



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

**EFEITO DO CIANTRANILIPROLE NA SOBREVIVÊNCIA E
CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA AFRICANIZADA**

RUTE LEMOS PEREIRA

POMBAL-PB

2023

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

**EFEITO DO CIANTRANILIPROLE NA SOBREVIVÊNCIA E
CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA AFRICANIZADA**

RUTE LEMOS PEREIRA

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: D. Sc. EWERTON MARINHO DA COSTA.

POMBAL-PB

2023

Ficha catalográfica

P436c Pereira, Rute Lemos.
Efeito do Ciantraniliprole na sobrevivência e capacidade de voo da
abelha africanizada / Rute Lemos Pereira. – Pombal, 2023.
28 f.: il. color.

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

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

Referências.

1. *Apis mellifera*. 2. Inseticida. 3. Toxicidade. 4. Mortalidade de
abelhas. I. Costa, Ewerton Marinho da. II. Título.

CDU 638.12 (043)

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

**EFEITO DO CIANTRANILIPROLE NA SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO
DA ABELHA AFRICANIZADA**

RUTE LEMOS PEREIRA

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:26/06/2023

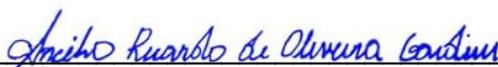
BANCA EXAMINADORA



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



Prof. D. Sc. Fernandes Antonio de Almeida
Examinador Interno
(UAGRA/CCTA/UFCG)



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

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a toda minha família que sempre me incentivou e investiu no meu futuro acadêmico sem medir esforços para que esse sonho se concretizasse. Em especial, meu filho Pietro Levi que foi a maior motivação para não desistir na metade do caminho.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ter me dado força todas as vezes que achei que não aguentaria mais e me guiado por toda essa trajetória.

Aos meus pais, que apesar de todas as dificuldades nunca deixaram de acreditar em mim, se tornaram “pais do neto” para que eu pudesse chegar nesse momento, a esses, nenhum agradecimento seria o suficiente.

Agradeço aos meus irmãos, que se fizeram presente de forma absurda, em especial meu irmão Cleiton Lemos, que me estendeu a mão na hora das crises de ansiedade. Um dos meus maiores incentivadores na vida.

À toda minha família, que de forma direta ou indireta sempre ajudaram.

A todos os funcionários da Universidade Federal de Campina Grande, que oferecem diariamente seus serviços e conhecimentos a nós alunos, em especial, ao Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa, meu Orientador nessa jornada.

Aos amigos, que ao longo dessa jornada também se tornaram família. O consolo nos feriados, o apoio em semana de prova, e a diversão nos horários livres.

E por fim, agradeço ao meu amigo Ulisses Pereira por ser muito além que um colega de curso, um irmão que ganhei na universidade e levarei para vida.

EFEITO DO CIANTRANILIPROLE NA SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA AFRICANIZADA

RESUMO: As abelhas são insetos responsáveis pela polinização e manutenção de centenas de espécies vegetais usadas na alimentação humana, tendo impacto representativo inclusive na geração de renda e desenvolvimento socioeconômico. Os efeitos da intoxicação das abelhas por pesticidas podem acarretar inúmeros prejuízos, como contaminação do mel, mudanças de comportamento, mutação gênica e morte. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade do inseticida Ciantraniliprole (Benevia), na sobrevivência e capacidade de vôo das operárias adultas da abelha africanizada *A. mellifera*, em suas doses comerciais recomendadas, para ampliar as informações principalmente em relação a efeitos subletais do produto. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal/PB, foi avaliado os níveis de toxicidade nos bioensaios, correspondentes a duas formas de exposição: pulverização direta sobre as abelhas e dieta contaminada. Para avaliar a toxicidade, foram testadas cinco doses comerciais do inseticida Ciantraniliprole (0.015; 0.02; 0.04; 0.05; 0.1 g i. a. L⁻¹), e comparadas com a testemunha absoluta (água destilada), e testemunha positiva (Tiamenoxam), sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas. Para o modo de exposição ingestão de dieta contaminada, não houve diferença significativa entre as doses do inseticida testado, que apresentou mortalidade entre 6,0% e 15,4%, diferindo estatisticamente da testemunha positiva (tiametoxam), que ocasionou a morte de 99% das abelhas. Via pulverização direta, o inseticida Ciantraniliprole, independente da dose utilizada, foi pouco nocivo as abelhas, causando mortalidade entre 9,1% e 41,6% nas 24 horas de observação, sendo a dose 0,015 g i. a. L⁻¹ a que ocasionou a menor mortalidade. Em relação a capacidade de voo, independente do modo de exposição, foi observado que as abelhas expostas ao Ciantraniliprole conseguiram atingir todos os níveis de altura de voo, assim como as expostas a testemunha absoluta. Contudo, ressalta-se que para as três maiores doses avaliadas e no modo de exposição pulverização direta, muitas abelhas permaneceram na base da torre de voo, com destaque para as expostas a maior dose, que apresentaram déficit de mobilidade. O inseticida avaliado foi considerado de baixo risco, porém afetou negativamente a capacidade de vôo da abelha *A. mellifera* na dose de 0,1 g i. a.L⁻¹ via pulverização direta.

