

O uso incorreto do inseticida fipronil e sua influência na morte das abelhas no sul do Brasil

The incorrect use of the insecticide fipronil and its influence in the death of bees in southern Brazil

Renan do Carmo Marinho Silva

Fatec Praia Grande
renan.silva153@fatec.sp.gov.br

Priscila Aparecida Della Torre 

Fatec Praia Grande
priscila.torre@fatec.sp.gov.br

Janara de Camargo Matos 

Fatec Praia Grande
janara.matos@fatecpg.com.br

RESUMO

As abelhas são seres vivos de elevada importância para a manutenção do ecossistema em que nós, seres humanos, estamos inseridos. Através deste estudo são levantadas questões que envolvem o uso do fipronil, princípio ativo de diversos agroquímicos, que são aliados à crescente demanda da agricultura. O fipronil é um inseticida sistêmico letal aos insetos causando hiperexcitação neural, e vem sendo apontado como um dos responsáveis por quase meio bilhão de mortes de abelhas entre o fim do ano de 2018 e início de 2019, principalmente na região sul do Brasil devido ao seu uso incorreto por meio de pulverização aérea ou em época de floração, e aos impactos ambientais causados na fauna e flora onde estes agroquímicos são pulverizados, além do risco a saúde de quem os manuseia e da população que reside próxima as lavouras. A partir dos dados obtidos, utilizando como metodologia o Arco de Maguerez, foi possível observar que existem problemas relacionados ao uso de defensivos agrícolas nas lavouras brasileiras que influenciou nas mortes das abelhas, sugerindo ações que possam ser aplicadas visando minimizar os danos e instruir quanto ao uso correto e o manuseio de produtos químicos destinados a agricultura. Serão apresentadas informações e fatos que comprovem a influência do uso incorreto e indiscriminado de inseticidas à base de fipronil na morte das abelhas no Sul do Brasil e dados estatísticos de morte de abelhas na região e período de estudo, os efeitos da molécula de fipronil nos insetos e no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Abelhas. Fipronil. Meio ambiente.

ABSTRACT

Bees are living beings of high importance for the maintenance of the ecosystem in which we humans are inserted. Through this study, questions are raised that involve the use of fipronil, active ingredient of several agrochemicals, which are allied to the growing demand of agriculture. Fipronil is a systemic insecticide lethal to insects causing neural hyperexcitation, and has been identified as one of the responsible for almost half a billion bee deaths between the end of 2018 and early 2019, mainly in the southern region of Brazil due to its incorrect use by means of aerial spraying or in flowering season, and the environmental impacts caused on the fauna and flora where these agrochemicals are sprayed, in addition to the risk to the health of those who handle them and of the population that resides close to the crops. From the data obtained, using the Maguerez Bow methodology, it was possible to observe that there are issues related to the use of pesticides in Brazilian crops that influenced bee deaths, suggesting actions that can be applied to minimize the damage and instruct on correct use and handling of chemicals intended for agriculture. Information and facts that prove the influence of the incorrect and indiscriminate use of insecticides based on fipronil on the death of bees in southern Brazil will be presented and statistical data on bee death in the region and period of study, the effects of the fipronil molecule on insects and the environment.

KEY-WORDS: Bee. Fipronil. Environment.

INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma das principais atividades econômicas no Brasil atualmente, representando pouco mais de 20% de todo o PIB brasileiro (BRASIL AGRO, 2020). Esse valor significativo só foi alcançado após décadas de estudos em tecnologia e pesquisas, existindo ainda muitos desafios a serem superados, como o uso inadequado de agroquímicos, os quais oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente (EMBRAPA, 2020). Os agroquímicos podem ser utilizados na agricultura para diversas finalidades, uma delas é impedir que insetos e pragas prejudiquem a lavoura, sendo possível através da aplicação de inseticidas. Um dos princípios ativos dos inseticidas protagonistas pela morte das abelhas no período estudado é o fipronil, utilizado em muitas das lavouras no Brasil, principalmente em plantações de soja no sul do país por pulverização aérea, o que é proibido, além de ser aplicado na terra e nas sementes (BRASIL AGRO, 2019). O fipronil, de fórmula molecular $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$, é um inseticida de amplo espectro que danifica o sistema nervoso central do inseto, bloqueando a passagem de íons de cloro e causando uma "super-excitação" dos músculos e nervos dos insetos contaminados, levando-os a morte (RAYMOND-DELPECH V. et al 2005). Estudos com a abelha sem ferrão da espécie *Scaptotrigona postica* mostraram reações adversas ao pesticida, incluindo convulsões, sendo extremamente tóxico para as abelhas em geral (JACOB, et al 2013). Segundo o site da Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, em cerca de 80% de todas as plantas com flores, alguns animais são os responsáveis pela polinização e, entre os

