



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO CAMPUS
CAMPOS BELOS
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

LAINARA OLIVEIRA CARVALHO

**TOXICIDADE AGUDA DE HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A
ABELHA NATIVA *Tetragona clavipes***

CAMPOS BELOS/GO

2024

LAINARA OLIVEIRA CARVALHO

**TOXICIDADE AGUDA DE HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A
ABELHA NATIVA *Tetragona clavipes***

Trabalho de conclusão de curso apresentado aos membros avaliadores do curso de Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Campos Belos, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Prof. Dr. Althiéris de Souza Saraiva

CAMPOS BELOS/GO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

C331t

Carvalho, Lainara Oliveira.

Toxicidade aguda de herbicida à base de glifosato sobre a abelha nativa *Tetragona clavipes* [manuscrito] / Lainara Oliveira Carvalho. – Campos Belos, GO: IF Goiano, 2024.
33 fls.

Orientador: Prof. Dr. Althiéris de Souza Saraiva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal Goiano, Campus Campos Belos, 2024.

1. Insetos não-alvo. 2. Abelhas sem ferrão. 3. Ecotoxicologia. 4. Efeito tóxico. 5. Efeito residual I. Saraiva, Althiéris de Souza. I. Título.

CDD 595.799



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 31/2024 - UE-CB/GE-CB/CMPCBE/IFGOIANO

ANEXO V

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO BACHARELADO EM ZOOTECNIA

Em Vinte e Nove de Novembro de 2024, às dez horas, reuniu-se os componentes da Banca Examinadora, Doutor Althiéris de Souza Saraiva, Mestra Aline Arantes de Oliveira (Participação Virtual), Mestra Adriana Bernardes de Jesus (Participação Virtual), sob presidência do primeiro, nas dependências do Instituto Federal Goiano - Campus Campos Belos, em sessão pública, para defesa do trabalho de conclusão de curso (TCC) intitulado: **TOXICIDADE AGUDA DE HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE ABELHA NATIVA *Tetragona clavipes***, da discente Lainara de Oliveira Carvalho sob a orientação do professor Doutor Althiéris de Souza Saraiva do Curso Bacharelado em Zootecnia. Tendo em vista as normas que regulamentam o Trabalho de Curso e procedidas as recomendações, o estudante foi considerado aprovado com ressalvas, considerando-se integralmente cumprido este requisito quando a discente entregar a versão final corrigida, para fins de obtenção do título de Bacharel em Zootecnia. Nada mais havendo a tratar, eu, Althiéris de Souza Saraiva, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, segue assinada por seus integrantes.

Campos Belos, 29 de novembro de 2024.

Justificativa e comentários sobre o trabalho:

Sugestões de alterações do trabalho (em caso de Aprovação com Ressalvas):

Assinado eletronicamente via SUAP

Dr. Althiéris de Souza Saraiva

Orientador | Presidente Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
ALINE ARANTES DE OLIVEIRA
Data: 29/11/2024 14:30:30-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Mestra Aline Arantes de Oliveira

Examinadora 01

Assinado eletronicamente via SUAP

Mestra Adriana Bernardes de Jesus

Examinadora 02

Documento assinado eletronicamente por:

- **Althieris de Souza Saraiva, DIRETOR(A) GERAL - CD0002 - CMPCBE**, em 29/11/2024 11:37:58.
- **Adriana Bernardes de Jesus, 2024202320340001 - Discente**, em 29/11/2024 13:35:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/11/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 656285
Código de Autenticação: 4bcd167c94



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Campos Belos
Rodovia GO-118 Qd. 1-A Lt. 1 Caixa Postal, 1, Setor Novo Horizonte, CAMPOS BELOS / GO, CEP 73.840-000
(62) 3451-3386

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Lainara Oliveira Carvalho

Matrícula:

2020106201840200

Título do trabalho:

TOXICIDADE AGUDA DE HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A
ABELHA NATIVA *Tetragona clavipes*

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
LAINARA OLIVEIRA CARVALHO
Data: 20/12/2024 16:03:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Campos Belos - GO

Local

20 / 12 / 2024

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



Documento assinado digitalmente

ALTHIERIS DE SOUZA SARAVA

Data: 20/12/2024 14:13:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido no caminho certo durante a faculdade, com saúde e força para chegar até o final.

Aos meus pais Vanuza Rita de Oliveira e Josivaldo Moreira de Carvalho que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

A meu namorado Marcus de Castro Almeida pela compreensão e paciência demonstrada durante o período da faculdade.

Agradeço ao meu orientador Althiéris de Souza Saraiva por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Também agradeço as minhas amigas de faculdade Thairine Andrade, Adrielle Almeida, Letícia Alves e Bárbara Santos que sempre me ajudaram.

Agradeço à minha cunhada Keyla Samara Castro Dias por sempre me ajudar na faculdade.

