

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOXICIDADE DE DIFERENTES DOSAGENS DE NEONICOTINÓIDES PARA
CITRUS EM ABELHAS *Apis mellifera*

ANA ISAURA BRITO LYRA CORREIA LIMA.

AREIA-PARAÍBA
MARÇO-2015

ANA ISAURA BRITO LYRA CORREIA LIMA.

TOXICIDADE DE DIFERENTES DOSAGENS DE NEONICOTINOIDES PARA
CITRUS EM ABELHAS *Apis mellifera*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de graduado em Zootecnia, tendo como orientador a Prof^a. Dr^a Adriana Evangelista Rodrigues.

AREIA-PARAÍBA

MARÇO-2015.

ANA ISAURA BRITO LYRA CORREIA LIMA.

TOXICIDADE DE DIFERENTES DOSAGENS DE NEONICOTINOIDES PARA
CITRUS EM ABELHAS *Apis mellifera*

Orientador: _____

Nome:

Instituição:

Examinador (a): _____

Nome:

Instituição:

Examinador (a) _____

Nome:

Instituição:

AREIA, ___/___/___

DEDICÁTORIA

Mesmo antes de eu nascer já tinha alguém torcendo por mim, e continuaram torcendo... pelo meu primeiro sorriso, pela primeira palavra, pelo primeiro passo, pelo primeiro dia de aula e etc. desde muito pequena ensinaram-me dia após dia, o que é respeito, dignidade, honestidade, simplicidade, humildade, caráter, união, amor, e que mesmo caindo tenho que levantar e erguer a cabeça, bater a poeira e seguir em frente sempre...

Aos meus pais José e Albaneide, minha “tia-mãe” Ariana, meus irmãos, Pedro e Germana, meus avós paternos José Correia e Maria Lígia (*in memoriam*), meus avós maternos Arnóbio e Maria Moraes, agradeço todos os dias pela dádiva que é ter vocês em minha vida e por me ensinarem o verdadeiro sentido e valor da FAMÍLIA.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS pelo dom da vida, por me permitir realizar esse trabalho e por não deixar que eu desistisse quando me faltava ânimo.

Eita! É tanta gente que chega a dar um nó na cabeça e aquele aperto no coração para não esquecer ninguém, mas vamos lá...

Aos meus pais José e Albaneide, pelo apoio, incentivo, pelo companheirismo e pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos Pedro e Germana, pelo apoio, amor, companheirismo e cumplicidade de uma vida.

À minha (tia-mãe) Ariana, para quem não consigo encontrar palavras para agradecer por todo amor, apoio, amizade e incentivo nessa empreitada. E a Vitor e Artur (primos-irmãos) pela cumplicidade e companheirismo de sempre.

Aos meus avós paternos José Correia e Maria Lígia (*in memoriam*), meus avós maternos Arnóbio e Maria Morais, aos tios Albânia, Roberto, Lourival, Júnior, Douglas, Francisco, Júlio e José Coriolano... à minha família como um todo, por me inspirarem a sempre dar o melhor de mim sem precisar passar por cima de ninguém.

As minhas tias-avós Hélia e Socorro (*in memoriam*) que me deixaram ano passado, mas que sempre me apoiaram e incentivaram a lutar pelos meus sonhos.

A família de coração que ganhei aqui em Areia: Antônio, Regiane, Rogério e Amanda.

Aos meus valiosíssimos amigos do Piauí: Natália, Jurema, Júnior, Wilbur, Danthy, Jardeane, Genário, Cleonildo, Luís Felix, Jaqueline, Djename, Lidiane, Francisco Evandro, Josias, Ezequiel, Clauciane, Adriana e Deoclécio... pelo companheirismo e cumplicidade mesmo a distância, por fazerem parte da minha vida e compartilharem não somente as fases boas, mas por estarem comigo também nas fases ruins me oferecendo uma palavra amiga ou até mesmo um ombro pra chorar.

As minhas queridas Aline Priscila e Amanda Dias, que posso chamar de irmãs, pelo companheirismo, risadas, lágrimas, jantares de quarta-feira, longas conversas, pela cumplicidade, pela amizade que sei que é verdadeira.

Aos amigos Gilmar Batista, Tarsys Noan, Cristina Lima, Luzia Trajano, Alicia Lima, Ana Jaqueline, Fernando Brito, Rosa Pessoa, Glayciane Gois, Jaciara Ribeiro e os demais que não citei, mas não menos importantes, muito sucesso para todos nós e que Deus nos abençoe sempre.

Aos meus queridos amigos do NUPAM, Anderson, Amanda, Otilia, Larissa, Fernanda, Joaci, Kelvin, Ricardo, Kilmer e Venâncio pela valiosíssima ajuda, empenho e apoio na realização desse trabalho, o mérito é todo nosso, pela amizade e cumplicidade de todos os dias, carregando todos em meu coração e agradeço pela família maravilhosa que ganhei para toda a vida. Ao Sr. Roberto por toda a ajuda e dedicação dentro do setor, e ao Sr. Tuta pelos ensinamentos.

À minha orientadora Prof.^a Adriana Evangelista Rodrigues, pelos ensinamentos, paciência, tolerância, incentivo, dedicação, pelo acolhimento, por desempenhar o papel de professora, mãe e amiga, e acima de tudo pela pessoa humana e de bom coração que ela é.

A todos os meus professores, pelos ensinamentos dentro e fora de sala de aula, aprendizado este que levarei para a vida.

A todos os funcionários do CCA que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito obrigada de coração.

EPÍGRAFE

“Se as abelhas desaparecerem da face da Terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana.”

(Albert Einstein)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
3. Material e métodos.....	21
3.1. Local, montagem e condução do experimento.....	21
3.2. Origem dos indivíduos utilizados.....	21
3.3. 1ª. Etapa: análise em área livre (jardim experimental)	21
3.4. 2ª. Etapa: análise em laboratório.....	22
3.5. Delineamento da pesquisa	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Campo	24
4.1.1. Contato.....	24
4.1.2. Sobrevivência.....	26
4.2. Laboratório	28
4.2.1. Contato.....	28
4.2.2. Sobrevivência.....	30
5. CONCLUSÃO	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resultados das observações para o parâmetro Tempo que as abelhas demoram a entrar em contato com as flores contaminadas com agrotóxico, para a etapa Campo. Areia PB 2015. 24
- Tabela 2. Resultados observados para o parâmetro Tempo que as abelhas sobreviveram após entrar em contato com as flores contaminadas com agrotóxico, em pesquisa realizada no Campo. Areia-PB 2015. 26
- Tabela 3. Resultados de avaliação do parâmetro Tempo que a abelha demorou a entrar em contato com o alimento artificial contaminado com diferentes níveis de agrotóxico em laboratório. Areia PB 2015. 28
- Tabela 4. Resultados da avaliação do parâmetro Tempo que as abelhas sobreviveram após entrarem em contato com o alimento artificial contaminado com diferentes níveis de agrotóxico em laboratório. Resultados expressos em segundos. Areia 2015. 30

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: Expressão gráfica dos resultados dos testes de tempo de contato das abelhas com flores com agrotóxico no campo. Areia PB 2015..... 25
- FIGURA 2: Expressão gráfica dos resultados dos testes de sobrevivência das abelhas em contato com flores com agrotóxico no campo. Areia PB 2015. 27
- FIGURA 3: Expressão gráfica dos resultados dos testes de tempo de contato das abelhas com alimentação artificial com agrotóxico em laboratório. Areia PB 2015. 29
- FIGURA 4: Expressão gráfica dos resultados dos testes de sobrevivência das abelhas em contato com alimentação artificial com agrotóxico em laboratório. Areia 2015. 31

