



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeitos que os agrotóxicos provocam em abelhas

Suzykelly Gomes Ferreira de Oliveira

Recife – PE

Maior - 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Efeitos que os agrotóxicos provocam em abelhas

Suzykelly Gomes Ferreira de Oliveira

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Darclét Teresinha Malerbo de Souza

Recife – PE

Maior -2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48ee Oliveira, Suzykelly
Efeitos que os agrotóxicos provocam em abelhas / Suzykelly Oliveira. - 2022.
24 f.
- Orientadora: Darcler Teresinha Malerbo de Souza.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, 2022.
1. Abelhas. 2. Apicultura. 3. Agrotóxicos. I. Souza, Darcler Teresinha Malerbo de, orient. II. Título

CDD 638



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

SUZYKELLY GOMES FERREIRA DE OLIVEIRA

Graduando

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 01/06/2022.

EXAMINADORES

Dra. Darclét Teresinha Malerbo de Souza

Nome completo e titulação do orientador

Dr. André Carlos Silva Pimentel

Nome completo e titulação do examinador

Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto

Nome completo e titulação do examinador

“Dedico este trabalho ao meu bondoso Deus, aos meus pais Solange e Severino e ao meu noivo André Felipe. Obrigada por serem o meu baluarte diante da dificuldade. Agradeço pelo amparo e incentivo, graças a vocês pude perceber que nunca estive sozinha e que com fé e dedicação nenhum obstáculo é intransponível e que nossos sonhos não devem ser limitados.”

*Dificuldades preparam pessoas comuns para
destinos extraordinários.”*

(C.S. Lewis)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	Error! Bookmark not defined.
2.OBJETIVOS.....	11
2.1 GERAL.....	11
2.2. ESPECÍFICOS	11
3.REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1. Abelhas.....	12
3.2. Agrotóxicos	13
3.2.1. Efeitos que os agrotóxicos provocam em abelhas	15
3.2.2. Efeitos letais e subletais	15
3.2.3. Efeitos no sistema nervoso.....	17
3.2.4. Colapso da desordem da colônia	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

RESUMO

As abelhas e as atividades que realizam de polinização são de extrema relevância não só para o setor agrícola, mas para a humanidade em geral. O uso de agrotóxicos se torna um problema quando eles exercem influência destrutiva sobre esses insetos. Seu uso de forma indevida faz com que ocorram distúrbios comportamentais e redução das colônias, como consequência disso se torna um agravante também no setor econômico. Os agrotóxicos comumente utilizados são os neonicotinóides. Estudos sobre os efeitos subletais precisam ter um maior grau de aprofundamento, já que seus efeitos são observados a longo prazo e podem ocasionar danos em nível de colônia já que ela ficará suscetível a contaminação pela substância nociva. Nesta revisão, serão coletadas informações que expliquem de que forma os agrotóxicos afetam as abelhas. É de extrema importância obter por meios dessas referências, respostas que mostrem os impactos que essas substâncias provocam permitindo uma análise elucidativa sobre o tema em questão. O presente documento trata-se de dados referentes a uma revisão de literatura sobre os efeitos que os agrotóxicos provocam em abelhas.

Palavras-chave: Abelhas; agrotóxicos; efeitos.

ABSTRACT

Bees and pollination activities are extremely relevant processes not only for the agricultural sector, but for humanity in general. The use of pesticides becomes a problem when they exert a destructive influence on those insects. The misuse causes behavioral disorders and bee colony reduction, and a consequence of this problem also becomes an aggravating factor in the economic sector. The most commonly used pesticides are neonicotinoids. Studies on the sublethal effects need to have a higher level of depth, since the effects on bees are observed in long terms and can cause damage at colony levels, as it will be susceptible to contamination by the harmful substances. In this review, information will be collected to explain how pesticides affect bees. It is extremely important to obtain, through these references, answers that show the impacts that these substances cause on bees, allowing an elucidative analysis on the main subject of this question. This document deals with data referring to a literature review on the effects that pesticides have on bees.

Keywords: Bees; effects; pesticides.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas são essenciais para a humanidade, pois trazem contribuições não apenas para a alimentação da população, como também possui valor expressivo na área de saúde, cosmético, agricultura e conseqüentemente na economia. Estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas do mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FREITAS, 2006).

