



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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
(HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS EXPOSIÇÃO A RESÍDUOS DE  
INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO**

CARLOS HENRIQUE PEIXOTO DE BARROS

POMBAL-PB

2022

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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
(HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS EXPOSIÇÃO A RESÍDUOS DE  
INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO**

CARLOS HENRIQUE PEIXOTO DE BARROS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do  
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar  
da Universidade Federal de Campina Grande,  
Curso de Agronomia, como requisito para  
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

**ORIENTADOR:** Prof. D. Sc. EWERTON MARINHO DA COSTA

POMBAL-PB

Março 2022

B277s Barros, Carlos Henrique Peixoto de.

Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) após exposição a resíduos de inseticidas em folhas de meloeiro / Carlos Henrique Peixoto de Barros. – Pombal, 2022.

27 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

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

Referências.

1. Toxicidade residual. 2. Abelha - Mortalidade. 3. Polinizadores.  
I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

CDU 632.95.024

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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
(HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS EXPOSIÇÃO A RESÍDUOS DE  
INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO**

CARLOS HENRIQUE PEIXOTO DE BARROS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do  
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar  
da Universidade Federal de Campina Grande,  
Curso de Agronomia, como requisito para  
obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 21/03/2022

**BANCA EXAMINADORA**

*Ewerton Marinho da Costa*

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

*Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim*

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

*Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa*

Examinador (a) externo: D. Sc. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa

POMBAL - PB

2022

## **DEDICATÓRIA**

*Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para chegar até aqui, aos meus pais Carlos Nei e Cláudia Tavares, por todo apoio e incentivo que foram imprescindíveis para que esse sonho se concretizasse e aos meus avôs Nelson Tavares e Idelberto Agra (In memoriam), esses serão para mim sempre um exemplo de força, coragem e determinação na vida.*

***DEDICO!***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela saúde, coragem, força e sabedoria que foram essenciais para essa conquista. Toda honra e glória a ti, senhor.

Aos meus pais, Carlos Nei Peixoto Miranda e Cláudia Tavares de Barros, por toda força, carinho e incentivo, sem o apoio de vocês nada disso seria possível, essa conquista não é só minha e de vocês também.

Ao meu primo Jair Barros no qual o considero como um irmão, pelo incentivo e apoio em dias difíceis durante essa caminhada, seu apoio foi essencial para a conquista do meu objetivo.

As minhas avós Francisca Peixoto e Maria Djalva, ao meu avô Idelberto Agra (In memoriam), as minhas tias Maricleide, Marleide, Neide, Cristiane e Ana Néri e aos meus tios Alberto, Alfredo, Marcos Antônio, Márcio Ricardo e Marcos Hedayioglo pelo o apoio financeiro e palavras de incentivos durante o início e conclusão do meu curso.

Aos meus amigos, Sávio, Luiz Antônio, Maressa, José Vitor, Victor, Joadir, Bianca, Cecília, Igor, Michel e Felipe pela grande amizade, pelos momentos de descontração e apoio em certas situações, vocês foram importantes durante essa jornada.

Ao meu Orientador, Prof. D. Ewerton Marinho da Costa, pela orientação, ensinamentos e conselhos durante a minha formação acadêmica. Foi durante o curso um grande amigo também, agradeço demais por todo conhecimento repassado e por sempre acreditar no meu potencial.

Aos amigos do grupo de pesquisa GEENTO, em especial a Patrícia Matos, Diego Albuquerque, Leandro Clemente, Letícia Pinheiro, Caio Araújo e Vitor Rodrigues por todo auxílio prestado para que este trabalho fosse concluído.

A empresa Brasil Agrícola e seus integrantes, em especial ao Sr. José Aparecido e ao Sr. José Cicero, Genivaldo e ao amigo Alaian Granja pela oportunidade de estágio concedida e conhecimentos repassados, contribuindo imprescindivelmente para minha formação acadêmica e crescimento profissional.

A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, especialmente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA e todo o seu corpo docente, técnicos e terceirizados, pela oportunidade e contribuição para que meu objetivo fosse concretizado.

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

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

BARROS, C. H. P. **Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) após exposição a resíduos de inseticidas em folhas de meloeiro.** UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, março de 2022, 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. D. Ewerton Marinho da Costa.

A presença da abelha *Apis mellifera* é fundamental para polinização do meloeiro (*Cucumis melo*) e produção de frutos. Para preservar as abelhas em campo é imprescindível o uso racional de inseticidas, sendo necessário conhecer a toxicidade dos produtos sobre os polinizadores. Diante disso, objetivou-se avaliar a toxicidade residual de inseticidas dos grupos químicos Antranilamida e Espinosina, em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera*. 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. Os inseticidas avaliados foram: Grupo Químico Antranilamida: Premio<sup>®</sup> – (Clorantraniliprole), Benevia<sup>®</sup> – (Ciantraniliprole) e Voliam Targo<sup>®</sup> – (Clorantraniliprole + Abamectina); Grupo Químico Espinosina: Delegate<sup>®</sup> – (Espinetoram) e Tracer<sup>®</sup> - (Espinosade). Todos os produtos foram avaliados nas doses mínima e máxima recomendada pelos fabricantes para a cultura do meloeiro, com exceção do Premio<sup>®</sup> que apresenta dose única registrada. A avaliação da capacidade de voo das abelhas que sobreviveram em cada tratamento foi realizada com auxílio de uma torre de voo. Os inseticidas Espinosade, Espinetoram e Clorantraniliprole + abamectina, independente da dose utilizada, foram extremamente tóxicos as abelhas, ocasionando mortalidade superior a 85%. Os inseticidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole ocasionaram os menores percentuais de mortalidade, sendo pouco nocivos a *A. mellifera*. As duas doses do inseticida Espinetoram e as maiores doses dos inseticidas Clorantraniliprole + Abamectina e Espinosade proporcionaram TL<sub>50</sub> inferior a 20 horas. Já para os inseticidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole foi observado TL<sub>50</sub> superior a 100 horas. O inseticida Ciantraniliprole, em sua dose máxima, afetou a capacidade de voo da *A. mellifera*, pois o comportamento observado diferiu das abelhas expostas aos demais tratamentos, testemunha absoluta (água destilada), Clorantraniliprole e Ciantraniliprole em sua menor dose. Os resíduos dos inseticidas Espinetoram e Espinosade e Clorantraniliprole + Abamectina, ocasionaram alta mortalidade sobre *A. mellifera*, As Antranilamidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole foram pouco tóxicas. A capacidade de voo da abelha *A. mellifera* não foi afetada pela dose utilizada do Clorantraniliprole e menor dose do Ciantraniliprole, havendo uma redução apenas para as abelhas submetidas a maior dose do Ciantraniliprole.

