



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* APÓS  
EXPOSIÇÃO DIRETA E ORAL AO CLORANTRANILIPROLE**

CAIO ARAÚJO ESMAEL DE SOUSA

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* APÓS  
EXPOSIÇÃO DIRETA E ORAL AO CLORANTRANILIPROLE**

CAIO ARAÚJO ESMAEL DE SOUSA

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

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA.

POMBAL-PB

2022

S725s Sousa, Caio Araújo Esmael de.  
Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera*  
após exposição direta e oral ao clorotraniliprole / Caio  
Araújo Esmael de Sousa. – Pombal, 2022.  
28 f. il.

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 2. Abelha europeia. 3. Polinizador. 4.  
Pesticida. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

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

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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera* APÓS EXPOSIÇÃO  
DIRETA E ORAL AO CLORANTRANILIPROLE**

CAIO ARAÚJO ESMAEL DE SOUSA

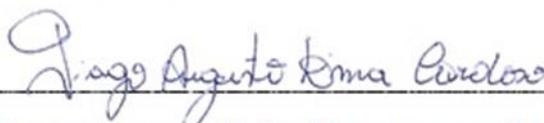
Trabalho de conclusão de curso  
apresentado a Unidade Acadêmica  
de Ciências Agrárias (UAGRA) –  
CCTA/UFCG, Curso de Agronomia,  
como requisito para obtenção do  
grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em:26/08/2022

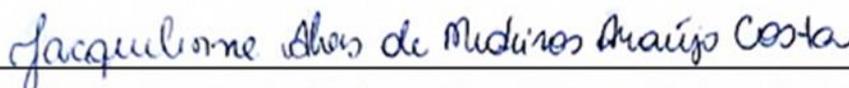
**BANCA EXAMINADORA**



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



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



\_\_\_\_\_  
Examinadora Externa – D. Sc. Jacqueline Alves de Medeiros Araújo Costa

## DEDICATÓRIA

Antes de tudo agradecer aos meus pais Angela e Jailton, agradecer também a minha avó, por sempre me apoiarem e me ajudarem de todas as formas possíveis, a minha namorada por me ajudar a ser o homem que sou hoje, sem vocês esse dia não teria chegado.



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus que me deu forças para chegar onde cheguei, sem ele nada é possível.

Aos meus pais, Angela Maria Araújo de Melo e Jailton Esmael de Sousa, que sempre me auxiliaram da melhor forma possível, sei que foi difícil, mas essa conquista é nossa.

A minha avó(vozinha), que nunca mediu esforços para me ajudar no que foi preciso, mulher forte e guerreira.

A minha namorada Dra. Palloma Mylena Coelho da Silva, uma das pessoas que mais me ajudou, uma mulher com M maiúsculo, forte e batalhadora, que eu sei que tem futuro brilhante pela frente, eu te amo chata, quero você na minha vida sempre.

Aos meus amigos, Edino, João Felipe, Robertinho, e entres outros, muito obrigado pela ajuda quando precisei, e claro que eu não poderia esquecer da melhor amiga que a UFCG me deu, Edyla Maria, você é uma amizade que espero levar para o resto da minha vida, gosto muito de você.

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 Carlos Henrique, Rute Lemos, Leandro Clemente, e Vitor Rodrigues por todo auxílio prestado para que este trabalho fosse concluído.

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 de alguma forma me ajudou nessa jornada.

## **SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera* APÓS EXPOSIÇÃO DIRETA E ORAL AO CLORANTRANILIPROLE**

### **RESUMO**

O declínio das populações da *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em áreas agrícolas é uma preocupação mundial, o uso descontrolado dos inseticidas é um dos principais fatores que prejudica desde o voo ou até a morte, atrapalhando assim o processo de polinização. Portanto, objetivou-se avaliar a toxicidade do clorantraniliprole em doses comerciais recomendadas para diversas culturas, na sobrevivência e capacidade de voo das operárias adultas da abelha africanizada *A. mellifera*, amplamente usados no Brasil. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia do CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB, sendo avaliado os níveis de toxicidade através de bioensaios, correspondentes a duas formas de exposição: pulverização direta sobre as abelhas e dieta contaminada utilizando cinco doses comerciais, registradas para o controle de pragas em diversas culturas, em delineamento inteiramente casualizado composto por 7 tratamentos, T1 - Testemunha absoluta – (água destilada); T2 - Testemunha positiva (Tiametoxam 0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>); T3 Clorantraniliprole- dose 1 (0,015 g i. a. L<sup>-1</sup>), T4 - dose 2 (0,05 g i. a. L<sup>-1</sup>), T5 - dose 3 (0,10 g i. a. L<sup>-1</sup>), T6 - dose 4 (0,20 g i. a. L<sup>-1</sup>), T7 - dose 5 (0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>), sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. as doses foram as mesmas em ambos os métodos de aplicação (Dieta contaminada e pulverização direta). O inseticida pertencente ao grupo químico Antranilamida Clorantraniliprole (Premio®), obteve baixos índices de mortalidade sobre a abelha *A. mellifera*, porém afetou a capacidade de voo na dose máxima de (0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>) no método de pulverização direta, sendo uma alternativa para o controle de pragas se utilizado nas dosagens corretas. Essa pesquisa vai auxiliar a um manejo mais adequado no controle de pragas e na preservação a abelha *A.mellifera*.

**Palavras- chave:** Abelha. Polinizador. Pesticida. Toxicidade.

## ABSTRACT

The decline of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations in agricultural areas is a worldwide concern, the uncontrolled use of insecticides is one of the main factors that harm both flight and death, thus hindering the pollination process. Therefore, this research's objective was to evaluate the toxicity of chlorantraniliprole, widely used in Brazil, in the recommended commercial doses for different cultures, on the survival and flight capacity of adult workers of the Africanized bee *A. mellifera*. The work was carried out at the Laboratory of Entomology of the CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB, and the levels of toxicity were evaluated through bioassays, corresponding to two forms of exposure: direct spraying on the bees and contaminated diet using five commercial doses, registered for pest control in several crops, in a completely randomized design consisting of 7 treatments, T1 - Absolute control - (distilled water); T2 - Positive Control (Thiamethoxam 0.30 g i.a. L-1); T3 Chlorantraniliproledose 1 (0.015 g i.a. L-1), T4 - dose 2 (0.05 g i.a. L-1), T5 - dose 3 (0.10 g i.a. L-1), T6 - dose 4 (0.20 g i. a. L-1), T7 - dose 5 (0.30 g i. a. L-1), with each experimental unit formed by 10 adult bees. Doses were the same in both application methods (contaminated diet and direct spraying). The insecticide by the chemical group Antranilamide Chlorantraniliprole (Premio®), obtained low mortality rates on the *A. mellifera* bee, but affected the flight capacity at the maximum dose of (0.30 g i. a. L-1) in the direct spray method, being an alternative for pest control if used in the correct dosages. This research will help to better manage pests and preserve the *A.mellifera* bee.

