

Toxicidade de Pimetrozina sobre *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em condições de laboratório

Toxicity of Pymetrozine on Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) under laboratory conditions

Daiane Mirian Tomaz da Silva Lima¹, Ewerton Marinho da Costa², Tiago Augusto Lima Cardoso³, Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo Costa⁴, Alesia Alves de Sousa⁵, Patrick Lima do Nascimento⁶

RESUMO: É fundamental conhecer a toxicidade dos inseticidas sobre as abelhas para auxiliar na preservação dos polinizadores em áreas agrícolas. Portanto, objetivou-se avaliar a toxicidade residual e via ingestão do inseticida Pimetrozina sobre *Apis mellifera*, em condições de laboratório. As abelhas foram expostas a duas doses comerciais (0,2 g i.a./L e 0,4 g i.a./L) do inseticida Pimetrozina, em dois modos de exposição: contato com resíduos do produto em folhas de meloeiro e via oral por meio da ingestão de alimento contaminado. Como testemunha absoluta foi utilizada água destilada e como testemunha positiva o inseticida Tiametoxam (0,30 g i.a./L). Após a exposição foram avaliadas a mortalidade e distúrbios motores por um período de 24 horas. Para as abelhas que sobreviveram após as 24 horas foi avaliada a capacidade de voo. O contato com resíduos do inseticida Pimetrozina provocou mortalidade de 20,8% e 23,9% na menor e maior dose, respectivamente. Via ingestão de alimento contaminado, Pimetrozina ocasionou a morte de 8,2% das abelhas na menor dose e 9,1% na maior dose. O Tempo Letal Mediano (TL₅₀) proporcionado pelo inseticida Pimetrozina foi de 93,3 horas para o contato residual e 229,4 horas via ingestão, independente da dose avaliada. Foi observado que Pimetrozina reduziu a capacidade de voo das abelhas sobreviventes após as 24 horas de exposição. Independentemente do modo de exposição e da dose avaliada, o inseticida Pimetrozina ocasionou baixa mortalidade sobre *A. mellifera*, entretanto, afetou a mobilidade e afetou a capacidade de voo das abelhas em condições de laboratório.

Palavras-chave: Abelha; Inseticida; Mortalidade; Polinização.

ABSTRACT: Understanding the toxicity of insecticides on bees is crucial for preserving pollinators in agricultural areas. This study aimed to evaluate the residual and ingestion toxicity of the insecticide Pymetrozine on *Apis mellifera* under laboratory conditions. Bees were exposed to two commercial doses of Pymetrozine (0.2 and 0.4 g a.i./L) through contact with residues on melon leaves and ingestion of contaminated food. Distilled water served as a control, and Thiamethoxam (0.30 g a.i./L) was used as a positive control. Mortality and motor disorders were assessed over 24 hours. For bees that survived, flight capacity was evaluated. Contact with Pymetrozine residues resulted in 20.8% and 23.9% mortality at the lower and higher doses, respectively. Ingestion of contaminated food caused 8.2% and 9.1% mortality at the lower and higher doses, respectively. The Median Lethal Time (LT₅₀) for Pymetrozine was 93.3 hours for residual contact and 229.4 hours for ingestion, regardless of dose. Pymetrozine also reduced the flight capacity of surviving bees after 24 hours of exposure. Overall, Pymetrozine caused low mortality in *A. mellifera* but affected their mobility and flight capacity under laboratory conditions.

Keywords: Bee; Insecticide; Mortality; Pollination.

¹ Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal (PB).

² Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN). Docente na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal (PB).

³ Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Servidor Técnico da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal (PB).

⁴ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN).

⁵ Mestranda em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal (PB).

⁶ Mestrando em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal (PB).

1 INTRODUÇÃO

As abelhas são fundamentais em áreas agrícolas, pois ao realizarem a polinização viabilizam a produção de frutos e sementes (Giannini *et al.*, 2020). A abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) é considerada a principal espécie polinizadora de culturas agrícolas no mundo (Whitfield *et al.*, 2006), visto que ela é uma espécie generalista, ou seja, usa de uma grande diversidade de flores para obter seu alimento (Klein *et al.*, 2020). Esta ampla atividade de polinização gera valores importantes para a economia mundial, sendo considerado um importante insumo agrícola (Potts *et al.*, 2010; Khalifa *et al.*, 2021).

Apesar de todos os benefícios da polinização realizada pelas abelhas, essa atividade está sendo ameaçada pela perda de colônias em todo o mundo. Castilhos *et al.* (2019), avaliando a perda de colônias de abelhas no Brasil, apontaram que este é um problema de grande escala que afeta a apicultura e sistemas agrícolas. Ainda segundo os autores, nos últimos anos foram registradas perdas severas de colônias de *A. mellifera* em todo o mundo, sendo causadas principalmente pelo uso intensivo de inseticidas, bem como pela destruição de habitat, incidência de patógenos e ataque de pragas.

Em campo, as abelhas podem ser expostas aos agrotóxicos por meio do contato com gotículas de pulverização, ingestão de alimento contaminado e contato com resíduos dos produtos na superfície das plantas (Heard *et al.*, 2017; Cham *et al.*, 2019). Isso pode causar mortalidade e diversos distúrbios fisiológicos e comportamentais às abelhas, como tremores, paralisia, redução da capacidade de voo, redução no aprendizado e perda de memória (Farruggia *et al.*, 2022; Tosi *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2024). Diante disso, são fundamentais os estudos relacionados a toxicidade de inseticidas sobre abelhas para preservação e conservação dos polinizadores nas áreas agrícolas.

