). Contudo, os frutos cítricos são bastante aceitos na alimentação humana, em razão ao elevado valor nutritivo e fonte de vitamina C (JUNQUEIRA, 2009).

A China é considerada o maior produtor mundial de citros e o segundo maior produtor de laranja, tendo respondido na safra de 2020 por 15,9% da produção mundial da fruta (VIDAL,2018). O Brasil consolidou-se o maior produtor mundial laranjas doces e de suco de laranja concentrado e congelado (FCOJ), sendo o maior exportador desse produto (NEVES; TROMBIN, 2017). Na safra 2020/21, o País alcançou 31% da produção mundial da fruta e 63,4% do volume mundial de suco de laranja contendo mais de 70% do mercado global do suco da fruta (USDA, 2021).

A citricultura brasileira expressa grande importância econômica e social para a economia do país, em função da adaptação da planta no país e aos investimentos, em pesquisa e nos setores produtivos (CARVALHO, 2006). O agronegócio cítrico consolidou-se no Brasil nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com o objetivo de atender o mercado de externo, entretanto, a citricultura paulista destacou-se quanto à carioca, estabelecendo-se partir da crise ocasionada a pela segunda guerra mundial (JUNIOR 2015).

A produção de laranja no Brasil em 2022 foi de 16.929.631 toneladas em 568.132 hectares, sendo o estado de São Paulo o maior produtor do país no referido ano (IBGE, 2022). Segundo Vidal (2018), a citricultura brasileira está reunida no Sudeste do País, em São Paulo e no triângulo mineiro e o Nordeste corresponde por apenas 10% da produção nacional de citros

e por menos de 3% das exportações brasileiras de suco de laranja. Contudo, a atividade dispõe de grande importância social e econômica para os Estados de Sergipe e Bahia, onde está concentrada mais de 90% da área cultivada com laranja no Nordeste. Junior (2015), ressaltaram ainda que, outras localidades específicas da região Nordeste que também apresentam elevado potencial para a produção de citros, principalmente áreas dos Estados de Alagoas, Ceará e Pernambuco.

Desse modo, nos aspectos econômicos e sociais, a citricultura possui um papel essencial na geração de emprego e renda no país, sobretudo no decorrer do período de colheita da laranja, gerando cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos em 350 municípios do Brasil (FUNDECITRUS, 2021). No que se refere ao Produto Interno Bruto (PIB) a citricultura moveu cerca de US\$14 bilhões em todos os elos da sua cadeia produtiva (EMBRAPA, 2022).

2.2.ASPECTOS BOTÂNICOS

Segundo Mattos Junior et al. (2005) os citros fazem parte da família Rutaceae, pertencentes ao gênero *Citrus* ou outros gêneros afins (*Fortunella e Poncirus*). Os citros apresentam numerosas espécies de importância econômica pertencentes ao gênero *Citrus*, dentre laranjas (*C. sinensis*), tangerinas (*C. reticulata e C. deliciosa*), limões (*C. limon*), limas ácidas Tahiti (*C. latifolia*) e o limão Galego (*C. aurantiifolia*), lima da Pérsia (*C. limettioides*), pomelo (*C. paradisi*), cidra (*C. medica*), laranja azeda (*C. aurantium*) e toranjas (*C. grandis*) (MATTOS JUNIOR et al. 2005).

O gênero *Citrus* é constituído por plantas de porte médio, arbóreo ou arbustivo, possuem flores brancas e aroma específico, folhas do tipo coriácea, alternada e simples (LORENZI et al. 2006). Nas espécies de citros, observa-se o aparecimento de ramos modificados (espinhos), introduzidos nas axilas das folhas, a parte do ramo onde encontra-se as folhas, gemas e espinhos recebe o nome de nó (SIQUEIRA et al. 2017).

Os frutos são do tipo baga (hesperídio), incluindo vesículas compostas por líquido, que consiste no suco, o qual é de grande importância comercial (LORENZI et al. 2006). O fruto é composto pelo epicarpo (casca), mesocarpo (parte branca da casca, intitulada de albedo), endocarpo (dividido em um número variável de segmentos ou gomos unidos ao redor de um eixo central chamado columela), e a semente (LORENZI et al. 2006).

A ramificação do caule principal produz diversas brotações, as quais, vão originar ramificações que serão utilizadas para sustentação de todos os outros ramos da planta, dessa

forma a partir dos ramos primários são formados os secundários até a formação dos ramos vegetativos e reprodutivos terminais (SIQUEIRA et al. 2017). De acordo com Castro et al. (2001) as raízes das plantas de citros distribuem-se, em sua maior parte, cerca de 80%, no primeiro metro de profundidade.

2.3. IMPORTÂNCIA DA ABELHA *Apis mellifera* NA POLINIZAÇÃO DE CITROS E MANEJO DE COLÔNIAS NAS ÁREAS DE PRODUÇÃO

A polinização é uma atividade de elevado valor comercial e ecológico, a qual na agricultura, oferece inúmeras vantagens para uma diversidade de cultivos (ABROL,2012). Estes insetos possuem 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). A abelha *A. mellifera* fornece não apenas produtos apícolas de alto valor, mas também fornece um serviço gratuito inestimável como polinização cruzada e propagação de várias espécies cultivadas e silvestres, mantendo assim a diversidade biológica (TONG et al., 2018).

As espécies de citros (laranjas, tangerinas, limas, limões e pomelos) são os frutos mais produzidas no mundo, seu aroma e o néctar das flores são muito atrativos a insetos, como formigas, vespas, besouros, moscas e borboletas, sendo que 80% das visitas são feitas por abelhas (FUNDECITRUS,2022).

