

## Avaliação da toxicidade de inseticidas para as abelhas europa (*Apis mellifera*)

### Evaluation of the toxicity of insecticides for europa bees (*Apis mellifera*)

DOI: 10.34188/bjaerv6n4-001

Recebimento dos originais: 05/08/2023

Aceitação para publicação: 30/09/2023

#### João Luiz da Cunha Júnior

Graduando em Engenharia Agrônoma na Universidade Instituto Luterano de Ensino Superior  
ILES/ULBRA  
Avenida Beira Rio, 1001. Nova Aurora Itumbiara-GO  
joaoluizjlcj@rede.ulbra.br

#### João Luís Ribeiro Ulhôa

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras-UFLA  
ILES/ULBRA  
Avenida Beira Rio, 1001. Nova Aurora Itumbiara-GO  
joao.ulhoa@ulbra.br

#### João Antônio Ulhôa Oliveira

Aprimorando em clínica cirúrgica de pequenos animais  
UNIFRAN- Universidade de Franca  
Rua Doutor Jorge Tibiriçá, 311, Franca- SP, parque universitário

#### RESUMO

As abelhas são grandes responsáveis pela polinização, no entanto o seu número vem diminuindo, além de outros fatores, por causa do uso indiscriminado de defensivos agrícolas, como por exemplo os inseticidas. Visando isto o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de inseticidas em abelhas da espécie *Apis mellifera*. O experimento foi conduzido no laboratório de Entomologia da ULBRA em Itumbiara-GO. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, contando com seis tratamentos e cinco repetições. Foram aplicados doses de inseticidas sobre as abelhas e realizado as análises dos resultados. Nas condições que esse experimento foi conduzido foi possível observar que o uso de inseticidas afetou significativamente os adultos e larvas da *Apis mellifera*. No entanto, no intuito de aprimorar os métodos de avaliação de risco e compreender as implicações ambientais e econômicas do uso exagerado de inseticidas, são necessários maiores estudos para entender a ação desses inseticidas a longo prazo.

**Palavras-chave:** *Apis mellifera*, Inseticidas, Toxicidade.

#### ABSTRACT

Bees are largely responsible for pollination, however their number has been decreasing, in addition to other factors, because of the indiscriminate use of pesticides, such as insecticides. Aiming at this, the objective of this work was to evaluate the toxicity of insecticides in bees of the *Apis mellifera* species. The experiment was conducted at the Entomology laboratory at ULBRA in Itumbiara-GO. The design used was completely randomized, with six treatments and five replications. Doses of insecticides were applied to the bees and the analysis of the results was carried out. Under the conditions in which this experiment was conducted, it was possible to observe that the use of insecticides significantly affected the adults and larvae of *Apis mellifera*. However, in order to

improve risk assessment methods and understand the environmental and economic implications of the exaggerated use of insecticides, further studies are needed to understand the action of these insecticides in the long term.

**Keywords:** *Apis mellifera*, Insecticides, Toxicity.

## 1 INTRODUÇÃO

A abelha europa (*Apis mellifera*) possui origem no continente europeu, elas foram introduzidas no Brasil no século XIX junto com a imigração européia, disseminando-as por todo território brasileiro (WIESE, 2005).

Um enxame dessas abelhas é constituído, em média, por milhares de abelhas operárias, algumas centenas de zangões e apenas uma abelha rainha. Cabe a abelha rainha a manutenção da coesão do enxame, a cópula com o zangão durante o voo nupcial e a postura diária de milhares de ovos, garantindo o nascimento de novos indivíduos (ZALUSKI, 2014). O zangão é o responsável por fecundar a abelha rainha e a maior parte dos trabalhos da colmeia é responsabilidade das abelhas operárias, que dividem as tarefas de acordo com sua idade fisiológica (QUEIROZ, 2018).

Wiese (2005), descreve as principais atividades desenvolvidas pelas abelhas operárias sendo a limpeza da colmeia, alimentação das larvas, produção da geleia real para alimentar a rainha, providenciar a criação de novas rainhas, produzir cera, defesa da colmeia, dentre outras. Além de fornecer o mel e outros produtos, as abelhas ainda contribuem ao meio ambiente com seus serviços de polinização, pois elas visitam uma ampla variedade de flores, polinizam as mais variadas culturas e são consideradas a principal espécie polinizadora de culturas agrícolas no mundo (NICOLSON & WRIGHT, 2017).