Ao grupo de Pesquisa CAE (Conservação de Agroecossistemas e Ecotoxicologia), em especial às minhas colegas de projeto Adriana Bernardes e Aline Arantes, obrigada pela ajuda durante o projeto de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Bacharelado em Zootecnia do Instituto Federal Goiano pela excelência da qualidade técnica de cada um.

A todos da família e amigos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização da minha faculdade.

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a toxicidade do glifosato Roundup® Original sobre a abelha sem ferrão *Tetragona clavipes*, considerando diferentes formas de exposição ao herbicida para simular efeitos no ambiente natural: Efeito Agudo Tópico (EAT – névoa contaminada) e Efeito Agudo Residual (EAR – alimento contaminado). As concentrações testadas foram: 781,3 µg e.a./L, 1562,0 µg e.a./L, 3125,0 µg e.a./L, 6250,0 µg e.a./L, 12500,0 µg e.a./L, 25000,0 µg e.a./L e 50000,0 µg e.a./L. O tratamento controle, sem aplicação de glifosato, foi utilizado para comparações dos efeitos observados, servindo como referência para as condições sem contaminação. As estimativas das concentrações letais (CL10 e CL50) indicaram maior sensibilidade das abelhas no EAT, com valores de CL10-96h e CL50-96h mais baixos em comparação com o EAR. Os resultados reforçam a importância de considerar tanto os efeitos imediatos quanto os de longo prazo do glifosato sobre as abelhas. Além disso, destacam a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis que minimizem os impactos dos herbicidas sobre organismos não-alvo e ecossistemas. O estudo também ressalta a relevância de compreender os efeitos tóxicos do glifosato sobre as abelhas nativas, especialmente em ambientes naturais e seminaturais, onde a exposição pode ser mais prejudicial. Esses resultados favorecem a conservação de ecossistemas naturais, essencial para a manutenção da biodiversidade e a saúde dos serviços ecossistêmicos, como a polinização. Por fim, o estudo reforça a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis, que preservem tanto as culturas agrícolas e de interesse zootécnico quanto a meliponicultura. Essas práticas podem também contribuir para a produtividade animal em sistemas agropecuários, uma vez que a preservação de abelhas e outros polinizadores favorece o equilíbrio ecológico e a produtividade agrícola e pecuária.

Palavras-chave: Insetos não-alvo; Abelhas sem ferrão; Ecotoxicologia; Efeito Tópico; Efeito Residual.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1. Relevância do Estudo sobre o Envenenamento de Abelhas Nativas por Agrotóxicos	12
3.2. Panorama Global e Nacional da Utilização do Herbicida à Base de Glifosato	14
3.3. Impacto da Sensibilidade e Riscos do Glifosato para Abelhas Nativas em Ecossistemas Agrícolas Contaminados	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6. CONCLUSÃO	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1.INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos e produtos similares são substâncias e agentes provenientes de processos físicos, químicos ou biológicos, usados no setor produtivo para modificar a composição da flora ou fauna, visando protegê-las contra organismos considerados prejudiciais. Além disso, incluem substâncias empregadas como desfolhantes, dessecantes, e reguladores de crescimento, sejam eles estimuladores ou inibidores (INCA, 2021).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2024), os agrotóxicos são classificados em diferentes classes toxicológicas: Categoria 1 - Produto Extremamente Tóxico; Categoria 2 - Produto Altamente Tóxico; Categoria 3 - Produto Medianamente Tóxico; Categoria 4- Produto Pouco Tóxico; Categoria 5 - Produto Improvável de Causar Dano Agudo; Produto Não Classificado (Imprensa Nacional, 2019). Esses produtos possuem um potencial de periculosidade ambiental que pode ser influenciado por fatores como bioacumulação, persistência, capacidade de transporte, toxicidade para diferentes organismos, além de potenciais efeitos mutagênicos, entre outros (ANVISA, 2019).

Em 2022, houve um aumento de cerca de 11% nas vendas de agrotóxicos químicos e bioquímicos em comparação com 2021, totalizando 800.652 toneladas de ingredientes ativos (i.a.), dentre esses, o glifosato e seus sais foram os ingredientes ativos mais comercializados no Brasil, destacando-se em relação aos demais (Ibama, 2022). O aumento nas vendas está intrinsecamente relacionado ao crescimento populacional e à intensificação da urbanização, com a migração de famílias das zonas rurais para os centros urbanos, resultando em uma expansão significativa na demanda global por alimentos, informando o setor agrícola para adotar práticas de produção em larga escala para garantir o abastecimento. Nesse contexto, os produtores rurais que se destinam no campo precisaram intensificar suas produções, incorporando tecnologias avançadas, como maquinário agrícola de alta eficiência e serviços especializados. Além disso, houve uma crescente dependência do uso de agrotóxicos, como estratégia para maximizar a produtividade e minimizar perdas em sistemas agrícolas intensivos (Gyawali, 2018; Pellegrini e Fernández, 2018; Ramankutty et al., 2018; Van der Werf et al., 2020).