**Keywords:** Bee. pollinator. Pesticide. toxicity.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
2.1 importância da polinização das abelhas <i>a. Mellifera</i> para agricultura .....	9
2.2 Declínio populacional das abelhas <i>A. mellifera</i> .....	10
2.3 Toxicidade de inseticidas sobre <i>A. mellifera</i> .....	11
2.3.1 Toxicidade de clorotraniliprole sobre <i>A. mellifera</i> .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 BIOENSAIO 1: TOXICIDADE ORAL E DIRETA DE CLORANTRANILIPROLE SOBRE <i>Apis mellifera</i> .....	14
3.2 BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO AO CLORANTRANILIPROLE .....	15
3.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	16
<b>4. RESULTADOS</b> .....	16
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A maior parte das espécies vegetais, cultivadas ou nativas, são polinizadas por animais e necessitam destes para sua reprodução (ROUBIK, 2018). Dentre os principais polinizadores em áreas agrícolas, destaca-se a abelha *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) devido ao seu fácil manejo, tamanho de suas colônias, eficiência e rapidez durante esse processo comparado aos outros polinizadores (PIRES et al., 2016; KLEIN et al., 2020). Em campo, as abelhas polinizam em grandes áreas ao redor de suas colmeias e, portanto, são susceptíveis de serem expostas a vários pesticidas diariamente (BARASCOU et al., 2021), seja por meio do contato direto com gotículas de pulverização, contato com resíduos dos produtos nas plantas e também pela ingestão de alimento contaminado (VARIKOU et al., 2019).

O uso de inseticidas, normalmente, promove um controle rápido e eficiente das pragas nas lavouras. Porém, apesar dos benefícios do uso dos inseticidas para controle de pragas, muitos desses produtos químicos são tóxicos para insetos benéficos como os polinizadores (DORLENES, 2017). Desse modo, existe uma preocupação global com o desaparecimento desses polinizadores em áreas agrícolas. Segundo Caires e Barcelos (2017), as abelhas estão em processo de desaparecimento em várias partes do mundo. Esse grande declínio populacional é conhecido mundialmente como “Colony Collapse Disorder” (CCD) e dentre suas principais causas está o uso abusivo de pesticidas (VanENGELSDORP et al., 2009).

No Brasil, Castilhos et al. (2019), alertaram em sua pesquisa sobre a perda de colônias de *A. mellifera* em todas as regiões do país, sendo os pesticidas uma das principais causas apontadas. Diversos pesquisadores tem relatado a toxicidade de inseticidas sobre *A. mellifera*, especialmente dos pertencentes a grupos químicos como Neonicotinoide, Organofosforado e Piretroides, que são classificados como nocivos às abelhas (COSTA et al., 2014; ARAUJO et al., 2017).

O grupo químico Antranilamida, que no Brasil é representado principalmente pelos ingredientes ativos Clorantraniliprole e Ciantraniliprole, é relativamente novo e possui registros para diversas culturas (MAPA, 2022). O eClorantraniliprole é um inseticida de contato e ingestão, sendo seu uso atrelado a sua eficiência no controle de praga, menor impacto ambiental e boa ação residual (WHALON et al., 2008). Em relação aos efeitos sobre *A. mellifera*, Clorantraniliprole tem sido considerado pouco nocivo para a abelha, e (LARSON, 2013). Contudo, segundo Gomes et al. (2020),

apesar de ocasionar baixa mortalidade, o inseticida Clorantraniliprole provoca alterações na capacidade de voo, e também afeta os genes que regulam o sistema imunológico da abelha (CHRISTEN et al., 2017).

Diante disso, é fundamental a realização de pesquisas visando ampliar as informações existentes sobre o referido inseticida, pois a escassez de estudos relacionados a toxicidade de inseticidas sobre abelhas representa um obstáculo aos esforços por um manejo sustentável de polinizadores em áreas agrícolas (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade do Clorantraniliprole via exposição direta e oral sobre a *A. mellifera*, visando gerar dados para preservação desse polinizador.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 importância da polinização das abelhas *A. Mellifera* para agricultura

Devido ao crescimento populacional tem se exigido ainda mais produtividade nas áreas agrícolas em todo o mundo, e um dos principais agentes polinizadores é a abelha *A. mellifera*, sendo a polinização realizada por este inseto um processo vital para a manutenção da maioria das espécies vegetais (KLEIN et al., 2020). Caracterizando o processo de polinização, as abelhas *A. mellifera*, visitam de flores e andam sobre os estigmas, promovendo uma distribuição mais uniforme dos grãos de pólen e depositam pólen de outras flores que trazem nos seus corpos, aumentando a quantidade de pólen no estigma e a qualidade, denominando-se polinização cruzada (FREITAS, 2012). A existência de polinizadores é essencial para o sucesso da reprodução das plantas em qualquer ecossistema, inclusive nos ambientes agrícolas (CHAMBÓ et al., 2010).

*A. mellifera* é apontada como o polinizador de importância agrícola mais utilizado no mundo, por ser uma espécie generalista (coleta alimento em grande variedade de flores) e com muitas operárias por ninho (FREITAS, 2012). Aproximadamente 70% das 124 culturas utilizadas pelo homem para consumo são dependentes dessa polinização (GALLAI et al., 2009; BERNAL et al., 2010; POTTS et al., 2010. Segundo Klein (2020), culturas como a do meloeiro (*Cucumis melo*), maçã (*Malus domestica*), melancia (*Citrullus lanatus*) e acerola (*Malpighia emarginata*.) são

alguns exemplos de cultivos em que há dependência pela polinização realizada por *A. mellifera* para obtenção de frutos.