**Palavras Chaves:** Abelha, Polinizador, Inseticida, Mortalidade.

## ABSTRACT

BARROS, C. H. P. **Survival and flight ability of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) after exposure to insecticide residues on melon leaves.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER OF AGROFOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, March 2022, 26 p. Completion of course work. Advisor: Prof. D. Ewerton Marinho da Costa.

The presence of the bee *Apis mellifera* is essential for pollination of melon (*Cucumis melo*) and fruit production. To preserve bees in the field, the rational use of insecticides is essential, and it is necessary to know the toxicity of the products on pollinators. Therefore, the objective was to evaluate the residual toxicity of insecticides of the chemical groups Antranilamide and Spinosine, in melon leaves on *A. mellifera*. The work was carried out at the Entomology Laboratory of the Agro-Food Science and Technology Center (CCTA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal-PB. The insecticides evaluated were: Anthranilamide Chemical Group: Premio® – (Clorantraniliprole), Benevia® – (Ciantraniliprole) and Voliam Targo® – (Clorantraniliprole + Abamectin); Spinosine Chemical Group: Delegate® - (Espinectoram) and Tracer® - (Spinosad). All products were evaluated at the minimum and maximum doses recommended by the manufacturers for the melon crop, with the exception of Premio®, which has a single registered dose. The evaluation of the flight capacity of the bees that survived in each treatment was carried out with the aid of a flight tower. The insecticides Espinosade, Espinectoram and Chlorantraniliprole + abamectin, regardless of the dose used, were extremely toxic to bees, causing mortality above 85%. The insecticides Chlorantraniliprole and Ciantraniliprole caused the lowest percentages of mortality, being little harmful to *A. mellifera*. The two doses of the insecticide Espinectoram and the highest doses of the insecticides Chlorantraniliprole + Abamectin and Espinosad provided a TL50 of less than 20 hours. For the insecticides Chlorantraniliprole and Ciantraniliprole, a TL50 greater than 100 hours was observed. The insecticide Ciantraniliprole, at its maximum dose, affected the flight ability of *A. mellifera*, as the observed behavior differed from the bees exposed to the other treatments, absolute control (distilled water), Chlorantraniliprole and Ciantraniliprole at their minimum dose. Residues of the insecticides Espinectoram and Espinosade and Chlorantraniliprole + Abamectin, caused high mortality on *A. mellifera*, The Anthranilamides Chlorantraniliprole and Ciantraniliprole were little toxic. The flight capacity of the *A. mellifera* bee was not affected by the used dose of Chlorantraniliprole and the lowest dose of Ciantraniliprole, with a reduction only for bees submitted to the highest dose of Ciantraniliprole.

**Key Words:** Bee, Pollinator, Insecticide, Mortality.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1. IMPORTÂNCIA DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> NA POLINIZAÇÃO DAS CULTURAS AGRÍCOLAS COM ÊNFASE NO MELOEIRO .....	3
2.2. PRINCIPAIS PRAGAS DA CULTURA DO MELOEIRO E SUA FORMA DE MANEJO .....	3
2.3. DESAPARECIMENTO DE ABELHAS <i>A. mellifera</i> EM ÁREAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA .....	4
2.4. EFEITO LETAL E SUBLETAL DE INSETICIDAS <i>Apis mellifera</i> .....	5
2.5. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>6</b>
3.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE <i>Apis mellifera</i> .....	7
3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AOS INSETICIDAS .....	9
3.3. ANÁLISE DOS DADOS .....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>11</b>
4.1. MORTALIDADE DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS EXPOSIÇÃO AOS RESÍDUOS DOS INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO .....	11
4.2. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS NA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> .....	13
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A presença da abelha *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) é imprescindível para muitas culturas exploradas economicamente pelo homem, sendo um dos polinizadores mais valiosos para agricultura em todo mundo (BERNAL et al., 2010; POTTS et al., 2010). Nas principais áreas de produção de melão (*Cucumis melo* L.) do Brasil, uma prática comum de manejo é a adição de colmeias com abelhas *A. mellifera* no entorno das áreas de produção, fato que garante uma efetiva polinização e conseqüentemente uma boa produção (TRINDADE et al., 2004; SOUSA, 2008; SOUSA et al., 2009).

Todavia, nos últimos anos tem sido observado o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas de todo o mundo, sendo o uso de pesticidas nas lavouras, em especial os inseticidas, uma das principais causas apontadas para esse declínio populacional (FREITAS et al., 2009; LEONHARDT et al., 2013; GODFRAY et al., 2014). O fenômeno de desaparecimento das abelhas é denominado de “Colony Collapse Disorder” (CCD) e vem sendo estudado em diversas partes do mundo, especialmente em países da América do Norte e Europa (VAN ENGELSDORP et al., 2009).

Em campo as abelhas podem ser expostas aos pesticidas por meio do contato com as partículas em suspensão no ar, ingestão de néctar e coleta de pólen contaminados e contato com resíduos de produtos nas plantas, como por exemplo, nas folhas logo após uma pulverização (COSTA et al., 2014; SILVA et al., 2015; CHAM et al., 2017; HEARD et al., 2017). Independente do modo que são expostas, o contato com pesticidas pode ser letal ou gerar efeitos subletais, interferindo na sobrevivência desses polinizadores (PHAM-DELÈGUE et al., 2002). Dessa forma, conhecer os efeitos letais e subletais de inseticidas sobre esses insetos é de extrema importância para a sua preservação.

