



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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
APÓS CONTATO COM RESÍDUOS DE SULFOXAFLORE EM FOLHAS  
DE MELOEIRO**

**LETÍCIA PINHEIRO AUGUSTO**

**POMBAL-PB  
2023**

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

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
APÓS CONTATO COM RESÍDUOS DE SULFOXAFLORE EM FOLHAS  
DE MELOEIRO**

**LETÍCIA PINHEIRO AUGUSTO**

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

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

**POMBAL-PB**

**Junho de 2023**

A923s Augusto, Leticia Pinheiro.

Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* após contato com resíduos de Sulfoxaflor em folhas de meloeiro / Leticia Pinheiro Augusto. – Pombal, 2023.

31 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. Abelha africanizada. 2. *Cucumis melo* L. 3. Inseticida. 4. Toxicidade. 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

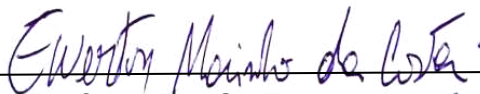
**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*  
APÓS CONTATO COM RESÍDUOS DE SULFOXAFLORE EM FOLHAS  
DE MELOEIRO**

LETÍCIA PINHEIRO AUGUSTO

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: 22/06/2023

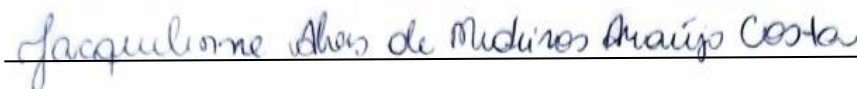
**BANCA EXAMINADORA**



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



Professor. D. Sc. Fernandes Antonio de Almeida  
Examinador interno (UAGRA/CCTA/UFCG)



D.Sc. Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo Costa  
Examinadora externa

## DEDICATÓRIA

*A Deus por guiar cada passo meu e me conduzir até aqui. A João Francisco Duarte (in memoriam), que foi muito importante durante a minha trajetória e me viu crescer, seu carinho e sua amizade serão sempre lembrados por mim.*

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me permitir ter saúde e me dar forças para dar cada passo dessa caminhada, por mais difícil e impossível que parecesse.

Aos meus pais, Márcia Pinheiro de Oliveira Augusto e Joaquim Augusto Neto pela dedicação e confiança depositada em mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa, por todos os ensinamentos repassados, dedicação, preocupação e cuidado.

Ao Prof. Dr. Fernandes Antônio de Almeida, pelos ensinamentos, conselhos e pela sua amizade.

Ao técnico de laboratório Tiago Augusto Lima Cardoso, por ajudar a executar cada etapa do presente trabalho com maestria e pela sua amizade.

A banca examinadora por agregar ao máximo a esse trabalho.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em especial ao Centro de Tecnologia Agroalimentar (CCTA), todo o seu corpo docente e servidores.

Aos meus colegas do período 2017.1, Maressa Isma, Janielio Oliveira, Yago Rodrigues, Eduardo Antônio, Letícia Medeiros, Vítor Rodrigues e Carlos Eduardo.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa GEENTO, em especial, Víctor Hugo, Alesia Alves, Rafael Silva, Emanuel Alexandre, Daiane Mirian, João Victor, Poliana Linhares, Anderson Queiróz, Everaldo Filho e Carlos Henrique.

Aos amigos que a UFCG me presenteou, em especial, Thaysse Gizia, Amanda Rodrigues, Josélia Barreto, Francisco Bruno, Ryan Teixeira, João Pedro Genovez, João Lucas Diniz, Pedro Francisco, Rosivaldo Júnior, Laurênio Ventura, Mateus Granja, Mateus Lins, Luan Odon, Tiago Silva e Rosemberg Araújo.

As pessoas que mais me foram importantes no final dessa jornada onde eu não encontrava forças para continuar, em especial, Marcos Denilson, Gustavo Silva e Renan Leite.

Aos meus demais familiares, em especial, Maiane Oliveira, Jonatas Oliveira, Mikaely Pinheiro, Daiany Pinheiro, Mikely Oliveira, Fagner Pinheiro e Geralda Pinheiro.

As minhas amigas de longas datas, Vitória Torres, Vitória Brenda, Sterphani Andrade e Emilly Gomes que sempre se fizeram presentes, mesmo que de longe.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida e contribuíram de alguma forma e acabamos nos distanciando.

**MUITO OBRIGADA!**

AUGUSTO, L. P. **Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* após contato com resíduos de Sulfoxaflor em folhas de meloeiro.** UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, junho de 2023, 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

**RESUMO:** O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, especialmente no Nordeste brasileiro. Dentre as estratégias de manejo utilizadas durante o cultivo do meloeiro, estão o controle químico de pragas e a adição de colmeias de abelhas *Apis mellifera* no entorno das áreas de produção. Assim, surge o desafio de realizar o controle químico das pragas e preservar as abelhas em campo, sendo imprescindível estudos relacionados a toxicidade de inseticidas sobre os polinizadores da cultura. Diante disso, objetivou-se avaliar a sobrevivência e capacidade de voo da abelha *A. mellifera* após exposição a resíduos do inseticida Sulfoxaflor em folhas de meloeiro. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia pertencente ao CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 6, sendo duas doses do inseticida Sulfoxaflor, 0,048 g i.a./L e 0,192 g i.a./L, uma testemunha (água destilada) e seis tempos de exposição (imediatamente após a pulverização, 1h, 2h, 3h, 24h e 48h após a pulverização), com 10 repetições. Após a exposição aos resíduos nas folhas, foram avaliadas a mortalidade e comportamento das abelhas a 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h, 12h e 24h. Foi observado 100% de mortalidade nas abelhas expostas a dose de 0,048 g i.a./L após o contato com folhas recém pulverizadas e a 1h, 2h e 3h após a pulverização. A mortalidade das abelhas expostas aos resíduos de Sulfoxaflor após 24 h e 48 h de pulverização desta dose, foi de 77,9% e 76,8%, respectivamente. Já para dose de 0,192 g i.a./L, independente do tempo de exposição após a pulverização, foi observado 100% de mortalidade nas abelhas. O tempo letal mediano (TL<sub>50</sub>) proporcionado pelas doses do inseticida Sulfoxaflor variou entre 18,6 e 3,0 horas. O sulfoxaflor prejudicou a capacidade de voo das abelhas sobreviventes. Independente da dose e tempo de exposição após a pulverização, o inseticida se mostrou altamente tóxico para *A. mellifera*.

**Palavras Chaves:** Abelha africanizada, *Cucumis melo* L., inseticida, toxicidade.



AUGUSTO, L. P. **SURVIVAL AND FLIGHT ABILITY OF *Apis mellifera* AFTER CONTACT WITH SULFOXAFLOR RESIDUES IN MELON LEAVES.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER FOR AGRIFOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, juny 2023, 31 p. Completion of course work. Advisor: Prof. doctor Ewerton Marinho da Costa.