A pesquisa realizada por Malerbo-Souza et al., (2003), constatou uma elevada atratividade das abelhas melíferas pela flor de laranjeira (*Citrus* spp.), e que a polinização realizada por *A. mellifera* auxiliou na quantidade e qualidade dos frutos, obtendo laranjas mais pesadas, menos ácidas e com maior quantidade de sementes por gomos, observou-se também que coletaram pólen somente no período da manhã, em dois anos de observação. Entretanto, Nascimento et al. (2011) perceberam que além de ser a espécie de maior domínio, sua capacidade de coleta de pólen se estende ao longo do dia, ressaltando a função essencial desta espécie de abelha no processo de polinização.

Com isso, à frequência e o horário de aplicação de inseticidas em áreas que utilizam colmeias racionais, caso as aplicações sejam indispensáveis, deve-se proteger as abelhas, impedindo-as de sair, colocando-se espuma e/ou um redutor de alvado (entrada das colmeias), ao anoitecer ou amanhecer (KIILL et al.,2015).

A polinização realizada por abelhas contribui com aumento de até 35% na produção das laranjeiras, 22% de aumento no peso dos frutos, 33% de aumento na quantidade de suco (sem mudança em sólidos) e 36% de aumento no número de sementes, porém, com o hábito forrageiro das abelhas referente a várias tarefas fora da colmeia como a visita a flores para coleta de pólen e néctar, proporciona sua exposição a produtos fitossanitários, principalmente se essas substâncias estiverem nos campos de coleta (FUNDECITRUS, 2022).

Diante do exposto, existe a necessidade de se conservar os agentes polinizadores ou inseri-los de forma artificial, sobretudo, em floradas como da laranja, quando diversas flores estão expostas aos agentes polinizadores, e devido esta quantidade de flores é importante a introdução de colônias de *A. mellifera* para alcançarem uma boa produção de frutos, visto que somente a presença de colônias naturais e as abelhas nativas não são suficientes (MALERBO-SOUZA et al., 2003).

2.4. DECLÍNIO POPULACIONAL DE ABELHAS *Apis mellifera*

A mortalidade e o desaparecimento das abelhas vêm se intensificando nos últimos anos, em diversas regiões do mundo. Uma das causas desse declínio no Brasil, é o uso indiscriminado dos inseticidas nas áreas cultivadas (CERQUEIRA et al., 2017; CASTILHOS et al., 2019). De acordo com Pettis et al. (2013), os declínios em populações de abelhas geram grandes preocupações, visto que o grande número e elevados níveis de inseticidas encontrados no mel e nas colônias de abelhas. A exposição das abelhas aos inseticidas pode acontecer individualmente de forma direta por meio do contato corporal (com gotículas de pulverização ou resíduo em plantas) ou indiretamente pelo consumo de resíduos do mesmo inseticida, no néctar e pólen das flores, podendo uma colônia inteira ser afetada (SILVA et al., 2015).

Vários inseticidas têm sido associados a uma alta taxa de mortalidade das abelhas (MARTIN-CULMA; ARENAS-SUAREZ, 2018). Em função disso, diversos trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de avaliar a toxicidade de diferentes inseticidas sobre esses agentes polinizadores. Costa et al. (2014), avaliaram a toxicidade de inseticidas utilizados em cultivo de meloeiro sobre *A. mellifera*, constataram que, independentemente do modo de exposição, os inseticidas Tiametoxam, Abamectina e Clorfenapir nas doses de 0,1500; 0,0180; 0,2400 (g ia/L), foram nocivos para adultos de *A. mellifera*, provocando até 100% de mortalidade dentre nove produtos testados em sua pesquisa. Outro aspecto importante são os

efeitos adversos causados pelos referidos inseticidas, como tremores, paralisia, prostração. nove produtos testados em sua pesquisa.

Estudos avaliando a toxicidade residual de clorantraniliprole + abamectina em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera*, verificaram que o inseticida Clorantraniliprole + Abamectina, utilizado nas doses mínimas de 0,0108 g i.a/L + 0,027 g i.a/L e nas doses máximas 0,018 g i.a/L + 0,045 g i.a/L, causaram distúrbios motores com paralisia, tremores e prostração seguida de morte, ocasionando uma taxa de 100% de mortalidade, independente da dose utilizada e tempo de exposição aos resíduos dos respectivos inseticidas após a pulverização (SILVA, 2022). Gomes et al., (2019), avaliando inseticidas aplicados na cultura do melão, obteve resultados de baixa mortalidade de *A. mellifera* quando em contato com piriproxifem, enquanto que imidacloprido (neonicotinoide) causou 100% de mortalidade nas primeiras horas em contato com os resíduos do inseticida.

Desse modo, a toxicidade de vários inseticidas já foi avaliada sobre a abelha *A. mellifera*, entre eles o Imidacloprido, Tiametoxam, Clotianidina, Fipronil, Deltametrina, Abamectina, Novaluron e Malathion, têm demonstrado efeitos letais sobre estes insetos (COSTA et al., 2014; TOMÉ et al., 2015; PITTS-SINGER; BARBOUR, 2017; PADILHA et al., 2020; DA SILVA BORGES et al., 2020; WANG et al., 2020).

Bortolotti et al. (2003), avaliaram a densidade e a atratividade das flores de plantas em fase de florescimento contaminadas pela aplicação de determinados inseticidas são as causas principais de morte desses polinizadores, contudo, baixos níveis de doses ou baixas frequências de aplicação podem afetar o comportamento das abelhas forrageiras e diminuir o vigo da colônia. Porém, doses de inseticidas que não provocam morte imediata costumam ter outros efeitos nocivos e podem interferir nas capacidades cognitivas e no comportamento das abelhas (PACÍFICO DA SILVA et al., 2015).