A frequência com que os agroquímicos são utilizados na agricultura, especialmente quando não há acompanhamento de técnicos competentes, pode afetar os ecossistemas naturais e sua biodiversidade (fauna, flora e saúde humana) (Pellegrini e Fernández, 2018; Beckmann et al., 2019; Zabel et al., 2019). De fato, o uso intensivo de pesticidas no manejo fitossanitário das lavouras, como herbicidas à base de glifosato, pode impactar organismos não-alvo, incluindo plantas agrícolas e vegetação nativa, que são essenciais para a biodiversidade e a economia.

O herbicida glifosato impacta a sobrevivência das abelhas nativas ao reduzir o suprimento alimentar disponível, levando à contaminação das abelhas forrageiras enquanto buscam alimentos para sua manutenção. Esse efeito pode provocar desorientação, alterações no comportamento, mudanças na microbiota intestinal das abelhas, entre outros impactos (Balbuena et al., 2015; Johnson, 2015; Motta, Raymann, Moran, 2018; Boyle et al., 2019; PPDB, 2020).

Estudos recentes destacam o impacto do herbicida à base de glifosato em organismos não-alvos, como as abelhas (Motta; Moran, 2023; Battisti et al., 2024; Farder-Gomes et al., 2024). Esses insetos desempenham um papel crucial na polinização de culturas agrícolas e na manutenção da biodiversidade (Ollerton et al., 2011; Klein et al., 2018). Assim, a saúde e a sobrevivência dos polinizadores são fundamentais para a segurança alimentar, além de contribuírem para a diversidade e a estabilidade dos ecossistemas (Cham et al., 2019). Nesse contexto, a análise ecotoxicológica dos efeitos de herbicidas à base de glifosato se torna essencial. Este estudo avaliou a toxicidade aguda do herbicida comercial Roundup® Original sobre abelhas nativas da espécie *Tetragona clavipes*, analisando os efeitos tópicos e residuais na sobrevivência desses polinizadores. Foram determinadas as CL_{10} e CL_{50} (concentrações letais para 10% e 50% dos organismos, respectivamente) por meio de testes de Efeito Agudo Tópico (EAT) e Efeito Agudo Residual (EAR). Este estudo é de relevância no contexto da zootecnia, pois a saúde das abelhas desempenha um papel importante na manutenção dos ecossistemas agrícolas, especialmente no que se refere à polinização das plantas forrageiras e culturas de interesse zootécnico que sustentam a produção animal. A compreensão dos efeitos dos agrotóxicos sobre esses polinizadores não apenas destaca a importância da preservação das abelhas para a biodiversidade, mas também permite identificar práticas que possam minimizar os impactos negativos desses produtos, garantindo a qualidade e a continuidade da produção de alimentos tanto para os seres humanos quanto para os animais. Dada a estreita relação entre a saúde das abelhas e a segurança alimentar, este estudo contribui diretamente para a promoção de práticas mais sustentáveis na produção de alimentos e no manejo das atividades agropecuárias, essencial para o avanço da zootecnia.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Investigar a toxicidade aguda do herbicida à base de glifosato sobre a abelha nativa *Tetragona clavipes*.

Objetivos Específicos:

- Analisar o efeito residual do herbicida à base de glifosato na sobrevivência da abelha nativa, por meio da determinação da CL₅₀ (concentração letal que resulta na morte de 50% dos organismos);
- Avaliar o efeito tóxico do herbicida à base de glifosato na sobrevivência da abelha nativa, também a partir da determinação da CL₅₀ (concentração letal que causa a morte de 50% dos organismos).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Relevância do Estudo sobre o Envenenamento de Abelhas Nativas por Agrotóxicos

Para diminuir a taxa de mortalidade das abelhas, é necessário reduzir o uso de agrotóxicos prejudiciais a esses insetos. De acordo com o Greenpeace, cerca de metade dos agrotóxicos proibidos globalmente são importados pelo Brasil, que, segundo a organização, é o maior exportador de agrotóxicos letais para as abelhas (Cruz, 2023). Os pesticidas aplicados nas plantações podem afetar o comportamento das abelhas e prejudicar seu sistema nervoso, resultando em mortes (Beringer, 2019; Castle et al., 2023). Um exemplo disso ocorreu no interior de São Paulo, onde o Ministério Público processou a Usina Colombo pela morte de 112 milhões de abelhas após a pulverização do inseticida Tiametoxam, produto proibido em vários países europeus devido à sua letalidade para as abelhas (Freitas, 2023).