RESUMO

Com a intensificação da agricultura que contribuiu para o aumento da produção de alimentos, ocorreu também um aumento no uso de agrotóxicos para controlar as pragas que afetam as culturas. Sem os polinizadores muitas plantas não se reproduziriam e nem produziriam sementes, e as populações que delas dependem declinariam, pois parte da alimentação humana depende de plantas polinizadas ou beneficiadas pela polinização animal. Para exterminar essas pragas os produtores fazem uso de agrotóxicos, que acabam atuando não somente sobre a praga específica, mas também em insetos benéficos, pois estes são aplicados incorretamente. A contaminação se dá por contato e/ou ingestão dos produtos coletados nas flores durante o forrageamento e por ingestão no interior da colônia, causando efeitos letais e subletais nas populações de abelhas. Os neonicotíoides causam alterações comportamentais nas abelhas como: mudanças na atividade de forrageio e coleta de alimento, perda de comunicação da localização da fonte alimentar, tremores, paralisia, desorientação no voo de retorno à colmeia e em casos mais severos a morte. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a utilização da correta dosagem de agrotóxico para citros utilizado no controle de diversas pragas e avaliar os impactos que altas dosagens causam para as abelhas que são responsáveis pela realização da polinização dessas culturas. Para o trabalho utilizou-se o Provado 200 ES (Imidacloprido), expondo as abelhas a flores (campo) e alimentos (laboratório) contaminados com diferentes níveis do produto após 24,48 e 72 horas. As observações transcorreram durante 5 horas seguidas e os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão. Constatou-se através desse trabalho que mesmo as flores e alimento estando contaminados ou não, são atrativos para a abelha e com isso tem-se uma maior chance de contaminação, e perceber que a intensidade dos efeitos subletais e letais que os agrotóxicos causam nas abelhas são de grande importância para que se tenha uma melhor compreensão da biologia das abelhas e a sua adaptação em ecossistemas impactados por esses produtos, identificando o alcance que eles têm no ambiente e assim entender o impacto que os mesmos têm sobre a diversidade dos polinizadores e, conseqüentemente, sobre o processo de polinização.

Palavras-chave: agrotóxicos, efeitos, forrageamento, polinização.

ABSTRACT

The intensification of agriculture which contributed to an increase in food production occurred also with an increase in pesticide usage to control plagues which affect cultures. Without pollinators many plants could not reproduce neither could produce seeds, and the population which depend on that declined, through human food depends on pollinated plants or benefited by animal pollination. To eradicate these plagues, producers use pesticide, which acts not just in the specific plague, but also in beneficial insects, since these are incorrectly used. The contamination appears by contact and/or intake of collected products on flowers during foraging and intake in the colony inner part, causing lethal effects and sublethal on bee population. Neonicotinoids cause behavioural changes on bees like: changing on foraging activity and food collection, loss of communication in the location of nutritional source, seizures, paralysis, disorientation of return flight to hive. The work was done with the aim to determine the usage of right agrotoxic closes to citrus used to control several plagues and evaluate the impacts that high doses cause to bees which are responsible by pollination achievement of the cultures. It was used Provado ES (Imidacloprid), presented bees to flowers (field) and food (laboratory) with different levels after 24h, 48h and 72h. The remarks lasted for 5 hours and data were subjected to regression analysis. It was determined through this work which flowers and food being polluted or not, are compelling to bee and like have a bigger chance of contamination and realize the intensity of lethal and sublethal effects that pesticides causes on bees are very important to a better comprehension of bee's biology and their adaptation on affected ecosystem by these products, detecting range in the environment therefore understand the impact have over pollinators diversity and, hence, about pollination process.

Keywords: pesticides, effects, foraging, pollination.

1. INTRODUÇÃO

As abelhas dependem das flores para sua sobrevivência, já que a relação entre elas funciona nos dois sentidos: ao mesmo tempo em que as abelhas se beneficiam visitando as flores e colhendo ali o seu alimento, as flores se beneficiam da visita produzindo melhores frutos. Por serem animais que vivem em contato direto com a natureza, por meio da coleta de pólen, néctar, água e resinas para sua colônia, necessitam que todas as fontes desses recursos sejam puras e isentas de contaminantes, incluindo os agrotóxicos.

O comportamento de coleta dessas abelhas é fundamental para a manutenção da colônia, porém, propicia sua exposição à contaminação e risco de morte em áreas onde tenham sido aplicados produtos fitossanitários (WOLFF, 2008).

O equilíbrio ecológico depende diretamente das relações existentes entre os seres vivos, na maioria das vezes essas relações visam atender as necessidades básicas de nutrição, abrigo e reprodução, tendo como finalidade a sobrevivência e perpetuação das espécies. MÂCEDO *et al*, (2005) falam de uma interação facilmente observada em diversos ambientes é a que ocorre entre os insetos e as plantas com flores e que resulta na polinização, assim, essa interação representa um papel importante na natureza, pois ocorre na base da cadeia alimentar.

A utilização de agrotóxicos tem grande importância e tornou-se indispensável para o aumento da produtividade das áreas destinadas à agricultura, já que os insetos são os grandes responsáveis pelas perdas verificadas durante a produção de alimentos (SANTOS *et al*, 2007).

Com o passar dos anos e com os adventos tecnológicos ocorreu uma grande intensificação da agricultura, contribuindo imensamente para o aumento da produção de alimentos e com isso, conseqüentemente, ocorreu um aumento no uso de agrotóxicos. Muitas vezes os agricultores não estão atentos para a questão da polinização em seus cultivos, talvez por desconhecerem a importância e os benefícios dela em suas produções, e com isso gastam quantias exorbitantes de dinheiro para eliminar as pragas, a fim de aumentar a sua produção, sem saber que estão prejudicando seus próprios cultivos, pois com o passar dos anos, as doses desses produtos são aumentadas, pois as novas gerações das pragas que vão surgindo tornando-se cada vez mais resistentes a esses tipos de substâncias.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a utilização da correta dosagem de agrotóxico para citros utilizado no controle de diversas pragas e

avaliar os impactos que altas dosagens causam para as abelhas que são responsáveis pela realização da polinização dessas culturas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A apicultura em termos de atividade econômica tem apresentado uma alta taxa de crescimento e desenvolvimento em todo o país, e na região nordeste vem ganhando espaço como uma atividade rentável, pois além de aproveitar a mão de obra familiar, fixa o homem no campo e aproveita todo o potencial da vegetação do semiárido, apresentando retorno rápido do capital investido (Vilela, 2002).

As abelhas em geral são insetos importantes no ponto de vista ecológico, pois asseguram a polinização de diversas flores contribuindo para a manutenção e aumento da biodiversidade já existente. As abelhas melíferas especificamente também apresentam uma elevada importância econômica, pois além da exploração de seus principais produtos diretos como o mel, a cera, a própolis e a geléia real, também são utilizadas em manejo para a atividade polinizadora em diversas culturas comerciais.

A parcela de contribuição das abelhas para a agricultura vem sendo amplamente discutida e estudada, tendo a importância desses insetos reconhecida e os destacando como sendo os polinizadores primários para a maioria das culturas que necessitam de polinização entomófila (KLEIN *et al.*, 2007).

Sua biologia as torna bem preparadas para realização da polinização comercial, pois são generalistas, isto é, visitam uma ampla variedade de flores e são capazes de polinizar culturas em grandes áreas, demonstrando assim, uma grande habilidade de comunicar a localização das fontes alimentares para as outras operárias que realizam o forrageamento (SEELEY, 1985).

Porém nem toda polinização é realizada por abelhas, e em muitas culturas elas nem são os polinizadores mais eficientes, mas com tudo isso elas permanecem sendo o mais importante e mais valioso polinizador de monoculturas (DELAPLANE; MAYER, 2000; WATANABE, 1994).