Contudo, faz-se necessário estudos de risco de inseticidas para avaliar estas ameaças potenciais e opções sustentáveis devem ser adotadas durante a implementação de métodos e de produtos de controle de pragas, com o intuito reduzir possíveis danos à segurança alimentar, aos serviços ecossistêmicos meio ambiente (FAIRBROTHER et al., 2014). Nesse sentido, já existem diversos estudos científicos em função da toxicidade de inseticidas sobre as abelhas, porém, ainda existe uma carência de informações com relação aos efeitos de produtos fitossanitários recentemente registrados sobre abelhas *A. mellifera*, sendo uma das principais barreiras impedem o manejo sustentável entre o uso de defensivos químicos e preservação de agentes polinizadores em áreas agrícolas (FREITAS; PINHEIRO, 2010).

2.5. TOXICIDADE DE ABAMECTINA SOBRE *Apis mellifera*

A abamectina é um ingrediente ativo pertencente ao grupo químico das Avermectinas, composto oriundo da fermentação natural da bactéria de solo *Streptomyces avermitilis*, sendo usada como inseticida, acaricida e nematicida, atua por contato e ingestão, possuindo a capacidade de interferir no sistema nervoso dos insetos, atuando como ativador de canais de cloro (GALLO et al., 2002). A abamectina, é um inseticida registrado para o controle de pragas em culturas como algodão, citros, feijão, maçã, melancia, melão batata, pepinoentre outras (AGROFIT, 2023). Na cultura do meloeiro, a Abamectina é frequentemente utilizada para o controle da mosca minadora *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na produção integrada de melão (GUIMARÃES et al., 2008).

Contudo, as aplicações de inseticidas na época de floração ocasionam grande possibilidade de exposição aguda para as abelhas, induzindo a contaminação direta do néctar das flores, ocasionando ao envenenamento direto ou morte das abelhas, atingindo as larvas das abelhas, a divisão do trabalho e o forrageamento, assim como o desenvolvimento das colônias de abelhas (THOMPSON 2003; ALEX; MILES 2011).

Carvalho et al. (2009), realizou um trabalho na cultura do citrus, avaliando a toxicidade de acaricidas/inseticidas sob as abelhas africanizadas *A. mellifera*, via pulverização direta, ingestão de alimento contaminado e contato com superfícies tratadas. Para análises de efeito residual, as abelhas foram expostas à superfície de vidro (placa de petri) contaminada com os produtos e com folhas de citros contaminadas com os Abamectina. Nesse cenário, as abelhas quando em contato com superfícies de vidro contaminada, os produtos Tiametoxam e Metidationa foram extremamente tóxicos, abamectina e deltametrina foram tóxicos e os demais foram considerados inócuos às abelhas. Quando em contato com as folhas contaminadas, os resultados foram semelhantes ao anterior, diferindo apenas pela TL₅₀, que neste cenário apresentou-se mais baixa.

Soares (2019), buscou avaliar o efeito dos principais inseticidas utilizados na cultura do meloeiro sobre operárias de *A. mellifera*, quanto a toxicidade do inseticida abamectina (18 g/L), os resultados demonstraram a toxicidade às abelhas em diferentes métodos de exposição avaliados na pesquisa. Pulverizações diretas do inseticida Abamectina sobre *A. mellifera*, na

dosagem de 0,0180 (g ia/L), causou 100% de mortalidade em <10 horas após a pulverização com um TL₅₀ de 3,16 horas, sendo extremamente tóxico (COSTA et al.,2014).

Contudo, Aljedani (2017), em estudo realizado com objetivo de avaliar a toxicidade de alguns inseticidas (abamectina e deltametrina) sobre o tempo letal (TL₅₀) de abelhas forrageiras operárias de *Apis mellifera jemenatica* estudadas em condições de laboratório, obteve como resultado que a abamectina tem um efeito adverso nas abelhas, principalmente nas abelhas forrageadoras, no qual, determinou-se um claro impacto no tempo letal TL₅₀ de 21,026 e efeitos nas células do intestino médio que pode desencadear distúrbios digestivos no intestino médio, reduzindo a sua eficiência e afetando assim a saúde e a vitalidade das colônias de abelhas. Reis et al (2017), avaliando a mortalidade causada por inseticidas em *A. mellifera*, constataram que Abamectina na dose recomendadas (0,036 g de i.a. L⁻¹) apresentou alta toxicidade após seis horas de contato.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento 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 a realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* provenientes de três colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG. As abelhas foram coletadas entre às 6 e 7h da manhã e acondicionadas em recipientes plásticos de 250 mL para transporte ao laboratório.

O inseticida avaliado foi o Abamectin Nortox® (Abamectina). O referido produto foi avaliado nas doses mínima e máxima recomendada pelo fabricante para o controle de pragas em citros, (Tabela 1). O preparo da calda em laboratório respeitou a proporção recomendada pelo fabricante, considerando o volume médio de aplicação de 500 L/ha sendo diluição feita para o volume de 1 litro.

Tabela1. Inseticidas e respectivas dosagens (mínima e máxima) avaliadas com relação à toxicidade residual sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2023.

INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	MODO DE AÇÃO	DOSE UTILIZADA	PRAGAS ALVO
Abamectina	Avermectinas	Contato e ingestão	1,35 g/100L (0,0054 g i.a/L)	Ácaro-purpúreo (<i>Panonychus citri</i>)
Abamectina	Avermectinas	Contato e ingestão	1,70 g/100L (0,0068 g i.a/L)	Minadora-das-folhas (<i>Phyllocnistis citrella</i>)

3.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA SOBRE *Apis mellifera* EM FOLHAS DE *Citrus*

O bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 5, utilizando uma testemunha (água destilada), duas doses do inseticida Abamectina (0,0054 g i.a/L e 0,0068 g i.a/L), em função de cinco tempos distintos de exposição (1, 2, 3, 24 e 48 horas após a pulverização) com cinco repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Para avaliar a toxicidade residual do inseticida, foram coletadas folhas de plantas de Limão-taiti (*Citrus latifolia*) pertencentes ao CCTA/UAGRA/UFCG. As plantas selecionadas foram pulverizadas com os supracitados tratamentos, utilizando-se um pulverizador manual.