**ABSTRACT:** The melon (*Cucumis melo* L.) is one of the main cucurbits cultivated in Brazil, especially in the Brazilian Northeast. Among the management strategies used during melon cultivation are chemical pest control and the addition of the honey bee *Apis mellifera* hives around the production areas. Thus, the challenge of carrying out chemical control of pests and preserving bees in the field arises, being essential studies related to the toxicity of insecticides on the pollinators of the crop. Therefore, the objective was to evaluate the survival and flight capacity of the honey bee *A. mellifera* after exposure to residues of the insecticide Sulfoxaflor on melon leaves. The work was carried out at the Entomology Laboratory belonging to the CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB, in a completely randomized design, in a 3 X 6 factorial scheme, with two doses of the insecticide Sulfoxaflor, 0.048 g i.a./L and 0.192 g i.a./L, a control (distilled water) and six exposure times (Immediately after spraying, 1h, 2h, 3h, 24h and 48h after spraying), with 10 repetitions. After exposure to residues on leaves, mortality and behavior bee were evaluated at 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h, 12h and 24h. 100% mortality was observed in bees exposed to a dose of 0.048 g i.a./L after contact with freshly sprayed leaves and at 1h, 2h and 3h after spraying. The mortality of bees exposed to Sulfoxaflor residues after 24 h and 48 h of spraying this dose was 77.9% and 76.8%, respectively. As for a dose of 0.192 g i.a./L, regardless of the exposure time after spraying, 100% mortality was observed in the bees. The median lethal time (TL<sub>50</sub>) provided by the Sulfoxaflor insecticide doses was 18.6 hours, the highest, and 3.0 hours, the lowest. Sulfoxaflor impaired the surviving bees' ability to fly. Regardless of dose and exposure time after spraying, the insecticide was highly toxic to *A. mellifera*.

**Keywords:** Africanized bee, *Cucumis melo* L.. insecticide, toxicity.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1. Importância econômica e ecológica das abelhas <i>Apis mellifera</i> e o seu declínio populacional nos últimos tempos.....	12
2.2. Importância da abelha <i>Apis mellifera</i> para a cultura do meloeiro.....	13
2.3. Efeito letal e subletal de inseticidas sobre abelha <i>A. mellifera</i> com ênfase nos produtos a base de sulfoxaflor.....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
3.1. Toxicidade residual de sulfoxaflor sobre <i>Apis mellifera</i> .....	17
3.2. Avaliação da atividade de voo da abelha <i>Apis mellifera</i> após a exposição ao inseticida sulfoxaflor .....	19
3.3. Análise dos dados.....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27

## 1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das principais cucurbitáceas produzidas e exportadas pelo Brasil, destacando-se o estado do Rio Grande do Norte como maior produtor e exportador de melão (IBGE, 2023). Durante o seu cultivo, o meloeiro é bastante atacado por insetos praga, sendo necessário a aplicação de inseticidas para manutenção do potencial produtivo da cultura (GUIMARÃES et al., 2008). Todavia, uma prática de manejo comum nas áreas de produção de melão é a instalação de colmeias com a abelha *Apis mellifera* L (Hymenoptera: Apidae), fato que garante a polinização e assegura a obtenção de frutos (SOUSA et al., 2009). A abelha *A. mellifera* é uma espécie de fácil manejo e que consegue entregar excelentes resultados de polinização quando em comparação com outros polinizadores (KLEIN et al., 2020).

Como há a necessidade do controle químico de pragas e adição de colmeias no entorno das áreas, podem ocorrer impactos negativos sobre os polinizadores. Mesmo as abelhas sendo extremamente importantes do ponto de vista ecológico e econômico, observou-se nos últimos anos o declínio das mesmas em áreas de produção agrícola (ORSI et al., 2017). De acordo com Amaro (2012), nos últimos 15 anos houve um número significativo de mortes de abelhas e também de abandono de colônias. Esse problema ocorre por diversos motivos, dentre eles a aplicação de pesticidas nas lavouras, que também é uma das causas do “Colony Collapse Disorder (CCD) (WANG et al., 2019). As abelhas podem ser expostas de três formas aos pesticidas: Contato com gotículas de pulverização, coleta de alimento contaminado e contato com resíduos do produto nas plantas (COSTA et al., 2014).

Independente do modo de exposição, o contato das abelhas com os pesticidas pode ser letal e ainda resultar em efeitos subletais, como tremores, paralisia e perda da capacidade de voo (PHAM-DELÈGUE et al., 2002). De todas as formas de contato das abelhas com os pesticidas mencionadas anteriormente, o contato residual possui um déficit de informações em relação aos outros dois modos de exposição.

Inseticidas a base de Sulfoxaflor são eficientes contra pragas como a mosca branca (*Bemisia tabaci*) e o pulgão (*Aphis gossypii*), porém, chamam atenção pois estão relacionados a redução de enxames de abelhas (TOOGE, 2019). Em experimentos nos quais a abelha *A. mellifera* foi exposta via ingestão ao Sulfoxaflor foram observados efeitos negativos na sua microbiota intestinal (NAGGAR et al.,

2022). Capela (2022) realizou um estudo, no qual após alimentar as abelhas com três doses subletais de sulfoxaflor, as conectou um chip e liberou as mesmas no ambiente com a distância de 1km da colmeia. Com isso, o referido autor comprovou que todas as três doses provocaram efeitos adversos na capacidade de retorno das abelhas a colmeia, tendo apenas 28% delas obtido êxito no retorno.

Apesar dos resultados apresentados acima, não há informações relacionadas ao efeito residual das doses recomendadas do Sulfoxaflor para uso em meloeiro, sobre *A. mellifera*. Portanto, a avaliação da toxicidade do referido inseticida sobre *A. mellifera* é fundamental para o manejo sustentável e conservação da abelha nas áreas de produção. Diante disso, objetivou-se avaliar a sobrevivência e capacidade de voo de *A. mellifera*, após o contato com resíduos do inseticida Sulfoxaflor em folhas de meloeiro.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância econômica e ecológica das abelhas *Apis mellifera* e o seu declínio populacional nos últimos tempos**

As abelhas *A. mellifera* são insetos da ordem Hymenoptera e que estão diretamente relacionados ao processo de reprodução de plantas. A abelha *A. mellifera* é uma das espécies mais importantes para a polinização de algumas espécies pois possui um fácil manejo, além da sua eficiência e rapidez nesse processo quando comparadas a outros polinizadores (PIRES et al., 2016; KLEIN et al., 2020). De acordo com Freitas; Pinheiro (2010), aproximadamente 75% das espécies de plantas que existem no mundo dependem de polinização. Além de outros fatores como a comercialização dos seus subprodutos como mel, geleia real e cera por exemplo ter as abelhas na área de produção é um indicativo de qualidade ambiental, então, a não existência desse inseto na área pode ser uma ameaça ao ambiente e ao ecossistema (BARBOSA et al., 2017).