Palavras Chaves: *Apis mellifera*, inseticida, toxicidade, mortalidade

EFFECT OF CYANTRANILIPROLE ON THE SURVIVAL AND FLIGHT ABILITY OF THE AFRICANIZED HONEY BEE

Abstract: The bees are insects responsible for the pollination and maintenance of hundreds of plant species used in human food, having a representative impact on income generation and socioeconomic development. The effects of bee intoxication by pesticides can cause several losses, such as honey contamination, behavioral changes, gene mutation and death. Therefore, this study aimed to evaluate the toxicity of the insecticide Cyantraniliprole on the survival and flight ability of adult workers of the Africanized honey bee *A. mellifera*, in its commercial doses recommended and used throughout Brazil. The work was carried out in the Entomology Laboratory of CCTA/UFCG, Pombal Campus/PB, being evaluated the toxicity levels through bioassays, corresponding to two forms of exposure: direct spraying on the bees and contaminated diet. To assess toxicity, five commercial doses of the insecticide Cyantraniliprole (0.015; 0.02; 0.04; 0.05; 0.1 g i.a. L⁻¹) were tested and compared with the absolute witness (distilled water), and positive witness (Thiamenoxam), with each experimental unit consisting of 10 adult bees. For the mode of exposure ingestion of contaminated diet, there was no significant difference between the doses of the insecticide tested, which showed mortality between 6.0% and 15.4%, statistically differing from the positive control (thiamethoxam), which caused the death of 99 % of bees. Via direct spraying, the insecticide Cyantraniliprole, regardless of the dose used, was little harmful to bees, causing mortality between 9.1% and 41.6% in the 24 hours of observation, with a dose of 0.015 g i. The. L⁻¹ which caused the lowest mortality. Regarding flight capacity, regardless of the mode of exposure, it was observed that bees exposed to Cyantraniliprole were able to reach all levels of flight height, as well as those exposed to absolute control. However, it is noteworthy that for the three highest doses evaluated and in the direct spray exposure mode, many bees remained at the base of the flight tower, with emphasis on those exposed to the highest dose, which showed mobility deficit. The insecticide evaluated was considered of low risk, but negatively affected the flight capacity of the honey bee *A. mellifera* at a dose of 0.1 g i. a.L⁻¹ via direct spraying.

Keywords: *Apis mellifera*, insecticide, toxicity, mortality

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1	Importância das abelhas <i>Apis mellifera</i> e polinização em áreas agrícolas.....	2
2.2	Declínio das populações de polinizadores	3
2.3	Toxicidade de inseticidas sobre <i>Apis mellifera</i>	4
3	MATÉRIAL E MÉTODOS.....	6
3.1	Análise de dados.....	8
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
5	CONCLUSÃO.....	14
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1 INTRODUÇÃO

A abelha *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) é fundamental para polinização e, conseqüentemente, obtenção de frutos em diversas culturas de importância agrícola. Dentre as razões para o sucesso da referida abelha, destacam-se o tamanho de suas colônias, abundância em diferentes ecossistemas e seus perfis generalistas na localização de recursos florais (PIRES et al. 2016). Todavia, nos últimos anos, o desaparecimento de abelhas tem sido relatado em ambientes agrícolas (WILLIAMS et al., 2010). Acredita-se que uma combinação de fatores vem ocasionando a redução das populações de abelhas, incluindo desmatamento, mudanças climáticas, incidência de patógenos (vírus, bactérias etc.), ataque de pragas (ácaros, traças etc.) e uso de pesticidas nas lavouras (EVANS, et al., 2009).

Diversos estudos apresentam informações sobre os riscos do uso indiscriminado de inseticidas sobre abelhas. Mullin et. al. (2010), relatam em sua pesquisa que 121 inseticidas e diferentes metabolitos foram identificados em colmeias, com uma média de sete pesticidas por amostra de pólen. De acordo com Castilhos et al. (2019), embora o uso de inseticidas não seja direcionado a esses insetos polinizadores, acabam trazendo danos devido seus efeitos nocivos, estando associados a perdas de colônias em todas as regiões do Brasil.

A maioria dos inseticidas, em suas doses letais, exerce seus efeitos tóxicos nos insetos através de alterações na fisiologia do sistema nervoso, levando à morte por hiperatividade ou paralisação das atividades. Os inseticidas, além do efeito letal, podem causar efeitos subletais, gerando alterações cognitivas que desencadearão prejuízos na manutenção da colônia. Dentre os efeitos subletais, destacam-se redução da movimentação e mobilidade, diminuição da capacidade de comunicação e de aprendizagem, além de dificuldades de retorno à colônia (BORTOLLI et al., 2003; DECOURTYE et al., 2005).

Para as antranilamidas, como é o caso do inseticida Ciantraniliprole, apesar de poucas informações, alguns pesquisadores têm relatado baixa toxicidade sobre abelhas (DINTER et al., 2009; LARSON et al., 2013). Contudo, é necessário ampliar as informações principalmente em relação a efeitos subletais, pois alguns produtos podem até não ocasionar a morte, mas podem comprometer atividades locomotoras, resultando em prejuízos que podem afetar toda colônia. Dinter et al. (2015) avaliaram

a toxicidade do inseticida Ciantraniliprole, em formas de exposição distintas, sendo na DL₅₀ 0,39 µg/abelha via oral e 0,63 µg/abelhas via contato direto, constataram que não houve aumento de mortalidade das abelhas, ou seja, o inseticida apresentou baixo risco.

Por existir poucos trabalhos sobre os efeitos de Ciantraniliprole sobre *A. mellifera*, é necessário expandir as pesquisas sobre o tema, pois a falta de informações sobre o efeito dos pesticidas sobre polinizadores representa um obstáculo na preservação desses agentes. Com base no exposto, objetivou-se foi avaliar o efeito do inseticida Ciantraniliprole na sobrevivência e capacidade de voo da abelha *A. mellifera*, por meio da ingestão de dieta contaminada pelo inseticida e pulverização direta do produto sobre abelhas adultas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância das abelhas *Apis mellifera* e da polinização em áreas agrícolas

Quando pensamos em polinizadores para a agricultura, são as abelhas que surgem em primeiro lugar. Cerca de 35% da produção mundial de alimentos depende de polinizadores, e as abelhas constituem o grupo economicamente mais importante de polinizadores em todo o mundo (KLEIN et al., 2007). Estes insetos colaboram de maneira bastante expressiva, atuando como agentes de polinização em aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo (FREITAS, 2006).