Dentre as formas de exposição mencionadas, as mais estudadas são o contato direto, por meio de ensaios de pulverização sobre as abelhas, e a ingestão de dieta contaminada. Contudo, é fundamental obter informações sobre o efeito dos resíduos que ficam nas plantas, pós-processo de pulverização, sobre as abelhas. No Brasil, poucos trabalhos foram desenvolvidos visando avaliar a toxicidade residual de inseticidas em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera*. Costa et al. (2014), observaram que os resíduos dos inseticidas Tiametoxam, Abamectina, e Clorfenapir nas folhas do meloeiro foram extremamente tóxicos a *A. mellifera*, provocando 100%, 100% e 92% de mortalidade, respectivamente. Gomes et al. (2020) constataram que o contato com resíduos do inseticida Imidacloprido em folhas de meloeiro, ocasionou mortalidade superior a 90% sobre *A. mellifera*, apresentando elevada persistência de resíduos

nas plantas. Já para o Clorantraniliprole não foi constatada alta mortalidade, no entanto, o inseticida conseguiu reduzir a capacidade de voo das abelhas.

Ressalta-se que, apesar das contribuições citadas, informações sobre a toxicidade de inseticidas ainda não avaliados e/ou que foram registrados recentemente para uso como, por exemplo, alguns inseticidas dos grupos químicos Antranilamida e Espinosina, são necessárias para garantir um manejo adequado de *A. mellifera* nas áreas de produção de melão. De acordo com Pinheiro; Freitas (2010), a falta de informações em relação aos efeitos dos pesticidas sobre os polinizadores da agricultura nacional constitui um dos principais obstáculos para os esforços em busca do uso sustentável de polinizadores nas áreas agrícolas.

Portanto, objetivou-se avaliar a toxicidade residual de inseticidas dos grupos químicos Antranilamida e Espinosina, em folhas de meloeiro, sobre *A. mellifera*, visando gerar subsídios para preservação desse polinizador nas áreas de produção de melão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. IMPORTÂNCIA DA ABELHA *Apis mellifera* NA POLINIZAÇÃO DAS CULTURAS AGRÍCOLAS COM ÊNFASE NO MELOEIRO

De acordo com Klein et al. (2007), 70% das 124 culturas utilizadas para consumo humano no mundo são dependentes de insetos polinizadores. No Brasil, Giannini et al. (2015) estudaram os ganhos econômicos decorrentes da polinização e constataram que para alcançar uma produção satisfatória de frutos e sementes, cerca de 30% das culturas apresentavam uma alta dependência por polinizadores, e apontou que, a contribuição econômica desses agentes benéficos é de aproximadamente US\$12 bilhões por ano. Dentre os insetos polinizadores, destaca-se a abelha *A. mellifera*, pois desempenha um papel funcional e ecológico primordial para a manutenção das plantas nativas, bem como para produtividade agrícola (MCGREGOR 1976; GALLAI et al., 2009; BERNAL et al., 2010; POTTS et al., 2010).

O meloeiro é uma das principais cucurbitáceas produzidas e exportadas no Brasil, sendo sua cadeia produtiva extremamente importante para geração de emprego e renda, especialmente no semiárido nordestino. Nas extensas áreas cultivadas com meloeiro na região nordeste do Brasil, a produção de frutos é dependente da polinização realizada pela abelha *A. mellifera* (SOUSA, 2008; SOUSA et al., 2009). Para garantir a produtividade e qualidade dos frutos do meloeiro em escala comercial, principalmente visando à exportação para o mercado europeu, o sistema de manejo empregado na condução dos cultivos é altamente tecnificado. Dentre as estratégias de manejo está à adição de colmeias com abelhas *A. mellifera* nas áreas de produção, fato que garante uma efetiva polinização e conseqüentemente obtenção de frutos (SOUSA, 2008; SOUSA et al., 2009).

### 2.2. PRINCIPAIS PRAGAS DA CULTURA DO MELOEIRO E SUA FORMA DE MANEJO

O manejo fitossanitário merece atenção especial em áreas de produção de melão, haja vista que, durante o cultivo ocorrem insetos-praga em todas as fases fenológicas da planta. Dentre os principais insetos que acometem o meloeiro, destacam-se a mosca minadora *Liriomyza spp.* (Diptera: Agromyzidae), mosca branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), as brocas das cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* e *D. hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae), pulgão *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) e tripes *Frankliniella spp.* e *Thrips spp.* (Thysanoptera: Thripidae) (GALLO et al., 2002; BRAGA SOBRINHO et al., 2011).

Diante da ocorrência e ataque de insetos-praga, torna-se imprescindível a adoção de estratégias de controle para garantir o potencial produtivo e a qualidade da produção do meloeiro, sendo preconizada a adoção do Manejo Integrado de Pragas. Dentre as estratégias de manejo de pragas, o controle químico, por meio da aplicação de inseticidas sintéticos, ainda é o principal método de controle utilizado nas áreas de produção (GUIMARÃES et al., 2008). Os inseticidas são aplicados sistematicamente durante o cultivo, principalmente nas extensas áreas, destacando-se os ingredientes ativos Tiametoxam, Imidacloprido, Acetamiprido, Abamectina, Deltametrina, Ciromazina, Clortraniliprole, Acetamiprido, Bifentrina, Tiacloprido, Flupiradifurona, Ciantraniliprole, Espinetoram, Espinosade e Clortraniliprole+Abamectina (AGROFIT, 2022).

### **2.3. DESAPARECIMENTO DE ABELHAS *A. mellifera* EM ÁREAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Nas últimas décadas, tem-se notado um declínio populacional de abelhas *A. mellifera* nas áreas cultivadas em diversas regiões do mundo, abrangendo também certas regiões do Brasil. Esse fenômeno de desaparecimento recebe o nome de CCD (Desordem do Colapso da Colônia). Visto a importância desse agente benéfico para a agricultura, vários podem ser os efeitos negativos dessa redução de colônias, inclusive a queda significativa na produção de alimentos (IMPERATRIZ-FONSECA et al. 2012).