animais polinizadores, nenhum é mais eficiente do que a abelha (A.B.E.L.H.A., 2019). Fipronil e Neonicotinóides foram responsáveis por milhões de mortes de abelhas no Rio Grande do Sul, no Mato Grosso do Sul e em São Paulo entre dezembro de 2018 e fevereiro de 2019 (REPÓRTER BRASIL; AGÊNCIA PÚBLICA, 2019). De acordo com Projeto Colmeia Viva® (2018) em parceria com a Universidade Estadual Paulista - Unesp e Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, através de uma pesquisa feita entre agosto de 2014 e agosto de 2017, foi constatada a presença de fipronil entre outros defensivos agrícolas, em 59 casos dos 88 que foram analisados nas abelhas da espécie *Apis mellifera*. A pesquisa foi realizada no Estado de São Paulo, mas com contatos de perdas em outros Estados como Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso, Rio de Janeiro e Goiás. O Objetivo Geral do trabalho é apresentar informações e fatos que comprovem a influência do uso incorreto e indiscriminado de inseticidas à base de fipronil na morte das abelhas no sul do Brasil, entre dezembro de 2018 e fevereiro de 2019. Os Objetivos Específicos consistem em levantar os dados estatísticos de morte de abelhas na região e período de estudo, pesquisar os efeitos da molécula de fipronil nos insetos e no meio ambiente, relacionar estes dados com a mortandade de abelhas ocorrida no sul do Brasil e propor soluções de menor impacto, tanto para as abelhas como também para o meio ambiente.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (2019) o Brasil é o maior consumidor mundial de produtos agroquímicos, embora exista a Lei nº 7.802, de julho de 1989, que regulamenta o uso e a comercialização no país. Indústria e governo garantem que os defensivos agrícolas são seguros se aplicados corretamente (O GLOBO, 2019), mas admitem que há excessos, mau uso e barreiras na fiscalização. Segundo o Ministério da Saúde, no último balanço divulgado, entre 2007 a 2015 foram registrados mais de 84 mil casos de intoxicação por agroquímicos. Na conta, entram venenos de uso nas lavouras, doméstico e raticidas. Vários estudos recentes deixam claro a ação prejudicial do uso de defensivos agrícolas na vida do ser humano, bem como no organismo de insetos polinizadores, como é o caso das abelhas, causando a morte de muitas delas.

O que acontece é que as abelhas precisam buscar néctar e pólen das flores e elas acabam visitando as plantações, e esse uso de agroquímicos, que aqui no Brasil está se tornando cada vez mais intenso e prejudicial, acaba por levar à morte essas abelhas (FRANCOY, 2019, entrevista dada ao jornal da USP).

1.1 AS ABELHAS

Quando o assunto é “abelha” alguns temas como mel e ferroadas podem surgir rapidamente, porém a discussão pode ir muito além disso, principalmente quando falamos de polinização e a origem desses seres. Não se sabe ao certo quando que as abelhas surgiram, mas foi no período cretáceo com o surgimento das primeiras flores, cerca de 76 a 146 milhões de anos atrás. Até então, os vegetais existentes reproduziam-se basicamente por meio de esporos, como as samambaias, que o fazem até os dias atuais. Por outro lado, o fóssil de abelha mais antigo que se tem conhecimento possui pelo menos 74 milhões de anos, mas já se trata de uma abelha operária da espécie denominada *Trigona prisca*, hoje extinta (FREITAS, 2020). Existem diversas espécies de abelhas pelo mundo e nem todas vivem em colônias, apenas as abelhas “sociáveis” que vivem nas chamadas colmeias. As abelhas produtoras de mel são divididas em três classes: as operárias, que providenciam a alimentação; a rainha que põe os ovos e o zangão que se acasala com a rainha. Uma colônia mediana tem uma rainha, aproximadamente cem zangões e por volta de sessenta mil operárias, e podem viver até três anos (DINIZ FILHO/MALASPINA, 1995). As espécies nativas brasileiras não possuem ferrão (ou é atrofiado) e a maioria é sociável. As mais conhecidas segundo Dinis Filho/Malaspina (1995) são:

- Abelha Mulata ou Uruçu (*Schwarziana quadripunctata*), figura 1;
- Abelhão ou Mamangaba (Bombinae);
- Abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*);
- Jandaia (*Melipona interrupta*).

Figura 1 - Abelha Mulata



Fonte: Fio Cruz/ Abelhas (2020)

Outras espécies posteriormente foram introduzidas em nosso bioma pelo homem:

- Abelha europeia (*Apis mellifera*): Originárias da Ásia e Europa, possuem ferrão e são pouco agressivas, foram introduzidas no Brasil por ingleses e espanhóis em 1839 para suprir apiários, e hoje encontramos tanto em nossa fauna quanto em criadouros.
- Abelha africana (*Apis mellifera Adamson Lactar*): Originárias da África do Sul, possuem ferrão, são extremamente agressivas, foram introduzidas no Brasil para pesquisas científicas em 1956 para aumentar e melhorar a produção de mel, mas acabaram escapando do cativeiro e, no cruzamento com as abelhas europeias, surgiu um híbrido que passou a ser chamado de Abelha Africanizada (DINIZ FILHO/MALASPINA,1995).

1.1.1 A Importância das Abelhas para a humanidade

As abelhas têm importância fundamental para a vida como um todo no planeta Terra, pois são responsáveis por grande parte da polinização, garantindo a produção de frutos e sementes, e pela produção de mel, própolis, geleia e cera. Cerca de 80% de todas as plantas com flores que temos no planeta dependem da polinização das abelhas, e uma pequena parte é feita por pássaros e outros insetos (A.B.E.L.H.A., 2019). Segundo a Agência Europeia de Segurança Alimentar (EFSA, 2013), a proteção da espécie é essencial, dada a sua importância no ecossistema e na cadeia alimentar, e com a crescente mortandade das abelhas o planeta pode entrar em colapso em poucos anos, gerando um efeito dominó na cadeia alimentar, sendo que a extinção das abelhas também levaria a extinção da maior parte dos seres vivos.