A polinização é um fator de grande importância na produção em várias culturas agrícolas. Está diretamente ligada a um melhor rendimento das culturas, podendo não só levar ao aumento no número de sementes, vagens ou frutos vingados, como também melhorar a qualidade dos frutos e sementes, além de influenciar positivamente em outras características de importância agrônômica, tais como a antecipação e a uniformização no amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita (FREITAS et al. 2016).

No Brasil, as abelhas africanizadas desenvolvem um papel imprescindível em diversas culturas agrícolas, sendo utilizadas em larga escala em culturas economicamente importantes, como exemplo: Maçã (*Mallus comunis*), no Estado de Santa Catarina; laranja (*Citrus spp.*) no Estado de São Paulo e melão (*Cucumis melo*) nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (KLEIN et al., 2020). Neste contexto, a

atividade de polinização realizada por abelhas em culturas comerciais, resulta em valores significativos para a economia global. A polinização realizada por estes insetos configurar-se em um importante insumo agrícola.

A introdução de colmeias de abelhas em culturas agrícolas tem sido uma solução encontrada para suprir o requerimento das espécies cultivadas, a fim de aumentar a quantidade e a qualidade da produção (KLEIN et al., 2007; POTTS et al., 2010). Em áreas de produção com a adição de colônias de *A. mellifera*, Ribeiro (2015) constatou um aumento de até 3 toneladas na produtividade de melão, o que caracteriza a eficiência das abelhas na polinização, e conseqüentemente um aumento da produtividade. O abacate (*Persea americana Mill.*), que pode reduzir em até 81% na produção de frutos na ausência de polinizadores (MALERBO-SOUZA et al., 2000); a acerola (*Malpighia emarginata D.C.*), que pode aumentar em até 53%, a produção com visitação adequada dos polinizadores, elevando o peso dos frutos, número de sementes e também tornando a forma do fruto mais regular (VILHENA e AUGUSTO, 2007) e ainda, o umbu (NADIA et al., 2007), a goiaba (ALVES E FREITAS, 2007) e o morango (ANTUNES et al., 2007).

2.2. Declínio das populações de polinizadores

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 (GALLAI et al. 2009). Esse declínio preocupante é atribuído ao uso excessivo de inseticidas que matam certos insetos pragas que afetam a agricultura e causam a morte de abelhas.

Os recentes declínios mundiais em populações de abelhas e a crescente demanda de polinização por insetos para diversas culturas levantam preocupações sobre o declínio das populações de polinizadores. Tais achados são de grande preocupação, dado o grande número e altos níveis de pesticidas encontrados no mel e nas colônias de abelhas (PETTIS et al. 2013).

Nas últimas décadas, inúmeros relatos do desaparecimento de colônias de abelhas manejadas têm sido divulgados. Esses desaparecimentos foram conhecidos inicialmente como Mal de outono, Colapso de outono, Doença de Maio e Doença do desaparecimento, com descrições semelhantes ao que hoje pesquisadores

denominam Colony Collapse Disorder (CCD) (PAREJA et al. 2011), porém sem a magnitude e velocidade dos acontecimentos mais recentes.

A busca constante por aumento de produtividade agrícola tem colaborado para o uso de procedimentos que afetam diretamente as populações de polinizadores. Entre esses procedimentos destacam-se o uso constante de inseticidas, o manejo incorreto de colmeias, a baixa variabilidade genética que afeta diretamente a resistência dos polinizadores ao ataque de pragas, além do desmatamento, que, segundo Sala et al. (2000), é considerado o fator principal relacionado à extinção de espécies. Esta temática tem gerado preocupações das autoridades e pesquisadores do mundo inteiro. Sobretudo, porque a perda destes polinizadores ocasionaria prejuízos incalculáveis para a agricultura mundial e colocaria em risco não apenas a segurança alimentar, mas também comprometeria o funcionamento e equilíbrio de múltiplos ecossistemas.

No Brasil, a agricultura é a maior beneficiária dos serviços de polinização o que torna necessário estudos sobre produtos utilizados nas lavouras, adoção de práticas agrícolas que respeitem o meio ambiente, preservar e restaurar os habitats naturais dando o devido suporte aos serviços de polinização, incorporados às áreas agrícolas. Em 2010, foi levantada a possibilidade de ocorrências de CCD em abelhas africanizadas na região sudeste do Brasil (no município de Altinópolis, SP), em duas ocorrências com características semelhantes às descritas pelos americanos, todavia, sem causas estabelecidas (CASTILHOS, 2019). Apesar de se tratar de uma região de intensa produção agrícola, predominando a cultura da cana-de-açúcar, com o uso corrente de neonicotinóides e fipronil, fica patente a necessidade de estudos que ampliem e aprofundem tais conhecimentos.

2.3. Toxicidade de inseticidas sobre *Apis mellifera*

Diversas práticas agrícolas geram impactos altamente negativos sobre os polinizadores, comprometendo sua diversidade, abundância e eficiência de polinização. Um dos principais fatores responsáveis por esses impactos é o uso inadequado dos inseticidas (LIMA; ROCHA, 2012). A utilização de pesticida está entre as causas mais importantes para o declínio de polinizadores em áreas agrícolas,

principalmente nas grandes áreas ocupadas com monocultivos (FLETCHER; BARNETT 2003; FREITAS et al. 2009).

Estudos realizados por Fletcher; Barnett (2003) revelaram diversos incidentes envolvendo inseticidas e abelhas. Estes estudos constataram que a redução populacional destes insetos estava diretamente relacionada com aplicações de inseticidas Organofosforados, Carbamatos, Piretroides e Organoclorados. Além disso, estudos também confirmaram a periculosidade de uma série de produtos fitossanitários sobre abelhas, entre os mais tóxicos estão os compostos Abamectina, Clorfenapir, Deltametrina e Tiametoxam (RHODES et al 2006).