Outro quesito que torna as abelhas extremamente importantes para a produção de alimentos e ecologicamente é o fato de que as mesmas são bioindicadores de poluição ambiental por meio do seu pólen que é analisado durante o forrageamento (VILLALBA et al.,2020).

Nos últimos tempos tem se observado um declínio populacional e perdas de colônias de abelhas melíferas. De acordo com Castilhos et al. (2019), no cenário nacional, as maiores perdas de colônias de abelhas estão localizadas na região Sul e na região Sudeste, com 67,6% e 63,5% respectivamente. São diversos os fatores que podem contribuir com esse declínio populacional citado acima, esses fatores na maioria das vezes agem em conjunto, mas podem agir separadamente (POTTS et al., 2010; GOULSON et al., 2015). Não somente no Brasil, mas em todo o mundo esse declínio vem sendo observado e por ainda existirem dúvidas sobre os reais motivos que o ocasionam, passaram a relacionar essa problemática com um fenômeno chamado Colony Collapse Disorder ou “Distúrbio de Colapso das Colônias” ou CCD (LE CONTE; ELLIS; RITTER, 2010).

De acordo com Malaspina et al. (2008), existem muitos fatores que podem estar relacionados com o declínio da população de abelhas, dentre eles, a exposição das mesmas a produtos inseticidas em áreas de cultivo e alguns estudos já evidenciam isso. A ausência das abelhas pode afetar diretamente até a produção mundial de alimentos o que ocasionaria um colapso econômico e social (IMPERATRIZ et al., 2012).

## **2.2. Importância da abelha *Apis mellifera* para a cultura do meloeiro**

Foi observado no ano de 2018 que a produção mundial de frutas gerou uma receita de aproximadamente 8,2 bilhões de dólares (OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY - OEC, 2020). A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) possui uma grande popularidade em todo o globo terrestre e o Brasil encontra-se no ranking de maiores produtores mundiais. No cenário nacional, o Rio Grande do Norte se destaca com 61% do total produzido no país (CEPEA, 2020). O melão desempenha um papel social de grande importância pois é fonte de renda para muitos brasileiros.

O meloeiro é considerado uma cultura que depende excessivamente da polinização realizada por *A. mellifera* para que se desenvolva bem e caso essa prática não ocorra, são grandes as chances de frutos pequenos e deformados (FONTES, 2005). Devido ser uma cultura de grande importância econômica por conta das exportações e geração de empregos diretos e indiretos, merece uma atenção redobrada em vários dos seus aspectos como o aparecimento de pragas e doenças (BLEICHER e MELO, 1998).

Em áreas de cultivo de meloeiro no Brasil, é necessária a utilização de colmeias com abelhas *A. mellifera* para assegurar a polinização e, conseqüentemente, obtenção de frutos com uma melhor qualidade (TRINDADE et al., 2004). Estudos realizados por Silva (2013) mostraram que áreas onde foram introduzidas uma, duas ou três colmeias obtiveram gradativamente maior presença de abelhas e conseqüentemente uma melhor produtividade do que áreas onde não haviam colmeias. Para se obter uma alta produtividade de melão, deve existir a combinação de algumas práticas de manejo. Dentre essas práticas, está a utilização de colmeias de *A. mellifera* no entorno das plantações (SIQUEIRA et al., 2011). Mostra-se suficiente a quantidade de 4 colmeias do padrão Langstroth por hectare de melão, desde que estejam bem desenvolvidas (SOUSA et al., 2013)

Trindade (2004) em suas pesquisas verificou que com a ausência das abelhas ocorreu um grande número de flores abortadas. Economicamente se faz importante a aquisição de colmeias para a implantação nas áreas de cultivo, pois, segundo Giannini et al. (2015), os cultivos apresentam uma alta dependência por polinizadores. A utilização de colmeias de *A. mellifera* nas áreas de cultivo tem se tornado cada vez mais comum, por ser uma prática de fácil manejo e pela sua eficiência e rapidez nesse processo (PIRES et al. 2016).

### **2.3. Efeito letal e subletal de inseticidas sobre abelha *Apis mellifera* com ênfase nos produtos a base de Sulfoxaflor**

Existem três formas de exposição das abelhas aos inseticidas, sendo elas: Pulverização direta, contato com resíduos em folhas e fornecimento de dieta contaminada. Costa et al., (2014) após testar diversos inseticidas (Abamectina, Acetamiprido, Cloridrato de Cartape, Clorfenapir, Ciromazina, Deltametrina, Tiametoxam, Flufenoxurom e Piriproxifem) concluiu que independente da forma de exposição do produto seja ela direta, dieta contaminada ou residual, abamectina, Tiametoxam e Clorfenapir são altamente tóxicos as abelhas *A. mellifera*. Dentre os modos de exposição citados, o residual é o que possui um menor banco de dados, a partir disso surge a importância de estudá-lo.

Nos últimos 15 anos as pesquisas sobre toxicidade de inseticidas sobre abelhas aumentaram significativamente devido a seriedade do tema e o seu impacto nas colônias apícolas (OSBORNE, 2012). Já existe uma gama de estudos sobre o que os

inseticidas podem causar nas abelhas, como o de Castilhos et al. (2019), que visou identificar e quantificar compostos presentes em amostras de abelhas possivelmente envenenadas, dando destaques aos inseticidas neonicotinóides e fipronil, identificou sete neonicotinóides (Acetamiprido, Clotianidina, Dinotefuran, Imidacloprido, Nitenpiram, Tiacloprido, Tiametoxam) e um Fenilpirazol (fipronil) nas amostras em níveis letais (>LD 50) nesses insetos.

Gomes et al. (2020) que avaliaram os efeitos de Azadiractina, Piriproxifeno, Clorantraniliprole e Imidacloprido em *A. mellifera*, e observaram que o Imidacloprido causou mortalidade acima de 90% sendo testado nos modos de ingestão e contato com resíduos. Azadiractina e Piriproxifeno causaram alta mortalidade nos testes de ingestão e contato com resíduos respectivamente, provocando também alterações no comportamento das abelhas, e o Clorantraniliprole que causou o dano subletal afetando a capacidade de voo.

Além da possibilidade que os inseticidas tem de serem letais as abelhas, eles também podem causar alterações comportamentais, que acabarão causando sérios prejuízos na manutenção da colônia (PACÍFICO-DA-SILVA; MELO; BLANCO, 2016). Não se limitando apenas a morte dos insetos benéficos mas também a efeitos chamados subletais que os produtos induzem ao organismo, se torna ainda mais preocupante e necessários os estudos (BADAWY; NASR; RABEA, 2015). Essas alterações comportamentais podem ser: tremores e perda da capacidade de voo e alterações nos lóbulos ópticos por exemplo.