A polinização é necessária para a reprodução e manutenção das espécies vegetais e para o fornecimento de alimentos para humanos e animais, afetando também o aspecto de qualidade da produção (BUCHMANN et al., 1997).

O aumento da produção agrícola, que ocorreu nas últimas décadas com vastas áreas de monocultura e com o acréscimo do uso de agrotóxicos, contribuiu para o desgaste da fauna e flora naturais (FAITA et al, 2021).

Quando o agrotóxico é utilizado de maneira incorreta pode acabar gerando problemas na população das abelhas e também na economia. Esses compostos podem levar à morte e a alterações fisiológicas, como a redução do tempo de vida das abelhas pela exposição a baixas doses de inseticidas. (MALASPINA et al., 2008; FREITAS & PINHEIROS, 2010).

A preocupação com a conservação das abelhas se intensificou ultimamente, uma vez que tem sido notável o declínio na população destes polinizadores e suas conseqüências econômicas e ecológicas (SOARES, 2012).

O impacto econômico é gerado pela diminuição da polinização, produção de mel e perda de colmeias. Os níveis insatisfatórios de polinização são um dos principais fatores que reduzem a produtividade das culturas, principalmente aquelas que dependem de polinizadores como as abelhas (FREITAS; PINHEIRO, 2010).

Além de matar as abelhas, os agrotóxicos, segundo Bortolotti et al. (2003) e Freitas e Pinheiro (2010), podem alterar o comportamento das abelhas dentro e fora da colmeia levando ao colapso da colônia.

Assim, este trabalho tem como proposta fazer uma reflexão sobre a forma que os agrotóxicos vêm afetando a população das abelhas e quais são as conseqüências em seu padrão comportamental, pois caso não ocorram os devidos cuidados por parte

do responsável pelo manuseio, seus efeitos serão extremamente devastadores não só a esses insetos, como também provocará impactos ambientais e até mesmo a outros seres vivos.

OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar uma pesquisa bibliográfica, por meio de artigos científicos, sobre o efeito dos agrotóxicos sobre as abelhas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar informações de estudos já realizados que mostrem quais são os efeitos que os agrotóxicos exercem sobre as abelhas.
- Obter uma melhor compreensão sobre os efeitos que os agrotóxicos provocam a nível letal e subletal.
- Mostrar que o uso excessivo e incorreto dos agrotóxicos são um dos fatores que contribuem para a diminuição da população das abelhas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ABELHAS

As abelhas são animais invertebrados e estão dentro da classe Insecta. São bastante conhecidas devido à polinização. Existem registros históricos que relatam que as abelhas surgiram há mais de 100 milhões de anos, antes mesmo do aparecimento do homem. Atualmente existe uma variedade enorme de espécies no mundo e que já foram catalogadas por pesquisadores. O número total de polinizadores é estimado em 40.000, dentre os quais 25.000 são espécies de abelha (FAO, 2004).

No Brasil, além da abelha *Apis mellifera*, um cruzamento entre abelhas africanas e europeias, temos mais de 1.500 espécies de abelhas, distribuídas em cerca de 300 gêneros (MALASPINA 1979; SILVEIRA et al., 2002).

Ela é importante para a produção de alimentos (flores bem polinizadas produzem frutos de melhor qualidade, peso e sementes em maior número (RICKETTS et al. 2008).

As abelhas podem ser categorizadas conforme o exercício do seu modo de vida, podendo ser sociais (vivem em colmeias e são produtoras de mel), e também existe o grupo das solitárias (não produzem mel, mas são importantes para a polinização e possuem relevância para a economia) que compõem 85% da população desses animais.

A apicultura maneja em confinamento as abelhas que possuem ferrão para fins comerciais. Hoje, a indústria apícola internacional não está interessada apenas na venda de produtos produzidos pela abelha, como mel, cera, pólen, própolis, apitoxina e geleia real, mas principalmente na produção de produtos apícolas, cereais, frutas e hortaliças na agricultura, devido ao papel da polinização das abelhas 70% dos alimentos vegetais consumidos pelo homem são polinizados pelas abelhas (GONÇALVES, 2012).