Segundo Malaspina et al. (2008), os inseticidas podem afetar as abelhas principalmente por três modos de intoxicação: contato; b) ingestão e c) fumigação e, seus efeitos variam de morte causada por toxicidade aguda e efeitos a longo prazo provocando danos no funcionamento da colônia e diminuição da longevidade dos indivíduos.

Sousa et al. (2018) avaliaram a toxicidade dos inseticidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole nas doses recomendada, via ingestão, sobre *A. mellifera* e constataram que o Clorantraniliprole ocasionou 35,8% de mortalidade, diferindo estatisticamente das duas doses do inseticida Ciantraniliprole que ocasionaram, na dose mínima e máxima, 43,4% e 49,8% de mortalidade de *A. mellifera*, sendo considerado de baixo risco as abelhas, por possuir taxa de mortalidade inferior a 50%. Dinter et al. (2015) ao avaliarem a toxicidade do inseticida Ciantraniliprole por duas vias de exposição, na DL₅₀ de 0,39 µg/abelha por via oral e 0,63 µg/abelha via contato, o risco para as abelhas foi estimado como baixo, pois não causou aumento da mortalidade.

Contudo, os efeitos subletais consequente da exposição das abelhas a baixos níveis de doses e/ou a pequeno número de aplicações, principalmente em longo prazo, são pouco conhecidos e não têm sido considerados nos estudos de risco para fins de discussão sobre esse assunto (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Essa falta de informações a respeito dos efeitos dos agrotóxicos sobre os polinizadores da agricultura nacional constitui um dos principais obstáculos à busca do uso sustentável de polinizadores em áreas agrícolas (THOMPSON, 2003; KEVAN, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB. Para realização do experimento foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* provenientes de três (03) colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG.

No experimento, foi Realizado um teste toxicológico com o inseticida Ciantraniliprole (Benevia[®]), pertencente ao grupo químico das Antranilamidas. Foram avaliadas cinco doses comerciais do produto, seguindo as recomendações contidas na bula. Como testemunha absoluta foi utilizada água destilada e como testemunha positiva foi utilizado o inseticida Tiametoxam (Actara[®] 250 WG) na dose máxima recomendada pelo fabricante para o controle de pragas em meloeiro. Para Realizar as diluições dos inseticidas utilizou-se como base um volume médio de aplicação de 500 L/ha, sendo mantidas as proporções de g i.a./L (ingrediente ativo por litro de calda). Os detalhes de cada inseticida e doses utilizadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Inseticidas e respectivas doses que foram avaliados em relação a toxicidade sobre *A. mellifera*, Pombal-PB, 2023.

INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	DOSE AVALIADA	PRAGA ALVO
Ciantraniliprole	Antranilamidas	0,015 g i. a.L ⁻¹	<i>Liriomyza sativae</i>
		0,02 g i. a.L ⁻¹	<i>Diaphania nitidalis</i>
		0,04 g i. a.L ⁻¹	
		0,05 g i. a.L ⁻¹	
		0,1 g i. a.L ⁻¹	
Tiametoxam	Neonicotinóide	0,30 g i. a.L ⁻¹	<i>Bemisia tabaci</i> Biótipo B <i>Aphis gossypii</i>

O efeito letal do Ciantraniliprole sobre *A. mellifera* foi avaliado em dois bioensaios diferentes, correspondentes às duas formas de exposição das abelhas ao produto: pulverização direta sobre as abelhas e ingestão da dieta contaminada com inseticida (via oral), seguindo o método utilizado por Costa et al. (2014). Para facilitar o manuseio durante a preparação dos bioensaios, as abelhas foram préanestesiadas a frio ($\pm 4^{\circ}\text{C}$ por 90 segundos).

Para ambos os bioensaios, as abelhas foram confinadas em arenas (recipiente plástico de 15 cm de diâmetro x 15 cm de altura, parcialmente vedado na extremidade superior com tela antiafideo e com aberturas de aproximadamente 0,1 cm nas laterais para facilitar a circulação do ar). Em cada arena foi ofertado para alimentação Pasta Cândi (dieta artificial de açúcar refinado + mel) em recipientes plásticos de 28 mm de diâmetro e água embebida em algodão hidrófilo (hidratado a cada hora de avaliação).

Os bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, composto por 7 tratamentos, T1–Testemunha absoluta (água destilada); T2–Testemunha positiva (Tiametoxam $0,30 \text{ g i. a. L}^{-1}$); T3- Ciantroniliprole dose 1 ($0,015 \text{ g i. a. L}^{-1}$); T4- Ciantroniliprole dose 2 ($0,02 \text{ g i. a. L}^{-1}$); T5- Ciantroniliprole dose 3 ($0,04 \text{ g i. a. L}^{-1}$); T6- Ciantroniliprole dose 4 ($0,05 \text{ g i. a. L}^{-1}$); T7- Ciantroniliprole dose 5 ($0,1 \text{ g i. a. L}^{-1}$), onde cada tratamento foi distribuído em dez repetições, com a parcela (arena) constituída por 10 operárias adultas de *A. mellifera*. A execução de todos os bioensaios foram realizados em sala climatizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 12 h.

Após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a mortalidade e o comportamento das abelhas, sendo os horários de observação padronizados a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 24 horas após o início da exposição aos inseticidas. As abelhas foram consideradas mortas quando não apresentaram movimentos durante as observações, mesmo quando estimuladas por toques com pincel de cerdas finas.

As abelhas sobreviventes passaram por uma avaliação da capacidade de voo, tendo como base a metodologia utilizada por Gomes et al. (2020). A capacidade de voo foi avaliada com auxílio de uma torre de voo, em sala escura, com temperatura média de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$, contendo uma fonte luminosa no topo da torre, com o objetivo de atrair as abelhas por meio do fototropismo positivo. A torre de voo era de madeira ($35 \times 35 \times 115 \text{ cm}$ de altura), com laterais transparentes para permitir a visualização do voo das abelhas, havendo ainda uma fita métrica nas laterais e uma lâmpada fluorescente no topo.