O Sulfoxaflor possui classificação toxicológica III, é um inseticida de contato e ingestão liberado para algodão, citros, feijão, melão, melancia, soja, tomate e trigo e possui um alto potencial de toxicidade para as abelhas *A. mellifera* (AGROLINK, 2019). Os estudos envolvendo Sulfoxaflor ainda são escassos na literatura, porém, segundo Babcock (2010), inseticidas a base de Sulfoxaflor apresentam um grande potencial contra insetos sugadores e possuiu um ótimo desempenho contra a mosca branca, *Bemisia tabaci* Gennadius e cigarrinha marrom, *Nilaparvata lugens*. O Sulfoxaflor é registrado para mosca branca, cochonilha escama farinha, psilídeo e algumas espécies de pulgões (AGROFIT, 2023). Segundo Fontes (2021) o Sulfoxaflor é proibido em todos os países da União Europeia devido ser extremamente letal para as abelhas. Na bula do produto também se encontram claras as informações de toxicidade.

De acordo com os estudos realizados por Kim (2022), a forma de atuação do Sulfoxaflor é semelhante à dos neonicotinóides, o que o torna um substituto para os mesmos contra insetos resistentes, principalmente espécies de pulgões e mosca branca. Além disso, Kim (2022) ainda observou em seus testes experimentais uma alta mortalidade larval e de pupas quando expostas ao sulfoxaflor, além de apresentar riscos para o mel, pólen e néctar.

O Sulfoxaflor é bastante prejudicial as abelhas *A. mellifera* pois é capaz de causar a interrupção do metabolismo intestinal das mesmas, diminuir a sua taxa de sobrevivência, o seu consumo de alimentos e conseqüentemente o seu peso, além de causar a perturbação dos metabólitos intestinais desse inseto (SHENGANG, 2023). Foram notadas alterações significativas na microbiota intestinal das abelhas expostas ao Sulfoxaflor, o que pode vir a causar efeitos letais e subletais nas mesmas (NAGGAR; SINGAVARAPU; PAXTON; WUBET, 2022). Além disso, a capacidade de retorno às colmeias das abelhas avaliadas em dado experimento reduziu conforme a dosagem de Sulfoxaflor que as mesmas ingeriram (CAPELA et. al., 2022).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia (sala climatizada a  $25 \pm 2$  °C,  $60 \pm 10\%$  UR e fotofase de 12 h) 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. Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas abelhas operárias adultas de *A. mellifera* oriundas de colônias pertencentes ao apiário da UAGRA/CCTA/UFCG.

O inseticida avaliado foi o Verter<sup>®</sup> SC (Sulfoxaflor), que foi liberado recentemente no Brasil e possui alta eficácia contra determinadas pragas. No experimento foram utilizadas a menor e maior dose registrada para o controle de pragas em meloeiro, de acordo com a bula do produto (Tabela 1). Para a realização do trabalho também foram usadas abelhas testemunhas, que foram expostas apenas a água destilada.



**Tabela1.** Ingrediente ativo, grupo químico, doses e pragas alvo do produto Verter® SC para a cultura do meloeiro.

<b>PRODUTO</b>	<b>INGREDIENTE ATIVO</b>	<b>GRUPO QUÍMICO</b>	<b>DOSE (g i.a./L)</b>	<b>PRAGAS ALVO</b>
Verter® SC	Sulfoxaflor	Sulfoxaminas	0,048	<i>Bemisia tabaci</i>
			0,192	<i>Aphis gossypii</i>

### **3.1. Toxicidade residual de sulfoxaflor sobre *Apis mellifera***

O bioensaio 1 foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Costa et. al. (2014), em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 6, sendo duas doses do inseticida Sulfoxaflor (0,048 g i.a./L e 0,192 g i.a./L), uma testemunha (água destilada) e seis tempos de exposição após aplicação do produto, com 10 repetições, sendo cada unidade experimental formada por 10 abelhas adultas.

Para avaliar a toxicidade residual do inseticida, foram produzidas plantas de meloeiro amarelo, cultivar Iracema (SAKATA®) (uma das principais cultivares plantadas da região), em casa de vegetação do CCTA/UAGRA/UFCG. As plantas foram produzidas e mantidas em vasos (com capacidade de 1 kg) contendo como substrato solo + matéria orgânica (proporção de 2:1) (Figura 1).



(Augusto, L. P., 2022)

**Figura 1.** Plantas de meloeiro em desenvolvimento nos vasos na casa de vegetação para posterior utilização no experimento.

Quando as plantas atingiram o número mínimo de seis folhas definitivas, foram selecionadas 10 plantas para cada tratamento. As plantas selecionadas foram separadas em dois grupos, sendo eles: Grupo 1 – Plantas que receberiam a dose 0.048 g i.a./L e Grupo 2 – Plantas que receberiam a dose 0,192 g i.a./L. Dentro de cada um desses dois grupos de plantas, foram criados seis grupos para realizar a pulverização com o inseticida Sulfoxaflor, sendo eles: Grupo 1 – Recém pulverizadas, Grupo 2 – 1 hora de secagem após a pulverização, Grupo 3 – 2 horas de secagem após a pulverização, Grupo 4 – 3 horas de secagem após a pulverização, Grupo 5 – 24 horas de secagem após a pulverização e Grupo 6 – 48 horas de secagem após a pulverização. A pulverização foi realizada de forma em que fosse feita toda a cobertura da planta com a calda preparada.

Para a devida secagem do produto pulverizado, as plantas foram transferidas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram durante as horas citadas acima. As folhas de cada grupo de plantas foram cortadas na altura do pecíolo, e em seguida colocadas em arenas (recipientes plásticos com 15cm de diâmetro X 15cm de altura e extremidade parcialmente coberta com tela anti afídeo para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água e dieta artificial (Pasta Cândi). Após o referido procedimento, só

então foram liberadas no interior das arenas as operárias adultas de *A. mellifera* para o contato com os resíduos do produto.

Após a liberação das abelhas nas arenas foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, tremores, paralisia, etc) dos insetos a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 24 horas após início da exposição (Figura 2).



(Augusto, L. P., 2022)

**Figura 2.** Arenas dispostas na bancada com as abelhas já expostas aos resíduos de Sulfoxaflor e em observação frequente.

### **3.2. Avaliação da capacidade de voo da abelha *Apis mellifera* após a exposição ao inseticida sulfoxaflor**

Para as abelhas que sobreviveram após 24 horas de exposição aos resíduos de Sulfoxaflor em cada tempo de secagem do produto nas folhas, foi realizada a avaliação da capacidade de voo dos insetos utilizando torre de voo de acordo com a metodologia proposta por Gomes et al. (2020).

A torre de voo é um objeto com estrutura de madeira, dimensões de 35x35x105cm, sendo revestida com um plástico resistente e transparente, fita métrica nas laterais e com uma lâmpada fluorescente na sua parte superior, para que quando acesa, estimule o fototropismo positivo da abelha.

Para a análise de voo, as abelhas sobreviventes foram liberadas uma a uma pelo tempo cronometrado de um minuto, durante esse intervalo de tempo era avaliado

o quanto ela conseguia subir caminhando ou voando. Vale ressaltar que a torre de voo possui cinco níveis de altura: 1 (base da torre), 2 (de 1 cm a 30 cm de altura), 3 (de 31 cm a 60 cm de altura), 4 (de 61 cm e 90 cm de altura) e 5 (de 91 cm até 115 cm, topo da torre). Salienta-se que a avaliação da capacidade de voo foi realizada em sala escura, sob temperatura média ambiente de  $26^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e UR de  $65 \pm 10\%$ , e a única fonte de luz foi a lâmpada da torre de voo que era acesa para estimular o direcionamento da abelha ao topo (Figura 3).