Em seguida, as folhas selecionadas foram separadas em dois grupos antes de colocar as abelhas em contato com os resíduos nas mesmas: Grupo 1 – Folhas que receberam a dose 0,0054g i.a./L e Grupo 2 – Folhas que receberam a dose 0,0068 g i.a./L. Dentro de cada um desses dois grupos de plantas, foram criados cinco grupos para realizar a pulverização com o inseticida Abamectina, sendo eles: Grupo 1 – 1 hora de secagem após a pulverização, Grupo 2 – 2 horas de secagem após a pulverização, Grupo3 – 3 horas de secagem após a pulverização, Grupo4 – 24 horas de secagem após a pulverização e Grupo 5 – 48 horas de secagem após a pulverização.

Para a devida secagem do produto pulverizado, as folhas pertencentes aos Grupos 1, 2

e 3 horas foram transportadas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram em ambiente controlado durante as horas mencionadas acima. As folhas dos Grupos 4 e 5 horas permaneceram na planta, em condições de campo até o momento da exposição das abelhas.

As folhas de cada grupo foram cortadas na altura do pecíolo, e em seguida colocadas em arenas (recipientes plásticos com 15 cm de diâmetro X 15 cm de altura e extremidade superior parcialmente coberta com tela atiafídeo e as laterais com aberturas de aproximadamente 0,1 cm para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água (hidratado a cada hora de avaliação) e dieta artificial (Pasta Cândi) em recipientes plásticos de 8 mm de diâmetro. Após o referido procedimento, foram liberadas no interior das arenas as operárias adultas de *A. mellifera* para o contato com os resíduos dos produtos (FIGURA 1).



Figura 1: Operárias de *Apis mellifera* liberadas dentro das arenas, Pombal-PB, 2023

Foram avaliadas a mortalidade e os distúrbios motores (prostração, tremores, paralisia, etc.) a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início da exposição ao inseticida nas folhas, seguindo a metodologia utilizada por Costa et al (2014). As abelhas foram consideradas como mortas quando não apresentaram movimentos no momento das observações, mesmo recebendo estímulos mecânicos.

3.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA ABAMECTINA

A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviveram após 24 horas de exposição aos tratamentos. Para avaliar a atividade de voo foram utilizados túneis de voo seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020). A torre de voo é constituída por uma estrutura de madeira (35 x 35 x 115 cm) com as laterais revestidas de plástico, com espaço vazio em seu interior e com uma lâmpada no topo da torre, permitindo que as abelhas voem livremente (FIGURA 2).



Figura 2: Torre de voo utilizada para avaliar a capacidade de voo de *Apis mellifera*, após exposição aos tratamentos, Pombal – PB, 2023.

A avaliação foi realizada com o laboratório escuro sob temperatura média ambiente de $26^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $65 \pm 10\%$, onde a única fonte de luz foi a lâmpada instalada no topo da torre de voo. Cada abelha sobrevivente foi liberada individualmente na base da torre, sendo concedido o tempo de 60 segundos para que as mesmas realizassem o voo. A torre de voo apresenta cinco níveis de altura: 1 (base da torre), 2 (de 1 cm a 30 cm de altura), 3 (de 31 cm a 60 cm de altura), 4 (de 61 cm e 90 cm de altura) e 5 (de 91 cm até 115 cm, topo da torre). Para realização das análises foram registradas as abelhas que conseguiram voar ou não, bem como a altura que cada abelha conseguiu atingir.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott (1925), sendo em seguida aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-

Wallis (1952) a 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. Tratamentos com efeitos similares (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados por meio de contrastes.

O tempo letal mediano (TL₅₀) também foi calculado para cada grupo. Para a capacidade de voo, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (1952) a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Para a capacidade de voo foi realizada análise descritiva, sendo construídos gráficos para apresentação dos dados observados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. TOXICIDADE RESIDUAL DE ABAMECTINA SOBRE *Apis mellifera*

Foi observado que o inseticida/acaricida Abamectina diferiu estatisticamente da testemunha. A Abamectina nas doses mínima e máxima respectivamente, ocasionou cerca de 26% e 34% de mortalidade após 1 hora da pulverização, 16% e 18% após as 2 horas da pulverização, 22% e 32%, após 3 horas da pulverização, 28% e 34% após as 24 horas e 40% e 48%, quando expostas aos resíduos nas folhas após 48 horas da pulverização (FIGURA 3).