A preocupação com as polinizadoras nativas é cada vez maior, pois com as abelhas criadas por apicultores existe a possibilidade da elaboração de um relatório das mortes e mapeamento do desaparecimento, já com as abelhas silvestres esse controle não existe (NOCELLI, 2019).

“Ninguém conta estas abelhas, ninguém sabe se elas estão morrendo ou não. E a tendência é que estejam em situação igual ou pior que as abelhas de criatórios. Porque no manejo que o apicultor faz ele alimenta e fortalece as colmeias.” (Nocelli, 2019, entrevista para ECO).

Ainda segundo Nocelli, não há um uso 100% seguro dos defensivos agrícolas para as abelhas, mas a aplicação correta é primordial para reduzir as mortes. Alguns produtos que deveriam, por exemplo, ser aplicados somente nas folhas, são pulverizados com avião ou aplicados na época de floração.

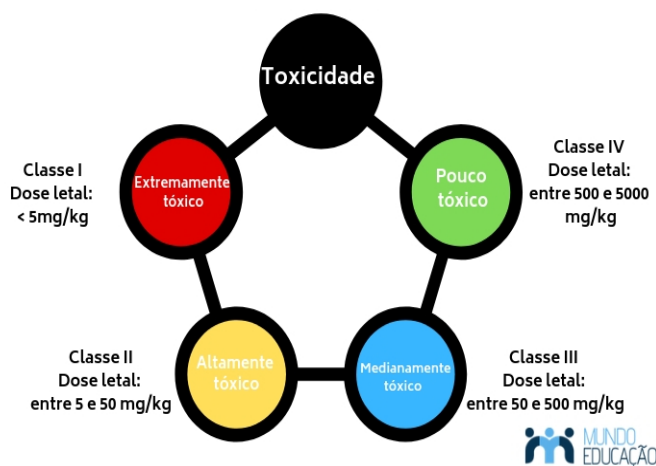
1.2 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E SUA UTILIZAÇÃO NO BRASIL

Segundo o artigo 1º, inciso IV do Decreto Federal Brasileiro nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entendem-se por defensivos agrícolas:

Produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento das plantas.

Os primeiros compostos foram criados como armas químicas durante a Segunda Guerra Mundial. Com o fim da guerra os compostos foram manipulados para uso na agricultura e no pós-guerra, surgiu a Revolução Verde. Com a expansão populacional e econômica a agricultura deu um salto em sua produção e, com isso, o surgimento de novos e mais potentes agroquímicos para assegurar uma colheita satisfatória (ROSA, 2017). O uso de agroquímicos está intimamente associado a problemas ambientais e de saúde, segundo pesquisas feitas pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2019), onde sua classificação é feita por classe de toxicidade e segundo os efeitos à saúde humana, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Classificação dos Agroquímicos



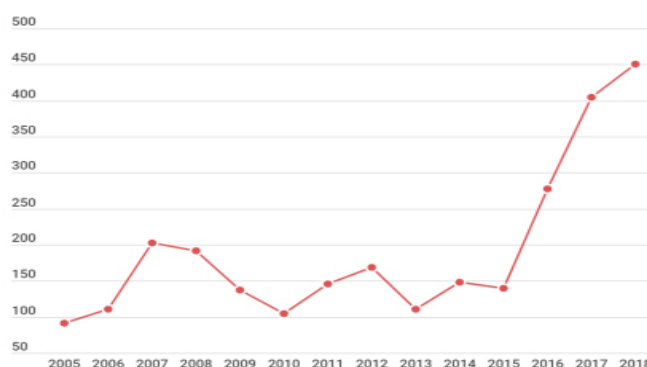
Fonte: Mundo Educação (2020)

Os tipos de defensivos agrícolas também estão associados à natureza da praga que será combatida, ao grupo químico à qual pertencem, bem como aos danos relacionados ao meio ambiente e à saúde humana, de modo geral, e conforme publicado em Brasil Escola (2020), podem ser classificados da seguinte forma:

- Inseticidas – usados para combater insetos;
- Fungicidas – usados para combater fungos;
- Herbicidas – usados no controle contra ervas daninhas;
- Desfoliantes – usados contra folhas indesejadas;
- Fumigantes – usados para combater bactérias presentes no solo.

Conforme a figura 3, só no ano de 2018 foram registrados 450 novos agroquímicos no Brasil, um recorde histórico, sendo que apenas 52 são considerados de baixa toxicidade.

Figura 3 – Gráfico de registro de agroquímicos por ano - Brasil



Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018)

1.3 AÇÃO DOS INSETICIDAS NO ORGANISMO DOS INSETOS

Segundo Malaspina et al. (2008) os inseticidas afetam os insetos de três maneiras: por contato, ingestão e fumigação. Levando as abelhas à morte instantânea por dose letal ou a longo prazo por dose sub letais, comprometendo a colônia e sua longevidade. Por se tratar de um inseticida sistêmico, o fipronil é letal aos insetos, incluindo as abelhas que vão forragear as flores a procura de pólen. Atua bloqueando os receptores gama-aminobotírico (GABA), um inibitório presente no sistema nervoso central e, devido a acumulação do neurotransmissor nas junções sinápticas, o inseto é levado à hiperexcitação neural (CASTILHOS, 2018).