Os efeitos desses venenos podem variar desde a morte imediata devido à toxicidade aguda até danos a longo prazo que comprometem o funcionamento da colônia e reduzem a longevidade dos indivíduos. Diante disso, as vias de contaminação incluem contato, ingestão, pólen, néctar, cera, lama, solo, água e outros que afetam diretamente as abelhas e a colônia (Boyle et al., 2019; Zioga et al., 2023)

Embora as abelhas sejam pequenas, sua presença é fundamental para a manutenção dos ecossistemas, pois sua atividade é essencial para a sobrevivência da fauna e flora e para a

reprodução das plantas. A Organização das Nações Unidas - ONU destaca que as abelhas são responsáveis por cerca de 73% da polinização das plantas cultivadas. A polinização, por sua vez, é reconhecida como um serviço ecossistêmico de regulação, provisão e cultural, sendo uma interação ecológica que oferece vários benefícios aos seres humanos. Entre esses benefícios, estão a manutenção e a diversidade genética das populações de plantas nativas, que sustentam a biodiversidade e as funções ecossistêmicas (serviço regulatório), a garantia de um fornecimento confiável de produtos como frutos, sementes e mel (serviço de provisão), além da promoção de valores culturais ligados ao conhecimento tradicional (IPBES, 2016; Klein et al., 2018; BPBES, 2019;).

É evidente que a polinização é crucial para a produção de muitos alimentos, além de ser essencial para a produção de mel, um alimento natural de alto valor nutritivo. Apesar de seu papel fundamental na produção de alimentos, as abelhas estão em risco de extinção. O uso intensivo de agrotóxicos é uma das principais causas dessa mortalidade, refletindo o impacto das atividades humanas sobre a biodiversidade e ameaçando esses importantes polinizadores. Nos últimos cinco anos, mais de 500 milhões de abelhas morreram no Brasil, sendo o uso excessivo de agrotóxicos a principal causa dessa mortalidade (Cruz, 2023).

Durante o forrageamento, as abelhas estão expostas a diversos defensivos agrícolas, especialmente nas épocas de floração das plantações (Neumuller et al., 2021). A contaminação das abelhas pode ocorrer tanto nas áreas tratadas (denominadas "in crop") quanto fora delas (em áreas não tratadas, ou "off crop"). Nas áreas tratadas, a exposição ocorre diretamente durante o processo de forrageamento, por meio da pulverização dos agrotóxicos sobre as abelhas, contato com plantas que contêm resíduos do herbicida, como folhas e flores, além do consumo de pólen, néctar e água contaminados, ou ainda pela translocação do produto sistêmico pelas plantas. Já nas áreas não tratadas, a contaminação acontece de forma indireta, por meio da deriva dos agrotóxicos. As abelhas operárias podem se contaminar ao entrar em contato com a poeira proveniente da deriva, por meio das plantas contaminadas ou pelo consumo de água, néctar e pólen que foram contaminados por essa poeira (Cham et al., 2017; Doucette et al., 2018; Drumond et al., 2024).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) em 2024, abelhas que ingeriram alimento contaminado apresentaram uma redução significativa na velocidade de locomoção durante testes de caminhada, além de sofrerem alterações morfológicas no corpo gorduroso e nos órgãos do sistema imunológico, resultando em sua morte. Além dos efeitos físicos causados pela contaminação, as abelhas também enfrentam a perda de habitat, condições climáticas adversas, patógenos e práticas de manejo inadequadas, como o aumento do uso de defensivos agrícolas, o que pode levar ao colapso das colônias (Cham et al.,

2019).

3.2. Panorama Global e Nacional da Utilização do Herbicida à Base de Glifosato

O glifosato (N-[fosfometil]glicina) é um dos herbicidas mais utilizados globalmente, especialmente valorizado por sua eficácia na eliminação de plantas invasoras que competem com as culturas agrícolas. A descoberta do glifosato foi acidental, feita pelo químico Henri Martin em uma empresa farmacêutica suíça. Mais tarde, em 1970, John E. Franz sintetizou o composto, e Lowell R. Smith o registrou como herbicida em 1972. Em 1974, a Monsanto Company, sediada em St. Louis, EUA, lançou o glifosato no mercado sob a marca Roundup®. Com o passar dos anos, o uso desse herbicida se tornou amplamente disseminado (Duke, 2017; Duke, 2018; Richmond, 2018; Valle et al., 2019).

O composto possui o potencial de periculosidade ambiental, produto perigoso ao meio ambiente - Classe 3 e pertence ao Grupo 2A (Provavelmente carcinogênico para humanos) (MAPA, 2023). Sua aplicação ocorre no pré- plantio da cultura ou na pós-emergência das plantas daninhas, sendo utilizado também para a dessecação total em algumas culturas, como a aveia-preta quando destinada à silagem ou como cobertura do solo. Além disso, o herbicida é aplicado em área total como maturador, especialmente na fase de maturação dos colmos da cana-de-açúcar, entre outros usos (Anvisa, 2019; MAPA, 2023).