Muitos são os fatores atrelados a essa redução geral da população de *A. mellifera*, sendo os principais a destruição do seu habitat natural, redução de recursos florais, mudanças climáticas, presença de patógenos e parasitas e o uso abusivo de pesticidas no tratamento fitossanitários das lavouras (POTTS et al., 2016; ORSI et al., 2017).

Segundo os pesquisadores Carrillo et al (2013), o uso indiscriminado de agrotóxicos, em especial os inseticidas, é considerado o fator mais impactante na sobrevivência desses insetos, haja vista que, o controle químico ainda é a principal estratégia de controle de pragas usada pelos produtores, e o alto número de aplicações corresponde a fontes constantes de contaminação para as abelhas, podendo causar através do contato com esses distúrbios fisiológicos, alterações no comportamento e morte do inseto. Com o objetivo de quantificar as perdas de abelhas no Brasil entre 2013 e 2017 e identificar as prováveis causas, Castilhos et al (2019) constataram em seu estudo que, as perdas anuais desses insetos foram estimadas em torno de 50%, com uma estimativa de que mais de um bilhão de abelhas morreram, sem levar em conta as perdas desses polinizadores na natureza, sendo o contato com agrotóxicos apontado como principal causa das mortes.

## **2.4. EFEITO LETAL E SUBLETAL DE INSETICIDAS SOBRE *Apis mellifera***

O uso de agrotóxicos nas lavouras é considerado o recurso tecnológico mais impactante para os agentes polinizadores (KEARNS; INOUE, 1997). Dentre as várias causas responsáveis pelo declínio de abelhas em áreas agrícolas, pode-se destacar a utilização abusiva de inseticidas, principalmente nas extensas áreas ocupadas com monocultivos (FLETCHER; BARNETT 2003; FREITAS et al. 2009). Com isso, o conhecimento sobre os diferentes efeitos que os inseticidas podem ter sobre polinizadores é uma preocupação em todo o mundo, especialmente em áreas agrícolas (BARNETT et al., 2007; JOHNSON et al., 2010; PINHEIRO; FREITAS, 2010; VAN ENGELSDORP, et al., 2009).

Fletcher; Barnett (2003), relataram no Reino Unido que entre os anos de 1988 e 2001 ocorreram vários casos de incidentes com pesticidas sobre abelhas, e verificaram que a redução populacional destes insetos estava relacionada com aplicações de inseticidas Organofosforados, Carbamatos, Piretroides e Organoclorados. Iwasa et al (2004), relataram em sua pesquisa a alta toxicidade dos neonicotinóides sobre *A. mellifera*. Rhodes et al (2006), apresentam a periculosidade de uma serie de produtos fitossanitários sobre abelhas, entre os mais tóxicos estão os compostos Abamectina, Clorfenapir, Deltametrina e Tiametoxam. Tosi et al. (2017) testando os efeitos do Tiametoxam sobre *A. mellifera* via exposição oral, constataram que a exposição aguda ou crônica ao Tiametoxam pode alterar significativamente o voo das abelhas podendo prejudicar o funcionamento normal da colônia e os serviços ecossistêmicos. Orsi et al. (2017) avaliaram por meio da ingestão e contato que os inseticidas Fipronil e Imidacloprido foram altamente tóxicos as *A. mellifera*, comprometendo as atividades motoras e consequentemente a sobrevivências desses insetos. Segundo Pettis et al. (2012), além da mortalidade e alterações no comportamento o Imidacloprido pode também diminuir a resistência das abelhas á patógenos.

## **2.5. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO**

As abelhas podem ser expostas aos agrotóxicos por meio do contato com as partículas em suspensão no ar (durante as pulverizações), ingestão de néctar e coleta de pólen contaminados e contato com resíduos de produtos nas plantas, como por exemplo, nas folhas após uma pulverização (KLEIN et al., 2007; COSTA et al., 2014; SILVA et al., 2015; CHAM et al., 2017; HEARD et al., 2017). Dentre as formas de exposição supracitadas, as mais estudadas são o contato direto, por meio de ensaios de pulverização sobre as abelhas, e a

ingestão de dieta contaminada. Contudo, é fundamental obter informações sobre o efeito dos resíduos que ficam nas plantas, pós processo de pulverização, sobre as abelhas.

Para os inseticidas utilizados durante o cultivo do meloeiro no Brasil, já existem trabalhos que avaliaram o efeito residual dos produtos nas folhas sobre abelhas. Costa et al. (2014), avaliaram a toxicidade de nove inseticidas, Abamectina, Acetamiprido, Cloridrato de Cartape, Clorfenapir, Ciromazina, Deltametrina, Tiametoxam, Flufenoxurom e Piriproxifem, e observaram que os resíduos de Abamectina, Tiametoxam e Clorfenapir nas folhas do meloeiro foram extremamente tóxicos a *A. mellifera*, ocasionando 100%, 100% e 92% de mortalidade. Gomes et al. (2020) avaliaram por meio do contado com resíduos em folhas de meloeiro, a toxicidade dos inseticidas Azadiractina, Piriproxifeno, Clorantraniliprole e Imidacloprido, desses o Imidacloprido foi o que mais apresentou persistência de resíduos nas plantas, ocasionando uma mortalidade acima de 90% sobre *A. mellifera*

Apesar da contribuição mencionada anteriormente, é necessário ampliar os estudos relacionados ao tema, especialmente em relação aos inseticidas registrados recentemente para o manejo de pragas em meloeiro ou que ainda não foram testados, como é o caso de alguns inseticidas dos grupos químicos Antranilamida e Espinosina.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado 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 03 colônias pertencentes ao apiário do CCTA/UFCG.