É importante ressaltar ainda o fato de que a abelha *A. mellifera* é uma das espécies mais utilizadas para inserção em áreas agrícolas de maneira manejada, seja por meio da compra ou aluguel de colmeias para distribuição no entorno das áreas de produção, garantindo uma efetiva polinização e conseqüentemente uma boa produção de frutos (SOUSA et al., 2009). A título de exemplo, culturas como o meloeiro e melanciaira, que possuem alto valor econômico, são dependentes da inserção de colmeias de *A. mellifera* para efetiva polinização e aumento de produtividade (TRINDADE et al., 2004; SOUSA, 2008; SOUSA et al., 2009). De acordo com Klein et al. (2020), os rendimentos de algumas frutas e sementes diminuem mais de 90% na ausência desse polinizador. Com isso nota-se a importância da *A. mellifera* na cadeia produtiva de algumas culturas de relevância agrônômica.

## **2.2 Declínio populacional das abelhas *A. mellifera***

A perda de polinizadores e, conseqüentemente redução da polinização, causa uma preocupação mundial, principalmente considerando as espécies que dependem de agentes polinizadores para que ocorra a reprodução, pois boa parte dessas espécies são de relevância econômica mundialmente (CHIARI et al., 2005; POTTS et al., 2010). A redução nas populações de polinizadores vem afetando a produção agrícola mundial, com impactos tanto na produção de alimentos quanto na economia (POTTS et al., 2010; LEVER et al., 2014).

Segundo Aizen et al. (2009), nos últimos anos a produção das culturas vêm crescendo em larga escala, mas em contrapartida o número de agentes polinizadores vem entrando em declínio, e esses números negativos a maioria vem do hemisfério Sul, aonde a produção é cada vez maior. Gallai et al. (2009) informaram que se o declínio dos polinizadores continuar a crescer, a quantidade de polinizadores será mínima em escala mundial e o mundo estaria em uma situação precária em relação ao consumo de vegetais. Pesquisas recentes sobre as abelhas *A. mellifera* em cinco países da América do Sul (Argentina, Chile, Uruguai, Brasil e Venezuela) verificaram as perdas de colônias e causas de mortalidade das abelhas. O estudo mostrou que as perdas de colônias por ano variaram de 30% a 35% para apicultores profissionais (até 50% para apicultores não profissionais) sem uma única explicação (MAGGI et al.

2016), sendo os possíveis causadores da diminuição de insetos a destruição do habitat, redução de recursos florais, presença de patógenos e parasitas, mudança climática e uso desregrado de agrotóxicos para combate de pragas (GONZÁLEZ-VARO et al., 2013; GOULSON et al., 2015; POTTS et al., 2016; ORSI et al., 2017).

Em campo, as abelhas estão sujeitas a pesticidas de maneira direta, por meio do contato com gotículas de uma pulverização, ingestão de alimento contaminado e contato com resíduos dos produtos nas plantas (CHAM et al., 2019). Alguns pesticidas podem causar efeitos negativos nas abelhas, como morte, alterações fisiológicas, diminuição na longevidade e alterações comportamentais nos indivíduos, podendo comprometer toda a colônia (FREITAS; PINHEIRO, 2010; SILVA et al., 2016).

No Brasil, a agricultura é a principal favorecida com a polinização, mas ao mesmo tempo é também a que mais prejudica a *A. mellifera*. Nossa produção agrícola baseia-se no modelo de monocultura, que se torna cada vez mais dependente do uso de defensivos químicos, gerando efeitos prejudiciais aos ecossistemas. Então, torna-se necessário a adoção de práticas que respeitem o meio ambiente, que preservem e restaurem os habitats dando o devido suporte aos serviços de polinização, incorporados às áreas agrícolas (RUNDLÖF et al., 2018).

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

Alguns estudos relacionaram o uso de pesticidas e seus efeitos cumulativos e tóxicos, dependendo da dose/concentração, modo de ação e via de exposição, a diminuição das abelhas (HENRY et al., 2012; ZHANG et al., 2020), e em condições de campo as abelhas podem ser expostas aos inseticidas de três formas distintas: contato com gotículas de uma pulverização, coleta de alimento contaminado e contato com resíduos de produtos nas plantas (CHAM et al., 2017), 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 (VAN ENGELSDORP, et al., 2009), tornando-se assim susceptíveis ao uso de inseticidas, e segundo Pereira et al. (2019), após algumas horas de exposição aos pesticidas é possível identificar mortalidade das abelhas.

Além do efeito letal, doses de inseticidas podem ocasionar os seguintes efeitos em abelhas: redução de movimento e da mobilidade, diminuição da

capacidade de comunicação e de aprendizagem, dificuldades em retornar para colmeia, dificuldades no forrageamento e na polinização (NOCELLI et al., 2012).

Diversos pesquisadores tem relatado a toxicidade de inseticidas sobre *A. mellifera*, especialmente dos pertencentes a grupos químicos como Neonicotinoide, Organofosforado e Piretroides, que são classificados como nocivos às abelhas (COSTA et al., 2014; ARAUJO et al., 2017). Em estudos realizados no Reino Unido Fletcher; Barnett (2003), relataram que entre 1988 e 2001 ocorreram vários casos de incidentes com pesticidas sobre abelhas, e constataram que a redução populacional destes insetos estava relacionada com aplicações de inseticidas Organofosforados, Carbamatos, Piretroides e Organoclorados, outros estudos também confirmaram a periculosidade de uma serie de produtos fitossanitários sobre abelhas, entre os mais tóxicos estão os compostos Abamectina, Clorfenapir, Deltametrina e Tiametoxam (Rhodes et al 2006), e seguindo as pesquisas sobre a toxidade de inseticidas sobre as abelhas *A. Mellifera*, Iwasa et al (2004), apresentaram em sua pesquisa a alta toxicidade dos neonicotinóides sobre *A. Mellifera* (Iwasa et al 2004).