Diversas culturas que dependem da polinização exercida por *A. mellifera*, como é o caso da melancia (*Citrullus lanatus*) e do meloeiro (*Cucumis melo*), necessitam da aplicação de inseticidas para o controle de pragas-chave durante o cultivo. Dentre os inseticidas utilizados nas culturas citadas acima, Pimetrozina, produto sistêmico pertencente ao grupo químico Piridina azometina (AGROFIT, 2024), vem sendo considerado, de maneira geral, como potencialmente seguro para programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) devido sua seletividade e eficiência (Sechser; Reber; Bourgeois, 2002). Jansen, Defrance e Warnier (2011) demonstraram a seletividade da Pimetrozina sobre alguns artrópodes benéficos, como por exemplo, joaninhas, vespas parasitoides e moscas-das-flores.

Em relação as abelhas, Mohamed *et al.* (2015), avaliando a toxicidade e alterações bioquímicas sobre *A. mellifera* exposta a quatro inseticidas em condições de laboratório, mostraram que a aplicação direta de Pimetrozina apresentou toxicidade média a baixa para as abelhas, com Dose Letal Mediana (DL50) = 0,16 µg/abelha, após 24 h de exposição. Os mesmos autores constataram que para o modo de exposição oral, o inseticida

Pimetrozina foi pouco tóxico, ocasionando uma mortalidade de 25% na dose recomendada de 250 mg/L após 24 h de exposição.

Contudo, ainda são poucos os estudos relacionados a toxicidade de Pimetrozina sobre *A. mellifera*, especialmente para as doses registradas no Brasil e em diferentes modos de exposição. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi avaliar a toxicidade residual e via ingestão do inseticida Pimetrozina sobre *A. mellifera*, em condições de laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório ($26^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) 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), *Campus Pombal* – PB.

As operárias adultas de *A. mellifera* foram coletadas em quadros de melgueira provenientes de três (03) colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG. O inseticida avaliado foi o Pimetrozina (nome comercial CHESS®; Grupo químico: Piridina Azometina), nas doses mínima [200 g p.c./ha (0,2 g i.a./L)] e máxima [400 g p.c./ha (0,4 g i.a./L)] registradas para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* biotipo B) e pulgão (*Aphis gossypii*) em cucurbitáceas. Como testemunha absoluta foi utilizada água destilada e como testemunha positiva o inseticida Tiametoxam na dose 600 g/ha (0,30 g i.a./L). Para o preparo da calda inseticida foi considerado o volume médio de aplicação de 500 L/ha, sendo as diluições em laboratório feitas para 1 L de água e mantendo a proporção de ingrediente ativo por litro.

2.1 BIOENSAIO 1: EFEITO RESIDUAL DE PIMETROZINA SOBRE *APIS MELLIFERA*

Este bioensaio foi realizado em delineamento inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva – Tiametoxam (0,30 g i.a./L); e duas doses do inseticida Pimetrozina (0,2 g i.a./L e 0,4 g i.a./L)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental constituída por 10 abelhas adultas.

Inicialmente foram produzidas mudas de meloeiro amarelo em casa de vegetação da UAGRA/CCTA/UFCG. As sementes foram semeadas em bandejas multicelulares para a produção das mudas e após 15 dias foram transplantadas e mantidas em vasos com capacidade de 1 kg, contendo como substrato solo e matéria orgânica (esterco bovino curtido) na proporção de 2:1, sendo irrigadas duas vezes ao dia. Quando as mudas atingiram o número mínimo de seis folhas definitivas, foram selecionadas 10 plantas para cada tratamento.

As plantas selecionadas foram pulverizadas com os respectivos tratamentos, com auxílio de um pulverizador manual, seguindo a metodologia proposta por Costa *et al.* (2014). Em seguida, para a devida secagem dos produtos pulverizados, as plantas foram transferidas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram durante 1h. Após a secagem foi realizado o corte das folhas, na altura do pecíolo, e em seguida foi colocada de uma a duas folhas em arenas (recipientes plásticos com 15 cm de diâmetro X 15 cm de

altura e extremidade parcialmente coberta com tela antiafídeo para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente), juntamente com um chumaço de algodão embebido em água destilada e a dieta artificial a base de mel e açúcar refinado (Pasta Cândi) em um recipiente plástico (33 mm de diâmetro e 45 mm de altura). Após esse procedimento, as operárias adultas de *A. mellifera* foram liberadas no interior das arenas para o contato com os resíduos dos produtos. Salienta-se que para viabilizar a manipulação, as abelhas foram previamente anestesiadas por meio do frio ($\pm 4^\circ\text{C}$ durante aproximadamente 90 segundos).

Foram avaliadas a mortalidade e os possíveis distúrbios motores das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início da exposição. As avaliações iniciais, a cada hora, foram realizadas com a finalidade de observar a existência ou não de efeito de choque e se o inseticida apresentaria alta velocidade de mortalidade.

2.2 BIOENSAIO 2: EFEITO DA INGESTÃO DE ALIMENTO CONTAMINADO POR PIMETROZINA SOBRE *APIS MELLIFERA*

Este bioensaio também foi realizado em delineamento inteiramente casualizado composto por 4 tratamentos [Testemunha absoluta – água destilada; Testemunha positiva – Tiametoxam (0,30 g i.a./L); e duas doses do inseticida Pimetrozina (0,2 g i.a./L e 0,4 g i.a./L)] e 10 repetições, sendo cada unidade experimental constituída por 10 abelhas adultas.