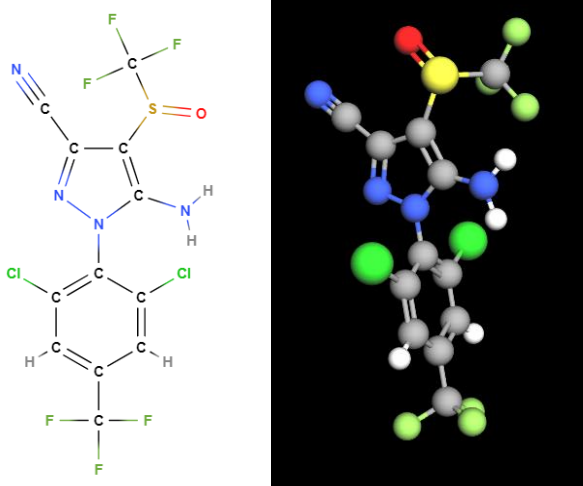
O ácido gama-aminobotírico, onde se encontra o fluxo de íons Cl^- dentro da célula nervosa, que estabelece um efeito calmante; com a ação do fipronil a entrada de íons Cl^- no neurônio é bloqueada, ocasionando uma hiper excitação. Ao afetar o sistema nervoso das abelhas, estas ficam desorientadas, se perdem e as poucas que voltam a colônia acabam por contaminá-la. Ao produzir o mel com o pólen contaminado, toda a colônia é afetada, diminuindo o tempo de vida das abelhas que vão eclodir. (PEREIRA, 2010). A dose média letal

(DL 50) do fipronil para as abelhas varia de espécie para espécie, mas estudos mostram que uma DL 50 acima de 2,0 µg/abelha já é letal para as polinizadoras (SOUZA, 2009). Em caso de contaminação subletal, seus efeitos acabam se tornando letais a curto prazo, já que o fipronil tem uma maneira específica de agir no metabolismo dos insetos, dificultando o processo de aprendizagem e memória, alterando seu comportamento. O olfato e o paladar são sentidos primordiais das abelhas, mas devido a exposição ao inseticida esses sentidos são drasticamente afetados. Outro atributo essencial das abelhas é a precisão para o forrageamento, que é prejudicado pelo inseticida, afetando navegação, diminuindo este instinto ou induzindo a mais voos. O fipronil é altamente tóxico à todas as espécies de abelhas, incluindo as nativas (CASTILHOS, 2018).

1.4 FIPRONIL E SUA APLICAÇÃO

O Fipronil tem fórmula molecular $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$ como mostra a figura 4, pertence a classe dos Inseticidas e foi introduzido no Brasil em 1999 conforme o Ministério do Meio Ambiente, pela Lei nº 7,802, de 11 de julho de 1989, regulamentado pelo Decreto nº 40.047/2002 que substituiu os Decretos de nº 24.114/1934 e nº 98.816/1990.

Figura 4 - Fórmula estrutural Fipronil ($C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$)



Fonte: Molview.org (2021) - Adaptação dos Autores

Fipronil pertence ao grupo químico *Pirazol*, um composto aromático, sua classificação toxicológica é Classe II e tem uso agrícola com aplicação de solo, foliar, semente, muda e água de irrigação, dependendo da cultura (ANVISA, 2019). De acordo com uma pesquisa realizada

em 2004 pela EMBRAPA, o fipronil geralmente é aplicado no Brasil em pulverização aérea, o que segundo sua bula, não é recomendado. Ventos fortes podem contribuir para espalhar o composto, atingindo áreas distantes, descartando também sua aplicação com ventos acima de 10km/h. O fato de sua aplicação ser realizada por aviões ainda é confirmado por Osmar Malaspina, Doutor em ciências biológicas, pesquisador de abelhas há 40 anos e por Aldo Machado, coordenador da Câmara Setorial de Apicultura do Rio Grande do Sul (CANAL RURAL, 2019). Seu uso varia entre culturas como algodão, arroz, amendoim, batata, milho, trigo e soja, este último o mais visitado pelas abelhas, e é proibido pelo Tribunal Geral da União Europeia em vários países da Europa desde 2004, sendo anuladas algumas restrições para o uso do fipronil em 2018. Porém, por ser solúvel em gordura, a Agência Europeia de Segurança Alimentar proíbe seu uso em animais como gado e aves, destinados ao consumo humano, pois contaminaria o leite, carnes e ovos (GLOBO RURAL, 2008). Em janeiro de 2019 no Estado de Santa Catarina foi realizado um teste pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento agrícola de Santa Catarina) que acabou revelando que cerca de 50 milhões de abelhas morreram devido ao uso do Fipronil (BRASIL AGRO, 2019). Segundo a Repórter Brasil (2019) o fipronil em sua maior parte junto com outros inseticidas derivados de nicotina, segundo laudo realizado entre dezembro de 2018 e fevereiro de 2019, feito pelas secretárias de cada Estado que participou do estudo, aponta que 80% das abelhas continham estas substâncias em seu organismo. A quantidade de mortes consta no quadro 1.

Quadro 1 – Morte das Abelhas

Rio Grande do Sul	400 milhões de mortes
Mato Grosso do Sul	45 milhões de mortes
São Paulo	07 milhões de mortes

Fonte: Repórter Brasil (2019) adaptação própria

O professor e agrônomo Rubens Onofre Nodari da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), faz um alerta de que com quase meio bilhão de abelhas mortas no Brasil em 3 meses, as abelhas silvestres não entraram nesta somatória (BRASIL AGRO, 2019).