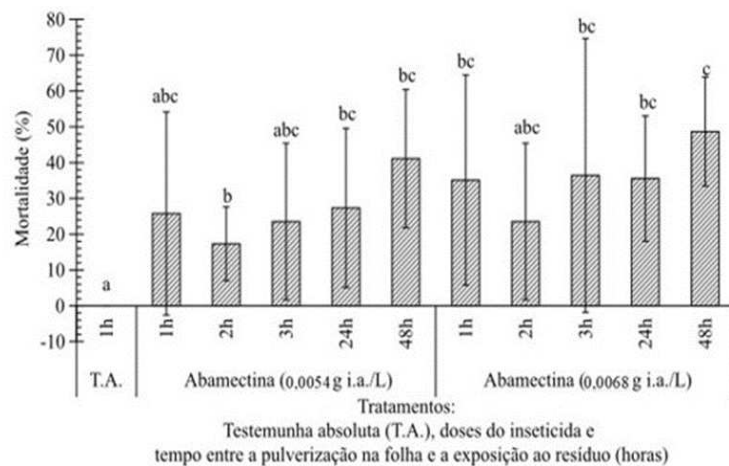


Figura 3 . Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após exposição residual aos inseticidas, Pombal PB, 2023.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a mortalidade de *A. mellifera* após a pulverização com Abamectina foi relativamente baixa. Provavelmente a baixa mortalidade observada foi em virtude da degradação do produto no ambiente, bem como pela não utilização de adjuvante (óleo), fazendo com que ocorresse maior escorrimento do inseticida devido as características morfológicas das folhas. Com isso, os resultados diferem dos apresentados por Carvalho et al. (2009), que ao analisar a toxicidade de alguns inseticidas utilizados na citricultura sobre *A.mellifera* no modo de exposição residual, constataram que Abamectina, foi considerado altamente tóxico para as abelhas *A.mellifera*.

A partir das 12h após a exposição aos resíduos do inseticida Abamectina, as abelhas começaram a demonstrar comportamento de fuga, aglomerando-se nas laterais e parte superior da arena, em outros momentos houve redução da alimentação e paralisia de algumas abelhas, seguida de morte. Os inseticidas podem matar as abelhas quando em doses suficientemente altas. Porém, doses de inseticidas que não provocam a morte imediata, muitas vezes têm outros efeitos danosos e podem atrapalhar as capacidades cognitivas e o comportamento das abelhas (SILVA, 2016). Contaminações subletais de inseticidas podem não levar à morte instantânea, mas afetam seu comportamento, desenvolvimento e capacidade de combater infecções, causando problemas crônicos, redução da movimentação e da mobilidade das abelhas (NOCELLI et al.,2010).

Analisando a taxa de sobrevivência, que representa a mortalidade das abelhas ao longo do tempo de exposição ao produto, observou-se que o tempo letal mediano (TL₅₀) do inseticida Abamectina foi inferior a testemunha. A Abamectina independente das doses apresentou um TL₅₀ de 29.37 horas e a testemunha proporcionou um TL₅₀ de 2.059,05 horas (FIGURA 4).

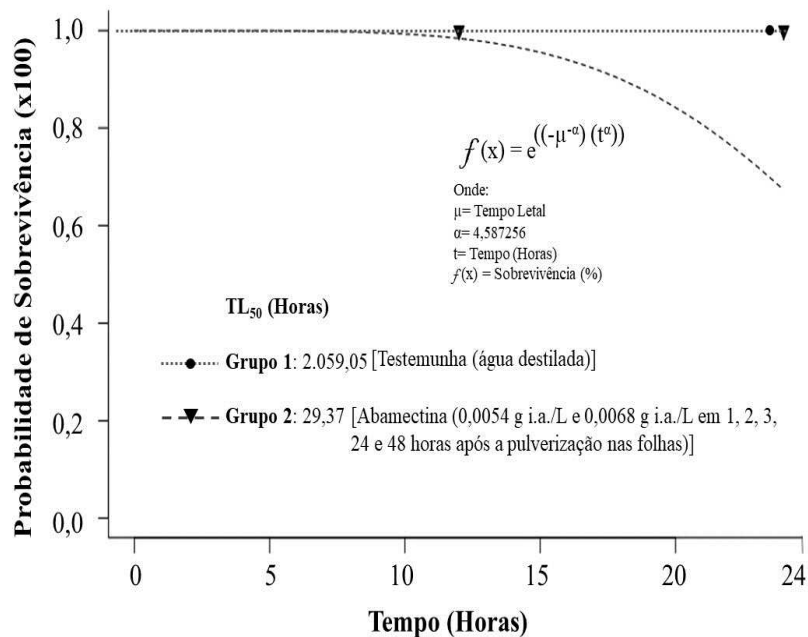


Figura 4. Sobrevivência (%) de *A. mellifera* após o contato com folhas de citros pulverizadas com inseticida, tempos letais medianos (TL₅₀) em horas, Pombal – PB, 2023

É possível perceber que em relação a velocidade de mortalidade, as abelhas operárias expostas ao inseticida, tiveram uma maior mortalidade nas últimas horas de exposição, independente do tempo após a pulverização. Os resultados do presente trabalho diferiram daqueles encontrados por Carvalho et al. (2009), que observaram um TL₅₀ = 27,74 horas. Contudo, é importante salientar que o tempo de exposição após pulverização foram completamente diferentes.

Para outras doses, como por exemplo as registradas para o manejo de pragas na cultura do meloeiro, o inseticida Abamectina tem sido relatado como altamente tóxico via residual. Costa et al. (2014), observaram que os resíduos de Abamectina (dose 0,0180 g i.a./L), após 1h da pulverização, foram altamente tóxicos e causaram 100% de mortalidade e TL₅₀ de 18,45h sobre *A. mellifera*. Silva (2022), também constataram alta toxicidade dos resíduos de Clorantropilprole + Abamectina em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera*, registrando 100% de mortalidade após 48h de avaliação, apresentando um TL₅₀ de 24,3 horas e 19,9 horas, em suas doses mínima e máxima, independente do horário de exposição, sendo considerado altamente tóxico para as abelhas.

Em estudo avaliando a toxicidade dos inseticidas Abamectina (0,1 ppm) e Deltametrina (2,50 ppm) sobre operárias de *Apis mellifera jemenatica*, em condições de laboratório, foi

constatado que Abamectina age mais rapidamente na mortalidade das abelhas, quando comparado com o Deltametrina, proporcionando tempo letal (TL_{50}) de 21,026 horas (ALJEDANI, 2017).