Para realização do bioensaio, inicialmente foi feito o preparo da Pasta Cândi. Após o preparo, os tratamentos foram pulverizados sobre a dieta com auxílio de pulverizadores manuais. Posteriormente, as abelhas foram distribuídas nas arenas (iguais as descritas no bioensaio 1) e logo em seguida foi fornecido o alimento contaminado juntamente com um algodão umedecido com água destilada. As abelhas utilizadas no bioensaio ficaram isoladas por 2 horas sem contato com alimento para estimular a alimentação após o fornecimento da dieta contaminada. Para facilitar a manipulação, as abelhas foram anestesiadas igualmente como descrito no bioensaio 1.

Após a distribuição do alimento contaminado, observou-se constantemente as abelhas até a confirmação do contato do aparelho bucal com a dieta contaminada. Após o contato foram avaliadas a mortalidade e os possíveis distúrbios motores das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após o início da exposição, seguindo a metodologia proposta por Costa *et al.* (2014).

2.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *APIS MELLIFERA* APÓS A EXPOSIÇÃO AO INSETICIDA PIMETROZINA

A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviveram após as 24 horas de exposição aos resíduos e ao alimento contaminado com o inseticida Pimetrozina. Para a avaliação, utilizou-se a torre de voo, seguindo a metodologia proposta por Gomes *et al.* (2020). A torre de voo foi constituída por uma estrutura de madeira com dimensões de 35 x 35 x 115 cm, revestida com plástico transparente, apresentando fita métrica nas laterais e com uma lâmpada no topo.

Cada abelha sobrevivente foi colocada na base da torre, sendo disponibilizado o tempo de 60 segundos para a avaliação do voo, sendo registrado se as abelhas conseguiram ou não voar, a altura final atingida pelas abelhas e se conseguiram subir a torre caminhando. As avaliações foram feitas em sala escura, sendo a lâmpada instalada no topo da torre a única fonte de luz no ambiente, cuja finalidade foi proporcionar estímulo para o deslocamento em direção à luz.

A torre de voo apresentou 5 níveis de altura: nível 1 (base da torre), nível 2 (de 1 a 30 cm de altura), nível 3 (de 31 a 60 cm de altura), nível 4 (de 61 a 90 cm de altura) e nível 5 (de 91 a 115 cm de altura, onde se encontra a lâmpada) (Figura 1).

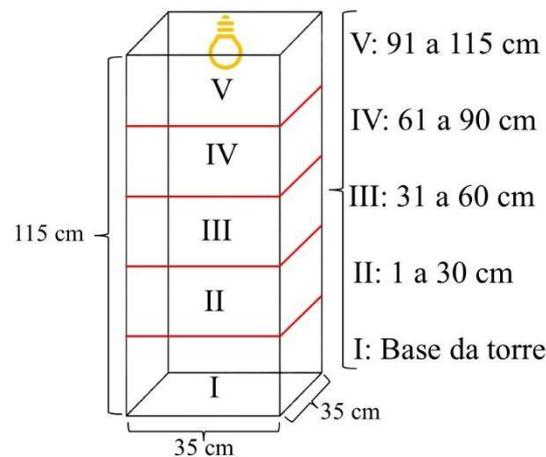


Figura 1. Ilustração da torre de voo que foi utilizada para avaliar a capacidade de voo de *Apis mellifera* após 24 horas de exposição aos tratamentos

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

As porcentagens de mortalidade foram calculadas para cada tratamento e corrigidas usando a equação de Abbott (1925), para reduzir as chances de contabilizar abelhas mortas por fatores não ligados ao contato com o inseticida, sendo em seguida aplicada uma Análise de Variância com Permutação (PERMANOVA), levando-se em consideração dois fatores (tratamento com inseticida e modo de exposição) e a interação entre eles. Efeitos significativos foram investigados mais profundamente aplicando-se o teste de Wilcoxon em comparações par-a-par.

A sobrevivência dos adultos foi analisada ao longo do tempo, ajustando-se os dados à distribuição de Weibull através do pacote *Survival* (Therneau; Lumley, 2010) no software R (*R Development Core Team*, 2020). Tratamentos com efeitos similares (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados por meio de contrastes. O Tempo Letal Mediano (TL₅₀) também foi calculado para cada agrupamento.

O efeito dos tratamentos sobre a capacidade de voo também foi investigado utilizando-se PERMANOVA seguida do teste de Wilcoxon para cada modo de exposição. Neste caso foram considerados como fatores os tratamentos com inseticidas, a altura alcançada pela abelha e a interação entre estes fatores. Investigou-se também se os tratamentos e modos de exposição afetaram a quantidade de abelhas que conseguiu voar

ou caminhar e aquelas que não conseguiram voar nem caminhar. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R (*R Development Core Team*, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses avaliadas do inseticida Pimetrozina causaram mortalidade significativamente superiores à testemunha absoluta e inferiores à testemunha positiva ($p < 0,05$), independente do modo de exposição. A exposição aos resíduos do inseticida nas folhas de meloeiro provocou mortalidade de 20,8% na dose 0,2 g i.a./L e 23,9% na dose 0,4 g i.a./L. Após a exposição ao alimento contaminado foi observada a morte de 8,2% e 9,1% das abelhas na menor e maior dose, respectivamente. Em ambos os modos de exposição, o inseticida Pimetrozina ocasionou baixa mortalidade quando comparado a testemunha positiva, que matou 100% das abelhas ao final do período de avaliação (Figura 2 e 3).