Em torno de 75% das espécies vegetais existentes são dependentes de agentes polinizadores, sendo as abelhas uma das principais polinizadoras, sendo responsáveis por realizar a reprodução cruzada de 73% de todas as espécies vegetais cultivadas no mundo (FREITAS & PEREIRA, 2004). No entanto, o seu número vem diminuindo cada vez mais, devido a diversos fatores, como, as queimadas, o desmatamento a intensificação da agricultura e principalmente o aumento do uso de defensivos agrícolas, cada vez mais comum, nas lavouras do Brasil e do mundo (PEREIRA, 2010).

Os agrotóxicos cumprem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas. Entretanto, quando disseminados no ambiente, podem causar sérios danos, levando até mesmo à alteração da dinâmica natural de pressão de seleção exercida sobre os organismos, tendo como consequência, mudanças no ecossistema afetado (SPADOTTO, 2006).

O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo e essas substâncias, criadas para reduzir a quantidade de pragas e facilitar a vida do agricultor, podem também ser responsáveis por consequências indesejáveis para o meio ambiente (GARCEZ, 2022).

Os defensivos agrícolas podem ser de vários tipos, de acordo com o que controlam, sendo eles fungicidas, inseticidas, herbicidas, bactericidas, acaricidas e nematicidas. Embora os herbicidas sejam os mais utilizados nas propriedades brasileiras, em geral a toxicidade deste grupo de substâncias é inferior à dos inseticidas (SOUSA, 2023; DELGADO & PAUMGARTTEN, 2004).

De modo geral, os inseticidas (aproximadamente 90%) são neurotóxicos, ou seja, danificam o sistema nervoso central, especificamente na transmissão dos impulsos nervosos pelas células nervosas (PEREIRA, 2010).

Alguns inseticidas, como os piretróides, atuam alterando a propagação do impulso nervoso, causando, assim, sintomas de envenenamento (SODERLUND *et al.*, 2002).

Gill *et al.* (2012) afirmaram que a exposição simultânea à diferentes inseticidas podem gerar efeitos combinatórios das substâncias, com consequências ainda mais graves aos enxames de abelhas podendo causar até o seu desaparecimento.

A importância da apicultura e principalmente a polinização realizada pelas abelhas vem sendo ameaçada dia após dia pelo uso exacerbado de agroquímicos, que acontece de maneira lenta através de contaminações por contato ou ingestão desses produtos (POTTS *et al.*, 2016).

Os inseticidas das classes dos organofosforados e carbamatos são inibidores da acetilcolinesterase, ocasionando acúmulo de acetilcolina nas sinapses nervosas, sendo o sistema nervoso super estimulado, ocorrendo impulsos contínuos e descontrolados, levando a hiperexcitação do sistema nervoso central e morte do animal (LIRA, 2010).

O uso desses inseticidas no campo se deve a sua rápida ação no combate às pragas, por atuarem em locais ultra-sensíveis, que mesmo o menor dano pode resultar em efeitos letais (CASIDA & QUISTAD, 2004).

Visando isto, este presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação de toxicidade de inseticidas químicos, com os princípios ativos: Piretróides, Organofosforados e Carbamatos para a abelha europa *Apis mellifera* através de condições controladas em laboratório.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do experimento, foram coletadas algumas abelhas e larvas na zona rural do município de Pontalina-GO no dia 07 de maio de 2023 sem comprometer a existência da colônia (Figura 01).

Figura 01: Coleta das abelhas na colméia.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

No dia 08 de maio de 2023 experimento foi conduzido no período de 07 a 10 de maio de 2023 no laboratório de Entomologia situado no Campus Experimental do ILES/ULBRA, no município de Itumbiara - GO, cujas coordenadas geográficas são 49° 11'31" de Longitude e 18° 24'33" S de Latitude, aos 448 metros de altitude.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), contando com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 parcelas, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1- Relação dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Produto	Grupo Químico	Dosagem Recomendada pra soja	Dosagem utilizada p/ 9ml
T1	Hero	Piretróide	80 ml de p.c./ ha	4,50 ml de p.c. + 4,50 ml de água
T2	Lambda	Piretróide	75 ml de p.c./ha	0,05 g de p.c.+ 8,90 ml de água
T3	Danimen	Piretróide	150 ml de p.c./ha	6,75 ml de p.c. + 2,25 ml de água
T4	Clorpirifos	Organfosforado	800 ml de p.c./ ha	4,50 ml de p.c. + 4,50 ml de água
T5	Metomil	Carbamato	300 ml de p.c./ ha	6,75 ml de p.c. + 2,25 ml de água
T6	Testemunha	-	-	-

Fonte: Cunha Júnior (2023).