As abelhas sobreviventes após 24h de exposição, direta ou oral, foram liberadas individualmente na base da torre (altura 0 cm), e seu deslocamento foi avaliado por 60 segundos, marcando o estrato máximo atingido. Posteriormente as abelhas foram liberadas. A torre de voo apresentou cinco níveis de altura, sendo 0 cm (permanência na base), de 1 a 30cm, de 31 à 60cm, de 61 à 90cm, e de 91 à 105cm (luz).

2.4. Análise de dados

Para o teste de mortalidade foi utilizado a equação de Abbott (1925) individualmente para cada tratamento, em seguida foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) a nível de 5% de significância, posteriormente o teste de Wilcoxon. Em relação a capacidade de voo, para verificar se os tratamentos afetaram a quantidade de abelhas que atingiram cada classe de altura, foi aplicada uma Análise de Variância com permutação (PERMANOVA). Todas as análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSÃO

Para o modo de exposição ingestão de dieta contaminada, não houve diferença significativa entre as doses do inseticida testado, que apresentou mortalidade entre 6,0% e 15,4%, sendo a dose 0,2 g i. a. L⁻¹ a que ocasionou a menor mortalidade, diferindo estatisticamente da testemunha positiva (tiametoxam), que ocasionou a morte de 99% das abelhas. Via pulverização direta, o inseticida Ciantraniliprole, independente da dose utilizada, foi pouco nocivo as abelhas, causando mortalidade entre 9,1% e 41,6% nas 24 horas de observação, sendo a dose 0,015 g i. a. L⁻¹ a que ocasionou a menor mortalidade, diferindo estatisticamente da testemunha positiva (Tiametoxam), que ocasionou a morte de 100% das abelhas (Figura 1).

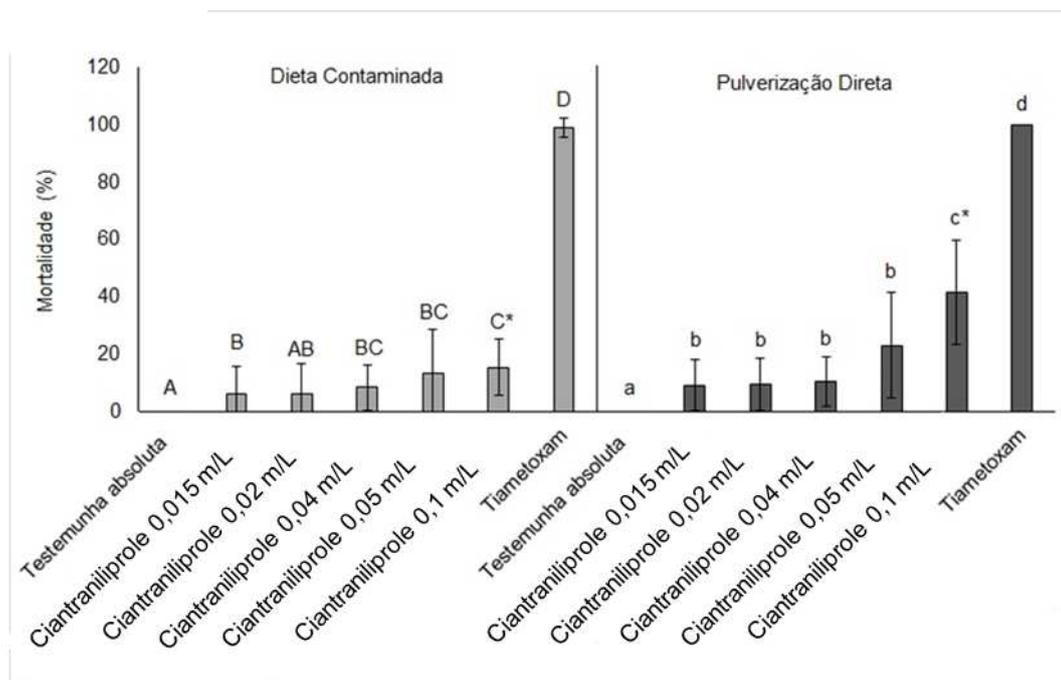


Figura 1. Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após a ingestão de dieta contaminada e exposição a pulverização direta ao inseticida Ciantraniliprole, Pombal – PB, 2023.

*Sobre as barras letras diferentes representam diferenças significativas de acordo com o teste de Wilcoxon ao nível de 5% de significância.

Apesar da baixa mortalidade, é importante destacar que o inseticida Ciantraniliprole ocasionou previamente paralisia nas abelhas que morreram. Os efeitos subletais ocasionados pelo Ciantraniliprole no experimento, estão relacionados ao modo de ação desse ingrediente ativo que age por ingestão, ligando-se aos receptores de rianodina dos insetos, afetando diretamente a função muscular (CORDOVA et al., 2006). Como são inseticidas relativamente novos, existem poucos estudos sobre esses produtos.

Dinter et al. (2015), avaliaram a toxicidade de Ciantraniliprole, nas doses 0,39 µg/abelha via oral e 0,63 µg/abelhas via contato direto, e registraram baixa mortalidade, não sendo observada aumento na taxa de mortalidade com incremento da dose. Sousa et al. (2018) avaliaram a toxicidade das diamidas Clorantraniliprole e Ciantraniliprole, via ingestão, sobre *A. mellifera* e constataram que o Clorantraniliprole ocasionou 35,8% de mortalidade, diferindo estatisticamente do inseticida

Ciantranilprole que ocasionou mortalidade entre 43,4% e 49,8% das abelhas, sendo considerado de baixo risco, por possuir taxa de mortalidade inferior a 50%.