Com o crescimento desenfreado da população nas últimas décadas a agricultura moderna com o intuito de aumentar a produção de alimentos tornou-se bastante dependente do uso de produtos químicos para controlar plantas daninhas, fungos e insetos-pragas e com isso aumentar a produtividade das suas culturas. Nesse contexto as abelhas melíferas cada vez mais ficam expostas a tais agentes químicos devido a sua atividade de forrageamento para a coleta de água, da resina de plantas, pólen e néctar, onde o nível e a intensidade deste dependem de uma série de fatores, como a disponibilidade e características das flores usadas como fonte de alimento, a quantidade e a qualidade dos recursos alimentares disponíveis ao longo do dia.

Gallai *et al.* (2009) mostraram a importância econômica das abelhas como polinizadoras das culturas que servem como alimento para o homem, assim como a problemática da produção de alimento devido ao declínio de polinizadores pelo mundo.

Sem os polinizadores muitas plantas não se reproduziriam e nem produziriam sementes, e as populações que delas dependem acabariam declinando, pois grande parte da alimentação humana depende direta ou indiretamente de plantas polinizadas ou beneficiadas pela polinização animal.

Dentre as várias tarefas desenvolvidas pelas operárias para a manutenção da colônia, destacam-se as de guarda e de forrageamento, estas são atividades externas desempenhadas por operárias mais velhas que conseguem identificar o seu ninho, para reconhecer a qualidade e quantidade do alimento ou recurso coletado, e para transmitir essas informações a todos os membros da colônia, ao retornar do ambiente externo.

O néctar e pólen são os principais alimentos para as abelhas, por serem constituintes do alimento larval, e todas as exigências nutricionais da cria e dos adultos são supridas por estas duas substâncias que permitem a manutenção do metabolismo das abelhas adultas, outras substâncias também produzidas pelas plantas como a própolis e a resina, pois a grande maioria destes recursos serve como proteção e defesa do ninho e como alimento para cria e para os adultos.

Entre as vantagens competitivas da apicultura brasileira esta a resistência a pragas e doenças que tantos prejuízos têm causado em outras importantes regiões apícolas mundiais (BERTOLDI *et al.*, 2004).

De acordo Malerbo-Souza e Nogueira-Couto (2002) a presença de abelhas nos pomares de citros é de grande importância tanto para os apicultores quanto para os citricultores, pois funcionam mutuamente trazendo benefícios para ambos, aumentando a produção de frutos e mantendo as colmeias em pleno funcionamento.

O ato de condução dos grãos de pólen de aparelho reprodutor masculino para o feminino em vegetais superiores é conhecido como polinização, sendo esse um processo essencial para a reprodução e manutenção da variabilidade genética das plantas, pode ser apontado como o mais importante benefício das abelhas para a humanidade.

No entanto, outros agentes polinizadores também colaboram para esse processo. Existem dois tipos de polinização distintos que podem ser classificadas como abiótica referente à polinização pelo vento e água, e a biótica à polinização realizada por animais e que recebem uma terminação específica para cada tipo de polinização como, por

exemplo, a que é realizada por vespas, formigas e abelhas e que recebe o termo de melitofilia.

No Brasil, os estudos sobre o valor econômico gerado pela polinização e seus déficits ainda são muito escassos, sendo as informações bastante limitadas. Por outro lado demonstram que a agricultura nacional apresenta um elevado potencial para crescer, uma vez que a produtividade poderá aumentar positivamente com o correto emprego de técnicas de polinização que sejam adequadas a uma determinada área agrícola.

A atividade de vôo das abelhas, que inclui a coleta de alimento e de material para a construção e manutenção do ninho e a limpeza da colônia (HILÁRIO et al., 2000), além de ser importante para a compreensão da biologia dos indivíduos, auxiliando na melhoria das técnicas de manejo, que é fundamental para o uso racional das espécies na polinização das culturas, sendo que a ausência das abelhas pode afetar negativamente a reprodução e a diversidade genética das plantas, comprometendo dessa maneira a produção de alimentos no mundo (KLEIN et al., 2007).

Para garantir sua reprodução, as plantas apresentam sofisticados mecanismos para atrair os polinizadores (DAFNI, 1992), elas dispõem de recursos como: aroma, coloração e forma. Porém existem fatores que afetam a visita da abelha às flores, como a temperatura, umidade relativa e velocidade do vento e referentes à biologia da abelha. Geralmente, elas produzem grande quantidade de pólen e néctar, enquanto o néctar representa a fonte energética para os próprios adultos, o pólen é utilizado como fonte de proteínas para alimentar a prole. As coletas realizadas pelas abelhas são variadas no que se referem ao grau de especialização que elas possuem para o forrageamento (COUTO&COUTO, 2006). Por viverem em contato íntimo com a natureza, as abelhas são continuamente expostas ao uso intensivo de agrotóxicos (WOLFF et al., 2008).

O complexo citrícola é uma importante área do setor agrícola do Brasil, tendo também um grande destaque internacional. Porém, mesmo com algumas características positivas envolvendo a citricultura brasileira, o setor não está livre de fatores limitadores de produção, como as pragas e as doenças em pomares, que provocam danos diretos aos frutos sendo responsáveis também pela disseminação de fungos, vírus e bactérias, que causam sérias doenças nas plantas. Para o controle dessas pragas os produtores geralmente fazem uso de produtos fitossanitários que normalmente, são de amplo espectro de ação, atuando não somente sobre a praga, mas também em insetos

benéficos, pois na grande maioria das vezes são aplicados fora das recomendações estabelecidas pelos fabricantes e pelos órgãos responsáveis.

A contaminação das abelhas pode se dar por contato e/ou ingestão dos produtos oriundos das flores contaminadas durante o forrageamento (MALASPINA; STORT, 1985) e principalmente por ingestão no interior da colônia. O ventrículo considerado como estômago funcional dos insetos, constitui uma importante rota de entrada do inseticida no organismo da abelha.

Sabendo que alguns indivíduos da classe das operárias conhecidas como campeiras são as que realizam a atividade de forrageamento, e entra em contato com tais produtos, toda a colônia fica exposta a sua ação, pois os demais indivíduos se alimentam de pólen e néctar que podem estar sendo contaminados.

De acordo com Imperatriz-Fonseca (2004), os benefícios das abelhas para o processo de polinização são indiscutíveis, e o impacto causado pela perda das populações dessa abelha, tanto as comerciais como as naturais, acarretaria em grandes perdas e seria necessário realizar ajustes consideráveis na agricultura para enfrentar essa crise.

De acordo com Freitas (1998), um dos principais problemas relacionados à polinização está ligado ao desconhecimento dos produtores da importância da abelha em relação à cultura explorada, subestimando o serviço prestado por elas. Pois na grande maioria das vezes os agricultores demonstram interesse somente pelos produtos produzidos pelas abelhas, deixando de lado a interação planta x polinizador.

A utilização indiscriminada de agrotóxicos em associação com agentes patogênicos e a urbanização desenfreada tem aumentado a preocupação dos especialistas com os efeitos que estes fatores estão causando sobre as populações de abelhas como: redução no número de espécies em consequência do aumento da atividade de forrageamento em culturas tratadas com esses produtos.

VanEngelsdorp et al. (2009) caracterizaram o desaparecimento súbito das abelhas fenômeno esse conhecido como desordem no colapso de colônias (colony collapse disorder) que primeiro foi relatada nos EUA no outono de 2006, como sendo o desaparecimento de abelhas operárias adultas, e pela ausência de indivíduos mortos dentro ou próximo da colônia/apiário afetadas e pela falta de cleptoparasitas apesar da presença de mel e pólen nas colônias. Supõe-se que diversos fatores estressantes, atuando sozinhos ou em conjunto, contribuem para o enfraquecimento da colônia, permitindo dessa maneira rápida ação de patógenos oportunistas. A mortalidade de

abelhas após a estação do inverno é comum, porém em 2007, apicultores espalhados pelo mundo chegaram a perder de 80 a 100% de suas colônias (OLDROYD, 2007).