Feito a conversão da dosagem, cada inseticida foi coletado com auxílio de micro seringas e injetados em 5 borrifadores manuais que foram identificados com os nomes dos 5 inseticidas, em seguida foi completado com água para formar a calda de aplicação dentro de cada borrifador de acordo com cada tratamento (Figura 02).

Figura 02: Preparo dos produtos.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Para a realização das aplicações dos tratamentos, foi acondicionado uma abelha em cada gaiola feita com cano PVC nas 5 repetições de cada tratamento. Cada cano foi forrado com uma folha de papel filtro internamente e colocados dentro de uma placa de Petri que também possuía uma forração com uma folha de papel filtro sobre. A fim de evitar a fuga das abelhas, foi utilizado de um pedaço recortado de pano de tecido com micro furos preso com liga de borracha para prendê-lo no cano a fim de evitar a fuga das abelhas (Figuras 03 e 04).

Figura 03: Retirada das abelhas.



Fonte: Cunha Júnior, 2023

Figura 04: Preparo das gaiolas.



Fonte: Cunha Júnior, 2023

Esse processo de separação foi replicado para os 6 tratamentos, onde foram separados e identificados, porém os tratamentos T1 a T5 representaram um inseticida diferente, já o T6 foi a Testemunha.

Os bicos dos borrifadores foram calibrados para aplicação de um volume médio de 1,7 mg/cm<sup>2</sup>, seguindo as recomendações de Hassan *et al.* (1987) e preconizadas pela IOBC (2022).

A aplicação foi realizada utilizando borrifadores específicos para cada tratamento, onde em cada repetição, o papel filtro e o pano de tecido receberam em torno de 6 borrifadas (9 ml) com os

respectivos inseticidas a fim de simular a folha da planta já que todos atuam por superfície de contato (Figura 05).

Figura 05: Aplicação dos tratamentos.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Na testemunha (Tratamento 6), foi aplicado somente água sobre as gaiolas e logo após foi transportado para outro local com temperatura ambiente (Figura 06). Essa aplicação foi realizada de forma homogênea sobre todas todos os papéis filtros dentro dos canos de PVC e placas de Petri.

Figura 06: Separação da testemunha.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Logo as aplicações, as gaiolas foram acondicionadas em uma incubadora do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand ou Demanda Bioquímica de Oxigênio) com o objetivo de simular as condições que podem ser encontradas no campo, utilizando uma temperatura constante de  $\pm 25^{\circ}$  C, onde permaneceram durante todo o tempo da realização do experimento (Figura 07).

Figura 07: Armazenamento das gaiolas na B.O.D.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Para a realização da coleta de dados da morte das abelhas, foi utilizado uma tabela com os horários de verificação da mortalidade de cada abelha em cada tratamento, como pode ser observado na Figura 08.

Figura 08: Tabela para aferição dos resultados.

Inseticida	Tratamento	Bloco	Hora da aplicação	Houve mortalidade da abelha? (Imediato)	Houve mortalidade da abelha? (Após 15 min)	Houve mortalidade da abelha? (Após 30 min)
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Foram considerados mortos os insetos que perderam a coordenação motora. Logo após essa avaliação da morte das abelhas, as gaiolas (T1 a T5) que ainda havia abelhas sobreviventes voltaram para a B.O.D. onde permaneceram até o momento das próximas avaliações.

Os dados de mortalidade obtidos através da avaliação da mortalidade das abelhas adultas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% probabilidade, utilizando o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2010).

Outra avaliação realizada nesse experimento, foi a aplicação dos inseticidas nas larvas de abelhas que ainda permaneciam dentro dos favos que foram recolhidas da colmeia. Para realizar essa avaliação foi utilizado um pedaço de favo para cada tratamento de inseticida (T1 a T5), porém

sem as repetições, sendo o T6 sendo a Testemunha utilizando aplicação somente com água. Foi borrifado sobre esses favos a mesma quantidade de produto que foi utilizada na avaliação das abelhas adultas (Figura 09).