Outros trabalhos com diamidas, especialmente com Clorantranilprole, também atestam baixa mortalidade sobre abelhas. Dinter et al. (2010), observaram que o produto Clorantranilprole nas doses de ,027 µg/abelha via oral e 0,005 µg/abelha via contato direto, e constataram que, independentemente da dose utilizada, o produto foi de baixa toxicidade para operárias e zangões de *A. mellifera*. Outros estudos relatam a baixa mortalidade do Clorantranilprole 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).

Quanto à análise de sobrevivência após ingestão de dieta contaminada, o Ciantranilprole, independente da dose, proporcionou um elevado TL₅₀ de 213,74h, diferindo significativamente da testemunha positiva (Figura 2).

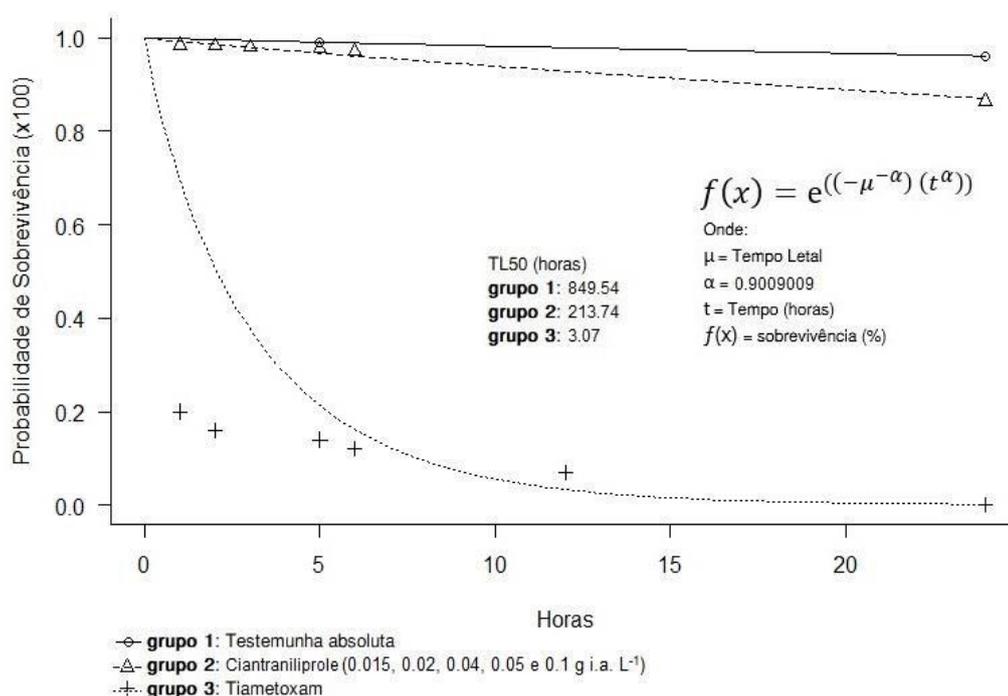


Figura 2. Sobrevivência (%) de operárias adultas de *Apis mellifera* após ingestão de dieta contaminada com diferentes inseticidas, Pombal PB, 2023.

Em relação à pulverização direta, os maiores valores do Tempo Letal Mediano (TL₅₀) foram observados para as doses 0,015, 0,02, 0,04 e 0,05 g i.a L⁻¹ do Ciantranilprole, com 174,44 horas. Assim, apenas a concentração 0.1 g i a L⁻¹

apresentou a velocidade de mortalidade próxima da testemunha positiva (TL₅₀ = 3,02h) (Figura 3).

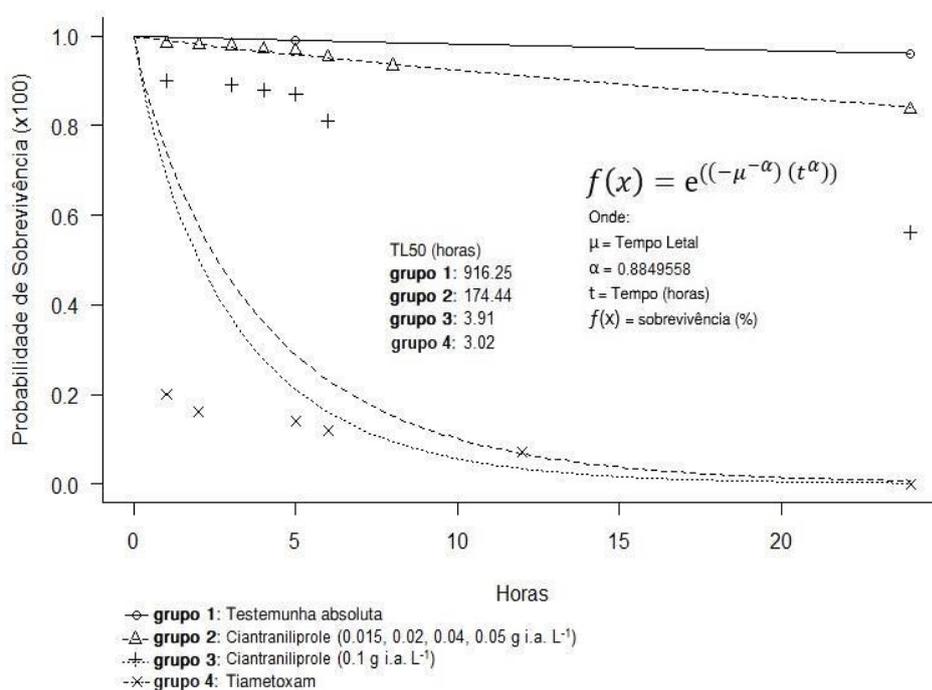


Figura 3. Sobrevivência (%) de operárias adultas de *Apis mellifera* após pulverização direta com diferentes inseticidas, Pombal - PB, 2023.