E em estudos sobre a toxicidade de inseticidas, Tosi et al. (2017) experimentando os efeitos do Tiametoxam sobre *A. mellifera* via exposição oral, constataram que a exposição aguda ou crônica ao Tiametoxam pode alterar consideravelmente o voo das abelhas podendo dificultar o funcionamento normal da colônia e os serviços ecossistêmicos. Segundo Pettis et al. (2012), além da mortalidade e alterações no comportamento o Imidacloprido pode também diminuir a resistência das abelhas á patógenos. 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 conseqüentemente a sobrevivências desses insetos.

### **2.3.1 Toxicidade de clorantraniliprole sobre *A. mellifera***

O Clorantraniliprole pertence ao grupo químico Antranilamida, sendo um ingrediente ativo relativamente novo, porém que possui registro para o manejo de pragas em diversas culturas (AGROFIT, 2022). Em virtude da sua eficiência no controle de pragas, as aplicações de Clorantraniliprole têm sido cada vez mais frequentes nas lavouras. Diante disso, pesquisadores tem avaliado a toxicidade do referido inseticida sobre abelhas. Alguns trabalhos relatam baixa toxicidade desse

inseticida a polinizadores (LARSON et al., 2013). Sousa et al. (2018) observaram que o inseticida Clorantraniliprole, nas doses recomendada para uso em meloeiro e via ingestão, ocasionou 35,8% de mortalidade sobre *A. mellifera*, sendo considerado de baixo risco as abelhas, por proporcionar uma taxa de mortalidade inferior a 50%. , Ratnakar et al. (2017), observaram mortalidade de 14,46% de *A. mellifera* após exposição, pelo método filme seco, a dose de 0,15 ml/L de Clorantraniliprole, em um período de 24 horas de exposição.

Smaghe et al. (2013) avaliando a toxicidade do inseticida Clorantraniliprole sobre *A. mellifera*, pelo modo de exposição via dieta contaminada, verificou baixa mortalidade nas abelhas, foi relatado em outros estudos a baixa mortalidade do Clorantraniliprole sobre operárias adultas de *A. mellifera*, porém identificou-se uma alteração na capacidade de voo e uma alteração na expressão dos genes que regulam o sistema imunológico da abelha (FENT; CHRISTEN, 2017; GOMES et al., 2020), fato que merece atenção, pois pode, mesmo com baixa letalidade, ocasionar o declínio da colônia. segundo Kadala (2019), o Clorantraniliprole atua nas células musculares e nos neurônios nas doses sub letais, liberando cálcio através dos receptores de rianodina dos músculos das *A. mellifera*, assim prejudicando as mesmas.

Salienta-se ainda que este ingrediente ativo é capaz de causar estresse gênico no cérebro da *A. mellifera*, além de inibir a expressão de vitelogenina, importante para o comportamento de forrageamento das operárias, podendo resultar em consequências sobre a expectativa de vida da colmeia (CHRISTEN; FENT, 2017).

### 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 três (03) colônias pertencentes ao apiário do CCTA/UFCG.

Foram avaliadas cinco doses comerciais do inseticida Premio® (Clorantraniliprole) cada inseticida, registradas para diversas culturas de importância agrícola, seguindo as recomendações contidas na bula de cada produto.

Comotestemunha positiva foi utilizado o inseticida Tiametoxam, em sua dose máxima recomendada para o manejo de pragas em cucurbitáceas, e como testemunha absoluta a água destilada (TABELA 1).

**Tabela 1.** Inseticidas e respectivas doses avaliadas com relação à toxicidade sobre *Apis mellifera*, Pombal-PB, 2021.

INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	DOSE AVALIADA	PRAGA ALVO
Clorantraniliprole	Antranilamida	0,015 g i. a. L <sup>-1</sup>	<i>Diaphania nitidalis</i>
		0,05 g i. a. L <sup>-1</sup>	
		0,10 g i. a. L <sup>-1</sup>	
		0,20 g i. a. L <sup>-1</sup>	
		0,30 g i. a. L <sup>-1</sup>	
Tiametoxam	Neonicotinóide	0,30 g i. a. L <sup>-1</sup>	<i>Bemisia tabaci</i> Biótipo B <i>Aphis gossypii</i>

### 3.1 BIOENSAIO 1: TOXICIDADE ORAL E DIRETA DE CLORANTRANILIPROLE SOBRE *Apis mellifera*

A toxicidade do inseticida Clorantraniliprole sobre *A. mellifera* foi avaliada por meio de duas formas de exposição: Pulverização direta sobre as abelhas e fornecimento de dieta contaminada (toxicidade oral), seguindo a metodologia utilizada por Costa et al. (2014). Ressalta-se que para a manipulação, previamente as abelhas foram anestesiadas por meio do frio ( $\pm 4$  °C por 90 segundos), e posteriormente foram inseridas nas arenas para avaliação da toxicidade ao Clorantraniliprole na forma de dieta contaminada ou pulverização direta. Em ambas formas de exposição foram utilizadas arenas (recipientes plásticos com 15cm de diâmetro X 15cm de altura) com a extremidade superior parcialmente coberta com tela anti-afídeo e as laterais com aberturas de cerca de 0,1 cm. Em cada arena continha a pasta candi (dieta artificial constituída por açúcar refinado e mel) que servia para a alimentação das abelhas e também um chumaço de algodão com

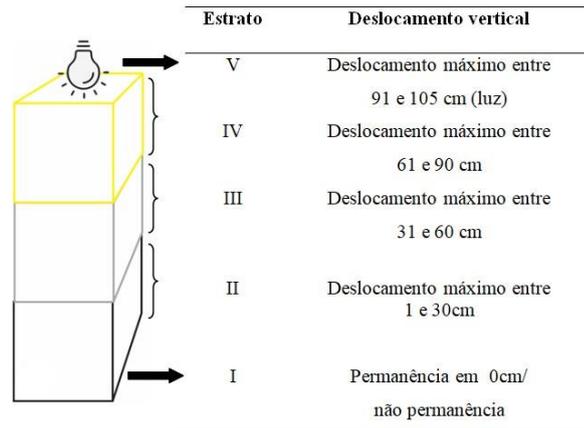
água para a hidratação das mesmas.