Os inseticidas avaliados foram: Grupo Químico Antranilamida: Premio<sup>®</sup> (Clorantraniliprole), Benevia<sup>®</sup> (Ciantraniliprole) e Voliam Targo<sup>®</sup> (Clorantraniliprole + Abamectina); Grupo Químico Espinosina: Delegate<sup>®</sup> (Espinetoram) e Tracer<sup>®</sup> (Espinosade). Foi utilizado ainda o inseticida Actara<sup>®</sup> (Tiametoxam) como testemunha positiva. Uma observação importante é que o inseticida Tracer<sup>®</sup> (Espinosade) no momento só apresenta registro para cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) no Brasil, sendo recomendado para o controle da mosca minadora (uma das pragas chave tanto da melancieira quanto do meloeiro).

Todos os produtos foram avaliados com base nas doses mínima e máxima recomendada pelos fabricantes, tendo como volume médio de aplicação 500 litros/ha (Quadro 1). O preparo da calda em laboratório manteve a referida proporção, sendo as diluições feitas para um volume de aplicação de 1,0 litro.

**Quadro 1.** Inseticidas e respectivas dosagens (mínima e máxima) avaliadas com relação à toxicidade residual sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2021.

Grupo Químico	Nome comercial	Ingrediente Ativo	Dosagens	g.i.a/L
Espinosina	Delegate®	Espinetoram	120 e 160 g/ha	0,06 e 0,08 g.i.a/L
Antranilamida	Premio®	Clorantraniliprole	7,5 mL/100 L*	0,015 g.i.a/L
Testemunha positiva	Actara®	Tiametoxam	60 e 600 g/ha	0,03 e 0,3 g.i.a/L
Espinosina	Tracer®	Espinosade	150 e 200 mL/ha	0,144 e 0,192 g.i.a/L
Antranilamida + Avermectina	VoliamTargo®	Clorantraniliprole + Abamectina	300 e 500 mL/ha	0,027+0,0108 g.i.a/L 0,045+0,018 g.i.a/L
Antranilamida	Benevia®	Ciantraniliprole	250 e 500 mL/ha	0,05 e 0,1 g.i.a/L

\* Apresenta dose única registrada para cultura

### 3.1. BIOENSAIO 1: TOXICIDADE RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE *Apis mellifera*

O bioensaio 1 foi realizado seguindo a metodologia proposta por Costa et. al. (2014), o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC) sendo composto por 12 tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva - Actara® (Tiametoxam) dose 1 e Actara® (Tiametoxam) dose 2; e os inseticidas Delegate® (Espinetoram) dose 1, Delegate® (Espinetoram) dose 2, Tracer® (Espinosade) dose 1, Tracer® (Espinosade) dose 2, Premio® (Clorantraniliprole) dose única, Benevia® (Ciantraniliprole) dose 1, Benevia® (Ciantraniliprole) dose 2, Voliam Targo® (Clorantraniliprole + Abamectina) dose 1 e Voliam Targo® (Clorantraniliprole + Abamectina) dose 2] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Para avaliar a toxicidade residual dos inseticidas, inicialmente foram produzidas plantas de meloeiro amarelo, cultivar Iracema (SAKATA®) (uma das principais cultivares plantadas da região), em casa de vegetação do CCTA/UFCG. As plantas foram produzidas e mantidas em vasos (com capacidade de 1 kg) contendo como substrato solo + matéria orgânica (proporção de 2:1), sendo irrigadas três vezes ao dia. Quando as plantas atingiram o número mínimo de seis folhas definitivas, houve a seleção de 10 plantas para cada tratamento (Figura 1).





**Figura 1.** Plantas de meloeiro produzidas em casa de vegetação do CCTA/UFCG, Pombal-PB, 2021.

As plantas selecionadas foram pulverizadas com os respectivos tratamentos, com auxílio de um pulverizador manual, simulando uma aplicação dos produtos em campo. Em seguida, para a devida secagem dos produtos pulverizados, as plantas foram transferidas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram durante 1 h. Após a secagem, as folhas foram cortadas, na altura do pecíolo, e colocadas em arenas (recipientes plásticos com 15cm de diâmetro X 15cm de altura e extremidade parcialmente coberta com tela antiáfideo para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água e dieta artificial (pasta Cândi). Após o referido procedimento, foram liberadas no interior das arenas as operárias adultas de *A. mellifera* para o contato com os resíduos dos produtos nas folhas (Figura 2).



**Figura 2.** Abelhas em contato com resíduo de inseticida em folha de meloeiro na arena.

Após o início do contato com os resíduos dos inseticidas nas folhas, foram avaliadas a mortalidade e comportamento (por exemplo, prostração, tremores, paralisia, etc.) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60 e 72 h após o início da exposição aos inseticidas. Foram registradas como mortas às abelhas que não responderam a estímulos mecânicos (toques no corpo das abelhas, em cada período de avaliação, com um pincel fino).

### 3.2. BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AOS INSETICIDAS

A avaliação da capacidade de voo das abelhas que sobreviveram em cada tratamento foi realizada com auxílio de uma torre de voo, seguindo a metodologia utilizada por Gomes et al. (2020). A torre de voo foi construída com estrutura de madeira ( $35 \times 35 \times 115$  cm), aberta em seu interior, e com uma lâmpada fluorescente no topo. Todas as laterais da torre foram cobertas por um plástico transparente, para permitir a visualização perfeita do voo das abelhas. As avaliações ocorreram em uma sala escura, com temperatura média de  $25 \pm 2$  °C e umidade relativa do ar de  $60 \pm 10\%$ , onde a única fonte de luz era a lâmpada instalada no topo da torre, com o objetivo de atrair as abelhas por meio do fototropismo positivo, ou seja, estimulando o voo em direção à luz (Figura 3).