1.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DO FIPRONIL

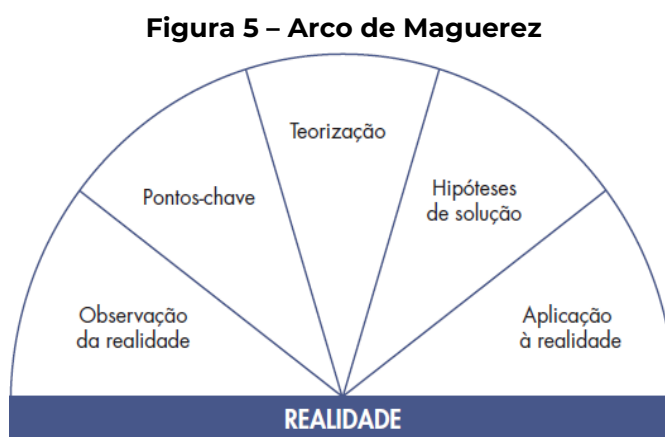
O fipronil é um inseticida que ataca o sistema nervoso, embora tenha uma toxicidade maior nos invertebrados, os vertebrados também sofrem em consequência de sua utilização, como pequenos pássaros e peixes. Age diretamente, afetando a vida animal pela sua toxicidade ou indiretamente, afetando a cadeia alimentar devido à baixa oferta de alimento aos animais, ou seja, seu uso interfere na cadeia alimentar como um todo. Usando o inseticida para controlar pragas como gafanhotos e outros pequenos insetos que afetam as lavouras, haverá uma diminuição de oferta de alimentos para pássaros, lagartos e outros pequenos animais que se alimentam destes, alterando o ciclo de vida e até diminuindo a população animal (GIBBONS et al, 2014). Ainda de acordo com Gibbons et al. (2014), os agroquímicos que contêm o fipronil representam uma ameaça aos ecossistemas e a biodiversidade, pois é absorvido por todas as partes das plantas, até mesmo as que não são tratadas diretamente. Se espalha pelo solo com facilidade, já que é miscível em água e assim contaminando águas naturais consequentemente afetando a vida dos mamíferos, pássaros, peixes, anfíbios, répteis e microrganismos. Estudos como o de Fredianelli et al. (2013) sobre a bioacumulação do fipronil em peixes, cita espécies que foram capazes de biotransformar e bioacumular rapidamente o composto, em sua forma mais tóxica, o que afeta toda a cadeia alimentar, inclusive a do ser humano. Os organismos não alvos são afetados das mais diversas formas, em seu comportamento, ciclo de vida e reprodução. Por sua aplicação, além de foliar, também ser diretamente no solo, o inseticida penetra atingindo as águas naturais subterrâneas até alcançar lagos, rios e o oceano.

A degradação do fipronil é lenta no solo, o que ocorre sob oxidação, hidrólise ou redução, variando muito dependendo da temperatura e microbiota do solo (GRANZOTO, 2018). Além disso, o número de doenças nos campos de lavouras devido a intoxicação que os trabalhadores sofrem por inalação, ingestão e/ou contato físico é enorme, como doenças crônicas e desregulação endócrina (BOMBARDI, 2017).

Bombardi (2017) ressalta que quando se faz a pulverização aérea do inseticida, parte do produto não atinge o cultivo alvo e se dispersa no ar, causando o “efeito deriva”, atingindo fauna e flora local além das populações próximas as lavouras, o que segundo a bula de um dos inseticidas com fipronil (Fipronil 80 Wg Gharda) é proibido, além do alerta de perigo devido o produto ser altamente persistente no meio ambiente e altamente tóxico para vida aquática e abelhas.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada para o desenvolvimento desta pesquisa foi o Arco de Magueres, representado na figura 5, e se divide em etapas:



Fonte: Unasus (2020)

Em que a primeira etapa consiste na observação de uma situação-problema presente na realidade em que estamos inseridos, trabalhando em cima da situação-problema e levantando pontos-chaves como fatores que estejam diretamente ligados ou sejam determinantes ao problema, na segunda etapa. Foram pesquisadas bases de dados científicas, bem como em sites de notícias e legislações pertinentes ao assunto, correlacionando todas as informações obtidas ao tema central. Toda e qualquer informação encontrada relacionada a agroquímicos, fipronil e mortandade de abelhas no Brasil e no mundo foi levada em consideração nessa etapa. A partir da etapa de teorização e utilizando-a como base, com o uso da criatividade, foram elaboradas hipóteses para a solução do nosso problema, finalizando com a última etapa que é a de aplicação das soluções, planejamos as ações e discussão dos resultados. O intuito dessa última etapa é levantar questões e propor ações, que, por mais que não exista a possibilidade de aplicação imediata, ao menos desperte o interesse em futuros pesquisadores e entusiastas do assunto a levar o estudo para frente e aprimorar as ideias.

2.1 ANÁLISE DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

No decorrer deste estudo de caso ficou evidente a necessidade de observar mais de perto a forma como os agroquímicos são utilizados na agricultura, tendo em vista o grande número de substâncias liberadas para uso no Brasil e a escassez de órgãos que fiscalizem de maneira efetiva, controlando suas aplicações pelas plantações. As abelhas fazem parte de um

grupo importantíssimo de seres vivos existentes no nosso planeta que exercem funções que auxiliam e enriquecem a nossa sobrevivência, como a própria Agência Europeia de Segurança Alimentar (2015) afirma. Esses insetos precisam ser protegidos para que o equilíbrio do ecossistema seja mantido.