O inseticida Pimetrozina, nos modos de exposição e doses testadas, foi pouco letal quando comparado a testemunha positiva, Tiametoxam, inseticida que é reconhecidamente nocivo as abelhas melíferas via residual e ingestão (Costa *et al.*, 2014; Choudhary *et al.*, 2022). Esta baixa mortalidade provavelmente está associada ao mecanismo de ação do inseticida Pimetrozina, pois ele é um modulador do canal TRPV de órgãos cordotonais e provoca inibição do processo de alimentação, além de atuar basicamente sobre insetos da Ordem Hemiptera (Barilli *et al.*, 2019).

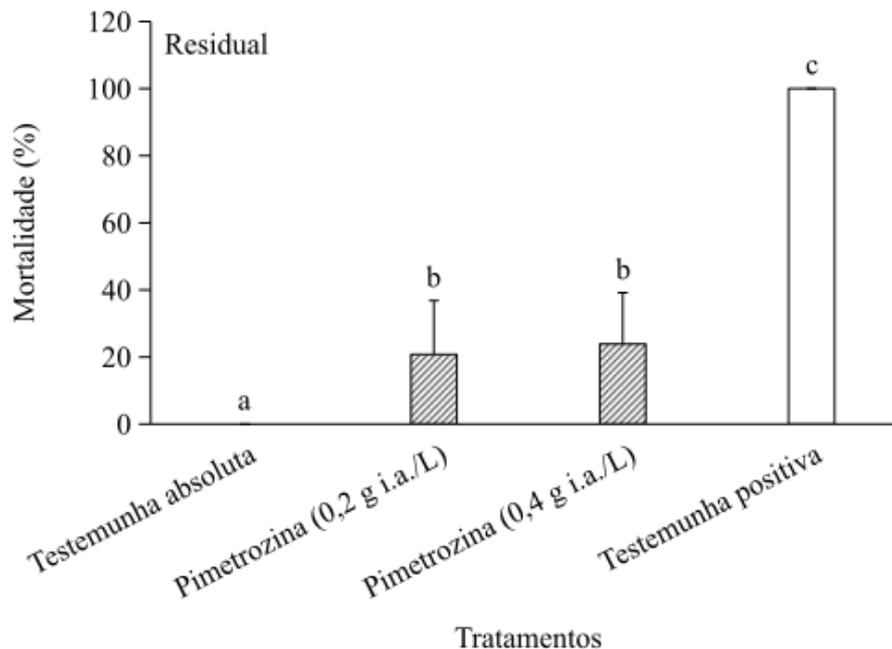


Figura 2. Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após exposição residual ao inseticida Pimetrozina, testemunha absoluta (água destilada) e testemunha positiva (Tiametoxam), em condições de laboratório

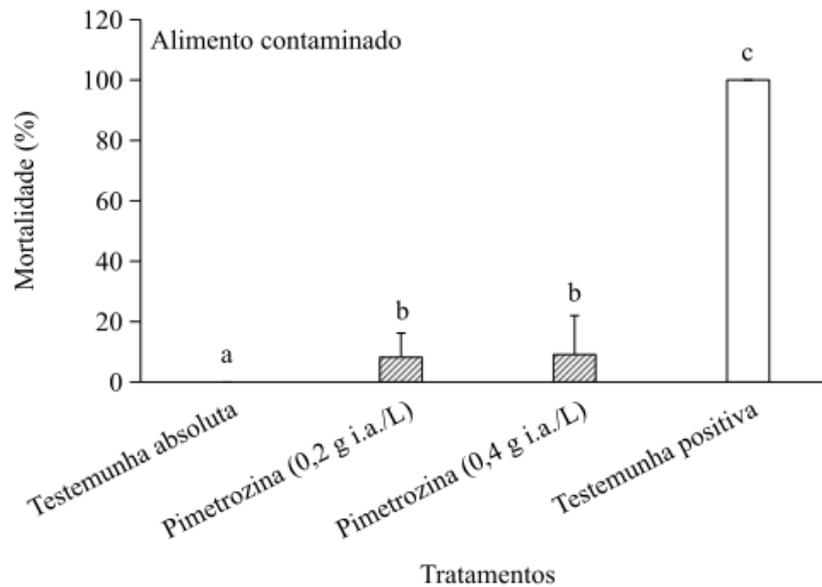


Figura 3. Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após exposição ao alimento contaminado pelo inseticida Pimetrozina, testemunha absoluta (água destilada) e testemunha positiva (Tiametoxam), em condições de laboratório

Nos dois modos de exposição foram observadas alterações no comportamento e mobilidade das abelhas expostas a Pimetrozina em relação as expostas a testemunha absoluta. Os indivíduos expostos ao resíduo de Pimetrozina apresentaram sinais de estresse, sendo observada aglomeração no topo das arenas ou sobre as folhas nas primeiras horas de avaliação, raspagem das folhas de meloeiro e paralisia parcial após 3 horas de exposição. O contato com alimento contaminado também provocou agitação e aglomeração no topo das arenas, mas a paralisia de algumas abelhas ocorreu apenas após 6 horas de exposição. É importante destacar que, dentre os modos de exposição, a maior mortalidade foi observada após o contato com resíduos do produto e na maior dose de Pimetrozina. Este fato possivelmente está relacionado a menor procura pelo alimento no modo de exposição via ingestão, já que o inseticida Pimetrozina pertence ao grupo químico Piridina azometina e pode inibir a atividade de alimentação dos insetos (Sechser; Reber; Bourgeois, 2002).