Figura 09: Favos contendo larvas de abelha.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

O resultado da mortalidade dessas larvas nos favos foi expresso através do gráfico 1 conforme demonstrado no resultado e discussão, verificado visualmente se houve mortalidade nos estágios de larva, pupa e metamorfose para adultos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado através da análise de variância na Tabela 2 abaixo, houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo possível concluir que existe toxicidade suficiente nos inseticidas avaliados para causar a morte das abelhas neste experimento (Figura 10 a seguir).

Tabela 2: Análise de variância da avaliação dos resultados da mortalidade das abelhas adultas no experimento de avaliação da toxicidade de inseticidas para as abelhas europa (*Apis mellifera*). Itumbiara- GO, 2023.

F. V.	GL	SQ	QM	F.c.	F.T 5%
Trat's	4	1206,00	301,50	5,05*	3,01*
Erro	16	954,00	59,62		
Total	24				
C.V.(%)	41,51				

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.  
Fonte: Cunha Júnior (2023).

Figura 10: Reação da Abelha ao inseticida.



Fonte: Cunha Júnior, 2023.

Os inseticidas Lambda®, Danimen® e Metomil®, tratamentos 2, 3 e 5, respectivamente apresentaram alta mortalidade para as abelhas com o tempo de resposta imediato, não havendo diferença significativa entre eles. Contudo, os tratamentos 1 e 4, Hero® e Clorpirifos® respectivamente, apresentaram diferenças significativas quando comparados aos outros tratamentos e com a testemunha.

Esse resultado fica mais evidente através do teste das médias, realizado através do Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade conforme demonstrado na Tabela 3 abaixo. Este teste consiste em comparar todos os possíveis pares de médias e se baseia na diferença mínima significativa (D.M.S.), considerando os percentis do grupo, a distribuição da amplitude estudantizada, o quadrado médio dos resíduos da ANAVA e o tamanho amostral dos grupos (OLIVEIRA, 2019).

Tabela 3: Valores médios dos resultados da mortalidade das abelhas adultas no experimento de avaliação da toxicidade de inseticidas para as abelhas europa (*Apis mellifera*). Itumbiara-GO, 2023.

Tratamentos	Médias
	Mortalidade das abelhas
T1	18,00 ab
T2	21,00 ab
T3	27,00 ab
T4	6,00 a
T5	21,00 ab

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.  
Fonte: Cunha Júnior (2023).

O inseticida Clorpirifos® no Tratamento 4 apresentou um número menor nas mortes imediata das abelhas, ou seja, foram necessárias outras avaliações para que sofressem com a toxicidade dos princípios ativos presentes na composição desse produto químico.

As abelhas são importantes para o aumento de produtividade de diversas culturas é primordial a preservação desses insetos. Uma das formas de preservação desses agentes polinizadores no agro ecossistema é por meio da seletividade fisiológica (BEZERRA, 2017).

Essa seletividade está relacionada ao inseticida, ou seja, a dose utilizada capaz de controlar a praga, mas que não afeta as populações de insetos benéficos presentes na cultura. Diante disso, a escolha do produto a ser utilizado no controle de pragas é muito importante para a preservação ou minimização dos impactos negativos sobre esses insetos benéficos (PEREIRA, 2016).