O composto utilizado neste estudo, o Glifosato, é amplamente utilizado para controle de plantas daninhas. Sua ação é baseada na inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3- fosfato sintase (EPSPS), essencial na síntese do ácido chiquímico. Este ácido é crucial para a formação de aminoácidos aromáticos como fenilalanina, tirosina e triptofano, que são indispensáveis na síntese proteica das plantas. A interrupção desse processo impede a produção desses aminoácidos, levando à morte das plantas. Além disso, o Glifosato interfere na síntese de lignina, alcaloides e flavonoides, comprometendo o desenvolvimento vegetal e, conseqüentemente, resultando na morte da planta (Mesnage et al., 2017; Kanissery et al., 2019; Ledoux et al., 2020; Tauhata et al., 2020).

O uso intensivo de herbicida à base de glifosato tem provocado impactos significativos na biodiversidade, devido à poluição ambiental por este composto e seus metabólitos, em particular o ácido aminometilfosfônico (AMPA). Esse metabólito é um intermediário da biodegradação do Glifosato, oriundo da pós aplicação do herbicida no meio agrícola, produzido principalmente por microrganismos do solo, saprófitas e culturas geneticamente modificadas tolerantes ao herbicida (GE - HT). Estudos recentes destacam que o AMPA, além de persistente ao meio ambiente, possui efeitos adversos potenciais sobre o solo, a estruturas de ecossistemas e os organismos não - alvo (Sviridov et al., 2015; Van Bruggen et al., 2018; Morrás et Morrás et al., 2022).

Entre os anos de 2018 e 2019, observou-se uma redução de mais de 27,2% nas colônias de abelhas durante a primavera e o verão, atribuída ao uso crescente de agrotóxicos na agricultura (Castilhos, 2021). De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 2019), o glifosato é o herbicida mais consumido globalmente. A quantidade aplicada depende de diversos fatores, como o tipo de produto, as condições do solo e o estado das plantas daninhas. O fato de ser amplamente utilizado em várias partes do mundo o torna uma das principais causas de intoxicação das abelhas. À medida que aumenta a utilização de herbicidas à base de glifosato, surgem preocupações sobre seus efeitos, já que estudos indicam que esses produtos podem causar tanto mortes diretas quanto danos indiretos, afetando o comportamento e a saúde das abelhas (Battisti, Lucas, 2021).

Os efeitos letais nos insetos estão diretamente relacionados à quantidade de agrotóxicos absorvidos pelas abelhas, resultando em sua morte imediata, especialmente nas áreas tratadas. A morte pode ocorrer de forma abrupta caso a dose seja excessiva ou se houver um intervalo entre a exposição ao veneno e a morte do inseto. Por outro lado, os efeitos subletais acontecem quando a quantidade de agrotóxico não é suficiente para matar as abelhas, mas ainda assim causar sérias alterações em seu organismo. Tais efeitos podem desencadear uma série de consequências prejudiciais, como desorientação, perda da capacidade de aprendizagem, falhas no reflexo de extensão da probóscide, incapacidade de distinguir cheiros ou odores, dificuldades no processo de forrageamento, dificuldade para retornar ao ninho e redução no consumo alimentar, entre outros problemas (Gregore et al., 2018; Reeves et al., 2018; Siviter et al., 2018; Cham e Raine, 2021; Huang et al., 2021; O'Reilly e Stanley, 2023).

A Anvisa optou por manter a venda do Glifosato no Brasil com restrições, permitindo a circulação do produto até dezembro de 2033 (Do, 2021). A decisão foi fundamentada na eficácia do herbicida, que consegue controlar mais de 150 espécies de plantas daninhas em várias culturas. Contudo, a reportagem destaca que o uso contínuo do Glifosato pode levar ao desenvolvimento de resistência nas ervas daninhas, o que exigirá a mistura do produto com outros agrotóxicos para continuar combatendo as pragas (MAPA, 2023).

A exposição das abelhas ao Glifosato pode comprometer sua saúde, afetando negativamente a microbiota intestinal, reduzindo o peso das larvas e a taxa de sobrevivência da ninhada, além de prejudicar a memória de curto prazo e o aprendizado associativo das abelhas forrageiras (Dai et al., 2018; Motta, Raymann e Moran, 2018; Ledoux et al., 2020).

Além de ser prejudicial às abelhas, o Glifosato é considerado uma ameaça à saúde humana. Em 2015, o IARC (Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer) reclassificou o Glifosato como um possível carcinógeno (Grupo 2A), o que gerou preocupações crescentes sobre os riscos à saúde (Valavanidis, 2018 apud. Meftaul et al., 2020). Devido à sua alta toxicidade, muitos países optaram

por suspender o uso do herbicida. Diante dos efeitos adversos tanto na saúde humana e ecológica quanto no desenvolvimento de resistência em diversas ervas daninhas e resistência antimicrobiana em bactérias, o uso de formulações à base de Glifosato foi restrito ou proibido em aproximadamente 20 países. Entre eles estão Malawi, Tailândia, Sri Lanka, Vietnã, Omã, Arábia Saudita, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Bahrein, Catar, Bermudas, Costa Rica, São Vicente e Granadinas, além de países europeus como Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Holanda, República Tcheca e Itália (Saunders e Pezeshki, 2015; Sustainable Pulse, 2019).