4.2. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA ABAMECTINA

Para a avaliação da capacidade de voo foram utilizadas as abelhas operárias sobreviventes após período de avaliação de 24 horas. Foram observadas as abelhas da testemunha e expostas em todos os tempos após a pulverização da Abamectina na dose mínima (0,0054 g i.a./L) e na dose máxima (0,0068 g i.a./L). Para as abelhas da testemunha foi observado que cerca de 50% das abelhas conseguiram voar a uma altura de 91 cm ou até o topo da torre. Já para os diferentes tratamentos com Abamectina, pode-se observar que as abelhas atingiram níveis variados de altura, em virtude de seus comportamentos após o contato com os resíduos do respectivo inseticida. (FIGURA 5).

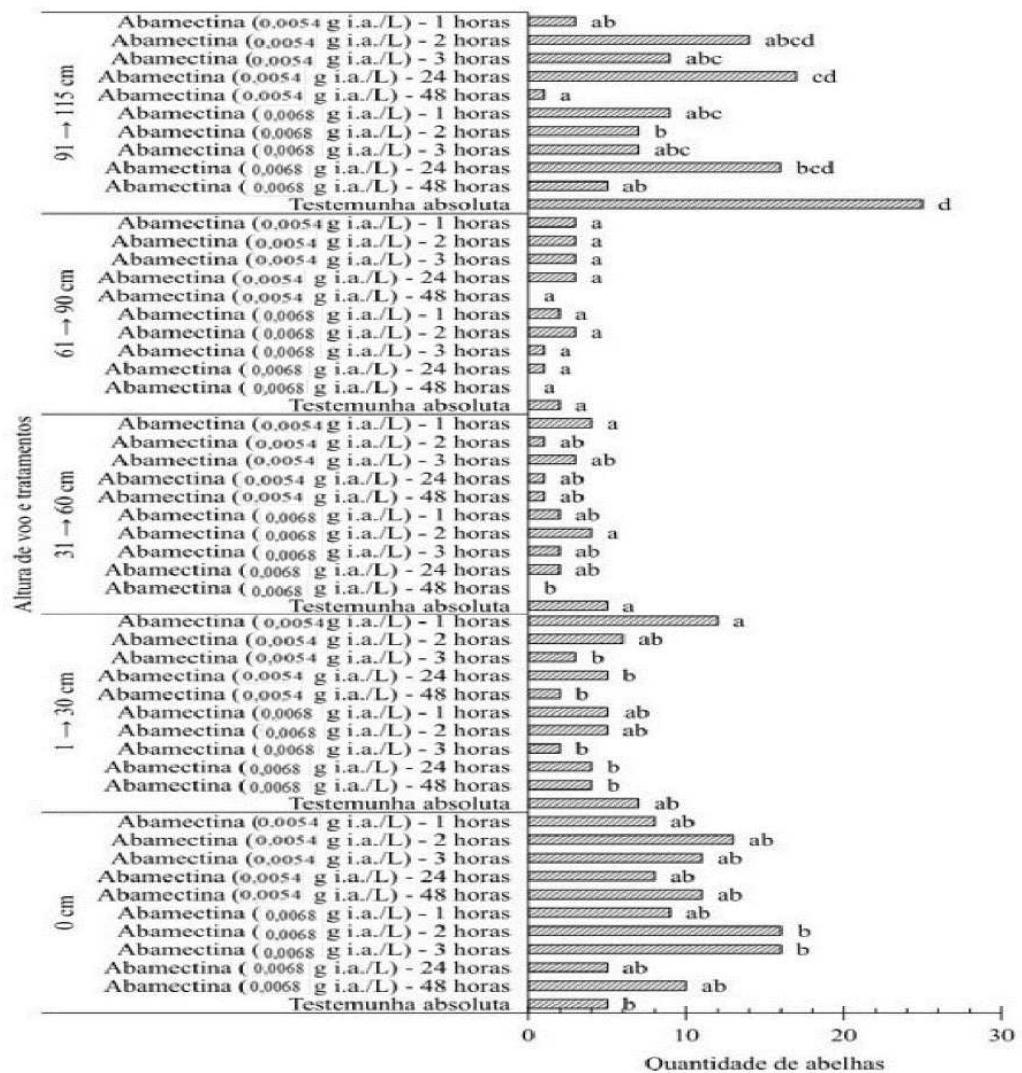


Figura 5. Alturas de voo de *Apis mellifera* após o contato com Abamectina, Pombal- PB, 2023.

O contato das abelhas com resíduos de inseticidas pode afetar a taxa de sobrevivência, desenvolvimento, sistema imunológico, reprodução, comportamento e manutenção de colônias de abelhas (JACOB et al., 2019). O voo é fundamental durante a atividade de forrageamento das abelhas, e uma mudança desse comportamento ocasionada pela exposição a inseticidas, pode reduzir o desempenho das abelhas em campo, atingindo a atividade de forrageio e consequentemente, a distribuição de alimento na colônia, influenciando toda sua dinâmica e comprometendo a manutenção e sobrevivência da mesma (COLIN et al., 2004).

No decorrer do forrageamento as abelhas necessitam de suas capacidades cognitivas íntegras, que lhes permite orientação por meio de informações ambientais adquiridas durante o trajeto e identificação de recursos como alimento e posteriormente para o retorno à colônia (BALBUENA et al., 2015). Contudo, é importante salientar que, apesar de ocorrer mortalidade

e redução da capacidade de voo, foi constatado que independente da dose e tempos de exposição após a pulverização nas folhas, algumas abelhas conseguiram voar após exposição aos resíduos do Abamectina.