É uma ótima alternativa como fonte de renda para pequenos produtores, por não necessitar de custos elevados para ser iniciada e também por não se fazer necessário o uso de áreas de terra muito extensas, além de contribuir com o ecossistema por não provocar impactos ambientais negativos. Os principais benefícios ambientais gerados pela apicultura são: operação de baixo impacto

ambiental, a polinização apícola maximiza o rendimento de certas culturas e plantas nativas; contribui para a preservação da biodiversidade, onde as espécies vegetais da região polinizam e trocam material genético, aumentando sua capacidade de mudança; colaboram na recuperação de áreas degradadas, pois os polinizadores produzem mais sementes, colaborando na regeneração natural (ARAUJO et al., 2015).

O mel acaba sendo o produto mais explorado. As abelhas produtoras de mel são as *A. mellifera*. Ele é produzido quando as abelhas melíferas consomem uma pequena quantidade de néctar das plantas que elas visitam. O mel também pode ser feito por meio de fluidos oriundos das mais diversas partes das plantas e até mesmo de excreções feitas por outros insetos que também usam as plantas como fonte de alimentação. Além de ser utilizado como alimento, o mel também é utilizado na indústria farmacêutica e cosmética. Sendo um alimento de elevado valor energético e consumido por muitos países, o mel tem importância para a saúde humana quando puro, pois possui uma série de propriedades: antibacteriana, cicatrizante, regeneradora de tecidos, estimulante, entre outras (REIS; ARAGÃO, 2015).

Estima-se que as abelhas realizem mais de 80% da polinização feita por insetos. Os rendimentos de frutas, hortaliças e sementes muitas vezes podem duplicar ou triplicar simplesmente fornecendo um número adequado de abelhas (McGregor, 1976). As plantas são extremamente dependentes desses insetos, já que eles irão atuar na reprodução de ao menos uma espécie vegetal. Com isso a polinização acontecerá e é um processo que irá contribuir na formação dos frutos e das sementes das plantas. Uma polinização escassa provoca baixa produtividade e os frutos podem acabar nascendo deformados, sendo que em alguns casos essas consequências podem ser atribuídas erroneamente aos insumos que são utilizados. Considerando-se apenas as plantas cultivadas por animais, 70% do total de 1.330 cultivos nas regiões tropicais produzem frutos e sementes em maior e/ou com melhor qualidade quando polinizadas adequadamente (ROUBIK, 2018).

É notória a dependência das mais diversas culturas agrícolas a esses insetos polinizadores, principalmente as abelhas, pois estão extremamente relacionados a produção e desenvolvimento dessas culturas.

3.2 AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos recebem várias denominações, tais como: pesticida, defensivo agrícola, praguicida, veneno, produto fitofarmacêutico, biocida, entre outros. Apesar dos diversos nomes a ele atribuído, esse produto químico tem como finalidade eliminar pragas e doenças de plantas e isso acaba provocando uma melhoria na produtividade agrícola, sendo bastante utilizado em monoculturas. Os agrotóxicos atuam na prevenção e controle de pragas em florestas plantadas, por outro lado, com o uso desse método, surgem riscos que prejudicam tanto o meio ambiente, quanto aqueles com alguma forma de exposição, contato direto ou indireto com esses produtos químicos (VALENZUELA et al., 2011).

As pragas são um problema que provocam incômodos ao homem há muitos anos, foram várias tentativas em busca da melhor solução para isso. Os agrotóxicos foram a melhor alternativa até então para que esse impasse pudesse ser sanado de maneira rápida. Acredita-se que o controle de populações de vetores usando pesticidas reduzirá o risco de fracasso total da colheita, seja causado por doenças ou pragas (ARAÚJO et al., 2015).

O Brasil é um grande fornecedor de alimentos para a população como um todo, sendo assim, um dos maiores mercados consumidores de agrotóxicos do mundo. O Brasil vem sendo o país com maior consumo destes produtos desde 2008, decorrente do desenvolvimento do agronegócio no setor econômico (CARNEIRO et al., 2015).