Os neonicotinóides são uma classe de inseticidas derivados da nicotina, das quais fazem parte o imidacloprido, a acetamiprida e a nitempiram da primeira geração, e tiametoxam, clotianidina, dinotefurano e tiacloprido da segunda geração. Tornou-se cada vez mais crescente no mundo inteiro a utilização dessa classe de inseticidas em culturas que possuem flores que sejam atrativas para as abelhas (Blacquièrre et al., 2012) e com isso cada vez mais o desaparecimento de um grande número de populações de abelhas pelo mundo, que veio a gerar grandes especulações em torno do uso desses inseticidas (Godfray et al., 2014).

Em nosso país a utilização desses produtos é permitida e indicada para diversas culturas, principalmente as que ofertam flores para as quais as abelhas são atraídas. Tais produtos devem vir acompanhados de informações como: indicação de não aplicação em períodos de floração, dosagens corretas para cada cultura, limites de aplicação e os intervalos de aplicação (AGROFIT, 2014). Durante uma onda de protestos pela Europa no ano de 2012, que tinha como principal objetivo a proibição da utilização dos neonicotinóides imidacloprido, tiametoxam e clotianidina em algumas culturas que tinham grande oferta de flores para as abelhas, o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) aderiu ao movimento e restringiu o uso desses inseticidas e deu início a reavaliação dessas substâncias, e mesmo assim ainda as encontramos sendo comercializadas com suas respectivas indicações de uso e sem nenhum tipo de fiscalização (AGROFIT, 2014).

O imidacloprido é um inseticida neurotóxico da família dos neonicotinóides que age atuando nas sinapses do sistema nervoso central dos insetos imitando a ação da acetilcolina e competindo com este neurotransmissor pelos receptores nicotínicos. Diferentemente do que acontece com a acetilcolina, a ligação dos neonicotinóides com os receptores de acetilcolina é persistente e causa a hiperexcitabilidade pela transmissão contínua do impulso nervoso (FARIA, 2009). O imidacloprido e seus metabólitos são extremamente tóxicos para as abelhas, sendo estes produtos apontados como responsáveis pelo desaparecimento de várias colônias, pois a grande quantidade de indivíduos mortos a baixas concentrações pode ser explicada pela alta toxicidade dos seus metabólitos e pelos efeitos que estes causam nas abelhas (FAUCON et al., 2005).

Ao analisar os riscos que um agrotóxico pode causar em um inseto, inicialmente deve-se levar em consideração a biologia de tal organismo, no caso das abelhas, além de

sua biologia, é importante observar sua organização social. O comportamento social implica na divisão de trabalho executado pelos diversos membros da colônia, sendo que a realização de tais atividades está relacionada com a idade do indivíduo (CALDERONE & PAGE, 1992). Habitualmente as abelhas jovens estão envolvidas em atividades dentro da colônia (alimentação larval, limpeza e construção de células), seguido pela atividade de guarda sendo que somente mais velhas realizam atividade de forrageamento (SEELEY, 1982).

As alterações comportamentais mais comuns em abelhas melíferas expostas a diversas concentrações de agrotóxicos são: mudanças na atividade de forrageio e coleta de alimento, perda de comunicação da localização da fonte alimentar e desorientação no voo de retorno à colmeia e em outros casos a morte.

3. Material e métodos

3.1. Local, montagem e condução do experimento.

O experimento foi realizado em duas etapas distintas, onde a primeira etapa foi desenvolvida no Jardim Experimental e a segunda no Laboratório de Abelhas ambas situadas no Setor de Apicultura e Sericicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba localizada no município de Areia PB.

O agrotóxico utilizado foi o Provado 200 SC (Imidacloprido) um inseticida sistêmico da primeira geração do grupo dos neonicotinóides, registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA sob nº 06301. A planta selecionada para a avaliação foi o amor-agarradinho (*Antigonon leptopus*) da família *Polygonaceae* e o alimento artificial ofertado foi a Pasta Cândi.

Durante a montagem e condução do experimento todas as pessoas envolvidas e que tiveram contato com o produto fizeram uso de equipamentos de proteção individual (EPI).

3.2. Origem dos indivíduos utilizados.

Os indivíduos utilizados nos ensaios foram provenientes das colmeias oriundas do apiário do Setor de Apicultura e Meliponicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

3.3. 1ª. Etapa: análise em área livre (jardim experimental)

Para a realização da primeira etapa foram confeccionadas as UEC (unidades experimentais de campo) que tinham formato cônico, com a base feita de arame liso envoltas com um filó e utilizando fitas de cetim de cores distintas (para distinguir um tratamento do outro) utilizadas para amarrá-las nas plantas selecionadas.

Foram divididos em cinco tratamentos (T0= que foi o tratamento testemunha utilizando apenas água, T2= tratamento utilizando o agrotóxico na dosagem recomendada pelo fabricante que é de 0,02%; os tratamentos seguintes, T4, T6 e T8 utilizando o agrotóxico com dosagens acima do indicado pelo fabricante com 0,04%,0,06% e 0,08%,respectivamente), para cada tratamento foram feitas quatro repetições, utilizando os UEC's e em cada uma delas contendo 3 indivíduos ,totalizando 12 indivíduos por tratamento, diretamente sobre a planta foram pulverizadas as quantidades estabelecidas do produto para cada um dos tratamentos distintos e 24 horas após a pulverização iniciaram-se as observações. Estas começaram às 13h30min

findando 18h30min de cada dia, por 3 dias consecutivos, com observação contínua durante o horário estabelecido e as anotações dos efeitos causados pelos produtos sobre os indivíduos (contato, dificuldades de locomoção, orientação e morte) foram efetuadas em planilhas para posterior análise estatística.

Os parâmetros observados nesta etapa foram:

- Tempo de sobrevivência após as exposições nas 24, 48 e 72 horas seguintes a aplicação do produto;
- Comportamento de forrageamento na flor durante o período de exposição;

3.4. 2ª. Etapa: análise em laboratório

A metodologia utilizada nesta etapa foi adaptada de LIMA (2014) e para a realização desta etapa foram desenvolvidas as UPL- unidades de pesquisa laboratorial - que consistem em um recipiente plástico de 1000 ml com tampa e um suporte para o encaixe de bebedouros que foram adaptados a partir de um conta-gotas plástico para a oferta de água e uma tampa como recipiente para o alimento. Foram divididos em cinco tratamentos (T0= que foi o tratamento testemunha onde se ofertou alimento livre de contaminação por agrotóxico, T2= tratamento onde se ofertou alimento artificial contaminado com agrotóxico na dosagem recomendada pelo fabricante que foi de 0,02%; os tratamentos seguintes, T4, T6 e T8=tratamentos onde se ofertou alimento artificial contaminado com o agrotóxico com dosagens acima do indicado pelo fabricante com 0,04%,0,06% e 0,08%,respectivamente). Em cada UPL foram inseridos seis (6) indivíduos. A dieta ofertada foi um alimento artificial à base de pasta Cândi preparada com 150 g de açúcar de confeitiro e 30 mL de mel; a quantidade de agrotóxico que foi incorporada foi determinada em função das dosagens estabelecidas para cada tratamento. Em cada UPL a oferta do alimento foi feita nos intervalos de 24,48 e 72 horas onde foram fornecidos 3 g para cada repetição, incorporadas com as soluções 24 horas antes do início das observações. As observações iniciaram às 13h30min e findaram às 18h30min de cada dia sendo realizadas por 3 dias consecutivos e os dados obtidos anotados em planilhas para posterior análise estatística.