(Augusto, L. P., 2022)

**Figura 3.** Torre de voo preparada para as análises de capacidade de voo das abelhas sobreviventes.

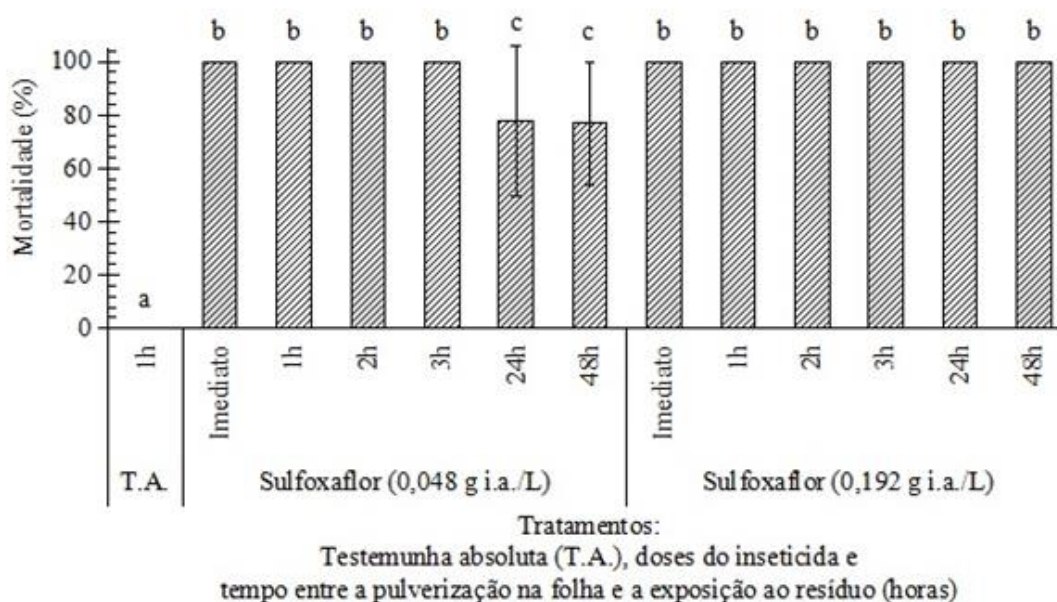
### 3.3. ANÁLISE DOS DADOS

A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott (1925), sendo em seguida aplicada a Análise de Variância com Permutação (Permanova) a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando-se o pacote Survival (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e submetidos à análise de distribuição de Weibull. 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 grupo. Para a capacidade de voo, foi aplicada a Análise de Variância com Permutação (Permanova) a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas doses do inseticida Sulfoxaflor (0,048 g i.a./L e 0,192 g i.a./L) apresentaram alta toxicidade sobre *A. mellifera* em todos os seis tempos de exposição, diferindo significativamente da testemunha. Foi observado 100% de mortalidade nas abelhas expostas a dose de 0,048 g i.a./L após o contato com folhas recém pulverizadas e a 1h, 2h e 3h após a pulverização. A mortalidade das abelhas expostas aos resíduos de Sulfoxaflor após 24 h e 48 h de pulverização, foi de 77,9% e 76,8%, respectivamente. Já para dose de 0,192 g i.a./L, independente do tempo de exposição após a pulverização, foi observado 100% de mortalidade nas abelhas (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Mortalidade (%) de *Apis mellifera* após exposição a resíduos do inseticida Sulfoxaflor em folhas de meloeiro (*C. melo* L.).

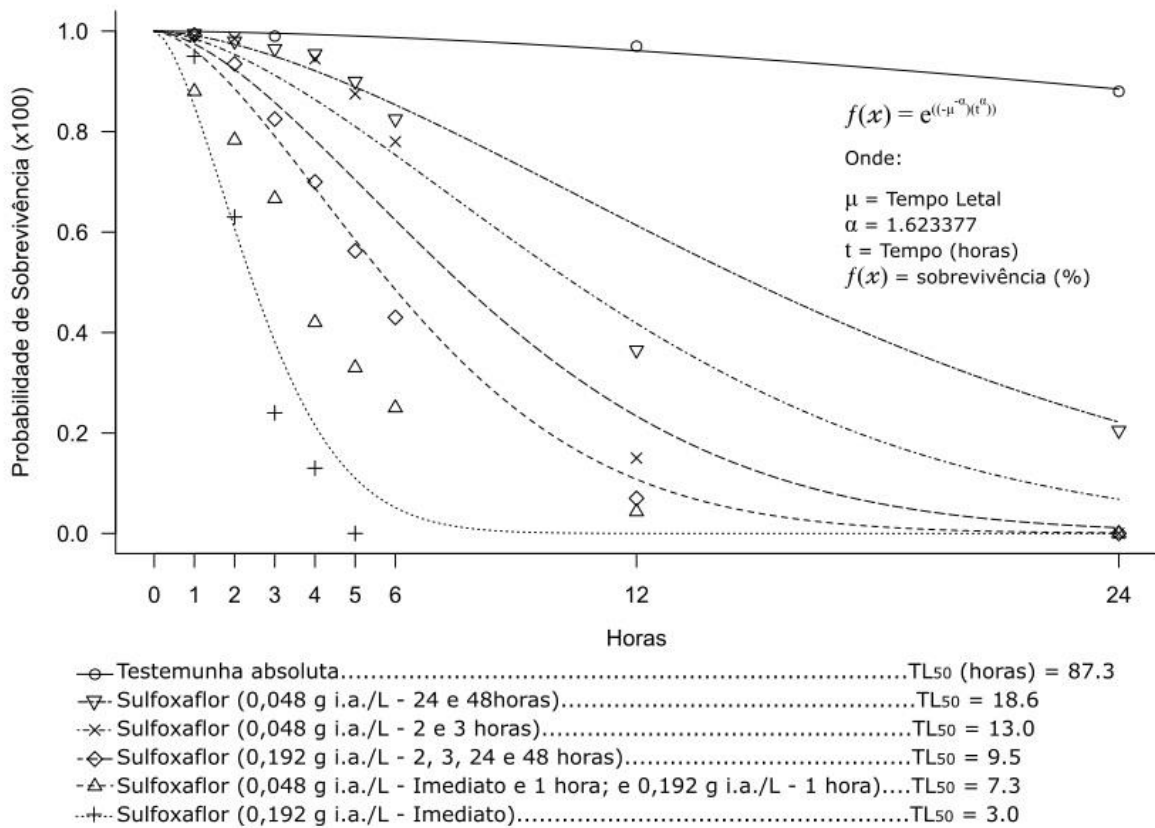
Vale ressaltar que as abelhas que tiveram exposição imediata ao produto, ou seja, recém aplicado, foram observadas continuamente por uma hora em ambas as doses, afim de relatar o que acontece quando o inseto polinizador entra em contato diretamente com o Sulfoxaflor.