Os agrotóxicos são danosos ao meio ambiente, por gerar contaminação da água, do solo e do ar, da eliminação das abelhas e outros polinizadores, e preocupações de saúde para trabalhadores do campo e consumidores que ingerem alimentos cultivados com substâncias inadequadas (ORSI et al., 2012). A capacidade de alcance dos agrotóxicos é muito grande e pode gerar efeitos devastadores em organismos que não são um problema as culturas, atingindo insetos polinizadores e gerando prejuízos caso seja utilizado de forma inadequada. Os efeitos podem ser: letais (efeito imediato) ou subletais (não mata, de imediato, mas causam complicações). Além dos efeitos tóxicos agudos que levam à morte das abelhas, os agrotóxicos também podem causar alterações comportamentais nos indivíduos que, com o passar do tempo, causarão sérios danos à manutenção das abelhas (MALASPINA et al., 2008). As abelhas são muito sensíveis aos estressores de inseticidas

porque possuem um número limitado de enzimas de desintoxicação em comparação com outros insetos (CLAUDIANOS et al., 2006).

Além dos seus efeitos nocivos às abelhas, os agrotóxicos afetam os produtos oriundos delas, fazendo com que o valor comercial dos produtos apícolas seja posto em risco.

Os problemas provenientes de contaminações por agrotóxicos podem acontecer em pequenas ou grandes concentrações, por muitos deles possuírem alto potencial de toxicidade ambiental, sendo necessário, antes do uso, o conhecimento completo das propriedades químicas desses agroquímicos (ANDRÉA, 2010).

Por isso é importante que a pessoa que for manusear esse produto tenha um certo conhecimento sobre o tipo de utilização para cada categoria de agrotóxico em especial, evitando assim o seu manuseio de maneira indiscriminada e gerando prejuízos ao meio ambiente e também a saúde humana. Cabe ressaltar que é necessário treinar os agricultores sobre os insetos que podem entrar em contato com as lavouras, pois podem existir insetos que são benéficos para as lavouras e aumentam a produtividade, mas, com o desconhecimento do agricultor, pode ser eliminado com o uso de pesticidas (EMBRAPA, 2014). Para que isso seja feito com segurança é preciso seguir as regras padrões quanto a sua utilização e que fiscalizações sejam realizadas. Ao adquirir os conhecimentos adequados sobre a escolha e manuseio dos defensivos agrícolas, o agricultor poderá ter um melhor controle sobre essas infestações indesejadas de forma que os insetos polinizadores benéficos sejam mantidos.

3.2.1 EFEITOS DOS AGROTÓXICOS SOBRE AS ABELHAS

3.2.2 EFEITOS LETAIS E SUBLETAIS

Os efeitos letais dos pesticidas sobre as abelhas são facilmente observados.

As mortes das abelhas estavam muito relacionadas ao tipo letal, que aconteciam quando as abelhas eram afetadas gravemente ao ponto de morrerem próximas às colmeias. Segundo Malaspina (2008) em muitas ocasiões as colmeias foram sumindo em um prazo de 24 a 48 horas, isso se torna um sinal de que ocorreu contaminação por inseticida. Pois não existem doenças que possam matar uma colmeia inteira em 24 horas. Além de que também foi identificado uma alteração

comportamental das operárias, elas acabaram apresentando problemas de letargia e gerou prejuízos em nível de colônia.

Atualmente, uma preocupação crescente é na forma em que os níveis de propagação estão afetando-as de maneira subletal. O tipo de contaminação subletal que os inseticidas ocasionam é bastante perigosa por ser um problema silencioso, que não provoca a morte rapidamente e sim a longo prazo, mas afeta o seu padrão comportamental e acaba prejudicando toda uma colmeia, levando a prejuízos catastróficos. Ao avaliar o comportamento de *A. mellifera* após exposição aguda e crônica, com tempos variados de exposição, ao ingrediente ativo TIAMETOXAM, foram observadas alterações locomotoras, representadas por deficiência na locomoção com quedas e movimentos anormais (TOSI; NIEH, 2017).