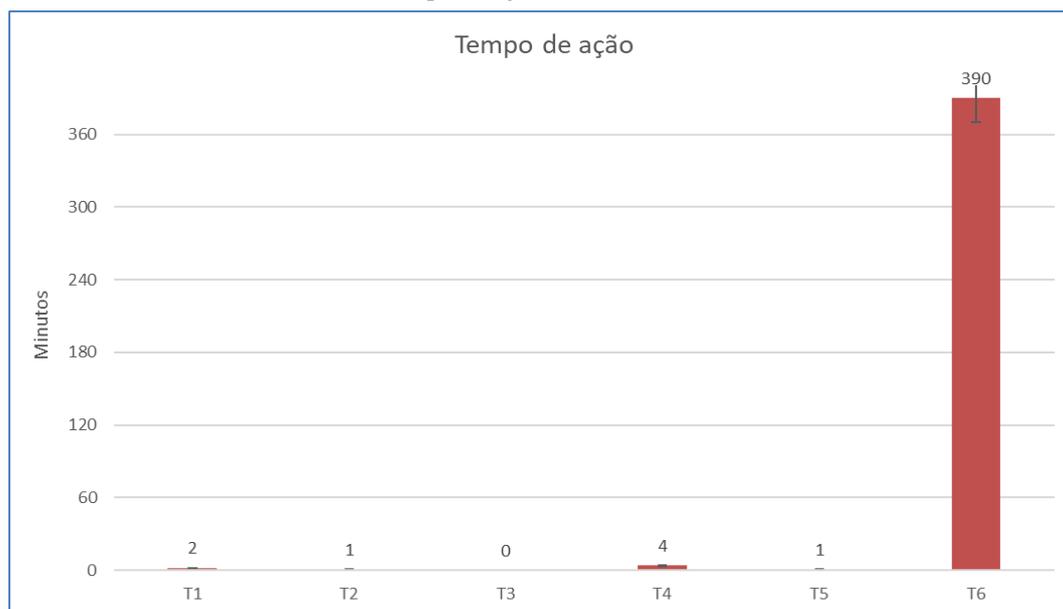
Para os inseticidas que apresentaram elevada toxicidade para *Apis mellifera*, recomenda-se a adoção de medidas que visam reduzir a exposição das abelhas a esses agrotóxicos, tais como a aplicação durante a noite ou adiantando crepúsculo, principalmente na fase de florescimento da cultura (CARMO et al., 2017).

De acordo com Moon (2019) e Stuligross et al. (2020) essa contaminação por compostos químicos como inseticidas contaminam tanto as abelhas que saem da colônia em busca de pólen quanto aquelas abelhas adultas e larvas que estão dentro da colmeia, pois uma vez dentro da colônia, tais compostos são ingeridos pelas larvas, comprometendo sua longevidade e o funcionamento da colônia como um todo.

Ensaio de toxicidade de agrotóxicos em abelhas adultas e larvas de abelhas em concentrações ambientais relevantes realizados por Tadei et al. (2019), constataram que o metabolismo energético é reduzido a níveis muito baixos quando comparados a abelhas saudáveis, ou seja, a morte desses indivíduos é quase instantânea quando expostos a alguns princípios ativos presentes em inseticidas.

Estes resultados corroboram com os encontrados neste experimento, como pode ser observado através do Gráfico 1 abaixo, que representa a imediatez em minutos de como a aplicação dos cinco tratamentos com inseticidas afetaram as larvas das abelhas *Apis mellifera* expostas nos favos, sendo visto que o Tratamento 4 com o inseticida Clorpirifos® levou maior tempo para morte das larvas, já o Tratamento 6 somente com água não houve impacto, demonstrando apenas morte natural dos indivíduos.

Gráfico 1: Tempo de ação dos inseticidas nas larvas.



Fonte: Cunha Júnior (2023).

Diversos pesquisadores ao longo dos anos demonstraram que a toxicidade dos inseticidas causam prejuízos aos enxames de abelhas como por exemplo, a interferência na divisão de trabalho da colmeia, a diminuição da longevidade do enxame, a interferência na comunicação e aprendizado, no desenvolvimento da rainha, a diminuição da atividade de forrageamento e alterações na atividade de locomoção e morfológicas (DECOURTYE et al., 2004; PETTIS et al., 2004; HASSANI et al., 2005; CRUZ et al., 2010; GILL et al., 2012), corroborando com os resultados expressos neste experimento.

Sendo assim, o conhecimento da toxicidade de inseticidas às abelhas *Apis mellífera* é de extrema importância para nortear diretrizes de controle em seu uso, aliadas à preocupação de preservação ambiental (BOVI, 2013).

#### 4 CONCLUSÕES

Nas condições que esse experimento foi conduzido foi possível observar que o uso de inseticidas afetou adultos e larvas da espécie *Apis mellifera*.

No entanto, no intuito de aprimorar os métodos de avaliação de risco e compreender as implicações ambientais e econômicas do uso exagerado de inseticidas, são necessários maiores estudos para entender a ação e a exposição desses princípios ativos presentes nos inseticidas a longo prazo nas abelhas.