Independente do modo de exposição, os Tempos Letais Medianos (TL_{50}) proporcionados por Pimetrozina foram muito superiores ao observado na testemunha positiva, ou seja, proporcionou menor velocidade de mortalidade. O contato residual ocasionou um TL_{50} de 93,3 horas, independentemente da dose, e a ingestão de alimento contaminada gerou um TL_{50} de 229,4 horas, também independente da dose. Por outro lado, o Tiametoxam causou TL_{50} de 2,2 horas via ingestão de alimento contaminado e 2,3 horas para o contato residual nas folhas do meloeiro (Figura 4 e 5).

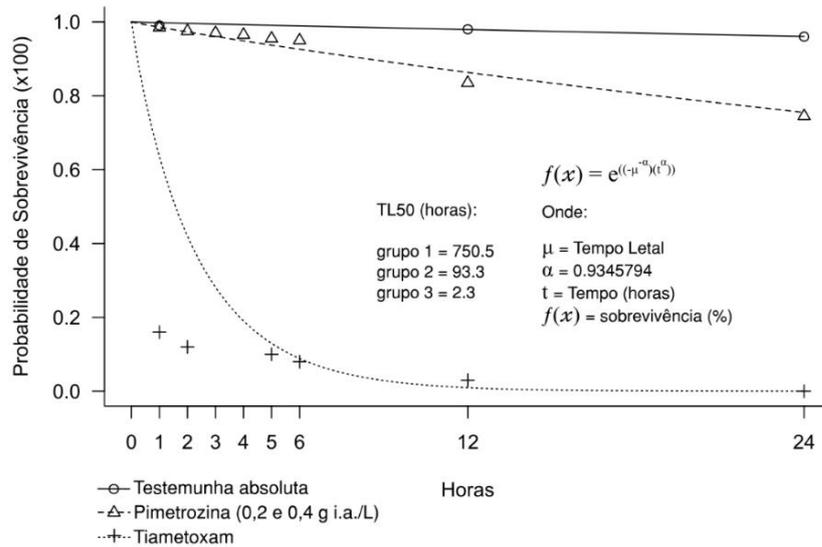


Figura 4. Probabilidade de sobrevivência de *Apis mellifera* após o contato residual com o inseticida Pimetrozina, testemunha absoluta (água destilada) e testemunha positiva (Tiametoxam), em condições de laboratório

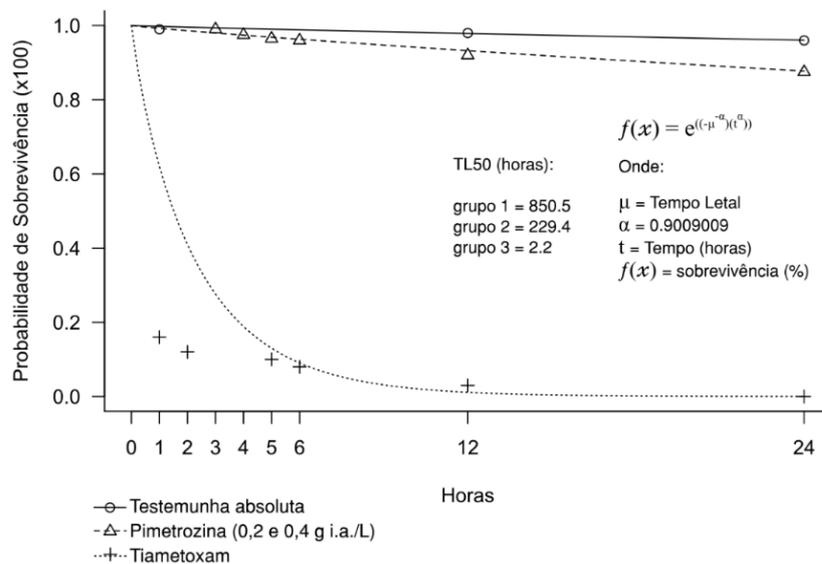


Figura 5. Probabilidade de sobrevivência de *Apis mellifera* após exposição ao alimento contaminado pelo inseticida Pimetrozina, testemunha absoluta (água destilada) e testemunha positiva (Tiametoxam), em condições de laboratório

A velocidade de mortalidade proporcionada pelo inseticida Pimetrozina foi muito inferior a observada nas abelhas expostas ao Tiametoxam, o que em conjunto com os índices de mortalidade indica baixo efeito letal sobre adultos de *A. mellifera*. Mohamed *et al.* (2015), avaliando a toxicidade e alterações bioquímicas da abelha *A. mellifera* exposta a quatro inseticidas em condições de laboratório, destacaram que Pimetrozina, via aplicação direta sobre as abelhas, proporcionou uma toxicidade relativa de média a baixa, com $DL_{50} = 0,16 \mu\text{g}/\text{abelha}$, após 24 h de exposição. Ainda de acordo com os autores, a Pimetrozina foi relativamente pouco tóxica para as abelhas via ingestão, ocasionando uma mortalidade de 25%, na dose recomendada de 250 mg/L após 24 h de exposição.