O inseticida Ciantraniliprole, em ambos os modos de exposição, apresentou uma taxa e velocidade de mortalidade inferior à testemunha positiva, o Tiametoxam, que é conhecido por ocasionar rápida mortalidade sobre abelhas (COSTA et al., 2014). Esta informação é importante, pois demonstra que o Ciantraniliprole é menos letal e configura-se como uma alternativa de aplicação visando a conservação das abelhas em campo.

Em relação a capacidade de voo, independente do modo de exposição, foi observado que as abelhas expostas ao Ciantraniliprole conseguiram atingir todos os níveis de altura de voo, assim como as expostas a testemunha absoluta (Figura 4 e 5).

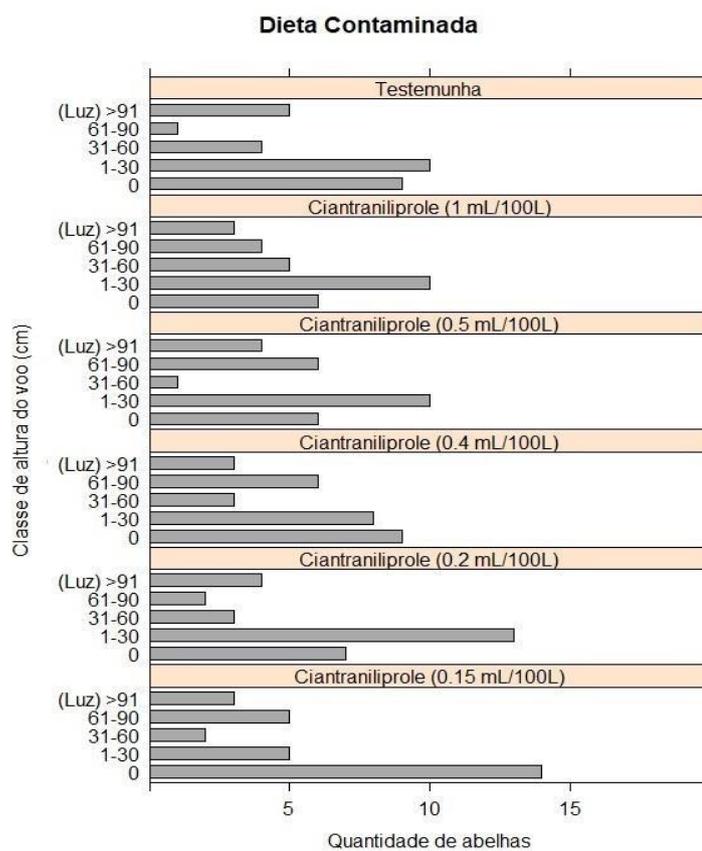


Figura 4. Capacidade de voo de *Apis mellifera* após exposição a dieta contaminada, Pombal-PB, 2023

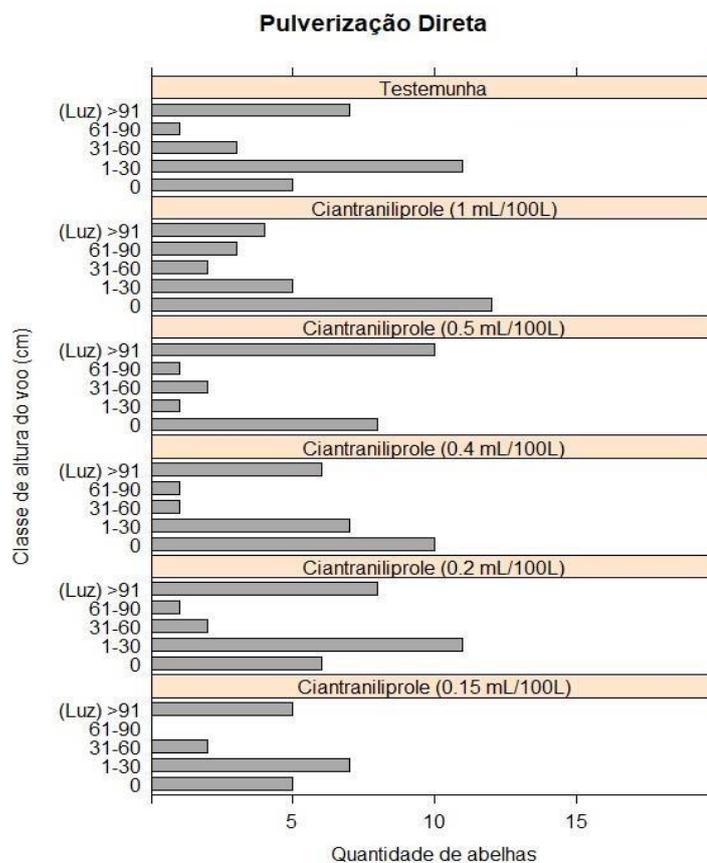


Figura 5. Capacidade de voo de *Apis mellifera* após exposição a pulverização direta, Pombal-PB, 2023.

Contudo, ressalta-se que para as três maiores doses avaliadas e no modo de exposição pulverização direta, muitas abelhas permaneceram na base da torre de voo, com destaque para as expostas a maior dose, que apresentaram déficit de mobilidade. Embora o Ciantraniliprole apresente baixa toxicidade em diferentes modos de exposição (DINTER et al. 2015), existem registros de efeitos subletais que podem comprometer o comportamento natural e o desempenho das abelhas *A. mellifera* nas suas atividades diárias (KADALA et. al.2019). Embora não sejam fatais, alguns dos efeitos não letais, como função fisiológica prejudicada, comportamento alterado e função cognitiva e diminuição da capacidade de forrageamento, podem ser bastante prejudiciais para as abelhas, pois prejudicam a sobrevivência desses insetos e sua capacidade polinizadora (BELZUNCES, 2012).