Os bioensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, composto por 7 tratamentos [T1 - Testemunha absoluta – (água destilada); T2 - Testemunha positiva (Tiametoxam 0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>); T3 Clorantraniliprole (0,015 g i. a. L<sup>-1</sup>), T4 - Clorantraniliprole (0,05 g i. a. L<sup>-1</sup>), T5 - Clorantraniliprole (0,10 g i. a. L<sup>-1</sup>), T6 - Clorantraniliprole (0,20 g i. a. L<sup>-1</sup>), T7 - Clorantraniliprole (0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Após a aplicação dos tratamentos, foram avaliadas a mortalidade e comportamento das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 24 horas após o início da exposição aos inseticidas, sendo o comportamento (prostração, tremores, paralisia) monitorado e registrado a partir dos primeiros 60 minutos após a aplicação dos inseticidas até o final do período de avaliação.

### **3.2 BIOENSAIO 2: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO AO CLORANTRANILIPROLE**

Para as abelhas que sobreviveram após as 24 horas de exposição, foi avaliada a capacidade de voo, seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020). Para a avaliação, foi utilizada uma torre de voo de madeira (35 x 35 x 115 cm), apresentando cinco níveis: (0 cm), (1 cm- 30 cm,) (31 cm – 60 cm), (61 cm – 90 cm) e (91 cm – 115 cm), com as laterais revestidas de plástico transparente e com uma lâmpada fluorescente no topo. As avaliações aconteceram em uma sala escura, com temperatura média de  $25 \pm 2$  °C e umidade relativa do ar de  $60 \pm 10\%$ , a fonte de luz do local era a lâmpada instalada no ápice da torre, com a finalidade de atrair as abelhas por meio do fototropismo positivo, ou seja, estimulando o voo em direção à luz (FIGURA 1).



Fonte: Julyana de Sousa Coutinho, 2022

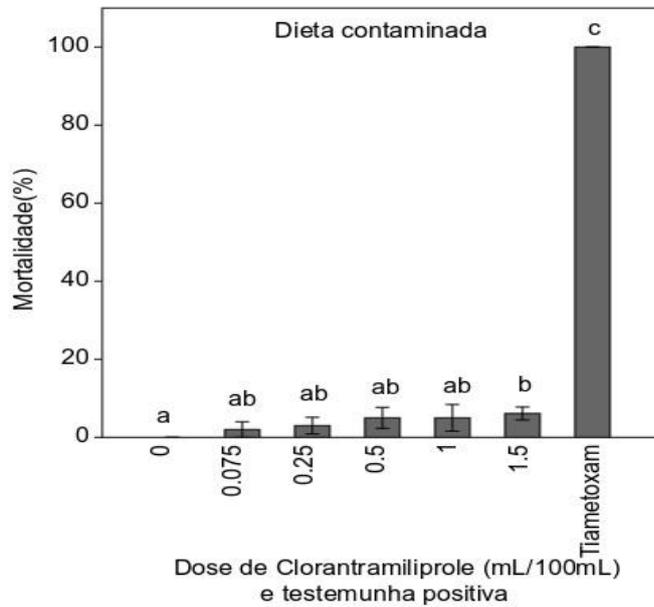
**Figura 1.** Ilustração da torre de voo e classificação dos estratos, de acordo com o comportamento das abelhas na avaliação da atividade de voo.

### 3.3 ANÁLISE DOS 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 capacidade de voo foram discutidos de maneira descritiva e apresentados em gráficos.

## 4. RESULTADOS

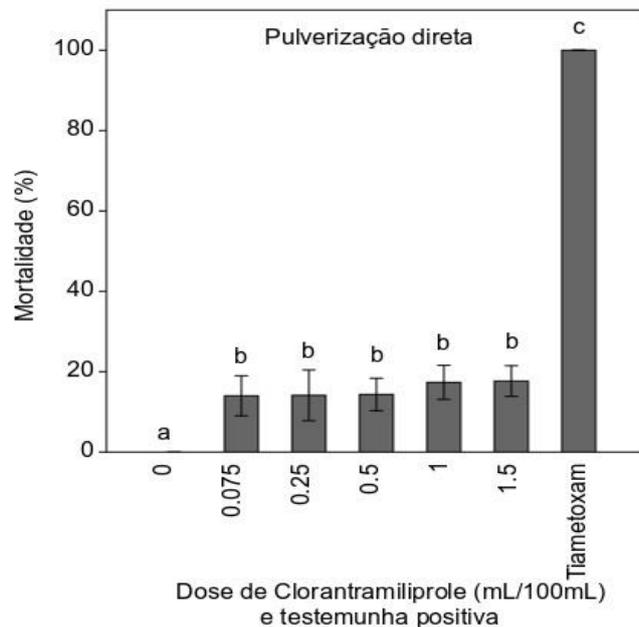
Para o modo de exposição via ingestão de dieta contaminada, foi observado que o inseticida Clorantraniliprole, independente da dose avaliada, foi pouco tóxico a *A. mellifera* e diferiu estatisticamente da testemunha positiva (Tiametoxam), que ocasionou a morte de todas as abelhas em 24 horas. A mortalidade proporcionada pela ingestão do Clorantraniliprole variou de 2% a 6,1% nas 24 horas de observação, sendo a dose 0,015 g i. a. L<sup>-1</sup> a que ocasionou a menor mortalidade (Figura 2). Não foi verificado nenhum efeito adverso aparente no comportamento das abelhas.



**Figura 2.** Porcentagem da mortalidade de *A. mellifera* após ingestão de dieta contaminada por inseticidas, Pombal-PB, 2022.

\*Letras diferentes sobre as barras representam diferenças significativas conforme o teste de Wilcoxon ao nível de 5% de significância.

Já para o modo de exposição via pulverização direta, foi observado que o inseticida Clorantraniliprole, independente da dose avaliada, também foi pouco tóxico a *A. mellifera* e diferiu estatisticamente da testemunha positiva, que ocasionou a morte de todas as abelhas em 24 horas. A mortalidade proporcionada por pulverização direta do Clorantraniliprole variou de 14% a 17,7% nas 24 horas de observação (Figura 5). Em relação ao comportamento das abelhas, não foi verificado nenhum efeito adverso aparente nas abelhas.