**Figura 3.** Torre de voo

Cada abelha sobrevivente foi colocada individualmente na base da torre (altura 0 cm), sendo permitido um período de 60 segundos para a conclusão do voo, e a partir daí foi observada a altura final que cada abelha atingiu. A torre de voo apresentou cinco níveis de altura: 0 (base da torre), 1 (de 1 cm a 30 cm de altura), 2 (de 31 cm a 60 cm de altura), 3 (de 61 cm e 90 cm de altura) e 4 (de 91 cm até 115 cm, local onde estava a lâmpada).

### 3.3. ANÁLISE DOS DADOS

As médias de mortalidade foram corrigidas pela fórmula de 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 foram analisados utilizando o pacote “Survival” (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Além disso, os tratamentos com efeitos semelhantes (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados usando contrastes. O tempo letal mediano ( $TL_{50}$ ) também foi calculado para cada grupo formado. Os dados de capacidade de voo foram apresentados de maneira descritiva em gráficos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. MORTALIDADE DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS EXPOSIÇÃO AOS RESÍDUOS DOS INSETICIDAS EM FOLHAS DE MELOEIRO

Foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Kruskal-Wallis:  $\chi^2 = 200.89$ , gl = 11, p-valor < 2.2e-16). Os inseticidas Espinosade, Espinetoram e Clorantraniliprole + abamectina, independente da dose utilizada, foram extremamente tóxicos as abelhas, ocasionando mortalidade superior a 85%. Ressalta-se que para as maiores doses dos inseticidas Espinetoram e Clorantraniliprole + Abamectina foi observada mortalidade de 100% das abelhas, não havendo diferença em relação à testemunha positiva (Tiametoxam). Além de proporcionarem os maiores percentuais de mortalidade, os referidos inseticidas provocaram tremores, paralisia e prostração nos insetos antes da morte. Os inseticidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole ocasionaram os menores percentuais de mortalidade, sendo pouco nocivos a *A. mellifera*, bem como não provocaram nenhum efeito adverso aparente sobre as atividades motoras das abelhas (Tabela 1).

**Tabela 1:** Mortalidade (%) de *A. mellifera* após exposição a resíduos de inseticidas em folhas de meloeiro, Pombal-PB, 2021.

Tratamento	(%) Mortalidade
Testemunha absoluta	0,00a
Ciantraniliprole (250 ml/ha)	17,08b
Clorantraniliprole (7,5 ml/100L)	17,73b
Ciantraniliprole (500 ml/ha)	36,91b
Espinosade (150 ml/ha)	86,73c
Espinetoram (120 g/ha)	94,11dc
Espinosade (200 ml/ha)	98,04de
Clorantraniliprole + Abamectina (300 ml/ha)	98,04de
Tiametoxam (60 g/ha)	100,00e
Tiametoxam (600 g/ha)	100,00e
Espinetoram (160 g/ha)	100,00e
Clorantraniliprole + Abamectina (500 ml/ha)	100,00e

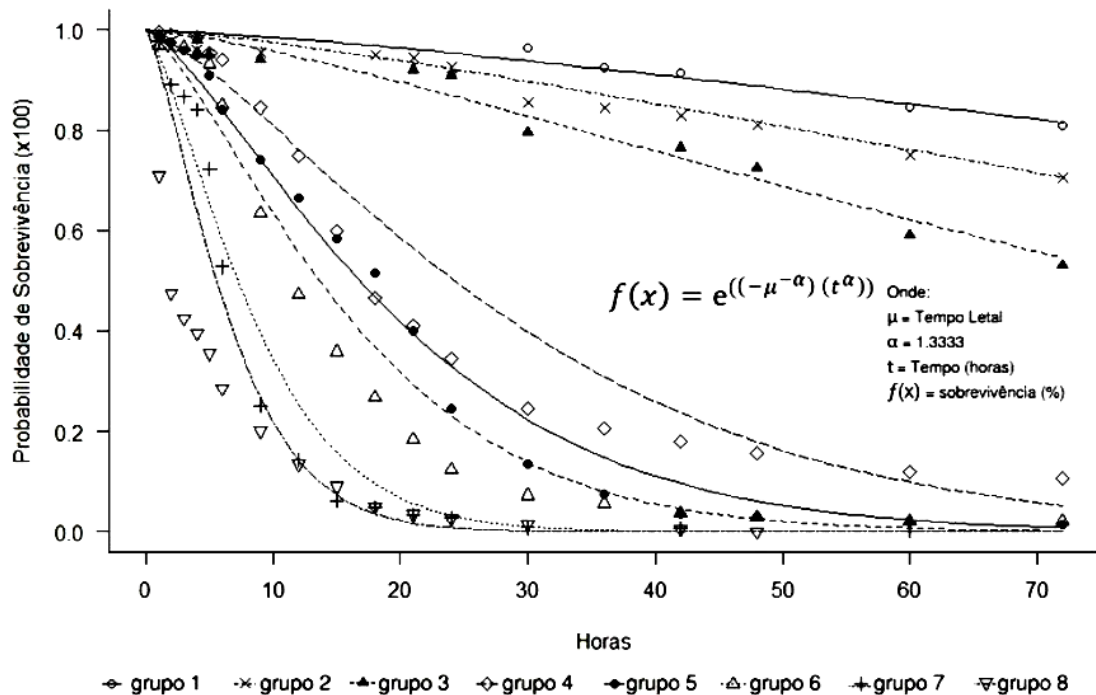
\* Letras diferentes representam diferenças significativas conforme o teste de comparação múltipla de Wilcoxon

Os inseticidas Espinosade e Espinetoram, atuam no sistema nervoso central dos insetos, agindo diretamente na ativação prolongada das proteínas receptoras de acetilcolina (nAChR), causando assim a transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos, ocasionando no inseto tremores contínuos e intensa excitação. Após um longo período de excitação, ocorre a fadiga muscular, paralisia e posteriormente a morte dos insetos (IRAC, 2019). Para outros modos de exposição das abelhas ao Espinosade e Espinetoram, pesquisadores já haviam relatado mortalidade semelhante à observada no presente trabalho e consideraram os inseticidas nocivos a *A. mellifera* (DEL SARTO, 2009; CARMO, 2017).