## REFERÊNCIAS

- BEZERRA, C. **Preservação de abelhas alia biodiversidade e produtividade**. 2017. Disponível em <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.
- BOVI, T. S. **Toxicidade De Inseticidas Para Abelhas *Apis mellifera* L.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, ESALQ. Botucatu – SP. 69f. 2013.
- CARMO, D. das G. do. *et al.* **Toxicidade de inseticidas comerciais, por ação de contato, para *Apis mellifera***. 2017. Disponível em <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.
- CASIDA, J. E.; QUISTAD, G. B. Why insecticides are more toxic to insects than people: the unique toxicology of insects. **Journal of Pesticide Science**, Tokio, v. 29, n. 2, p. 81-86, 2004.
- CRUZ, A. D.; *et al.* Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae. **Cell Biology and Toxicology**, v.26, n.2, p.165-176. 2010.
- DECOURTYE, A.; *et al.* Effects of imidacloprid and deltamethrin on associative learning in honeybees under semi-field and laboratory conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.57, p.410-419. 2004.
- DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Município de Paty do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.20, p.180-186. 2004.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras- MG: UFLA, 2010.
- FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004.
- GARCEZ, M. **Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo; entenda o impacto**. 2022. Disponível em <<https://doutorjairo.uol.com.br/>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.
- GILL, R. J. *et al.* Combined pesticide exposure severely affects individual – and colony – levels traits in bees. **Nature**, v.491, p.105-109. 2012.
- HASSAN, S. A. *et al.* Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/ WPRS. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v.103, n.1, p.92-107, 1987.
- HASSANI, A. K. E.; *et al.* Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, v.82, p.30-39. 2005.
- IOBC, International Organization for Biological and Integrated Control. **Aims and Objectives**. 2022. Disponível em <<https://iobc-wprs.org/>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.
- LIRA, A. F. **Estudo da cinética de inibição anticolinesterásica por dialquilfosforamidatos**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 77f. 2010.

MOON, P. **Mixing pesticides reduces life and affects bee dynamic**S. 2019. Disponível em <<https://www2.unesp.br>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.

NICOLSON S. W.; WRIGHT G. A. Plant–pollinator interactions and threats to pollination: perspectives from the flower to the landscape. **Functional Ecology**, 2017.

OLIVEIRA, B. **Teste de Tukey para Comparações Múltiplas**. 2019. Disponível em <<https://statplace.com.br>>. Acesso em 05 de Junho de 2023.

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

PEREIRA, P. S. **Níveis de dano econômico e planos de amostragem sequencial para frankliniella schultzei em cultivos de melancia**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi - TO, 2016.

PETTIS, J. S. *et al.* Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. **Apidologie**, v.35, n.6, p.605-601. 2004.

POTTS, S.G.; *et al.* Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, n.5, v.40. p. 220-229, 2016.

QUEIROZ, H. V. S. **Impactos Dos Agrotóxicos em Abelhas Africanizadas**. Monografia (Bacharelado em Agronomia), apresentada à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG - Pombal/PB,. 25f. 2018.

SPADOTTO, C. A. **Abordagem Interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos**. 2006. Disponível em: <<http://www.fmr.edu.br/npi/003.pdf>>. Acesso em 09 de Junho de 2023.

SODERLUND, D. M. *et al.* Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. **Toxicology**, v.171, n.1, p.3-59, 2002.

SOUSA, J. B. **Defensivos agrícolas: importância e principais tipos**. 2023. Disponível em <<https://blog.aegro.com.br/defensivos-agricolas/>>. Acesso em 10 de Junho de 2023.

STULIGROSS C, *et al.* Pesticide and resource stressors additively impair wild bee reproduction. **Proc Biol Sci**. n. 287, Sep 30, 2020.

TADEI, R., *et al.* Late effect of larval co-exposure to the insecticide clothianidin and fungicide pyraclostrobin in Africanized *Apis mellifera*. **Sci Rep**, n. 9, p. 3277, 2019.

WIESE, H. **Apicultura: Novos Tempos**. 2<sup>a</sup>.ed. Guaíba: Agrolivros, 2005, 378p.

ZALUSKI, R. **Efeito Do Inseticida Fipronil Em Abelhas Africanizadas E Na Expressão De Gene Relacionado Ao Sistema Imunológico**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, ESALQ. Botucatu – SP. 61f. 2014.