Os parâmetros observados e avaliados foram:

- Aceitação e/ou rejeição do alimento contaminado por parte dos indivíduos;

3.5. Delineamento da pesquisa

Em todos os ensaios os horários de avaliação foram padronizados. As observações feitas nas 24, 48 e 72 horas da aplicação das respectivas dosagens tiveram duração de 5 horas contínuas. Durante as observações, registraram-se o número de indivíduos mortos em cada uma das unidades experimentais, sendo considerados como tais, aqueles que não respondiam a nenhuma espécie de estímulo.

Para a avaliação estatística, os dados obtidos foram submetidos a uma análise de regressão e as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Campo

4.1.1. Contato

Inúmeras pesquisas vêm demonstrando os malefícios que os neonicotinóides causam às abelhas, mostrando que existe uma preocupação mundial a respeito do uso indiscriminado desses produtos, associando-os ao sumiço das abelhas em todo o mundo.

A densidade e a atratividade das flores de algumas plantas em pleno florescimento, contaminadas pela aplicação de determinados pesticidas, é a principal causa de mortalidade dos polinizadores (efeito agudo) (RIEDLD et al., 2006). Sabe-se que durante o forrageamento as abelhas entram em contato com muitas fontes alimentares distintas e que o número de plantas que fazem oferta de flores para as abelhas é muito grande, e estando estas pulverizadas com os agrotóxicos poderia ser uma das principais causas da mortalidade das abelhas.

Tabela 1. Resultados das observações para o parâmetro Tempo que as abelhas demoram a entrar em contato com as flores contaminadas com agrotóxico, para a etapa Campo. Areia PB 2015.

Tempo de Contato Campo			
Tempo/ horas			
Tratamento	24	48	72
T0 (água)	217,17 a	232,17 a	329,83 a
T2 (0,02%)	956,08 a	254,33 c	489,00 b
T4 (0,04%)	41,0833 a	11,583 a	94,2500 a
T6 (0,06%)	25,6667 b	463,25 a	49,4167 b
T8 (0,08%)	80,2500 a	235,25 a	63,4167 a

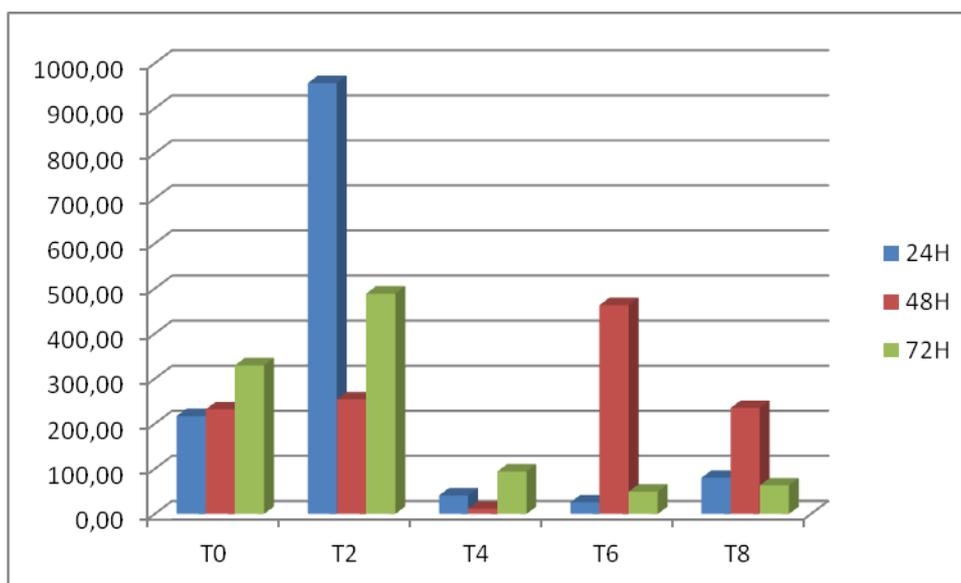


FIGURA 1: Expressão gráfica dos resultados dos testes de tempo de contato das abelhas com flores com agrotóxico no campo. Areia PB 2015.

Após o período de exposição os resultados obtidos foram avaliados pela análise estatística de associação de variáveis quantitativas (tempo e tratamento) e pela significância do coeficiente de regressão (Tabela 1).

Para o teste do campo avaliando os tratamentos e o tempo de contato pelo teste de média (Tukey 5%) observou-se que para o tratamento T0 não houve diferença significativa para o tempo em que as abelhas entraram em contato com a flor.

Já para o tratamento T2, cujas flores foram borrifadas com a solução de 0,02% do agrotóxico, as abelhas demoraram 16,08 min para entrar em contato com a flor após 24 horas da aplicação, enquanto que após 48 horas as abelhas entraram em contato com 4,23 min. Já para a avaliação que ocorreu 72 horas após a aplicação as abelhas entraram em contato com a flor em 8,15 min.

Nos tratamentos T4 e T8, cujas soluções estão acima do recomendado, não houve diferença significativa.

O tratamento T6 apresentou diferença significativa, com as abelhas demorando mais tempo para entrar em contato com a flor após 48 horas da aplicação.

Pelos resultados acima obtidos observa-se que não há uma linearidade no comportamento de forrageamento das plantas pelas abelhas, independente de estarem ou não com a aplicação de agrotóxico (Figura 1).

Comparando de uma maneira geral, nos tratamentos T0 e T8, por exemplo, temos que as abelhas em 24 horas levaram 3,61 min e 1h e 33min respectivamente, para

entrar em contato com as flores. Isso derruba a hipótese de que uma flor pulverizada com agrotóxico não seria atrativa para a visitação da abelha reforçando assim a importância do cuidado da aplicação destes produtos nas lavouras em épocas de floração, pois as abelhas são atraídas pela oferta de recursos da planta, independentemente desta estar ou não pulverizada com agrotóxico.

Bortolotti et al. (2003) verificaram que doses subletais de imidacloprido alteram o comportamento de campeiras de *A.mellifera*, afetando o forrageamento e dificultando o retorno à colônia. No campo, isso pode ter muita relevância, já que as abelhas-guarda podem interpretar a excitação das abelhas contaminadas como um comportamento estranho e atacá-las (THOMPSON, 2003).

As forrageiras não são as únicas que ficam expostas aos pesticidas, aquelas que exercem atividades no interior da colônia e os indivíduos imaturos que são alimentados com pólen e néctar estocados também estão à mercê da ação desses produtos. A concentração e a duração da exposição a determinado produto também pode variar, a quantidade de produto utilizado, a persistência dos resíduos e a frequência de aplicação nas culturas não são as únicas informações que devem ser observadas já que os produtos podem ficar acumulados por longos períodos dentro da colmeia.

4.1.2. Sobrevivência

Além do parâmetro Tempo de contato da abelha com a flor, no Campo foi avaliado também o tempo de sobrevivência da abelha após o contato com as flores pulverizadas.