As colônias acabam por sofrer consequências negativas a depender do volume de abelhas que foram afetadas e que retornam e contaminam essas colônias prejudicando todo o *modus operandis* desses insetos. O uso descuidado de pesticidas reduziu significativamente as populações de abelhas, pois as abelhas que visitam as plantações podem ser afetadas pelo contato e ingestão de alimentos contaminados (BRITAIN & POTTS, 2011; FAIRBROTHER et al., 2014). Até pouco tempo, a intoxicação das abelhas por agrotóxicos era relacionada exclusivamente à exposição letal (intoxicação aguda), que resulta em indivíduos mortos próximos às colônias. Atualmente, a preocupação aumenta com as possíveis consequências dos efeitos subletais às abelhas, aqueles que não levam à morte imediata, mas podem afetar o comportamento, o desenvolvimento e o sistema imunológico, alterando a capacidade de combater infecções e causando problemas crônicos provocados por exposição em longo prazo (FRAZIER et al., 2008; WHITEHORN et al., 2012). Os zangões quando em contato com neonicotinóides apresentaram redução na longevidade e na viabilidade espermática (STRAUB et al., 2016).

Portanto, os possíveis efeitos causados por esses produtos não devem ser negligenciados, pois mesmo que não sejam esperados efeitos letais sobre as abelhas, os herbicidas e fungicidas podem causar danos subletais como: alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que também comprometem a longo prazo o desenvolvimento e sobrevivência da colônia (BRYDEN et al., 2013).

As abelhas campeiras são as que mais são afetadas, pois são as que mais se expõem a atividades exteriores e acabam sendo as mais suscetíveis ao contágio, as

colônias, por sua vez, necessitam das habilidades de aprendizagem e orientação das abelhas campeiras.

3.2.3 EFEITOS NO SISTEMA NERVOSO

Quando aplicados em proporções excedentes, os inseticidas danificam o sistema nervoso das abelhas, que acabará tendo modificações em sua funcionalidade. A morte será ocasionada por hiperexcitação ou uma não progressão de suas atividades.

Souza (2009), realizou estudos acerca dos efeitos do FIPRONIL (inseticida que atua nas células nervosas dos insetos, matando-os por hiperexcitação e tem ação lenta) e Lambin et al. (2001), estudou o IMIDACLOPRIDE (inseticida que impede os receptores nicotínicos dos insetos, esse empecilho a ação dos receptores provoca uma degradação do sistema nervoso), são dois tipos de inseticidas neonicotinóides (inseticidas derivados da nicotina que impedem a transmissão dos impulsos nervosos), observaram problemas na aprendizagem, memória e também dificuldades de locomoção. Utilizando o inseticida neurotóxico IMIDACLOPRIDE, Decourtye et al. (2004) conseguiu notar a presença de falhas no conhecimento olfatório e que isso aconteceu após 30 minutos de ingestão oral com doses subletais de IMIDACLOPRIDE. Carvalho et al. (2009) ao realizar um experimento em adultas de *A. melífera*, notou que o contato delas aos inseticidas TIAMETOXAN e METIDATIONA, tanto por via oral e tópica, apresentaram problemas de coordenação motora, dificuldades no voo e debilidade após as primeiras horas; em um período de 30 horas ao serem expostas a abamectina ocorreu uma mortalidade de 99% das abelhas; e movimentos incomuns e trêmulos aconteceram após 1 hora de exposição a deltametrina. Os inseticidas do tipo neonicotinóides conseguem penetrar por toda a planta e agir nos organismos que succionam seus tecidos. Esses inseticidas agem nos impulsos nervosos continuamente, ocasionando letargia e letalidade. Abelhas tratadas com doses subletais de neonicotinóide apresentaram, após oito dias, alterações bioquímicas no cérebro, quando comparadas a testemunha. Essas mudanças ocorrem nas proteínas responsáveis pelo aprendizado e aquisição da memória, mantendo a integridade neuronal e desintoxicando (CATAE et al., 2018a). Os neonicotinóides podem representar um problema sério para as abelhas, pois podem persistir no solo, rios e fluxos por meses ou anos, a contaminação pode ocorrer

quando o inseticida entra em contato com o corpo das plantas, incluindo néctar e pólen que são coletados por abelhas forrageiras (ABBO et al., 2017).

Abelhas operárias de *A. mellifera* que ingeriram doses de ACETAMIPRIDE (neonicotinóide) e DELTAMETRINA (piretroide), apresentaram falha na retenção da memória, através do ensaio de reflexo de extensão da probóscide (THANY et al., 2015).