3.3. Impacto da Sensibilidade e Riscos do Glifosato para Abelhas Nativas em Ecossistemas Agrícolas Contaminados

As abelhas desempenham um papel crucial na polinização, sendo responsáveis por 90% das plantas que dependem desse processo para se reproduzir (IpbES et al., 2016; Klein et al., 2018). No entanto, elas enfrentam grandes riscos durante esse processo, sendo expostas a uma variedade de contaminantes, como o herbicida Glifosato. Essa exposição pode ocorrer de maneira direta, por meio da aplicação do agrotóxico nas culturas, ou de forma indireta, por meio da contaminação da água e dos alimentos (IpbES et al., 2016; Cham et al., 2019). Pesquisas demonstram os efeitos prejudiciais do Glifosato tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana, com estudos associando o uso do produto a doenças como leucemia linfoblástica aguda infantil (Magín González-MoscOSO et al., 2023; Ward et al., 2023). Em polinizadores expostos ao Glifosato, são observadas alterações biológicas significativas em várias fases de seu ciclo de vida, incluindo a fase juvenil, com impactos na microbiota intestinal, no estado larval e na metamorfose, entre outros fatores (Motta et al., 2020; Binhua et al., 2023; Vázquez et al., 2023).

Antigamente, os efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas eram percebidos de forma imediata, com o simples contato com o produto sendo suficiente para causar a morte do inseto. No entanto, ao longo do tempo, observou-se que a exposição não resultava apenas em mortes rápidas, mas também em consequências mais duradouras. As abelhas começaram a enfrentar dificuldades de locomoção e, em muitos casos, não conseguiam mais retornar à colmeia após a exposição aos produtos (Sharma et al., 2018; Li et al., 2019; Zioga et al., 2022).

Originalmente, a intoxicação das abelhas por agrotóxicos estava associada à morte imediata, com indivíduos encontrados mortos nas proximidades das colmeias. Porém, a preocupação atual está centrada nos efeitos subletais, causados por exposições menores que não resultam em morte instantânea, mas afetam profundamente o comportamento, o desenvolvimento e as capacidades imunológicas das abelhas. Esses impactos de longo prazo incluem a redução da mobilidade, dificuldades de comunicação, falhas na aprendizagem, problemas no retorno à colônia, e

comprometimento das habilidades de forrageamento e polinização. Tais distúrbios têm sido observados em abelhas expostas a doses subletais de inseticidas (Bortolli et al., 2003; Decourtye et al., 2004; Grassl et al., 2018; Traynor et al., 2021;).

O Glifosato tem demonstrado causar desequilíbrios significativos na microbiota intestinal das abelhas, afetando diversas espécies bacterianas essenciais, como *Snodgrassella*, *Gilliamella*, *Lactobacillus*, *Bombilactobacillus* e *Bifidobacterium*. Esse distúrbio na composição bacteriana, conhecido como disbiose, compromete o funcionamento do sistema imunológico das abelhas, prejudicando sua capacidade de resistir a patógenos bacterianos e virais. O Glifosato exerce uma ação bacteriostática, ou seja, inibe o crescimento de bactérias naturais no organismo das abelhas. Isso pode resultar, por exemplo, na redução da produção da bactéria *Snodgrassella*, crucial para a saúde intestinal das abelhas (Kwong et al., 2017; Motta et al., 2020; Hammer et al., 2021; Zhang et al., 2022; Michaelis On-Line, 2024).

Além disso, a exposição ao Glifosato pode afetar negativamente a termorregulação coletiva das colônias de abelhas. A temperatura interna da colônia pode cair de 30-35°C para menos de 28°C, prejudicando o desenvolvimento das abelhas e afetando o crescimento bacteriano necessário no trato gastrointestinal. Essa queda de temperatura compromete o metabolismo das abelhas e interfere no equilíbrio bacteriano, o que pode levar a uma série de problemas para a saúde e produtividade da colônia (Weidenmuller et al., 2022).

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos tóxicos do agrotóxico Glifosato sobre a abelha nativa *Tetragona clavipes*. Conhecida popularmente como Jataizão, Vorá ou Borá, a *T. clavipes* é uma abelha sem ferrão originária do Brasil, com nome derivado do tupi “Heborá”, que significa “aquele que produz mel”. Apesar de ser uma espécie defensiva, reagindo com mordidas e aplicação de própolis quando se aproxima do ninho, essa abelha é encontrada em diversas regiões do Brasil, como Acre, Amazonas, Amapá, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo e Goiás, e também em países como Colômbia, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname e Uruguai (Cella et al., 2017; IBAMA, 2021; Almeida et al., 2023; Heborá Ltda, 2024). As abelhas sem ferrão, como a *T. clavipes*, pertencem ao reino Animalia, filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Hymenoptera, família Apidae, subfamília Apinae, tribo Apini e subtribo Meliponina (Silveira et al., 2002).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O desenho experimental deste estudo foi elaborado para avaliar a toxicidade aguda do herbicida à base de Glifosato sobre a abelha nativa *Tetragona clavipes*, com foco na sobrevivência. A pesquisa foi conduzida como projeto de iniciação científica, pelo que passou a integrar o Trabalho