Abramson *et al.* (2012), descobriram que seria necessária uma exposição 100 vezes maior que a dose recomendada de Pimetrozina para ocasionar efeito no condicionamento da extensão da probóscida (alongamento do aparelho bucal) em abelhas (*A. mellifera*: Híbrido var. Buckfast). Diante do exposto, os resultados do presente trabalho, bem como as informações disponíveis na literatura, apontam que o inseticida Pimetrozina causa baixa mortalidade e não apresenta efeito de choque sobre *A. mellifera*.

As abelhas expostas ao inseticida Pimetrozina, independente do modo de exposição, apresentaram menor capacidade de voo em relação a testemunha absoluta. Após a ingestão de alimento contaminado 44,8% (dose 0,2 g i.a/L) e 50,8% (dose 0,4 g i.a/L) ($p > 0,05$) das abelhas sobreviventes conseguiram voar (Figura 6). Para o modo de exposição residual, a capacidade de voo diferiu significativamente entre as doses de Pimetrozina, pois na maior dose 89,6% das abelhas não voaram e na menor dose o valor foi de 68,0% (Figura 7).

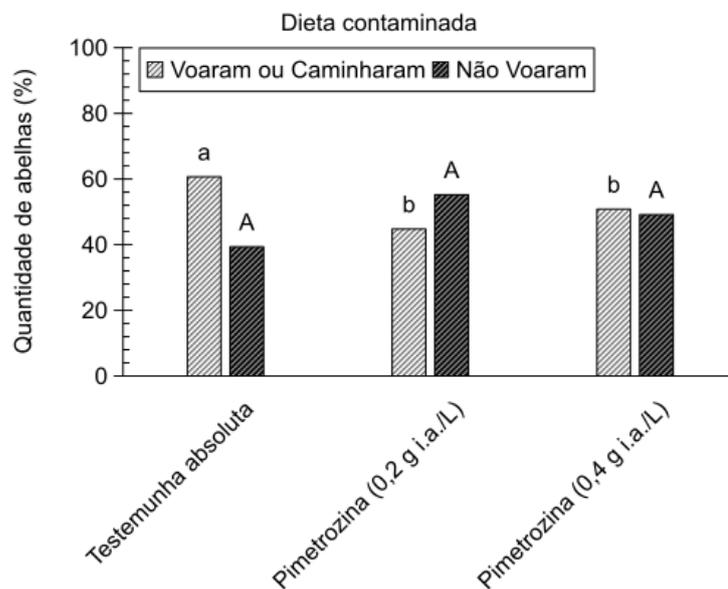


Figura 6. Porcentagem de *Apis mellifera* que voaram ou caminharam e não voaram nem caminharam após exposição ao alimento contaminado pelo inseticida Pimetrozina, testemunha absoluta (água destilada), em condições de laboratório

Com relação à altura de voo, salienta-se que as abelhas expostas ao tratamento testemunha absoluta foram as únicas que conseguiram atingir o nível superior da torre de voo (91 – 115 cm). Dentre as abelhas expostas ao Pimetrozina via ingestão de alimento contaminado, a maioria atingiu os níveis 1 e 2 da torre, sendo 45 abelhas na base da torre (Altura 0 cm) na dose 0,2 g i.a/L e 40 abelhas no nível 2 (Altura 1-30 cm) na dose 0,4 g i.a/L. Para a exposição residual, 39 abelhas permaneceram na base da torre, e 12 abelhas na dose 0,2 g i.a/L e 5 abelhas na dose 0,4 g i.a/L atingiram a altura entre 1-30 cm (Figura 8).

Neste estudo, observou-se que as abelhas expostas ao inseticida Pimetrozina conseguiram voar, porém não atingiram a altura máxima da torre de voo como aconteceu com as abelhas expostas a testemunha absoluta. Para o modo de exposição residual, na dose 0,4 g i.a/L de Pimetrozina, praticamente todas as abelhas ficaram apenas na base da torre, apresentando movimentos lentos e, conseqüentemente, dificuldade para voar. Apesar do inseticida Pimetrozina não apresentar a mesma letalidade do Tiametoxam, ele

afetou a capacidade de voo das abelhas que sobreviveram após 24 horas de exposição, sob condições de laboratório.

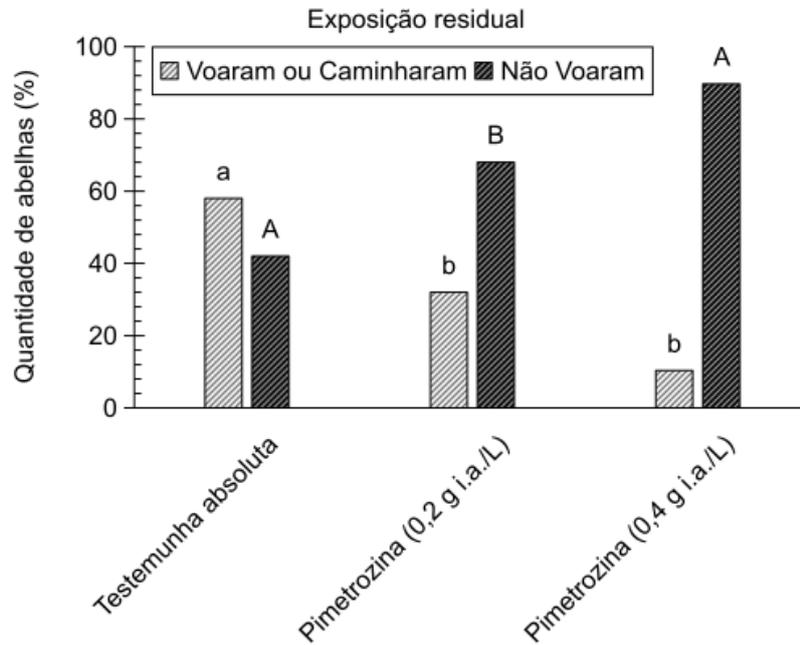


Figura 7. Porcentagem de *Apis mellifera* que voaram ou caminharam e não voaram nem caminharam após o contato residual com o inseticida Pimetrozina e testemunha absoluta (água destilada), em condições de laboratório.