Como visto, a agricultura no Brasil é uma das principais fontes de renda e representam grande participação no PIB, o que possibilitou diversos estudos em novas tecnologias visando uma melhora do desempenho e da produtividade nas últimas décadas, como o aumento no número de defensivos agrícolas registrados (MAPA, 2018), que representam um papel essencial no controle de pragas que afetam diretamente as plantações. É notório que a morte das abelhas pode abalar a economia brasileira, tanto pela demanda de produção de mel e derivados como principalmente na agricultura. O uso indevido do Fipronil se mostrou um problema, tanto no organismo dos seres vivos quanto no meio ambiente, mesmo tendo o governo e os mais interessados, os agricultores, afirmando que com a utilização correta os riscos são mínimos. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em reportagem da Agência Câmara, informa que “o uso de agrotóxicos no Brasil está dentro dos padrões internacionais, mas reconheceu que há uma utilização equivocada que pode levar à contaminação” (REPÓRTER BRASIL, 2017).

No atual sistema de produção agrícola torna-se comum a desestruturação ecológica do meio ambiente, que se agrava pela remoção de plantas competitivas, linhagens por seleção, monocultivo, adubação química, irrigação, podas e controle de pragas e doenças. Consequentemente, como medida corretiva para esse desequilíbrio ambiental, o controle químico passa ser um mecanismo fundamental para assegurar a proteção contra baixas produtividades ou até a destruição da espécie cultivada (JEPPSON et al., 1975). Um dos fatores agravantes para a morte das abelhas na região Sul do Brasil pode ter sido o uso incorreto de inseticidas, como é o caso do fipronil (NOCELLI, 2019), aplicado através de pulverização aérea enquanto o uso terrestre e foliar são os indicados em sua bula. A primeira ação a ser tomada pelas autoridades é uma fiscalização mais rigorosa dos produtores que utilizam o composto em suas plantações, bem como visitas de especialistas para a devida orientação sobre os impactos causados pelo uso do inseticida, principalmente quando a aplicação não é feita da forma correta. Ao mesmo tempo, o governo brasileiro, através da atual Ministra da Agricultura Tereza Cristina, em entrevista coletiva em Brasília (O GLOBO, 2019) afirma que a liberação de defensivos agrícolas não traz riscos à saúde “Ninguém está pondo veneno no prato de ninguém. Consumidor nenhum brasileiro está sendo intoxicado”, deixam claro que existem barreiras a serem superadas, como a utilização incorreta e indiscriminada, afirmação que também é reforçada nas pesquisas de Bombardi e Nocelli (2017, 2019).

Sendo assim, o fipronil, bem como diversos outros agroquímicos representam um papel relevante na agricultura no combate aos seres nocivos, pois auxiliam no rendimento da produção. Quando aplicados de forma correta, o dano ocasionado ao meio ambiente e aos seres

vivos diminui, mas não deixa de existir. Observando os problemas ambientais associados ao uso do fipronil e o impacto causado quando seu uso é feito de maneiras não recomendadas na bula, chegamos a algumas possíveis hipóteses para tentar impedir isso, como uma vistoria periódica nas lavouras que fazem uso de inseticidas como o fipronil com relatórios específicos sobre a utilização de cada agroquímico em determinado período, e aplicação de penas mais severas que as contidas na Lei 7802/89, que em seu art. 16 pune o réu que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente:

À pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR (Lei 7802 de 1989).

O uso de agroquímicos acima dos limites permitidos poderia também ser incluído na Lei 9605/98, pois hoje em dia não existem penas para atos envolvendo defensivos agrícolas na Lei em questão, que trata de crimes ambientais. Outra solução muito eficiente para o caso seria a de reeducação no setor do campo e agricultura, abrangendo tanto os trabalhadores, como responsáveis técnicos e empresários do ramo, realizando cursos e palestras com didática voltada ao cuidado com o meio ambiente, uso correto, manuseio e descarte de produtos químicos usados nas lavouras e suas embalagens. Existem ainda diversos estudos para a substituição de inseticidas por processos menos agressivos, como o controle biológico, através do uso de defensivos oriundos de extratos vegetais, micro-organismos e macro-organismos, atuando de forma mais seletiva e combatendo apenas a praga alvo. Incentivos a agricultura de pequenas plantações, principalmente de plantas com floração adequada às abelhas e que não façam uso de defensivos químicos, mas sim de substâncias orgânicas, o que ainda vem sendo pouco explorado devido a amplitude de sua aplicação, que é baixa comparada aos grandes produtores nacionais.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme demonstrado no decorrer do artigo, as abelhas são insetos de extrema importância para humanidade, levando em conta sua influência na polinização de diversas espécies da flora que possuem flores. Desde sua existência, as funções exercidas por esses seres vivos têm sido cruciais para nossa sobrevivência. Contudo, a mortandade das abelhas não é um episódio recente e vem sendo observado nos últimos anos, pois coloca em risco o equilíbrio de todo o ecossistema. Fica claro então a preocupação que devemos ter acerca de sua proteção, principalmente daquelas que vivem próximas às áreas onde o uso de inseticidas como os que

tenham fipronil são aplicados com maior frequência, bem como na região Sul do país, onde as ocorrências de mortes foram utilizadas como foco para este estudo de caso. O modelo agrícola brasileiro também precisa ser reformulado, comprovado o fato dos agroquímicos como o fipronil prejudicarem a existência de insetos essenciais como as abelhas. Vale ressaltar que o incentivo do governo é o mais importante para obter os melhores resultados, tendo em vista que os produtores sempre buscam as soluções mais rentáveis para fortalecer a sua produção. Se a alternativa ao uso de defensivos químicos não for atrativa ou custar mais, acaba se tornando inviável.