Tabela 2. Resultados observados para o parâmetro Tempo que as abelhas sobreviveram após entrar em contato com as flores contaminadas com agrotóxico, em pesquisa realizada no Campo. Areia-PB 2015

Tempo de Sobrevivência Campo				
Tempo/ horas				
Tratamento	24	48	72	
T0 (água)	7.394,58 a	6.658,25 a	5.761,58 a	
T2 (0,02%)	5.808,50 b	1.322,48 c	8.053,33 a	
T4 (0,04%)	4.941,25 a	3.160,00 b	5.480,00 a	
T6 (0,06%)	7.080,08 a	4.430,50 b	7.653,25 a	

T8 (0,08%)

8.012,50 a

3.122,33 c

6.229,08 b

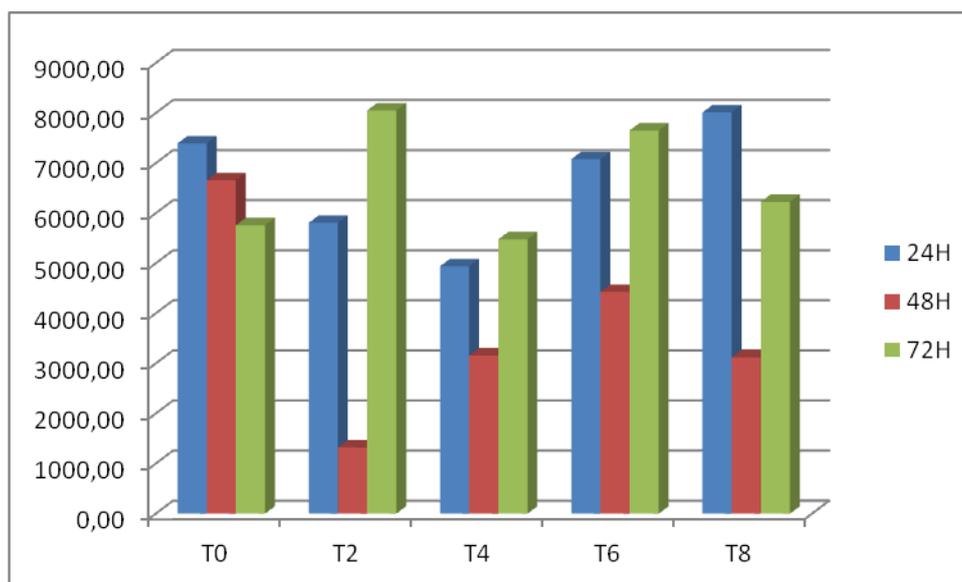


FIGURA 2: Expressão gráfica dos resultados dos testes de sobrevivência das abelhas em contato com flores com agrotóxico no campo. Areia PB 2015.

Avaliando os resultados obtidos no campo desde o momento do contato das abelhas com as flores pulverizadas até o momento da morte destas abelhas (Tabela 2) observa-se que para o tratamento T0 não houve diferença estatística para a variável tempo.

Como resposta das abelhas ao contato com flores pulverizadas com agrotóxico tendo como variável o tempo de aplicação do produto, tem-se que para os tratamentos T2, T4 e T6, houve diferença significativa com o tempo de 72 horas apresentando um maior tempo de sobrevivência para a abelha (8053,33s, 5480s e 7653,25s, respectivamente) e o tempo de 48 horas apresentando os menores valores para tempo de sobrevivência (1322,42s, 3160s e 4430,50s, respectivamente). Este comportamento pode indicar um padrão tóxico para as abelhas em função do princípio ativo do produto.

Registra-se um maior tempo de sobrevivência em 72 horas após a aplicação do agrotóxico, confirmando a hipótese de que com o tempo a toxicidade do produto vai diminuindo o seu efeito sobre as abelhas. Ao investigar o tempo de 48 horas após a aplicação para os tratamentos T2, T4 e T6 observa-se um menor tempo de sobrevivência, indicando a ativação máxima do princípio tóxico para as abelhas nesse período. Para o tratamento T8, o tempo de 48 horas após a aplicação também aparece

como o maior indicador de toxicidade significativamente, quando comparado com os demais tempos (Gráfico 2).

Durante a aplicação de agrotóxico, tanto o pólen quanto o néctar podem ser contaminados por deposição dos resíduos nas flores. Estudos revelaram que os inseticidas são absorvidos pelos lipídios dos grãos de pólen e dessa forma, ao coletar esses alimentos, a abelha pode se intoxicar. Como essa toxicidade pode ser mantida por tempo prolongado no alimento, torna real a possibilidade de ser introduzido na colônia pelas abelhas forrageiras e, por essa via, afetar as larvas durante o processo de alimentação pelas operárias nutrizas. Outra forma de contaminação do néctar e do pólen é por meio do uso de inseticidas com ação sistêmica, que é absorvido pelo tecido vegetal, incluindo o que compõe o grão de pólen. (CHAUZAT et al., 2006). Essa contaminação se dá pelo fato de que ao pousar numa flor durante o ato de forragear, partículas desses produtos que estejam tanto no néctar quanto no pólen ficam aderidas nos pelos do corpo das abelhas, sendo levadas para dentro da colmeia contribuindo assim para que haja a contaminação dos demais indivíduos.

4.2. Laboratório

4.2.1. Contato

Os produtos químicos atuam sobre os organismos vivos por meio do bloqueio de algum processo fisiológico ou bioquímico, contudo seu exato mecanismo de ação geralmente é difícil de ser definido. O principal alvo de ação dos químicos tem sido o sistema nervoso, devido à alta eficácia e rápida resposta que proporcionam no controle de pragas (GALLO et al., 2002).

Para a avaliação realizada em laboratório primeiramente se observou o tempo que a abelha demorou a entrar em contato com o alimento artificial contaminado que lhes foi ofertado. Os resultados obtidos foram avaliados pela análise estatística de associação de variáveis quantitativas (tempo e tratamento) pela significância do coeficiente de regressão.

Tabela 3. Resultados de avaliação do parâmetro Tempo que a abelha demorou a entrar em contato com o alimento artificial contaminado com diferentes níveis de agrotóxico em laboratório. Areia PB 2015.

Tempo de Contato Laboratório

Tratamento	Tempo/ horas		
	24	48	72
T0 (água)	454,21 b	784,29 a	355,08 b
T2 (0,02%)	150,5 b	476,28 a	327,00 b
T4 (0,04%)	277,67 b	784,38 a	728,96 a
T6 (0,06%)	557,83 a	540,08 a	361,5 a
T8 (0,08%)	418,17 a	378,71 a	275,71 a

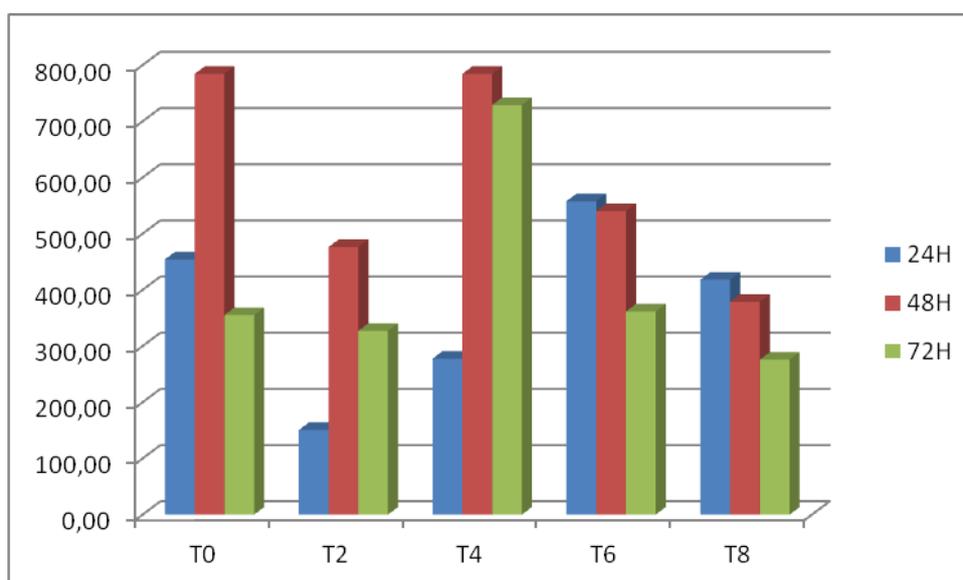


FIGURA 3: Expressão gráfica dos resultados dos testes de tempo de contato das abelhas com alimentação artificial com agrotóxico em laboratório. Areia PB 2015.