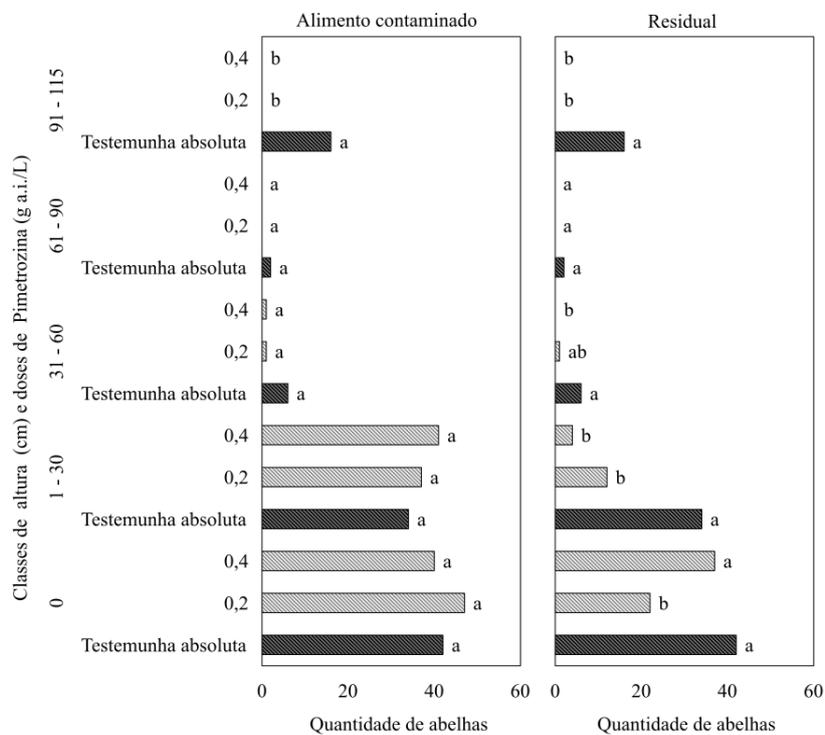


Figura 8. Alturas alcançadas por *Apis mellifera* em teste de voo após exposição a Pimetrozina via contato com alimento contaminado e resíduo sobre folhas de meloeiro, em condições de laboratório.

Apesar de não haver resultados sobre o efeito de Pimetrozina na capacidade de voo de *A. mellifera*, diversos pesquisadores alertam sobre a importância de avaliar esse aspecto, pois alguns inseticidas podem prejudicar a capacidade de voo das abelhas e comprometer toda a colônia (Tosi; Burgio; Nieh, 2017; Gomes *et al.* 2020). Considerando que a capacidade de voo é fundamental para a sobrevivência das populações de *A. mellifera* e processo de polinização, o uso de produtos que interferem nesse comportamento pode prejudicar as atividades diárias das abelhas, levando ao colapso das colônias. Além disso, a redução na frequência de polinizadores no campo ou a polinização ineficiente em plantas pode representar ameaça a conservação de ecossistemas naturais e reduz o rendimento de várias culturas, como por exemplo, o meloeiro (Klein *et al.*, 2007; Brittain; Potts, 2011).

Embora o inseticida Pimetrozina tenha ocasionado baixa mortalidade, apresentou influência negativa na capacidade de voo das abelhas em condições de laboratório, sendo prudente novas investigações para atestar de fato o efeito adverso na capacidade de voo de *A. mellifera*, principalmente em condições de campo. Os dados obtidos ampliam as informações sobre os efeitos do referido inseticida sobre as abelhas melíferas e irão auxiliar no desenvolvimento de novas pesquisas, inclusive de campo, e contribuir para o manejo sustentável dos polinizadores, possibilitando a preservação e a conservação de abelhas em áreas de produção agrícola.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O inseticida Pimetrozina, independentemente do modo de exposição e da dose avaliada, ocasionou baixa mortalidade sobre *A. mellifera*, porém afetou a mobilidade e capacidade de voo das abelhas em condições de laboratório

REFERÊNCIAS

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.

ABRAMSON, C. I., SOKOLIWSKI, M.B.C., BROWN, E.A., PILARD, S. The effect of pymetrozine (Plenum WG-50®) on proboscis extension conditioning in honey bees (*Apis mellifera*: Hybrid var, Buckfast). **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 78, 287-295, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.11.038>

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário**, 2024.

BARILLI, D. R.; PINTO, C. P. G.; GOMES, C. M.; SILVA, J. B.; SANTOS A. L. Z. dos; FONSECA, D. S.; ROSSI, G. D. Modos de ação dos inseticidas comerciais. In book: **Trópicos em Entomologia agrícola**- XII; Chapter: 12. Publisher: Multipress. 2019.