Os resultados obtidos podem contribuir para novos estudos com o produto Abamectina tanto na citricultura como em outras culturas de importância econômica, sendo porta de entrada para novas pesquisas, auxiliando o produtor a criar estratégias de manejo menos agressivas a estes polinizadores. Salienta-se ainda que é prudente evitar pulverizações com abamectina durante a atividade de forrageamento das abelhas.

5. CONCLUSÃO

- O contato com resíduos do inseticida/acaricida Abamectina em folhas de citros foi moderadamente tóxico para a abelha *A. mellifera*, independente da dose utilizada e tempo de exposição após a pulverização.
- Houve redução da capacidade de voo das abelhas sobreviventes após o período de exposição ao inseticida Abamectina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABROL, D. P. Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production. **Springer**, 2012. 792 p.
- AGROLINK. **Bula Abamectin Nortox**, 2023. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/abamectin-nortox_3435.html. Acesso em: 03 set. 2023.
- ALEX, A.; MILES, M. Exposição de abelhas melíferas e outras espécies polinizadoras a pesticidas. **11º Simpósio Internacional do Grupo de Proteção às Abelhas do ICP-BR. Wageningen**, 2–4:19–29, 2011.
- ALJEDANI, D.M. 2017, 'Effects of abamectin and deltamethrin to the foragers honeybee workers of *Apis mellifera jemenatica* (Hymenoptera: Apidae) under laboratory conditions'. **Saudi Journal of Biological Sciences**, vol. 24, n5, pp. 1007-1015.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA (2015). **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta. 104p.
- BALBUENA, M. S.; TISON, L.; HAHN, M. L.; GREGGERS, U.; MENZEL, R.; FARINA, W. M. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. **The Company of Biologists**. v. 218, p. 2799-2805, 2015.
- 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. Acesso em: 03 de set. 2023.
- 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**, v. 103, n. 6, p. 1964–1971, 2010.
- BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCKI, P. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. **Bull Insectology** 56:63–68, 2003.
- CAPUTO, M. M., MOURÃO FILHO, F. A. A., SILVA, S. R., BREMER NETO, H., COUTO, H. T. Z., STUCHI, E. S. Notas Científicas Seleção de cultivares de laranja doce de maturação precoce por índices de desempenho. **Pesquisa agropecária brasileira, Brasília**, v. 47, n. 11, p. 1669-1672, 2012.
- 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 do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.
- CARVALHO, S.M. **TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA CULTURA DE CITROS A OPERÁRIAS DE *Apis mellifera* Linnaeus, 1758**

(HYMENOPTERA: APIDAE). 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil, 2006.

CASTILHOS, D.; BERGAMO, G. C.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES L. S. Bee colony losses in Brazil: **Apidologie**, v.50, n. 3, p. 263-272, 2019.

CERQUEIRA, A.; FIGUEIREDO, R. A. Percepção ambiental de apicultores: Desafios do atual cenário apícola no interior de São Paulo. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 3, p. 17-21, 2017.

COLIN, M. E.; BONMATIN, J. M.; MOINEAU, I.; GAIMON, C.; BRUN, S.; VERMANDERE, J. P. A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 47, p. 387-395, 2004.

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.

DA SILVA BORGES, M. P.; DA SILVA BROCHADO, M. G.; MENDES, K. F. Impactos negativos dos pesticidas nas comunidades de abelhas. **Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias**. 3. ed. Atena, Ponta Grossa, Paraná, p. 1-388-416, 2020.

EMBRAPA, **Citricultura terá mapeamento de estoques de carbono e fauna silvestre**, Embrapa Territorial, Campinas, SP, 2022.

FAIRBROTHER, A.; PURDY, J.; ANDERSON, T.; FELL, R. Risks of neonicotinoid insecticides to honey bees. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 33, n. 4, p. 719-731, 2014.

FREITAS, B. M; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, 282-298, 2010.

FUNDECITRUS. **MANUAL DE BOAS PRÁTICAS**. 2022. Disponível em: <http://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Manual-Zabelhas.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2023.

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

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. 97107, 2020.

GOMES, I.N; CASTELAN VIEIRA K. I.; GONTIJO, L. M.; RESENDE, H. C. Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil. **Researchgates**, dez. 2019.

GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E. L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, p. 1255957, 2015.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>. Acesso em: 02 nov. 2023.

JACOB, C. R. O.; MALAQUIAS, J. B.; ZANARDI, O. Z.; SILVA, C. A. S.; JACOB, J. F. O.; YAMAMOTO, P. T. Oral acute toxicity and impact of neonicotinoids on *Apis mellifera* L. and *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology**, v. 28, p. 744-753, 2019.

JUNQUEIRA, L. P. **Fenologia e características físicas da lima ácida Tahiti cultivada sob irrigação no Distrito Federal**. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

KIILL, L.H. P.; RIBEIRO, M. D. F.; DE SIQUEIRA, K. M. M., SILVA, E. **Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores**. Embrapa SemiáridoFôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2015.

KLEIN, A-M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEPHAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEM, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscape for world crops. **Proceedings Biology Science**, v.274, p.303-313, 2007.

LEMOSL, M.C.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R. LEMOS, J.P. (2012) Características físico-químicas da laranja-pêra em função da posição na copa. **Revista Brasileira de Fruticultura** 34: 1091-1097.

MALERBO-SOUZA D.T.; NOGUEIRA-COUTO R.H.; COUTO L.A. 2003. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. pera-rio) **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 40: 237-242.

MARTIN-CULMA, N.Y.; ARENAS-SUÁREZ, N.E. Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. **Entramado**, v. 14, n. 1, p. 232-240, 2018.

MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEIREDO, J. O.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. São Paulo: Instituto Agrônomo de Campinas, 2005. 9 p. (Boletim Técnico, 200).