REFERÊNCIAS

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **F43 Fipronil**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/f/4351json-file-1/view> Acesso em: 20 set. 2020.

BRASIL AGRO. **O agrotóxico que matou 50 milhões de abelhas em Santa Catarina em um só mês**. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/agrotoxico-matou-50-milhoes-de-abelhas-em-santa-catarina-em-um-so-mes.html> Acesso em: 09 set. 2020.

BRASIL AGRO. **O agronegócio responde por 21,1% do PIB**. Disponível em: [https://www.brasilagro.com.br/conteudo/o-agronegocio-responde-por-211-do-pib-brasileiro.html#:~:text=Segundo%20a%20Embrapa%20\(Empresa%20Brasileira,responde%20por%2021%2C1%25%20do](https://www.brasilagro.com.br/conteudo/o-agronegocio-responde-por-211-do-pib-brasileiro.html#:~:text=Segundo%20a%20Embrapa%20(Empresa%20Brasileira,responde%20por%2021%2C1%25%20do) Acesso em: 10 out. 2020.

BOMBARDI, Larissa Mies. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com União Europeia**, 2017. Disponível em: <http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf> Acesso em 09 set. 2020.

BRASIL ESCOLA. **Agrotóxicos**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/agrotoxicos.htm> Acesso em: 03 fev. 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Disponível em: www.camara.leg.br Acesso em: 17 abr. 2020.

CASTILHOS, Deyson. **Desaparecimento e morte de abelhas no Brasil, registrados no aplicativo Bee Alert**, 2018. 163 f. Tese (pós-graduação) – Universidade Federal do Semiárido, Mossoró, 2018. Disponível em: <https://ppgca.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/50/2019/04/TESE-Dayson-Castilhos.pdf> Acesso em: 22 nov. 2020.

COLMEIA VIVA®. **Relatório MAP**. Disponível em: <https://www.colmeiaviva.com.br/colmeia-viva-map-divulga-resultado-de-3-anos-de-pesquisa/> Acesso em: 09 set. 2020

CONHECENDO AS ABELHAS, Parte do material extraído do CD-ROM – **A vida das abelhas**. Disponível em: <http://www.abelhas.ufc.br/documentos/conabelhas.pdf> Acesso em: 04 fev. 2020.

DECRETO Nº 4.074, DE 4 DE JANEIRO DE 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20no,e%20embalagens%2C%20o%20registro%2C%20a Acesso em: 20 set. 2020.

DINIZ FILHO, JAF; MALASPINA, O. **Abelhas Africanizadas nos anos 90. A história mostra que a população aprendeu a conviver com essas abelhas**. *Ciência hoje* 90:73-6, 1995

ECO.A. **Abelhas desaparecendo Einstein estaria certo**. Disponível em: <https://ecoa.org.br/abelhas-desaparecendo-einstein-estaria-certo/> Acesso em: 18 mar. 2020.

EMBRAPA. **Trajatória da agricultura brasileira**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira> Acesso em: 10 out. 2020.

FERREIRA, Rafael Alexandre Costa. **Análise morfológica e histoquímica do corpo gorduroso e dos túbulos de Malpighi de operárias adultas de *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) (Hymenoptera, Apidae) tratadas com fipronil e ácido bórico**, 2010. 72 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/87724> Acesso em: 10 set. 2020.

FIO CRUZ. **Abelha mulata**. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/abelhas.htm> Acesso em: 24 jun. 2020.

FRANCOY, JORNAL DA USP. **Morte de meio bilhão de abelhas e consequência de agrotóxicos**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/morte-de-meio-bilhao-de-abelhas-e-consequencia-de-agrotoxicos/> Acesso em: 18 de fev. 2020.

FREDIANELLI, Ana Carolina. **Biomarcadores hematológicos, bioquímicos, genéticos e histopatológicos para avaliação dos efeitos tóxicos do fipronil para o jundiá (*Rhamida quelen*)**, 2013. 16-17 f. Programa de pós-graduação em ciência animal – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, São José dos Pinhais, 2013 Disponível em: http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_arquivos/18/TDE-2016-03-18T150215Z-3112/Publico/Ana%20Carolina%20Fredianelli.pdf Acesso em 29 mar. 2021.

FREITAS, Breno Magalhães. **Introdução a Apicultura**. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnica/apicultura/livros/INTRODUCAO%20A%20APICULTURA.pdf> Acesso em: 23 de jul. 2020.

GIBBONS, D.; MORRISSEY, C. & MINEAU, P. **A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife**. *Environ Sci Pollut Res* 22, 103–118 (2015). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3180-5> Acesso em: 09 set. 2020.

GLOBO RURAL. **Tribunal da UE confirma proibição de inseticidas que afetariam abelhas.** Disponível em:

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/05/tribunal-da-ue-confirma-proibicao-de-inseticidas-que-afetariam-abelhas.html> Acesso em: 24 jun. 2020.