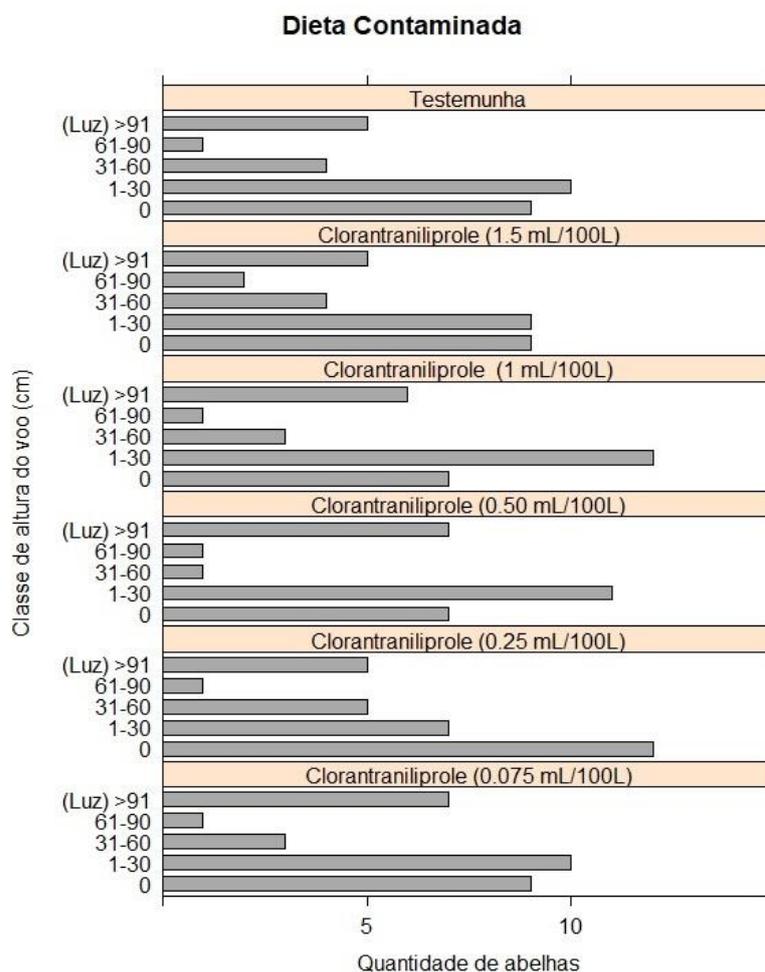
**Figura 3.** Porcentagem da mortalidade de *A. mellifera* após a pulverização direta por inseticidas, Pombal-PB, 2022.

\*Letras diferentes sobre as barras representam diferenças significativas conforme o teste de Wilcoxon ao nível de 5% de significância.

O inseticida Clorantraniliprole se mostrou pouco tóxico tanto via ingestão de dieta contaminada quanto via pulverização direta, sendo significativamente menos letal do que a testemunha positiva, o inseticida Tiametoxam, que ocasionou a morte de 100% das abelhas em 24 horas. A baixa mortalidade observada pode ser devido principalmente ao mecanismo de ação do produto, que é considerado um inseticida mais seletivo em virtude de ser muito específico para larvas de lepidópteros praga (CORDOVA et al., 2007; SATTELLE et al., 2008; DINTER et al. 2009). Além disso, diversos autores relataram a baixa toxicidade de Clorantraniliprole sobre operárias adultas de *A. mellifera*, em diferentes formas de exposição e doses. Ratnakar et al. (2017), ao estudarem a toxicidade do inseticida Clorantraniliprole na dose de 0,15 ml/L, constataram que ao longo de 24 horas o produto apresentou uma toxicidade mínima sobre a *A. mellifera*, sendo constatada mortalidade de 14,46%. Smagghe et al. (2013) avaliando a toxicidade do inseticida Clorantraniliprole nas abelhas *Bombus terrestris* e *A. mellifera*, pelo modo de exposição via dieta contaminada, identificaram

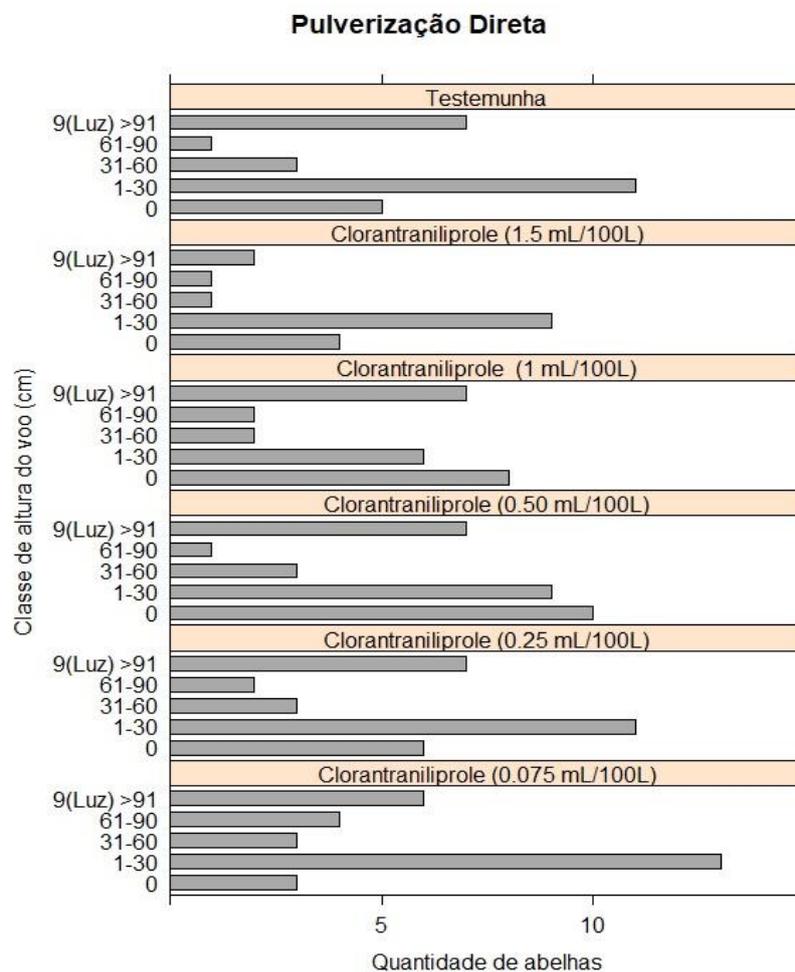
uma baixa mortalidade em ambas espécies. Gomes et al. (2020), relataram baixa mortalidade de *A. mellifera* após exposição direta a doses de Clorotraniliprole. Todavia, é importante destacar que é imprescindível avaliar doses diferentes do produto, pois já foi relatado que apesar de ocasionar baixa mortalidade, o Clorotraniliprole provocou redução na capacidade de voo e alteração na expressão dos genes que regulam o sistema imunológico de *A. mellifera* (FENT; CHRISTEN, 2017; GOMES et al., 2020). Estes relatos trazem consequências ecológicas e econômicas, no qual a sobrevivência da colônia pode ser comprometida.