de Conclusão de Curso na área de Zootecnia, com o objetivo de gerar dados relevantes no âmbito do grupo CAE (Conservação de Agroecossistemas e Ecotoxicologia) para a compreensão dos impactos dos agrotóxicos (a exemplo do Glifosato) sobre organismos não-alvo, como as abelhas sem ferrão, essenciais para a polinização e manutenção da biodiversidade. As metodologias adaptadas para os ensaios ecotoxicológicos foram baseadas nos procedimentos descritos por Jacob et al. (2019), Cham et al. (2017), Oliveira et al. (2024) e Oliveira et al. (2023).

Os ensaios foram realizados em temperatura ambiente no Laboratório de Forragicultura e Agroecossistemas, bem como Sala de Ensaio Ecotoxicológicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Campos Belos, utilizando abelhas forrageiras coletadas diretamente na entrada de colônias saudáveis situadas na Escola-Fazenda da instituição. Para tanto, foi adotado um desenho experimental completamente randomizado, com sete concentrações de Glifosato, mais um tratamento controle, com três repetições para cada concentração e dez abelhas por réplica, totalizando 240 abelhas utilizadas nos experimentos. A randomização assegura que as abelhas sejam distribuídas aleatoriamente entre as diferentes concentrações de Glifosato e o grupo controle, o que reduz a possibilidade de que fatores como a origem da colônia ou a condição física das abelhas influenciam os resultados.

As concentrações de Glifosato Roundup® testadas foram as seguintes: 781,3 µg/l, 1562,0 µg/l, 3125,0 µg/l, 6250,0 µg/l, 12500,0 µg/l, 25000,0 µg/l e 50000,0 µg/l, com o objetivo de avaliar a dose-resposta do herbicida sobre as abelhas expostas a diferentes formas de contaminação (efeito tóxico e efeito residual). Onde for indicada a unidade "µg/L", deve ser interpretada como "µg e.a./L", sendo "e.a." a abreviação para equivalente ácido. O tratamento controle não recebeu a aplicação do herbicida (apenas água destilada) e serviu como parâmetro para comparações dos efeitos observados.

O efeito tóxico foi avaliado por meio da aplicação direta do Glifosato nas abelhas, utilizando nebulização a 350 µl/min por 1 minuto. Já o efeito residual foi avaliado pela ingestão de alimento contaminado com diferentes concentrações do herbicida. Após 96 horas de exposição, as abelhas foram avaliadas quanto à sua mortalidade, com base na resposta a estímulos.

A análise dos dados foi realizada utilizando o modelo Probit, que é uma técnica estatística comum para análise de dados de bioensaios, como estudos de toxicidade. O modelo Probit é utilizado para estimar a relação entre a probabilidade de um evento (por exemplo, a mortalidade das abelhas) e as concentrações de um determinado agente (como o herbicida Glifosato). Ele permite ajustar a dose-resposta, estimando parâmetros como a concentração letal, que representa a concentração necessária para causar 10% e 50% de mortalidade em uma população exposta. O modelo Probit é adequado para dados binários (morto/vivo) e assume uma distribuição normal dos efeitos da dose. A análise foi conduzida utilizando o software Minitab® 21 (Minitab Inc., State College, PA, EUA).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o EAT (Tabela 1: Figura 1), os valores de CL10-96h e CL50-96h foram determinados em 304,665 µg i.a/L e 2751,65 µg i.a/L, respectivamente. Já para o EAR (Tabela 2: Figura 2), observou-se uma menor toxicidade em comparação ao EAT, com valores de CL10-96h e CL50-96h de 351,981 µg i.a/L e 52366,6 µg i.a/L, respectivamente. Estes resultados indicam que, no contexto da exposição residual, o Glifosato apresentou uma toxicidade mais elevada em comparação à exposição tópica direta.

Tabela 1 – Efeito Agudo Tópico de Inseticida à Base de Glifosato sobre Abelhas *Tetragona clavipes*.

Toxicidade (%)	Concentração Estimada (µg i.a/L)	Erro Padrão	Intervalo de Confiança (IC 95%)
CL10-96h	304,665	122,522	[105,763 - 574,818]
CL50-96h	2751,65	493,024	[1845,1 - 3841,26]

Análise de Probit - Intervalo de Confiança de 95% com 30 observações

Tabela 2 – Efeito Agudo Residual de Inseticida à Base de Glifosato sobre Abelhas *Tetragona clavipes*.