Foi possível observar nos dois tratamentos, mas com maior frequência no tratamento referente a dose 0,192 g i.a./L, que as abelhas apresentaram alguns comportamentos peculiares causados possivelmente por estresse, como raspagem das folhas e tentativa de fuga, aglomerando-se na parte superior das arenas. Além disso, rapidamente as abelhas apresentaram tremores seguido de paralisia e prostração antes da morte. O produto demonstrou agir imediatamente contra as abelhas, uma vez que quanto menor o intervalo entre a aplicação do produto nas plantas e a exposição das abelhas aos seus resíduos, mais rapidamente elas sofriam efeitos colaterais como tremores e paralisia e morriam. As abelhas que conseguiam resistir ficavam bastante debilitadas e não conseguiam ficar muito tempo nessas condições. Gomes et., al (2020) relataram que as abelhas após entrarem em contato com produtos químicos podem sofrer efeitos letal e subletais, que alteram o seu comportamento natural e a longo prazo afetam a colônia.

A elevada mortalidade observada, bem como os efeitos adversos no comportamento, provavelmente está relacionada ao mecanismo de ação do inseticida, que atua no sistema nervoso dos insetos provocando uma excitação nos mesmos, causando efeitos irreversíveis, como tremores e prostração antes da morte (MARQUES, 2022). O produto age semelhantemente aos neonicotinóides, que podem alterar a capacidade de voo das abelhas e o funcionamento da colônia (TOSI et al., 2017). A exemplo do neonicotinoide Tiametoxam, que quando avaliado sobre *A. mellifera* na dose 0,1500 g i.a./L e com o tempo de exposição de 1 hora após a pulverização, ocasionou a morte de 100% das abelhas (COSTA et al.,2014).

Verificando a análise de sobrevivência, que representa a velocidade de mortalidade das abelhas, pode-se observar que o tempo letal mediano (TL<sub>50</sub>) proporcionado pelas doses do inseticida Sulfoxaflor foram significativamente menores em comparação com a testemunha absoluta, independente do tempo após a pulverização. A TL<sub>50</sub> das 24h e 48h após a pulverização da dose 0,048 g i.a./L foi de 18,6 horas, que foi a maior TL<sub>50</sub> registrada (fora a testemunha) e ainda assim não chegou a diferir significativamente das 2 e 3 horas após a pulverização da mesma

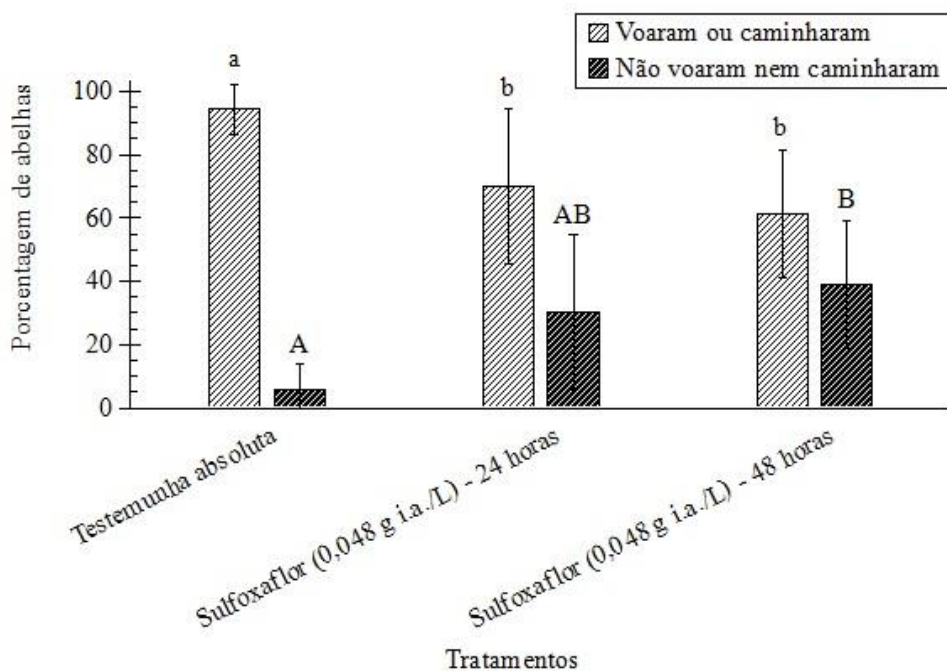
dose, que a TL<sub>50</sub> ficou em torno de 13 horas. A menor TL<sub>50</sub> registrada foi da dose máxima, de 0,192 g i.a./L, no tempo de exposição imediato após a pulverização, registrando apenas 3 horas. (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Sobrevivência (%) de operarias de *Apis mellifera* após o contato com folhas de meloeiro (*C. melo* L.) pulverizadas com Sulfoxaflor, tempos letais medianos (TL<sub>50</sub>) em horas.

Devido o Sulfoxaflor agir de maneira semelhante a um neonicotinóide no sistema nervoso central dos insetos, Kim (2022) também observou alta e rápida mortalidade provocada pelo Sulfoxaflor após exposição via ingestão. O produto atua causando alterações no metabolismo das abelhas o que acaba acelerando a morte do inseto (SHENGANG, 2023). Confirmando o que foi dito por Fontes (2021), os produtos a base de Sulfoxaflor causam uma alta mortalidade de insetos polinizadores. Os produtos a base de Sulfoxaflor estão relacionados com grandes perdas de enxames de abelhas *A. mellifera* (TOOGE, 2019), fato que pode afetar significativamente a produtividade de várias culturas, como o meloeiro, e alterar os serviços ecossistêmicos.