GRANZOTO, M. R. **Toxidade do fipronil sobre *Enchytraeus crypticus* em solo natural tropical: Tese multigerencial**, 2018. 69 f. Tese (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Tecnologia, Campinas 2018. Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/339132/1/Granzoto_MarianaRolim_M.pdf Acesso em: 22 out. 2020

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Agrotóxicos.** Disponível em:

<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos> Acesso em: 20 set. 2020.

JACOB, C.R.O.; SOARES, H.M., CARVALHO, S.M. **Acute Toxicity of Fipronil to the Stingless Bee *Scaptotrigona postica* Latreille.** Bull Environ Contam Toxicol 90, 69–72 2013.

JEPPSON, L. R.; KEIFER, H. H.; BAKER, E. W. **Mites injurious to economic plants.** Berkeley: University of California Press, 1975. 614 p.

JORNAL EXTRA CLASSE. **Mortandade das abelhas está ligada à agrotóxicos.**

Disponível em: <https://www.extraclasse.org.br/ambiente/2019/01/mortandade-de-abelhas-esta-ligada-a-agrotoxicos/> Acesso em: 18 mar. 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. **Agricultura.** Disponível em: www.gov.br/agricultura Acesso em: 17 abr. 2020.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Agrotóxicos.** Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/agrotoxicos.htm> Acesso em: 24 jun. 2020.

MOLVIEW. **Molécula de fipronil.** Disponível em: <https://molview.org/?cid=3352> Acesso em: 2 abr. 2021.

NOCELLI, Roberta. ASSOCIAÇÃO O ECO. **Governo registra mais três agrotóxicos associados a mortandade de abelhas.** Disponível em:

<https://www.oeco.org.br/reportagens/governo-registra-mais-tres-agrotoxicos-associados-a-mortandade-de-abelhas/#:~:text=%E2%80%9CNingu%C3%A9m%20conta%20estas%20abelhas%2C%20ningu%C3%A9m,as%20colmeias%E2%80%9D%2C%20afirma%20Nocelli> Acesso em: 22 mai. 2020.

PEREIRA, A. M. **Efeitos de inseticidas na sobrevivência e no comportamento de abelhas**, 2010. 125 f. Tese (doutorado)- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2010. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106530/pereira_am_dr_rcla.pdf?sequence=1 Acesso em: 10 set. 2020.

PORTAL A.B.E.L.H.A, Associação Brasileira de Estudos das Abelhas. **Abelhas e Polinização**. Disponível em: <https://abelha.org.br/abelhas-e-a-polinizacao/> Acesso em: 11 mar. 2020.

PORTAL AGROLINK. **Bula fipronil**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/fipronil-nortox-800-wg_8706.html Acesso em: 18 de fev. 2020.

PORTAL DE NOTÍCIAS GAÚCHA. **Laudo mostra que agrotóxicos causaram morte de milhões de abelhas no RS**. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2019/07/laudo-mostra-que-agrotoxicos-causaram-morte-de-milhoes-de-abelhas-no-rs-cjyhei8yp008701k0q6pdxkpm.html> Acesso em: 11 mar. 2020.

PORTAL DE NOTÍCIAS G1 GLOBO. **Brasil usa 500 mil toneladas de agrotóxicos por ano, mas quantidade pode ser reduzida dizem especialistas**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/05/27/brasil-usa-500-mil-toneladas-de-agrotoxicos-por-ano-mas-quantidade-pode-ser-reduzida-dizem-especialistas.ghtml> Acesso em: 18 fev. 2020.

PORTAL DE NOTÍCIAS O GLOBO. **Ministra Tereza Cristina sobre agrotóxicos**. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/tereza-cristina-diz-que-liberar-agrotoxicos-nao-prejudica-saude-do-consumidor-23859415> Acesso em: 20 de nov. 2020.

PORTAL DE NOTÍCIAS UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MÉSQUITA FILHO. **Mistura de agrotóxicos reduz vida e afeta dinâmica de abelhas**. Disponível em: <https://www2.unesp.br/porta1#!/noticia/34529/mistura-de-agrotoxicos-reduz-vida-e-afeta-dinamica-de-abelhas> Acesso em: 10 abr. 2020.

RAYMOND-DELPECH, V; Matsuda K, SATTELLE, BM; RAUH, JJ, SATTELLE, DB. **Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides**. *Invert Neurosci*: 1-15 2005.

REPÓRTER BRASIL. **Agrotóxicos: Brasil libera quantidade até 5 mil vezes maior do que Europa** Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2017/11/agrotoxicos-alimentos-brasil-estudo/> Acesso em: 01 abr. 2021.

REPÓRTER BRASIL. **Apicultores brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses**. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/03/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses/> Acesso em: 21 mai. 2020.

ROSA, S. L. **Uma avaliação dos efeitos advindos de inseticidas organossintéticos sobre abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) no Brasil [Revisão da Literatura]**, 2017. 57 f. Tese (licenciatura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182113/TCC%20Simone%20Lemes%20da%20Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 02 out. 2020.

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) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87734/souza_tf_me_rcla.pdf;jsessionid=32BD23141AEA4670FCBF2B350E40EE79?sequence=1 Acesso em: 22 nov. 2020.

UNASUS. **Arco de Maguerez**. Disponível em: https://unasus2.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/6808/mod_resource/content/3/un03/top03p01.html Acesso em: 12 set. 2020.