Em relação a capacidade de voo de *A. mellifera*, no modo de exposição de dieta contaminada, não foi observada interferência na capacidade de voo das abelhas após as 24 horas de exposição. O comportamento das abelhas foi semelhante entre as doses do Clorotraniliprole e a testemunha absoluta, demonstrando que independentemente da dose em que foi aplicado o inseticida não prejudicou a capacidade de voo das abelhas. A altura de voo atingida pelas abelhas foi semelhante em todos os níveis de da torre (Figura 6 e 7).



**Figura 5.** Capacidade de voo de *Apis mellifera* após exposição a dieta contaminada, Pombal-PB, 2022.

Já para o efeito do Clorantraniliprole na capacidade de voo da abelha *A. mellifera*, via pulverização direta, verificou-se que a maior dose avaliada (0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>) reduziu o número de abelhas que atingiu a altura máxima na torre de voo.



**Figura 6.** Capacidade de voo de *Apis mellifera* após exposição a pulverização direta, Pombal-PB, 2021.

Ainda que não acarretando a morte, alguns efeitos não letais como comprometimento de funções fisiológicas, mudanças de comportamento e funções cognitivas, e diminuição da capacidade de forrageamento, são bastante prejudiciais

as abelhas, pois pode prejudicar a sobrevivência desses insetos e sua capacidade de agirem como polinizadores (BELZUNCES, 2012). Sendo assim, qualquer alteração por exposição aos pesticidas, pode afetar o desenvolvimento da colônia e proporcionar uma diminuição nas funções básicas das abelhas em campo (COLIN et al., 2004). Salienta-se que Clorantraniliprole já foi relatado, mesmo ocasionando baixa mortalidade, interferindo na capacidade de voo de *A. mellifera* após o contato direto com o produto, fato que a longo prazo pode atrapalhar a conservação e sobrevivência de toda uma colônia (GOMES et al., 2020).

## 5. CONCLUSÃO

- O inseticida Clorantraniliprole, independente da dose avaliada e modo de exposição, foi pouco tóxico em relação a taxa de mortalidade para operárias adultas de *A. mellifera* em 24 horas de exposição;
- A capacidade de voo da abelha *A. mellifera* foi afetada somente na exposição direta e na dose máxima avaliada (0,30 g i. a. L<sup>-1</sup>), após 24 horas de exposição.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BALBUENA, María Sol et al. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. **Journal of Experimental Biology**, v. 218, n. 17, p. 2799-2805, 2015.

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

BARROS, C. H. P. D. **Sobrevivência e capacidade de voo de Apis Mellifera (Hymenoptera: Apidae) após exposição a resíduos de inseticidas em folhas de meloeiro.** 2022.

BELZUNCES, L. P.; TCHAMITCHIAN, S.; BRUNET, J. L. Neural effects of inseticidas in the honeybee. **Apidologie**, Versailles, v. 43, n. 3, p. 348-370, 2012.

BLETTLER, D. C.; FAGÚNDEZ, G. A.; CAVIGLIA, O. P. Contribution of honeybees to soybean yield. **Apidologie**, v. 49, p. 101–111, 2018.

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.

BREEZE, T.D.; et al. Pollination services in the UK: How important are the honeybees? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.142, p.137-143, 2011.

CAIRES, S, C.; BARCELOS, D.; Colapso das abelhas: Possíveis causas e consequências do seu desaparecimento na natureza. **ACTA Apicola Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 11-15, 2017.

CASTILHOS, D.; BERGAMO, G. C.; GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. Colony losses in Brazil: a 5-year online survey. **Apidologie**, v. 50, n. 263, ed. 3, p. 263–272, 2019.

CATAE, A. F. **Alterações no cérebro e no ventrículo de abelhas *Apis mellifera* expostas ao imidacloprido**. 2016.

CHAMBÓ, E. D.; GARCIA, R. C.; OLIVEIRA, N. T. E. de; DUARTE-JÚNIOR, J. B. Aplicação de inseticida e seus impactos sobre a visitação de abelhas (*Apis mellifera* L.) no girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n. 1, p.37-42, 2010

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, 2017. 105p.

CHRISTEN, Verena; FENT, Karl. Exposure of honey bees (*Apis mellifera*) to different classes of insecticides exhibit distinct molecular effect patterns at concentrations that mimic environmental contamination. **Environmental pollution**, v. 226, p. 48-59, 2017.

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

CORDOVA, D.; BENNER, E. A.; SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. B.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.;

WU, L.; SMITH, R. M.; TAO, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 84, n. 3, p. 196-214, 2006.

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.

CHRISTEN, V.; FENT, K. Exposure of honey bees (*Apis mellifera*) to different classes of insecticides exhibit distinct molecular effect patterns at concentrations that mimic environmental contamination. *Environmental Pollution*, v. 226, p. 48-59, 2017.

CRESSWELL, J. E.; DESNEUX, N.; VAN ENGELSDORP, D. Dietary traces of neonicotinoid pesticides as a cause of population declines in honeybees: an evaluation by Hill's epidemiological criteria. **Pest Management Science**. 6, 819–827, 2012.

DINTER, A.; BRUGGER, K. E.; FROST, N. M.; WOODWARD, M. D. **Chlorantraniliprole (Rynaxypyr): A novel DuPont™ insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*)**

providing excellent tools for uses in integrated pest management. Julius-KühnArchiv, Berlin, n. 423, p. 84-96, 2009.