O PIRETROIDE CIPERMETRINA, em doses subletais, quando incluídos na dieta de *A. mellifera carnica*, ocasionou modificações genéticas no cérebro das operárias, com alterações prejudiciais ao sistema imune e metabólico, além disso, influenciou na expressão vitelogênica, responsável pela atividade de forrageamento (CHRISTEN, et al., 2017).

3.2.4 COLAPSO DA DESORDEM DA COLÔNIA

Já existem vários estudos acerca desse problema. Esse tipo de colapso é um evento que provoca a perda das abelhas operárias adultas velozmente e só é possível identifica-lo após ter se instalado nas colmeias e por possuir um conjunto de sintomas bem definidos. Os sintomas da DCC são a rápida perda de abelhas operárias, evidenciada pelo enfraquecimento ou morte da colônia com excesso de crias, em comparação ao número de abelhas adultas, ausência de crias e abelhas adultas mortas dentro ou fora da colmeia; e ausência de invasão da colmeia por pragas como, por exemplo, traças (VAN ENGELSDORP et al., 2009). Os principais fatores associados à síndrome é o estresse causado por patógenos, manejo inadequado das colônias, uso de agrotóxicos, má nutrição e uma combinação desses fatores (VAN ENGELSDORP et al., 2009).

O primeiro relato de ocorrência de DCC foi no final de 2006, nos Estados Unidos da América, onde os apicultores relataram perdas entre 30 a 90% nas colônias, sem que houvesse uma causa aparente (KAPLAN, 2012).

Quanto maior a densidade e a atratividade das flores abertas contaminadas pelo defensivo, no pleno florescimento, maior a visitação pelas abelhas e maior a contaminação destas também (RIEDL et al, 2006).

Devido a esses fatores é de extrema importância ter conhecimento sobre a quantidade mínima considerada segura para a aplicação da substância e ao seu tipo. Estudos estabelecem limites considerados seguros quanto a sua utilização, de tal forma que não provoque graves problemas as abelhas. Por isso a importância em se

atentar ao que está indicado nos rótulos ou bulas. Existem também iniciativas de instituições com vídeos informativos que facilitam ainda mais o entendimento dos agricultores.

Pesticidas de efeito residual também devem ser evitados devido a sua permanência no ambiente por um longo período.

As abelhas podem ser intoxicadas por inseticidas por três vias: contato, ingestão e fumigação e seus efeitos variam dentre as espécies e vão desde a morte imediata a efeitos subletais, os quais causam problemas ao funcionamento das colônias (VANENGELSDORP & MEIXNER, 2010).

Sendo assim são necessários estudos que abordem o impacto que os pesticidas podem representar para as populações dessas abelhas, assim como as consequências do declínio das populações dessas espécies (TOMÉ et al., 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É extremamente importante determinar a variedade de pesticidas no ambiente e entender seu impacto na diversidade de polinizadores e, portanto, na polinização.

A utilização imprudente e inadequada de agrotóxicos coloca polinizadores sob grave estresse, provocando danos em seu sistema nervoso, comportamental, populacional e econômico. Estudos citados no presente trabalho comprovam que até mesmo dosagens consideradas pequenas podem causar a morte destes polinizadores, mesmo que não seja de forma imediata. Tanto os efeitos letais quanto os subletais merecem serem tratados com importância. O seu uso excessivo e não ter um conhecimento acerca da substância a ser utilizada, está prejudicando as abelhas tanto individualmente quanto em nível de colônia, já que uma abelha afetada consegue contaminar toda uma colônia sadia.

Os agrotóxicos neonicotinóides, segundo dados de estudos presentes neste trabalho, mostraram que afetaram as abelhas em seu comportamento e também o seu sistema nervoso.

Dada a importância ecológica e econômica e as evidências do declínio das populações de abelhas nativas, é essencial entender como essas espécies de abelhas respondem e os possíveis efeitos da exposição aos principais pesticidas.

Por fim, o ideal seria o desenvolvimento de novas descobertas e práticas mais sustentáveis, e que não prejudiquem a vida desses insetos e também do meio ambiente.

5 REFERÊNCIAS

ABBO, P.M., KAWASAK, J.K., HAMILTON, M., COOK, S.C., DEGRANDIHOFFMAN, G., LI, F.W., LIU, J.; CHEN, Y. P. Effects of Imidacloprid and *Varroa destructor* on survival and health of European honeybees, *Apis mellifera*. **Insectscience**, v.24, n.3, p. 467-477, 2017.