O tratamento T0 não apresentou diferença estatística quando comparou-se os tempos de contato com o alimento fornecido nos tempos de 24, 48 e 72 horas, ou seja, as abelhas entraram em contato com o alimento independente do número de horas em que o material havia sido borrifado ou não.

No tratamento T2, houve diferença significativa entre os tempos de 24 e 72 horas, sendo o tempo de 24 horas com o menor contato (150,50s). Nesse tratamento obteve-se um comportamento semelhante ao tratamento T0, onde os tempos de 48 horas nos dois tratamentos obtiveram maior tempo para a o contato.

No tratamento T4, o menor tempo de contato foi no tempo de 24 horas com 277,67s, com diferença dos demais tempos. O contato nos tempos de 48 e 72 horas foram de 728,96s e 784,38s, respectivamente.

Nos tratamentos T 6 e T8, que possuem os maiores níveis de inclusão do agrotóxico no alimento ofertado para as abelhas, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tempos de contato.

A avaliação realizada em laboratório constatou que para este parâmetro de tempo de contato com o alimento, as abelhas tiveram comportamentos semelhantes nos diferentes tratamentos, podendo dessa forma afirmar que o agrotóxico não interfere no contato da abelha com o alimento, por isso os efeitos causados são bastante avassaladores e acabam muitas vezes dizimando grandes populações de abelhas (Gráfico 3).

Suchail *et al.* (2000) verificaram que os efeitos nem sempre são lineares, ou seja, a mortalidade e os efeitos sub-letais podem não ser simples função da dose. Estes produtos se forem utilizados em doses muito elevadas causam a morte e se as doses forem baixas provocam diversos efeitos que com o passar do tempo causam muitos prejuízos, como por exemplo, o baixo desempenho dos seus papéis como polinizadores, e com o passar do tempo levar a sua morte.

4.2.2. Sobrevivência

Com os dados obtidos durante a análise do tempo de sobrevivência das abelhas em laboratório que foram expostas a alimentação artificial contaminadas com agrotóxico observaram-se os resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da avaliação do parâmetro Tempo que as abelhas sobreviveram após entrarem em contato com o alimento artificial contaminado com diferentes níveis de agrotóxico em laboratório. Resultados expressos em segundos. Areia 2015

Tempo de Sobrevivência Laboratório

Tratamento	Tempo/ horas		
	24	48	72
T0 (água)	11.059,00 a	11.605,00 a	11.957,00 a
T2 (0,02%)	11.967,00 a	4.822,42 b	5.452,04 b
T4 (0,04%)	3.972,50 a	3.555,71 a	2.819,25 a
T6 (0,06%)	2.663,92b	4.592,88 a	4.894,38 a
T8 (0,08%)	3.188,25 a	1.389,75 b	3373,21 a

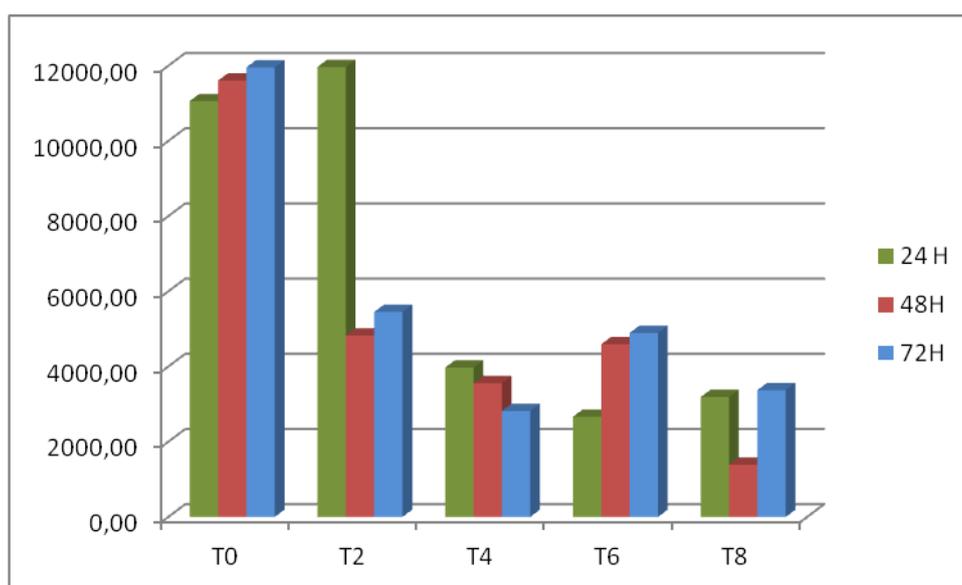


FIGURA 4: Expressão gráfica dos resultados dos testes de sobrevivência das abelhas em contato com alimentação artificial com agrotóxico em laboratório. Areia 2015

Através destes dados observou-se que o alimento estando contaminado ou não com o agrotóxico é atrativo para a abelha e o tempo de armazenamento desse alimento sendo de boa qualidade em local apropriado não interfere na aceitabilidade das abelhas, como já constatado (Figura 4)

No tratamento T0 não houve diferença estatística entre os tempos de 24,48 e 72 horas (Tabela 4).

No tratamento T2 houve diferença estatística no tempo de 24 horas, obtendo o maior tempo de sobrevivência que foi de 11.967,00s, enquanto que nos tempos de 48 e 72 horas, ocorreu um decréscimo no tempo de sobrevivência. Porém para o tratamento

T4, não houve diferença estatística significativa entre os tempos de exposição, já o maior tempo observado foi no tempo de 24 horas.

Para o tratamento T6, houve diferença entre o tempo de 24 horas e os demais, no entanto, diferentemente dos demais tratamentos o nível de 0,06% obteve uma menor sobrevivência nos primeiros tempos de exposição; já nos tempos de 48 e 72 horas houve um maior tempo de sobrevivência. O comportamento nesse tratamento foi inverso dos tratamentos T2 e T4.

Já para o tratamento T8, houve diferença no tempo de 48 horas entre os demais tempos, tendo esse o menor tempo de sobrevivência dos indivíduos. Esse tratamento comportou-se de modo peculiar onde os extremos de tempo (24 e 72h) apresentaram os maiores tempos de sobrevivência, sendo iguais entre si estatisticamente.

Gill et al. (2012) afirmaram que a exposição simultânea à diferentes inseticidas podem gerar efeitos combinatórios das substâncias, com consequências ainda mais graves aos enxames. Muitas vezes o produtor até faz a utilização desses produtos respeitando todas as suas normas de uso, e este por sua vez tenta aperfeiçoar ainda mais o resultado do produto fazendo uso dele em conjunto com outros agrotóxicos, causando de certa forma um desequilíbrio na natureza com a morte de outros indivíduos.

Wu et al (2011), estudando o efeito sub-letal de resíduos de pesticidas em colmeias que estiveram expostas a áreas de grande aplicação de produtos demonstraram que esta situação das operárias expostas aos produtos causa um atraso no desenvolvimento larval e na emergência de adultos, além de encurtar o tempo de vida dos adultos provenientes desta cria; como efeito indireto observaram mudanças prematuras no papel das operárias nas atividades de forrageamento.

O papel dos polinizadores como otimizadores da produção agrícola é um fato inegável, e para aperfeiçoar ainda mais a produtividade, os produtores fazem uso de diversos insumos que são muito importantes para os sistemas de produção, mas que muitas vezes causam impactos altamente negativos sobre os polinizadores, tanto na sua diversidade quanto na sua abundância e conseqüentemente na eficiência de polinização, onde os efeitos mais severos são produzidos pelos defensivos agrícolas (agrotóxicos) pela forma inadequada de uso.