MENDONÇA, M. da C.; SILVA, L. M. S. Pragas dos citros em Sergipe. In: MELO, M. B.; SILVA, L. M. S. **Aspectos técnicos dos citros em Sergipe**. 1. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. Cap. 7, p. 61-70.

- MONTEIRO, R.O.C.; **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**, 2007.179f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba,2007.
- NASCIMENTO, E.T.; PÉREZ-MALUF, R; GUIMARÃES, R.A.; CASTELLANI, M.A. Diversidade de abelhas visitantes das flores de Citrus em pomares de laranja e tangerineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33, n.1, p.111-117, 2011.
- NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G. **Anuário da citricultura 2017**. 1.ed. São Paulo: Citrusbr, 2017.
- NOCELLI, R. C. F.; ROAT, T. C.; ZACARIN, E. C. M. S.; MALASPINA. **Os Riscos de pesticidas sobre as abelhas**. Embrapa. 2010.
- OLIVEIRA, R.D.J. **Seleção de Citrus spp. quanto ao desenvolvimento e qualidade de frutos para o agreste pernambucano**. 2015. 84 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- PACÍFICO DA SILVA, I.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; BLANCO, B. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon. **Apidologie**, v. 46, n. 6, p. 703715, 2015.
- PADILHA, A. C.; PIOVESAN, B.; MORAIS, M. C.; PAZINI, J. B.; ZOTTI, M. J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A. D. Toxicity of insecticides on Neotropical stingless bees *Plebeia emerina* (Fries) and *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Ecotoxicology**, v. 29, n. 1, p. 119-128, 2020.
- PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. S.; CUNHA SOBRINHO, A. P.; SOUZA, A. S.; SANTOS, L. C.; PEIXOUTO, L. S. **Banco ativo de germoplasma de citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2007. 61p.
- PETTIS, J. S.; LICHTENBERG, E. M.; ANDRÉ, M.; STITZINGER, J.; ROSA, R.; ENGELSDORP, D. V. Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema ceranae*. **Plos One**, v. 8, n. 7, e70182, 2013.
- PITTS-SINGER, T. L.; BARBOUR, J. D. Effects of residual novaluron on reproduction in alfalfa leafcutting bees, *Megachile rotundata* F. (Megachilidae). **Pest Management Science**, v. 73, n. 1, p. 153-159, 2017.
- RAINE, N.E. A systemic problem with pesticides. **Nature**, v. 561, n. 7721, p. 40 41, 2018.
- REIS, D. S.; GORRI, J.E.R.; GONÇALVES, L. M.; SILVA, E. M. Qual inseticida causa menor mortalidade de *Apis mellifera* em abacateiro? **Congresso Brasileiro de Fitossanidade**. Curitiba-PR, 2017.
- SILVA, E. K. S. **Toxicidade residual de extratos aquosos de Nim sobre a abelha africanizada *Apis mellifera***. 2022. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2022.

SILVA, I. D. **Toxicidade residual de Acetamiprido + Piriproxifem sobre *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. 2022. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2022.

SILVA, M. B.; NOCELLI, R.C.F.; SOARES, H.M.; MALASPINA. O Efeito do imidacloprido sobre o comportamento das abelhas *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera, Apidae). **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**. v. 3, n.1, p. 21-28, 2016.

SILVA, M.I.L. **Toxicidade residual de clorantraniliprole + abamectina em folhas de meloeiro sobre *Apis mellifera***. 2022. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2022.

SILVA, R. A.; JORDÃO, A. L. PRAGAS DOS CITROS NO ESTADO DO AMAPÁ, **Revista Científica Eletrônica De Agronomia**, v.04, n07, 2005.

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

SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C. **Citros: do plantio à colheita**. Belo Horizonte: UFV-MG, 2017. 278 p.

SOARES, A. B. dos S. **Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do Melão (*Cucumis melo* L.) sobre *Apis mellifera* L.** Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina- PE, 27f., 2019.

SOUSA, R.M.; CUNHA, M.B.; SILVA, N.C.B.; RIBEIRO, M.F.; Polinização do Meloeiro (*Cucumis Melo*) Abelha, fruto, melão, **Revista eletrônica Nutri Time**, v.13, n.05, 2016.

STAUB, J. E.; ROBBINS, M. D.; CHUNG, A. I.; LÓPEZ-SESÉ, A. I. Molecular methodologies for improved genetic diversity assessment in cucumber and melon. **Acta Horticulturae, Wageningen**, v. 637, p. 41-47, 2002. Disponível em: Acesso em: 03 set. 2023.

TOMÉ, H. V. V.; BARBOSA, W. F.; MARTINS, G. F.; GUEDES, R. N. C. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**, v. 124, p. 103-109, 2015.

TONG, Z.; DUAN, J.; WU, Y.; LIU, Q.; HE, Q.; SHI, Y.; YU, I.; CAO, H. A survey of multiple pesticide residues in pollen and beebread collected in china. **Science of the Total Environment**, v. 640-641, p. 1578-1586, 2018.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **México: Citrus anual**. Attaché Report (GAIN). Dez. 2021. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Citrus%20Annual_Mexico%20City_Mexico_12-15-2021.pdf. Acesso em: 02 de nov. 2023.

VIDAL, Maria de Fátima. Citricultura na área de atuação do BNB. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.41, 2018. **Caderno Setorial Etene**. Disponível em: https://g20mais20.bnb.gov.br/s482dspace/bitstream/123456789/1027/1/2018_CDS_41.pdf. Acesso em 05 nov. 2023.

WANG, Y.; ZHU, Y. C.; LI, W. Interaction patterns and combined toxic effects of acetamiprid in combination with seven pesticides on honey bee (*Apis mellifera* L.). **Enviromental Pollution**, v. 190, n. 1, p. 58 – 65, 2020.