ANDRÉA, M. M. O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana**, n. 2, p. 95-107, 2010. Disponível em: doi: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57515556007> .

ARAÚJO, F. D.; NETO, C. M. S; RIBEIRO, G. M. O; NASCIMENTO, A. R. **Valoração econômica do mel no estado de goiás: conservação e renda**. Goiás, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2015b/Valoracao.pdf> . Acesso em 22 mai 2021.

ARAÚJO, W. L.; OLIVEIRA, A. G.; FERREIRA, A. P. N.; SOUSA, F. S.; ANDRADE, A. B. A. Manejo de pragas no controle de doenças no cultivo de hortícolas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal, v. 10, n. 5, p. 43- 50, 2015. Disponível em: doi: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i5.3887> .. Acesso em: 22 mai. 2022.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sublethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. **Bulletin of Insectology**, v. 56, p. 63-67, 2003.

BRYDEN, J.; RICHARD J.; GILL, R.J.; MITTON, R.A.A.; RAINE, N.E.; JANSEN, V.A.A. 2013. Chronic sublethal stress causes bee colony failure. **Ecology Letters**. 16, 1463–1469.

BRITAIN, C., POTTS, S.G. 2011. The potential impacts of insecticides on the lifehistory traits of bees and the consequences for pollination. **Basic and Applied Ecology**, 12, 321-331.

BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. *The Forgotten Pollinators*. Washington, **Island Press**, 1997.

CARNEIRO, F. F. (2015). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. EPSJV/Expressão Popular.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BUENO FILHO, J. S. S.; BAPTISTA, A. P. M. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, 597–606, 2009.

CATAE, A. F. ., da Silva Menegasso, A. R., Pratavieira, M., Palma, M. S., Malaspina, O., & Roat, T. C. (2019).I. MALDI. Imaging analyses of honeybee brains exposed to a neonicotinoid insecticide. **Pest Management Science**, v. 75, n. 3, p. 607–615, 2018a.

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

CLAUDIANOS C., Ranson, H., Johnson, R. M., Biswas, S., Schuler, M. A., Berenbaum, M. R., ... & Oakeshott, J. G. (2006) A deficit of detoxification enzymes: Pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. **Insect Molecular Biology**, v. 15, n. 5, p. 615–636, 2006.

DECOURTYE, A.; ARMENGAUD, M.; RENOU, M.; DEVILLERS, J.; CLUSEAU, S.; GAUTHIER, M.; PHAM-DELEGUE, M. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Pesticide of Biochemistry Physiology**, San Diego, v. 78, p. 83-92, 2004

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema> . Acesso em: 22 de mai de 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture** – the international response. 2004. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/Pollination-FolderFlyer_web.pdf. Acesso em: 28 abr 2022.

FAIRBROTHER, A., ANDERSON, T., FELL, R. 2014. Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. **Environmental Toxicology and Chemistry**. 33, 719-731.

FAITA, M. R., CHAVES, A., NODARI, R. O. **A expansão do agronegócio: impactos nefastos do desmatamento, agrotóxicos e transgênicos nas abelhas. Desenvolvimento e Meio Ambiente**. UFPR, v. 57, p.70-105, 2021.

FRAZIER, M.; C.; FRAZIER, J.; ASHCRAFT, S. What have pesticides got to do with it? **American Bee Journal**, v. 148, p.521-523, 2008.

FREITAS, B. M. **Polinizadores e polinização: o valor econômico da conservação**. http://www.reacao.com.br/programa_sbpc57ra/sbpccontrole/textos/brenofreitas htm Acesso em, v. 20, n. 01, p. 2006, 2006.

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

GONÇALVES, L. S. O desaparecimento das abelhas, suas causas, consequências e o risco dos neonicotinóides para o agronegócio apícola. **Mensagem doce**, n 117, 2012.

KAPLAN, J. K. Colony Collapse Disorder: An Incomplete Puzzle. **Agricultural Research Magazine**, v. 60, n. 6, p. 1–5, 2012.