BRITTAİN, C.; POTTS, S. G. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, p. 321-331, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.12.004>

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. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00642-7>

CHAM, K. O.; NOCELLI, R. C. F.; BORGES, L.; VIANA-SILVA, F. E. C.; TONELLI, C.A. M.; MALASPINA, O.; MENEZES, C.; ROSA-FONTANA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; FREITAS, B. M.; PIRES, C. S. S.; OLIVEIRA, F. F.; CONTRERA, F. A. L.; TOREZANI, K. R. S.; RIBEIRO, M. F.; SIQUEIRA, M. A.; ROCHA M. C. L. S. A. Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. **Environmental entomology**, v. 48, n. 1, p. 36-48, 2019. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy137>

CHOUDHARY, A.; MOHINDRU, B.; KAREDLA, A. K.; SING, J.; CHHUNEJA, P. K. Sub-lethal effects of thiamethoxam on *Apis mellifera* Linnaeus. **Toxin Reviews**, v. 41, n. 3, p. 1044-1057, 2022. <https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1958868>

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 honeybee *Apis mellifera* under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 45, n. 1, p. 34-44, 2014. <https://doi.org/10.1007/s13592-013-0226-5>

COSTA, E. M.; BARROS, C. H. P.; SILVA, K. O.; MENDONÇA, A. J. T. M.; CARDOSO, T. A. L.; BEZERRA, C. E. S.; ARAUJO, E. L. Toxicity of anthranilamides used in cucurbit cultivation on *Apis mellifera*. **Comunicata Scientiae**, v. 15, p. 1-6, 2024. <https://doi.org/10.14295/cs.v15.4075>

FARRUGGIA, F. T.; GARBER, K.; HARTLESS, C.; JONES, K.; KYLE, L.; MASTROTA, N.; MILONE, J. P.; SANKULA, S.; SAPPINGTON, K.; STEBBINS, K.; STEEGER, T.; SUMMERS, H.; THOMPSON, P. G.; WAGMAN, M. A retrospective analysis of honeybee (*Apis mellifera*) pesticide toxicity data. **Plos One**, v. 17, n. 4, p. 1-21, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265962>

GIANNINI, T. C.; ALVES, D. A.; ALVES, R.; CORDEIRO, G. D.; CAMPBELL, A. J.; AWADE, M.; BENTO, J. M. S.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. **Apidologie**, v. 51, p. 406-421, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00727-3>

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. <https://doi.org/10.1007/s10646-019-02145-8>

HEARD, M. S.; BAAS, J.; DOURNE. L.; LAHIVE, E.; ROBINSON, A. G.; RORTAIS, A.; SPURGEON, D. J.; SVENDSEN, C.; HESKETH, H. Comparative toxicity of pesticides and environmental contaminants in bees: are honeybees a useful proxy for wild bee species? **Science of the Total Environment**, v. 578, p. 357-365, 2017. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.180>

JANSEN, J.P., DEFRANCE, T., WARNIER, A.M. Side effects of flonicamide and pymetrozine on five aphid natural enemy species. **Biological Control**, v. 56, p. 759–770, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10526-011-9342-1>

KHALIFA, S. A. M.; ELSHAFIEY, E. H.; SHETAIA, A. A.; EL-WAHED, A. A. A.; ALGETHAMI, A. F.; MUSHARRAF, S. G.; ALAJMI, M. F.; ZHAO, C.; MASRY, S. H.; ABDEL-DAIM, M. M.; HALABI, M. F.; KAI, G.; AL NAGGAR, Y.; BISHR, M.; DIAB, M. A. M.; EL-SEEDI, H. R. Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. **Insects**, v. 12, n.8, p. 1-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12080688>

KLEIN, A.-M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing land scapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.**, v. 274, n.1608, p. 303–313, 2007. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

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.

MOHAMED, E. I. BADAWY, HODA M. NASR, ENTSAR I. RABEA. Toxicity and biochemical changes in the honey bee *Apis mellifera* exposed to four insecticides under laboratory conditions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 177-193, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0315-0>

POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v.25, n.6, p.345-353, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2020.

SECHSER, B., REBER, B., BOURGEOIS, F. Pymetrozine: Selectivity spectrum to beneficial arthropods and fitness for integrated pest management. **Anzeiger für Schädlingskunde**, v. 75, p. 72–77, 2002. <https://doi.org/10.1034/j.1399-5448.2002.02021.x>

THERNEAU, T.; LUMLEY, T. Survival: **Survival analysis, including penalised likelihood. R package version**, v. 2 p. 362, 2010.

TOSI, S.; BURGIO, G.; NIEH, J. C. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honeybee flight ability. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 18, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01361-8>

TOSI, S.; SFEIR, C.; CARNESECCHI, E.; VANENGELSDORP, D.; CHAUZAT, M. P. Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. **Science of the Total Environment**, v. 844, p. 1-12, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156857>

WHITFIELD, C.W.; BEHURA, S. K.; BERLOCHER, S. H.; CLARK, A. G.; JOHNSTON, J. S.; SHEPPARD, W. S.; FERREIRO, D. R.; SUAREZ, A. V.; TECELÃO, D.; TSUTSUI, N. D. Thrice out of Africa: ancient and recent expansions of the honeybee, *Apis mellifera*. **Science**, v.314, p.642–645, 2006. <https://doi.org/10.1126/science.1132772>