EFROM C.F.S., REDAELLI L.R., MEIRELLES R.N., OURIQUEC.B. Sideeffects of pesticides used in the organic system of production on *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. **Braz Arch Biol Technol.**n.55, p.47–53, 2012.

FENT, K.; CHRISTEN, V. Exposure of honeybees (*Apis mellifera*) to different classes of insecticides exhibit distinct molecular effect patterns at concentrations that mimic environmental contamination. **Environmental Pollution**, v. 226, p. 48-59, 2017

FISCHER J, MÜLLER T, SPATZ AK, GREGGERS U, GRÜNEWALD B, MENZEL R. Neonicotinoids interfere with specific components of navigation in honeybees.2014. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091364>> Acesso em: 26 de mai. 2021.

FREITAS, B, M.; PINHEIRO, J, N.; Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **CEP**, v. 60021, p. 970, 2010.

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.

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

GONZÁLEZ-VARO, JP, BIESMEIJER, JC, BOMMARCO, R., POTTS, SG, SCHWEIGER, O., SMITH, HG, STEFFAN-DEWENTER, I., SZENTGYÖRGYI, H., WOYCIECHOWSKI, M. & VILÀ, M. (2013). Efeitos combinados das pressões da mudança global na polinização mediada por animais. *Trends in Ecology & Evolution*, 28:

HALAK, A; ROCHA, H; MATEUS, TERESA, L. A importância da polinização na agricultura. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/profile/Teresa\\_Mateus/publication/323548496\\_A\\_IMPORTANCIA\\_DA\\_POLINIZACAO\\_NA\\_AGRICULTURA/link/s/5a9c78daaca2721e3f321f4e/A-IMPORTANCIA-DA-POLINIZACAO-NA-AGRICULTURA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Teresa_Mateus/publication/323548496_A_IMPORTANCIA_DA_POLINIZACAO_NA_AGRICULTURA/link/s/5a9c78daaca2721e3f321f4e/A-IMPORTANCIA-DA-POLINIZACAO-NA-AGRICULTURA.pdf)> Acesso em: 26 de mai. 2021.

HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T.; PAUL, D.R. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9. 2001. 178kb. Disponível em: <[https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)> Acesso em: 26 de mai. 2021.

HENRY, M.; BÉGUIN, M.; REQUIER, F.; ROLLIN, O.; ODOUX, J.F.; AUPINEL, P.;APTEL, J.; TCHAMITCHIAN, S.; DECOURTYE, A.A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in HoneyBees. **Science**, v.336, n. 1, p.348-350, 2012.

HERBERT, L. T. et al. Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behaviour. **Journal of Experimental Biology**, v. 217, n. 19, p. 3457-3464, 2014.

KADALA, A.; CHARRETON, M.; CHARNET, P.; COLLET, C. Honey bees long-lasting locomotor deficits after exposure to the diamide chlorantraniliprole are accompanied by brain and muscular calcium channels alterations. **Scientific Report**, v. 9, 2019.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A Polinização Agrícola por Insetos no Brasil. Albert-Ludwigs University Freiburg, Nature Conservation and Landscape. **Ecology**. 2020.

LARSON, J. L.; REDMOND, C.T.; POTTER, D.A. Assessing insecticide hazard to bumble bees foraging on flowering weeds in treated lawns. **PLOS ONE**, v. 8, n. 6, e66375, 2013.

Maggi, M., K. Antúnez, C. Invernizzi, P. Aldea, M. Vargas, P. Negri, C. Brasesco, D. De Jong, D. Message, E. Weinstein Teixeira, J. Principal, C. Barrios, S. Ruffinengo, R. Rodríguez Da Silva, and M. Eguaras. 2016. Honeybee health in South America. *Apidologie* 47(6):835-854. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0445-7>.

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, mar./2017.

PERUZZOLO, M. C.; DA CRUZ, B. C. F.; RONQUI, Ludimilla. Polinização e produtividade do café no Brasil. **PUBVET**, v. 13, p. 152, 2019.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, 2010.

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

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 & Evolution**, v.25, p. 345–353, 2010.

RATNAKAR, V.; KOTESWARA, R. S. R.; SRIDEVI, D.; VIDYASAGAR, B. Sublethal exposure of certain newer insecticides molecules to honeybee, *Apis mellifera* Linnaeus. **Indian Journal of Pure & Applied Biosciences**, v. 5, n. 4, p. 641-646, 2017.

RIBEIRO, N. A. A.; BARBARA, G; DE MARCO F., DAGMAR A. as dificuldades da polinização na agricultura através da espécie de abelha europeia *apis mellifera*. anais do fórum de iniciação científica do **UNIFUNEC**, v. 8, n. 8, 2017.

ROUBIK, David Ward. **pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners. V. 1.** FAO, 2018.

SILVA, Idalécio Pacífico da. Exposição a pesticidas em abelhas (*Apis mellifera* L.) utilizadas na polinização do melão (*Cucumis melo* L.). 2015.

SOUSA, C. A. E., AUGUSTO, L. P., MENDONÇA, A. J. T., COSTA, E. M. Toxicidade de clorotraniliprole e ciantraniliprole, nas doses recomendadas para cucurbitáceas, sobre *Apis mellifera* L. **Caderno Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v. 8. n.1, p.12,2018.

SMAGGHE,G.;DEKNOPPER,J.;MEEUS,I.;MOMMAERTS,V.DietaryChlorantraniliprol e suppressesre production ninworker bumblebees.**PestManagementScience**, Sussex,v. 69, n. 7, p. 787-791, 2013.

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

VARIKOU, K.; GARANTONAKIS, N.; BIROURAKI, A. Exposure of *Bombus terrestris* L.to three diferente active ingredients and twoappli-cation methods for olive pest control. *Entomologia Generalis*, v. 39, n. 1, p. 53– 60, 2019.

VANENGELSDORP, 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, e6481, 2009.

WHALON, M. E.; MOTA-SANCHEZ, D.; HOLLINGWORTH, R. M. Analysis of global pesticide resistance in arthropods. *Global Pesticide Resistance in Arthropods*, [S.l.], v.5, p. 31, 2008.

YANG, E. C. et al. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). **Journal of economic entomology**, v. 101, n. 6, p. 1743-1748, 2008.