LAMBIN, M.; ARMENGAUD, C.; RAYMOND, S.; GAUTHIER, M. Imidacloprid Induced Facilitation of the Proboscis Extension Reflex Habituation in the Honeybee. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**. New York, v. 48, p. 129-134, 2001.

MALASPINA, O. Estudo genético da resistência ao DDT e relação com outros caracteres em *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae), 1979, 81 f. **Dissertação (Mestrado em Zoologia de Invertebrados)** – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FUNPEC, Universidade de São Paulo, 2008. p. 41–48.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F. Reflexos das aplicações de agrotóxicos nos campos de cultivo para a apicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

APICULTURA, 27.; e MELIPONICULTURA, 3.; Belo Horizonte, 2008. **Anais...** Belo Horizonte, 2008.

MCGREGOR, S.E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. USDA., Agri. **Handbook** No. 496, 411 pp.

ORSI, R. D. O., Barreto, L. M. R. C., Gomes, S. M. A., & Kadri, S. M. (2012). Pesticides in the propolis at São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 34, 433-436.

REIS, J; ARAGÃO, T. Viabilidade econômica da apicultura no município de Botucatu–SP. **Revista Ipecege**, p. 26-35, 2015. Disponível em: <https://revista.ipecege.com/Revista/article/view/20/21> . Acesso em 22 mai 2022.

RICKETTS, T., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMIL-HERREN, B., GREENLEAF, S.S., KLEIN, A.M., MAYFIELD, M.M., MORANDIN, L.A., OCHIENG, A. & VIANA, B.F. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecol. Lett.** 11:499-515.

RIEDL H. W., Johansen, E., Brewer, L. J., & Barbour, J. (2006). How to reduce bee poisoning from pesticides. Oregon State University, Corvallis **PNW (Pacific Northwest Extension)**, 26p.2006.

ROUBIK D.W. The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners. **Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)**, Roma, 2018.

STRAUB, L. , Villamar-Bouza, L., Bruckner, S., Chantawannakul, P., Gauthier, L., Khongphinitbunjong, K., ... & Williams, G. R. (2016). Neonicotinoid insecticides can serve as inadvertent insect 103 contraceptives. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1835, 22 jul. 2016.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. Origem, filogenia e biogeografia. In: SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. p. 29–41.

SOARES, H. M. Avaliação dos efeitos do inseticida imidacloprido para abelhas sem ferrão *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). 2012. 87 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87695>>. Acesso em: 29 mai. 2022

SOUZA, T.F. Efeitos das doses subletais do fipronil para abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) por meio de análises morfológicas e comportamentais. 2009. 49 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Rio Claro.

THANY, S. H., Bourdin, C. M., Graton, J., Laurent, A. D., Mathé-Allainmat, M., Lebreton, J., & Le Questel, J. Y. (2015). Similar comparative low and high doses of deltamethrin and acetamiprid differently impair the retrieval of the proboscis extension reflex in the forager honey bee (*Apis mellifera*). **Insects**, 6(4), 805-814.

TOMÉ, H.V.V., BARBOSA, W.F., MARTINS, G.F.; GUEDES, R.N.C. 2015. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non target toxicity of a bioinsecticide. **Cremosphere**. 167, 186-196.

TOSI, S.; NIEH, J. C. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, alters honey bee activity, motor functions, and movement to light. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2017.

VALENZUELA, P. M.; MATUS, M. S.; ARAYA, G. I.; PARIS, E. Pediatría ambiental: um tema emergente. **Jornal de Pediatría**, v. 87, n. 2, p. 89-99, 2011.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572011000200003. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572011000200003>. Acesso em: 22 mai. 2022.

VANENGELSDORP, D.; EVANS, J.D.; SAEGERMAN, C.; MULLIN, C.; HAUBRUGE, E.; NGUYEN, B.K.; FRAZIER, M.; FRAZIER, J.; COX-FOSTER, D.; CHEN, Y.; UNDERWOOD, R.; TARPY, D.R.; PETTIS, J.S. **Colony collapse disorder: a descriptive study. Plos One**, v.4, e6481, 2009. DOI: 10.1371/0006481.

WHITEHORN, P.R.; O'CONNOR, S.; WACKERS, F.L.; GOULSON, D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. **Science**, v.336, p.351-352, 2012. DOI: 10.1126/science.1215025.