A alta mortalidade constatada para o inseticida Clorantraniliprole + Abamectina provavelmente foi causada pela presença do ingrediente ativo Abamectina, pois quando aplicado isoladamente o Clorantraniliprole causou baixa mortalidade. O inseticida Abamectina, isoladamente, já foi relatado por diversos autores como altamente tóxico para *A. mellifera*, inclusive no modo de exposição residual (CARVALHO et al., 2009; COSTA et al., 2014).

Em relação a análise de sobrevivência, que representa a mortalidade em função do tempo de exposição, foi constatado que os Grupos 5, 6, 7 e 8 ocasionaram os menores tempos letais medianos (TL<sub>50</sub>), ou seja, reduziram rapidamente a sobrevivência das abelhas quando comparados ao Grupo 1 (Testemunha absoluta). As duas doses do inseticida Espinetoram e as maiores doses dos inseticidas Clorantraniliprole + Abamectina e Espinosade proporcionaram TL<sub>50</sub> inferior a 20 horas, sendo os mais próximos da testemunha positiva. Clorantraniliprole e Ciantraniliprole foram os mais próximos da testemunha absoluta com TL<sub>50</sub> superior a 100 horas (Figura 4).

**Figura 4.** Sobrevivência (%) de *A. mellifera* e Tempo Letal Mediano (TL<sub>50</sub>) após contato com resíduos de inseticidas em folhas de meloeiro, Pombal-PB, 2021.



Grupo 1 - Testemunha absoluta; Grupo 2 - Premio (7,5 ml/100L) e Benevia (250 ml/ha); Grupo 3 - Benevia (500 ml/ha);  
 Grupo 4 - Tracer (150 ml/ha); Grupo 5 - Voliam Targo (300 ml/ha); Grupo 6 - Delegate (120 g/ha), Tracer (200 ml/ha) e Voliam  
 Targo (500ml/ha); Grupo 7 - Delegate (160 g/ha) e Actara (60 g/ha); Grupo 8 - Actara (600 g/ha).

TL50: Grupo 1 = 237,2466 h; Grupo 2 = 159,0629 h; Grupo 3 = 104,9622 h; Grupo 4 = 31,92534 h; Grupo 5 = 22,14253 h;  
 Grupo 6 = 18,00951 h; Grupo 7 = 9,485838 h; Grupo 8 = 7,289974 h.

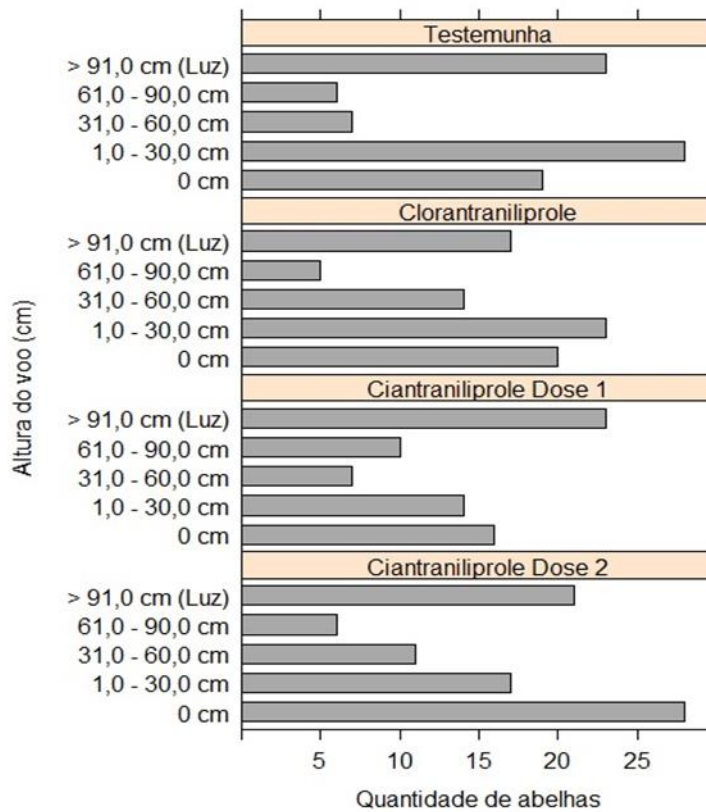
Apesar de poucos trabalhos desenvolvidos com os inseticidas Clortraniliprole e Ciantraniliprole, especialmente para o modo de exposição residual, têm sido verificada baixa toxicidade destes inseticidas quando aplicados diretamente sobre abelhas, contudo, Gomes et al. (2020) alertam que apesar do baixo efeito letal, o Clortraniliprole provoca redução na capacidade de voo de *A. mellifera*, podendo assim comprometer o funcionamento normal da colônia.

#### 4.2. EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS NA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera*

Para avaliar a capacidade de voo foram utilizadas abelhas apenas da testemunha absoluta (água destilada) e as expostas aos resíduos dos inseticidas Clortraniliprole e Ciantraniliprole, ambos pertencentes ao grupo químico das Antranilamidas, haja vista que, nos demais tratamentos não houve sobreviventes.

O comportamento das abelhas foi semelhante entres os tratamentos, onde os dois inseticidas proporcionaram efeito similar ao da testemunha absoluta. Entretanto, o inseticida Ciantraniliprole em sua dose máxima (500 ml/ha), afetou a capacidade de voo da *A. mellifera*, pois o comportamento observado diferiu das abelhas expostas aos demais tratamentos. Foi

observado que cerca de 28 abelhas expostas a dose máxima do Ciantraniliprole, permaneceram na base do túnel de voo somente caminhando, sendo assim considerado o mais nocivo a capacidade de voo das abelhas. Na sua dosagem mínima a interferência na capacidade de voo foi baixa se assemelhando aos demais tratamentos (Figura 5).



**Figura 5.** Capacidade de voo de *Apis mellifera* após exposição aos resíduos dos inseticidas, Pombal-PB, 2021.

O Clorotraniliprole apesar da sua baixa interferência sobre a capacidade de voo das abelhas identificadas no presente trabalho, estudos relatam alterações no comportamento natural das abelhas podendo em longo prazo comprometer a manutenção e sobrevivência de toda a colônia (GOMEZ et al., 2020).