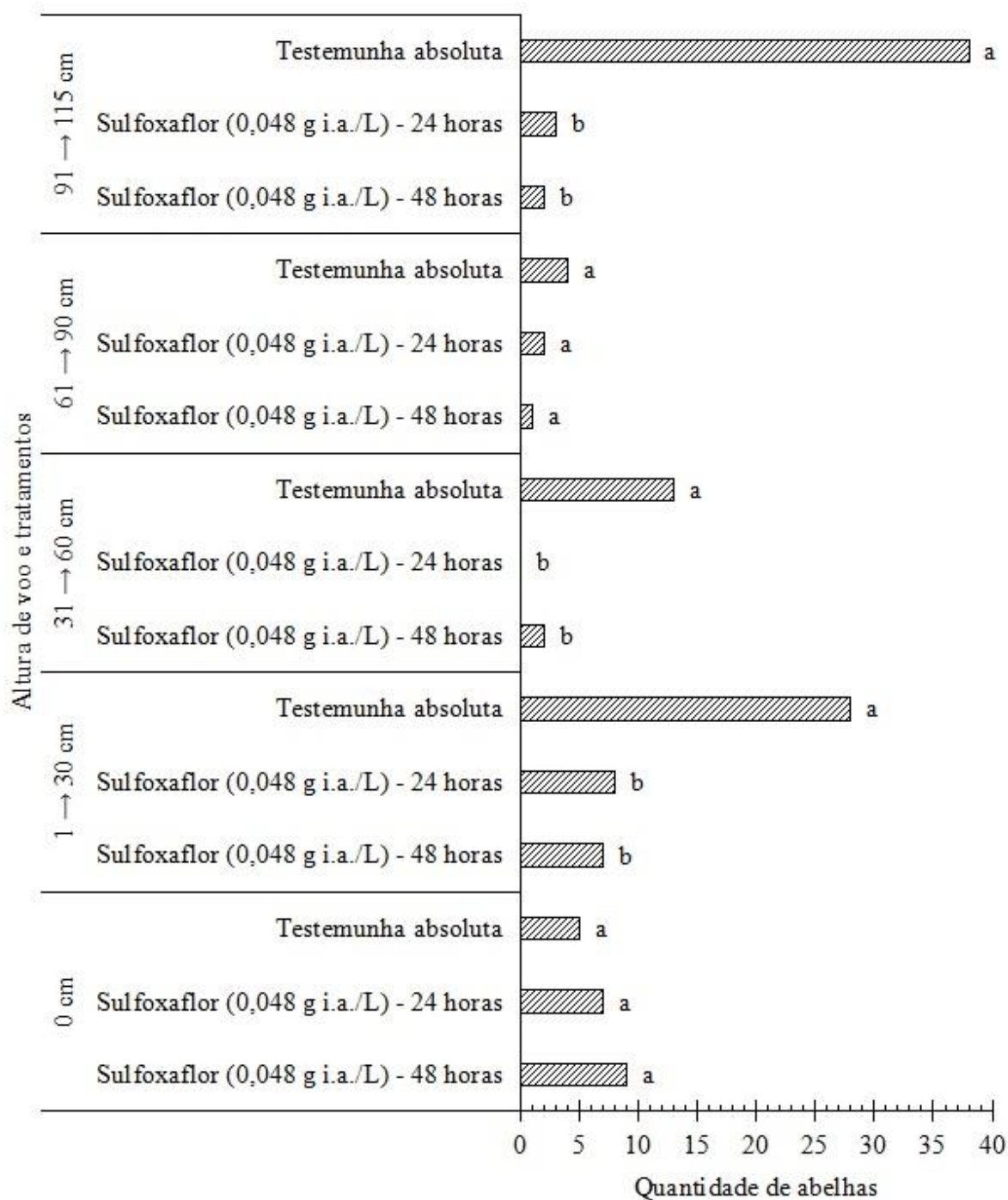
Em relação a capacidade de voo, foram utilizadas as abelhas somente dos tratamentos referentes as 24 h e 48 h após a pulverização da dose 0,048 g i.a./L e abelhas da testemunha absoluta. Houve diferença significativa entre as abelhas da testemunha e as que foram expostas aos resíduos de Sulfoxaflor, uma vez que praticamente 100% das abelhas expostas somente a água destilada nas folhas conseguiram caminhar ou voar. Por outro lado, as abelhas que foram expostas ao Sulfoxaflor notoriamente tiveram menor capacidade de caminhar ou voar, independentemente se o contato ocorreu 24 ou 48 horas após a aplicação do produto nas folhas de meloeiro (Gráfico 3). Vale ressaltar que as abelhas que foram expostas ao inseticida se locomoviam com muita dificuldade na torre de voo.





**Gráfico 3.** Porcentagem de abelhas que voaram ou caminharam x não voaram nem caminharam após expostas ao resíduo de Sulfoxaflor em folhas de meloeiro.

Em relação aos níveis de altura atingidos pelas abelhas na análise de voo, as abelhas do tratamento testemunha obtiveram um excelente resultado, ou seja, maior quantidade de abelhas conseguiu atingir o topo da torre de voo, diferentemente das abelhas que foram expostas ao Sulfoxaflor que não conseguiram atingir os maiores níveis de altura, pois estavam bastante debilitadas (Gráfico 4). Esse efeito é mais claramente perceptível a partir do segundo nível de altura (1-30cm).



**Gráfico 4.** Altura de voo alcançada pelas abelhas após exposição aos resíduos do inseticida Sulfoxaflor.

Após entrarem em contato com produtos químicos, as abelhas podem vir a sofrer efeitos tanto letais quanto subletais, o que altera o comportamento, como a capacidade de voo, podendo prejudicar toda a colônia (GOMES et al., 2020). Sabe-se que o contato direto com Sulfoxaflor causa perda da capacidade de retorno das

abelhas, o que é um grande risco à colônia que acaba por sofrer impactos irreversíveis (CAPELA et al., 2022), porém, foi observado no presente trabalho que o contato com resíduos também afeta a capacidade de voo do inseto.

Efeitos negativos no comportamento natural das abelhas, bem como de suas funções motoras, podem gerar impactos diretos na colônia, uma vez que funções básicas não estarão sendo realizadas devido o acometimento das abelhas operárias pelos produtos químicos (PACÍFICO-DA-SILVA; MELO; BLANCO, 2016). No cultivo do meloeiro, a presença das abelhas sadias é de grande importância, pois sem as mesmas não se tem uma boa polinização e conseqüentemente não existirá uma boa produção (KILL et al., 2011). É necessário que as abelhas estejam sadias para desenvolverem a sua função na colônia e também a sua função no meio ambiente, de polinização e propagação das espécies, o que irá garantir que o ecossistema funcione perfeitamente e garantirá também a produtividade de culturas de importância econômica.

Esses são os primeiros resultados sobre a toxicidade residual do inseticida Sulfoxaflor, nas doses registradas para uso em meloeiro e em diferentes tempos de exposição após a pulverização, sobre *A. mellifera*. Os resultados obtidos irão auxiliar no manejo e conservação das abelhas nas áreas de produção de melão e subsidiar novas pesquisas em condições campo. É importante ressaltar ainda que, o intuito não é recomendar a não utilização do inseticida Sulfoxaflor para o controle de pragas, mas sim, orientar que é imprescindível evitar utilizar o produto durante a floração do meloeiro, momento no qual há uma intensa atividade de forrageamento de *A. mellifera* na lavoura.