Através dos resultados obtidos nessa pesquisa, pudemos perceber que a análise dos efeitos subletais e letais que os agrotóxicos causam nas abelhas são de grande importância para que se tenha uma melhor compreensão da biologia das abelhas e a sua adaptação em ecossistemas impactados pelo uso indiscriminado desses produtos,

identificando o alcance que eles tem no ambiente e assim entender o impacto que os mesmos têm sobre a diversidade dos polinizadores e, conseqüentemente, sobre o processo de polinização.

5. CONCLUSÃO

Em grande parte os agrotóxicos utilizados para o controle de pragas de Citrus são altamente tóxicos para as abelhas e outros polinizadores, causando sua morte em até 72 horas.

Através da realização dessa pesquisa constatamos que as abelhas visitam as flores para a realização do forrageamento mesmo após 24h, 48h e 72h da aplicação de agrotóxicos, e que a mortalidade destas acontece quando as mesmas entram em contato com a flor após 24h, 48h e 72h de aplicação de agrotóxico na flor. Nos testes realizados em laboratório com a aplicação de agrotóxico no alimento artificial fornecido as abelhas apresentou um alto índice de mortalidade após 24h, 48h e 72h, chegando a 100%.

Não ocorreu uma diminuição da mortalidade das abelhas em contato com agrotóxicos com o passar do tempo de aplicação até 72h, deixando evidente o nível de contaminação ao quais as fontes de alimento estão sujeitos, fazendo com que haja um risco cada vez maior de mortandade desses indivíduos e os prejuízos que esse fato acarretara ao equilíbrio do planeta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2014). **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Acessado em 14 de fevereiro de 2015, do AGROFIT Web site: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>

BERTOLDI, F.C. GONZAGA, L. REIS, V.D.A. **Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*) produzida no Pantanal**. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal. Corumbá/MS, 23 a 26 nov, 2004.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees. **Bulletin of Insectology**, v.56, n.3, p.63-67, 2003.

BLACQUIÈRE, T., Smagghe, G., Van Gestel, C. A., & Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21(4), 973-992.

CALDERONE, N. W.; PAGE, R. E. Effects of interactions among genotypically diverse nestmates on task specialization by foraging honey-bees (*Apis mellifera*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, New York, v. 30, n. 3-4, p. 219-226, 1992.

COUTO, R. H. N.; COUTO L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

CHAUZAT, M.; FAUCON, J.; MARTEL, A.; LACHAIZE, J.; COUGOULE, N.; AUBERT, M. A survey of pesticides residues in pollen loads collected by honey bees in France. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 2, p. 253-262, 2006.

DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: Oxford University Press, 1992.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. Crop pollination by bees. New York: CABI Publishing, 2000. 344 p.

FARIA, A. B. C. Revisão sobre alguns grupos de inseticidas utilizados no manejo integrado de pragas florestais. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, Guarapuava, v.5, n.2, p. 345-358, mai/ago. 2009.

FAUCON, J. P. et al. Experimental study on the toxicity of imidacloprid given in syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Pest Management Science*, Chichester, v. 61, n. 2, p.111-125, 2005.

FREITAS, B. M. **Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas.** *Mensagem Doce*, São Paulo, v. 46, p. 16-20, maio 1998.

GALLO, D.O.; NAKANO, S.S.; NETO, R.P.L.; CARVALHO, G.C.; BATISTA, E.B.; FILHO, J.R.P.; PARRA, R.A.; ZUCCHI, S.B.; ALVES, J.D.; VENDRAMIM, L.C.; MARCHINI, J.R.S.; LOPES, C.; OMOTO. *Entomologia agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 920p. 2002;

GALLAI, N., J. M. Salles, J. Settele and B. E. Vaissier.2009. **Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline.** *Ecological Economics*, v. 68, pp. 810.

GILL, R.J.; RAMOS-RODRIGUEZ, O.; RAINE, N.E. Combined pesticide exposure severely affects individual – and colony – levels traits in bees. **Nature**, v.491, p.105-109, 2012.

GODFRAY, H. C. J.,Blacquière, T., Field, L. M., Hails, R. S., Petrokofsky, G., Potts, S. G., ...& McLean, A. R.(2014). A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1786), 20140558

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. **Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae)**. Revista Brasileira de Biologia, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização 2004 Disponível em:<
http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos%20aos%20ecossistemas_polinizadores_vera.pdf>

KLEIN, A. M.; VAISSIERE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops**. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 274 (1608), 303-313. 2007.

LIMA, M. V. Avaliação de abelhas *Apis mellifera* submetidas à alimentação artificial com enzima / Marcos Venâncio Lima. - Areia: UFPB/CCA, 2014. 34 f. : il.

MÂCEDO, M.; FLINTE, V.; GRENHAS, V. **Insetos na Educação**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2005.

MALASPINA, O; STORT, A. C. As abelhas e os pesticidas. Apicultura no Brasil, v.2,n.10, p.42-45, 1985.

MALERBO-SOUZA, D. T. e R. H. Nogueira-Couto. 2002. **Polinização entomófila em 3 variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. Científica, São Paulo, SP. v. 30, n. 1/2, pp. 79-87.

OLDROYD, B. P. What's killing American honey bees? Plos Biology, San Francisco, v. 5, n.6, p. 1195-1199, 2007.

RIEDL, H; JOHANSEN, E.; BREWER, L.; BARBOUR, J. **How to reduce bee poisoning from pesticides**. PNW (Pacific Northwest Extension) 591, Oregon State University, Corvallis.26p, 2006.

SANTOS, M.A.T.; AREAS, M.A.; REYES, F.G.R. **Peritróides: uma visão geral. Alimentos e nutrição**, Araraquara, v.18, n.3, p.339-349, 2007.

SEELEY, T. D. Adaptive significance of the age polyethism schedule in honeybee colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, New York, v. 11, n. 4, p. 287-293, 1982.

SEELEY, T. D. *Honeybee ecology: a study of adaptation in social life*. Princeton: Princeton University Press, 1985. 192 p.

SUCHAIL, S.; GUEZ, D. & BELZUNCES, L.P. 2000. Characteristics of imidacloprid toxicity in two *Apis mellifera* subspecies. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19: 1901-1905

THOMPSON, H.M. Behavioural effects of pesticides in bees – their potential for use in risk assessment. *Ecotoxicology*, v. 12, n.6, p.317-330, 2003.

VANENGELSDORP, D; EVANS, J. D; SAEGERMAN, C; MULLIN, C;HAUBRUGE, E; NGUYEN, B. K; FRAZIER, M; FRAZIER, J; COXFOSTER, D;CHEN, Y.; UNDERWOOD, R. M.; TARPY, D. R.; PETTIS, J. S. Colony Collapse Disorder: a descriptive study. *Plos One*, San Francisco, v.4, n.8, p.1-17, ago. 2009.

VILELA, S. L. O. 2002. **Desenvolvimento de tecnologia para o agronegócio apícola do Nordeste**. In: Congresso Brasileiro de Apicultura. 14, Campo Grande/MS. Anais: Confederação Brasileira de Apicultura, 276-282.

WATANABE, M. E. Pollination worries rise as honey bees decline. *Science*, Washington, v.265, n. 5176, p. 1170-1170, 1994.

WOLFF, L. F; REIS, V. D. A; SANTOS, R. S. S. Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 38p. (Documento 244).

WOLFF, L.F. Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.38p. (Documento 244).

Wu JY, Anelli CM, Sheppard WS (2011) Sub-Lethal Effects of Pesticide Residues in Brood Comb on Worker Honey Bee (*Apis mellifera*) Development and Longevity. *PLOS ONE* 6(2): e14720. doi:10.1371/journal.pone.0014720