O inseticida Ciantraniliprole avaliado no presente trabalho apresentou baixa toxicidade nos diferentes modos de exposição, sendo, portanto, pouco nocivo a *A. mellifera*. No entanto, deve se fazer o uso correto desse inseticida, buscando reduzir

a pulverização direta sobre as abelhas e, conseqüentemente, a mortalidade de *A. mellifera* (BLETTLER; FAGÚNDEZ; CAVIGLIA, 2018). Os resultados obtidos irão subsidiar novas pesquisas, especialmente em condições de campo, e auxiliar no manejo sustentável de polinizadores em áreas agrícolas.

5. CONCLUSÃO

Em relação a taxa de mortalidade da abelha *A. mellifera*, o inseticida Ciantraniliprole foi considerado pouco tóxico em ambos os modos de exposição, sendo o modo dieta contaminada menos nocivo que a pulverização direta.

A capacidade de voo da abelha *A. mellifera* foi afetada pelo inseticida Ciantraniliprole na dose de 0,1 g i. a.L⁻¹ via pulverização direta.

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.
- ANTUNES O, CALVETE E, ROCHA H. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Horticultura brasileira* 37, 94–99, 2007.
- ATKINS, E. L.; KELLUM, D. Comparative morphogenic and toxicity studies on the effect of pesticides on honeybee brood. *Journal of Apicultural Research*, v. 25, p. 242-255, 1986.
- 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.
- BELZUNCES, L. P.; TCHAMITCHIAN, S.; BRUNET, J. L. Neural effects of insecticides 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.
- BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. *Bulletin of Insectology*, v. 56, p. 63-67, 2003.
- 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
- 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.

DAG A, EISIKWITCH D (1995) The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. **Apidologie** 26, 511–517.

DECOURTYE, A.; LACASSIE, E.; PHAM-DELEGUE, M.H. Learning performances of honey bees are differentially affected by imidacloprid according to the season. **Pest Management Science**, v. 59, p. 269-278, 2003.

DINTER, A.; SAMAEL, A. Cyantraniliprole: pollinator profile of the novel insecticides under laboratory, semifield and field conditions. **Julius-kühn-Archive**, n.450, p. 2849, 2015.

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.

EVANS, J. D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B. K.; FRAZIER, M.; TARPY, D. R. **Colony collapse disorder: a descriptive study.** PloS one, 4(8), 2009.

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.

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

FREITAS B, M. **Polinizadores e polinização: o valor econômico da conservação**, 2006. Disponível em: http://www.reacao.com.br/programa_sbpc57ra/sbpccontrole/textos/breno_freitas.htm. Acesso em: 03/03/2017.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n. 3, 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.

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.

KEVAN, P. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species activity and diversity. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 373-393, 1999.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture Ecosystems & Environment, Amsterdam**, v. 74, p. 373-393, 1999.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London**. v. 274, p. 303-313, 2007.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A. Polinização Agrícola por Insetos no Brasil. Maranguape, **Unifreiburg**. 2020.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, p. 583–621, 1952.

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

LIMA, M. C.; ROCHA, S. de A. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: **proposta metodológica de acompanhamento**. Brasília: Ibama, 2012. 80 p.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, Universidade de São Paulo, 2008.

MALERBO-SOUZA DT et al. (2000) Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Acta Scientiarum** 22, 937-941.

MORAGAS, W.M; SCHNEIDER, M.O. Biocidas: suas propriedades e seu histórico no Brasil. **Caminhos de Geografia** 3(10) 26-40. 2003.

MULLIN CA et al. 2010. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honeybee health. **PLoS one** 5: 19p.

NADIA T de L, MACHADO IC, LOPES AV (2007) Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica** 30, 89–100.

NOGUEIRA NETO, P. Características diversas, distribuição geográfica e aclimação. In: NOGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.

PARANHOS BAJ, WALDER JMM, MARCHINI LC (1998) Densidade de colmeias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (hymenoptera: apidae), para polinizar maçã cv. anna. **Scientia Agricola** 55, 355–359

PAREJA L et al. 2011. Detection of Pesticides in Active and Depopulated Beehives in Uruguay. **International Journal of Environmental Research and Public Health** 8: 3844-3858.

PETTIS JS et al. 2013. Crop pollination exposes honeybees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*. **PloS one** 8: 9p.

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

PIRES CSS et al. 2016. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51: 422-442.

POTTS, S.G.; et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v.25, n.6, p.345-353, 2010.

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

SALA OE et al. 2000. **Global biodiversity scenarios for the year 2100**. *Science* 287: 1770-1774.

SOUSA, C. A. E., AUGUSTO, L. P., MENDONÇA, A. J. T., COSTA, E. M. Toxicidade de clorantraniliprole 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.

STONE, J. C.; ABRAMSON, C. I.; PRICE J. M. Task-Dependent Effects of Dicofol (Kelthane) on Learning in the Honey Bee (*Apis mellifera*). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.58, n. 2, p. 177-183, 1997.

STONER, A.; WILSON, W. T.; HARVEY, J. Acephate (Orthene): effects on honey bee queen, brood and worker survival. **American Bee Journal**, v. 125, p. 448-450, 1985.

STONER, A.; WILSON, W. T.; HARVEY, J. Dimethoate (Cygon): effect of long-term feeding of low doses on honey bees in standard size field colonies. **The Southwestern Entomology**, v. 8, p. 174-177, 1983.

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

VILHENA AMGF, AUGUSTO SC (2007) Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal** 23,14-23.

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

WILLIAMS, I. H.; FREE, J. B. The pollination of onion (*Allium cepa* L.) to produce hybrid seed. *Journal of Applied Ecology*, **Oxford**, v. 11, p. 409-417, jan. 1974.