## **5. CONCLUSÃO**

O inseticida Sulfoxaflor foi altamente tóxico às abelhas *A. mellifera* no modo de exposição residual, nas duas doses utilizadas (0,048 g i.a./L e 0,192 g i.a./L) e independente do tempo de exposição após a pulverização nas folhas do meloeiro, e prejudicou a capacidade de voo das abelhas que sobreviveram após a exposição aos resíduos do produto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROLINK. **Bula Verter SC**. 2019. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/verter-sc\\_10941.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/verter-sc_10941.html). Acesso em: 28 jun. 2023.
- AMARO, P. Pesticidas e Abelhas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, p. 53-62, 2012.
- BABCOCK, J.M. Caracterização biológica do sulfoxaflor, um novo inseticida. **Pest Management Science**, p. 328-334, 2010.
- BADAWY, M. E. I.; NASR, H. M.; RABEA, E. I. Toxicity and biochemical changes in the honey bee *Apis mellifera* exposed to four insecticides under laboratory conditions. **Apidologie** 46, p. 177–193, 2015.
- BARBOSA, D.B.; CRUPINSKI, E.F.; SILVEIRA, R.N.; LIMBERGER, D.C.H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.
- BLEICHER, E.; MELO, Q. M. S. Manejo da mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring 1998. Fortaleza: **EMBRAPA-CNPAT**, 1998. 15 p. (EMBRAPA-CNPAT. Circular Técnica, 3).
- CAPELA, N.; SARMENTO, A.; SIMÕES, S.; AZEVEDO-PEREIRA, H.; SOUSA, J. Sub-lethal doses of sulfoxaflor impair honey bee homing ability. **Science Of The Total Environment**, v. 837, p. 155710, 1 nov. 2022.
- CASTILHOS, D.; BERGAMO, G.C.; GRAMACHO, K.P.; GONÇALVES, L.S. Perdas de colônias de abelhas no Brasil: uma pesquisa online de 5 anos. **Apidologie** 50, 263–272, 2019.
- CASTILHOS, D.; DOMBROSKI, J.L.D; BERGAMO, G.C.; GRAMACHO, K.P.; GONÇALVES, L.S. Concentrações de neonicotinoides e fipronil em abelhas associadas ao uso de agrotóxicos na agricultura brasileira. **Apidologie** 50, 657–668, 2019.

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.

FREITAS, B.M.; PINHEIRO, J.N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia australis**, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.

FONTES, P. C.R. **Olericultura teoria e prática**. Editora UFV: Viçosa. 2005, 409p.

FONTES, Yago Magalhães. Considerações sobre a importação de abelhas rainhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) originadas do Mercosul. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 1011-1019, 2021

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

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.

GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E. L. Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines. **Science**, v. 347, n. 6229, p. 1255957, 2015.

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

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

KIILL, L. H. P.; COELHO, M. S.; SIQUEIRA, K. M. M.; COSTA, N. D. Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina - PE, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 455-460, 2011.

KIM, Juyeong. Assessment of acute and chronic toxicity of cyantraniliprole and sulfoxaflor on honey bee (*Apis mellifera*) larvae. **Pest Management Science**, p. 5402-5412, 2022.

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.

KLEIN, A-M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEPHAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEM, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscape for world crops. **Proceedings Biology Science**, v.274, p.303-313, 2007.

LE CONTE, Y.; ELLIS, M.; RITTER, W. Varroa ácaros e saúde das abelhas: Varroa pode explicar parte das perdas de colônias? **Apidologie** 41, 353-363, 2010.

MALASPINA, O.; SOUZA, T.F.; ZACARIN, E.C.M.S.; CRUZ, A.S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. **VIII Encontro Sobre Abelhas.**: FUNPEC, p. 41-48, 2008.

MARQUES, Leandro. Mecanismo de ação dos inseticidas neonicotinóides, organofosforados e carbamatos. **ELEVAGRO**, 19 de fev, de 2022.

NAGGAR, Y. A.; SINGAVARAPU, B.; PAXTON, R. J.; WUBET, T. Bees under interactive stressors: the novel insecticides flupyradifurone and sulfoxaflor along with the fungicide azoxystrobin disrupt the gut microbiota of honey bees and increase opportunistic bacterial pathogens. **Science Of The Total Environment**, v. 849, p. 157941, 2022.

OEC - **OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY**. Trade Data. 2020. Disponível em: <<https://oec.world/en/>>. Acesso em: 17 de mai. de 2023.

ORSI, R.O; LUNARDI, J.S; ZALUSKI, R. Evaluation of Motor Changes and Toxicity of Insecticides Fipronil and Imidacloprid in Africanized Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, São Paulo, v6 4i1.1190, 2017.

OSBORNE, J. L. Bumblebees and pesticides. **Nature**, v. 491, n. 7422, p. 43-45, 2012.

PACÍFICO-DA-SILVA, I.; MELO, M.M.; BLANCO, B.S. Efeitos tóxicos dos praguicidas para abelhas. **Revista brasileira de higiene e sanidade animal**, v. 10, n. 1, p. 142-157, 2016.

PHAM-DELÈGUE, M. H, et al. Behavioural methods to assess the effects of pesticides on honey bees. **Apidologie**, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 425-432, 2002.

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

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

SHENHANG, C.; PINGLI, D; REN, L., ZHIBIN, C., PINGZHUO, L., XIAOPING, X., CONGAI, Z., XIWU, G. The sulfoximine insecticide sulfoxaflor exposure reduces the survival status and disrupts the intestinal metabolism of the honeybee *Apis mellifera*, **Journal of Hazardous Materials**, Volume 442, 2023.

SILVA, I. P.; OLIVEIRA, F. A. S.; PEDROZA, H. P.; GADELHA, I. C. N.; MELO, M. M.; SOTO-BLANCO, B. Pesticide exposure of honeybees *Apis mellifera* pollinating melon crops. **Apidologie**, v. 46 n. 6, p. 703-715, 2015.

SIQUEIRA, K. M. M.; KIILL, L. H. P.; GAMA, D. C. S. A.; COELHO, M. S. Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-BA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, E. 473-478, 2011.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; ANDRADE, A. B. A.; MEDEIROS, A. C.; MARACAJÁ, P. B. Densidade de colméias com abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para polinização da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) no estado do Ceará - Brasil. *Acta Apicola Brasílica*, v. 1, n. 1, p. 09-12, 12 jul. 2013. **Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas**.

SOUSA, R. M.; AGUIAR, O. S.; FREITAS, B. M.; NETO, A. A. S.; PEREIRA, T. F. C. Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Acaraú – CE – Brasil. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.238-242, 2009.

SOUSA, R. M. Polinização, manejo de colmeias e requerimentos do meloeiro. In: BRAGASOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J. A.; FREITAS, J. A. D.; TERAPO, D. Produção Integrada de Melão. **Embrapa Agroindústria Tropical**, Fortaleza, CE, 2008.

TOSI, S.; BURGIO, G.; NIEH, J. C. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honey bee flight ability. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 18, 2017.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJÁ, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.4, n.1, 2004.

VILLALBA, A. et al. Influence of land use on chlorpyrifos and persistent organic pollutant levels in honeybees, bee bread and honey: Beehive exposure assessment. **Science of the Total Environment**, v. 713, 2020.

WANG, Y.; ZHANG, W.; SHI, T.; XU, S.; LU, B.; QIN, H.; YU, L. Synergistic toxicity and physiological impact of thiamethoxam alone or in binary mixtures with three commonly used insecticides on honeybee. **Apidologie**, v. 51, n. 3, p. 395-405, 2019.