## 5. CONCLUSÃO

- Os resíduos dos inseticidas Espinetoram e Espinosade (Grupo químico Espinosina) e Clorantraniliprole + Abamectina (Grupos químicos Antranilamida e Avermectina), ocasionaram alta mortalidade sobre *A. mellifera*.
- As Antranilamidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole foram pouco tóxicas sobre *A. mellifera*.
- A capacidade de voo da abelha *A. mellifera* não foi afetada pela dose utilizada do Clorantraniliprole e menor dose do Ciantraniliprole, havendo uma redução apenas para as abelhas submetidas a maior dose do Ciantraniliprole.



## 6. 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.
- 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: 30 Jan. 2022.
- 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.
- 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.
- 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 - CE. 20p. 2011
- CARMO, D. G.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; COSTA, T. L.; FARIAS, E. de SÁ; RIBEIRO, A. V.; PICANÇO, M. C. Toxicidade de inseticidas comerciais, por ação de contato, para *Apis mellifera*. **Insetos e Entomologia**, p. 145-148, 29 dez. 2017.
- CARRILLO, M. P.; BOVI, T. DE S.; NEGRÃO, A. F.; ORSI, R. DE O. Influence of agrochemicals fipronil and imidacloprid on the learning behavior of *Apis mellifera* L. honeybees /b> - doi: 10.4025/actascianimsci.v35i4.18683. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 431-434, 2013.
- CASTILHOS, D.; BERGAMO, G. C.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES L. S. Bee Colony losses in Brazil: a 5-year online survey. **Apidologie**, v.50, n. 3, p. 263-272, 2019.
- CARVALHO, S.M.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C.F.; CARVALHO, 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**, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.
- CHAM, K. O.; REBELO, R. M.; OLIVEIRA, R. P.; FERRO, A. A; VIANASILVA, F. E. C.; BORGES, L.O.; SARETTO, C. O. S. D.; TONELLI, C. A. M.; MACEDO, T. C. **Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas**. Brasília: Ibama/Diqua, 105p. 2017.
- 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.
- DEL SARTO, M. C. L. **Toxicidade de inseticidas para as abelhas *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. Tese de Doutorado (Doctor Scientiae), 38 f. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.

FLETCHER, M.; BARNETT, L. Bee poisoning incidents in the United Kingdom. **Bulletin of Insectology**, v. 56, p. 141-145, 2003.

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

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, 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, 920 p. 2002.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The Dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

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 insecticides and insect pollinators. **Published by the Royal Society B**, v. 281, 2014.

GOMEZ, 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.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R.; ARAÚJO, E. L.; TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro, em: Braga Sobrinho, R., Guimarães, JA, Freitas, JAD, Terão, D. (Eds.), Produção Integrada de Melão. **EMBRAPA Agroindústria Tropical**, p. 183-199, 2008.

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

IMPERATRIZ-FONSECA, VERA L., GONÇALVES, L. S., FRANCOY, T. M., & NUNES-SILVA, P. O desaparecimento das abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não melíferas na polinização. Doc. (**Embrapa Semi-Arido. Online**), v. 249, p. 210-233, 2012.

IRAC (**Comitê de Ação a Resistência a Inseticidas**). Disponível em: < <https://www.irac-br.org/modo-de-ao-de-inseticidas-e-acaricidas> >. Acesso em: 20 de Jan. 2022.

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.

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.

- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Pollinators, flowering plants and conservation biology. **BioScience**, v. 47, p. 297-307, 1997.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.
- 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.
- McGREGOR, S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Research service. **Agriculture Handbook**. Washington: USDA, 1976.
- ORSI, R.O; LUNARDI, J.S; ZALUSKI, R. Evaluation of Motor Changes and Toxicity of Insecticides Fipronil and Imidacloprid in Africanized Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, São Paulo, v6 4i1.1190, 2017.
- PETTIS, J. et al. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen Nosema. **Naturwissenschaften**, v. 99, p. 153-158, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00114-011-0881-1>>. Acesso em: 20 de Jan. 2022.
- PHAM-DELÈGUE, M. H.; DECOURTYE, A.; KAISER, L.; DEVILLERS, J. Behavioural methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, v. 33, n. 5, p. 425-432, 2002.
- PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n.1, p. 266-281, 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, SG, IMPERATRIZ-FONSECA, V., NGO, HT, AIZEN, MA, BIESMEIJER, JC, BREEZE, TD, DICKS, LV, GARIBALDI, LA, HILL, R., SETTELE, J. & VANBERGEN, AJ (2016) Protegendo os polinizadores e seus valores para o bem-estar humano. **Nature**, 540: 220-229. doi: 10.1038 / nature20588.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. 2011. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em 20 jan. 2022.
- RHODES, J.; SCOTT, M. Pesticides: a guide to their effects on honey bees. NSW **Department of Primary Industries**: Primefacts 149, 4 p. 2006.
- SILVA, I. P.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46,n. 6, p. 703-715, 2015.
- SOUSA, R. M. Polinização, manejo de colmeias e requerimentos do meloeiro. In: BRAGASOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. Produção Integrada de Melão. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, CE, 2008.

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.

THERNEAU, T.; LUMLEY, T. Survival analysis, including penalised likelihood. R package version 2.36-2, 2010. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=survival>> Acesso em: 20 Jan. 2022.

TOSI, S.; BURGIO, G.; NIEH, J. C. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honey bee flight ability. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2017.

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.

VAN ENGELSDORP, D.; EVANS, J.D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B.K.; FRAZIER, M.; FRAZIER, J.; COX FOSTER, D.; CHEN, Y.; UNDERWOOD, R.; TARPY, D.R.; PETTIS, J.S. Colony collapse disorder: a descriptive study. **Plos One**, v. 4, n. 8, e 6481, 2009.