Toxicidade (%)	Concentração Estimada (µg i.a/L)	Erro Padrão	Intervalo de Confiança (IC 95%)
CL _{10-96h}	351,981	315,249	[10,2277, 1166,95]
CL _{50-96h}	52366,6	31826,1	[22246,3, 512553]

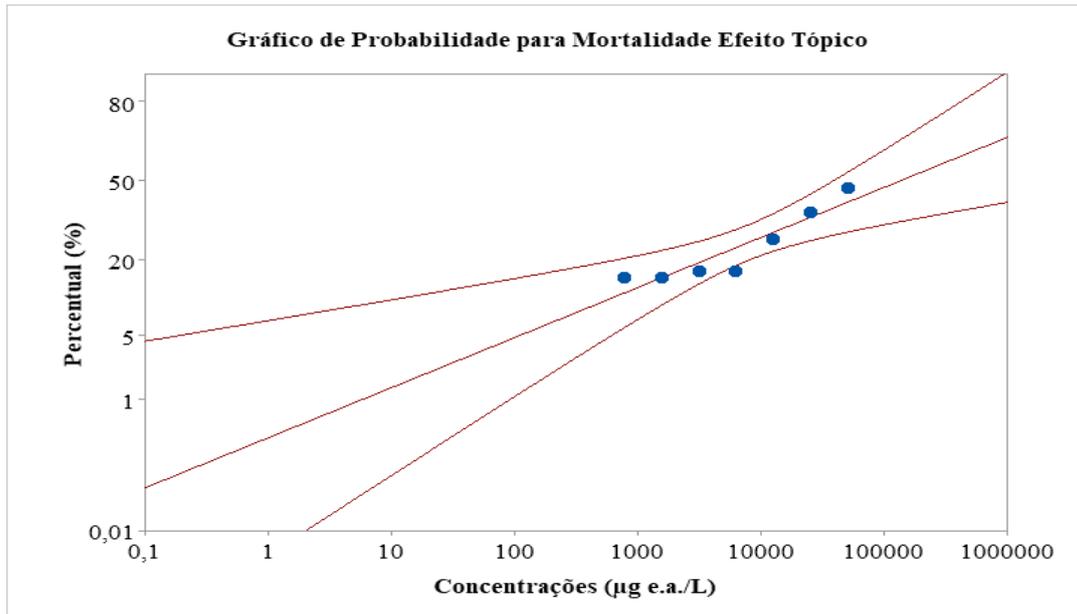


Figura 1- Mortalidade de abelhas *Tetragona clavipes* expostas a concentrações letais Tópico de inseticida à base de Glifosato. Análise de Probit - 95% Intervalo de Confiança: Mortalidade (96h); Observações (N= 30).

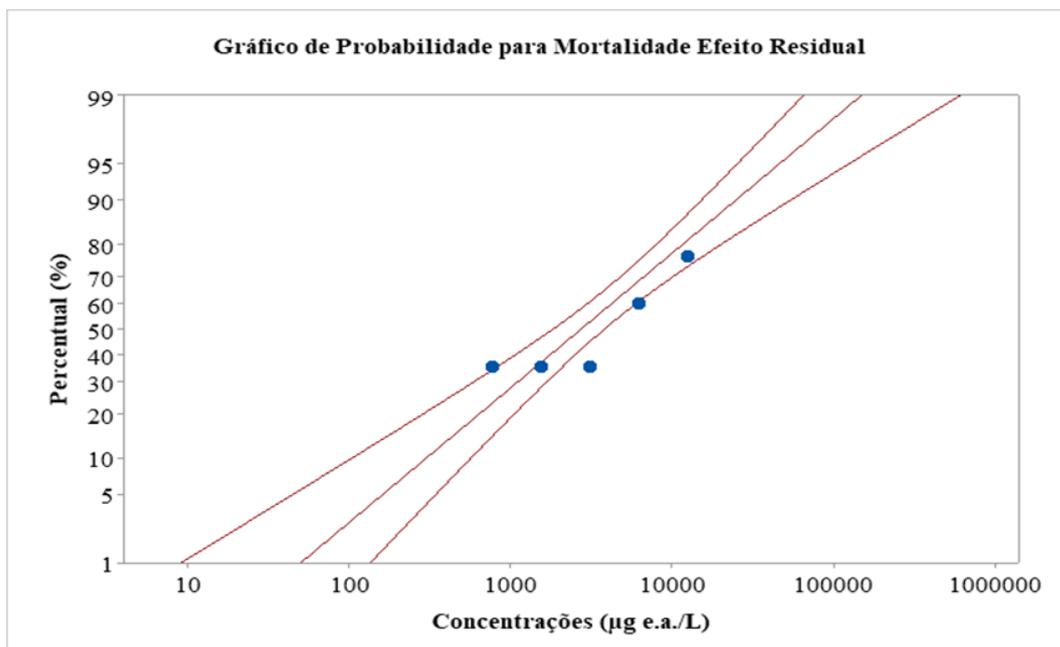


Figura 2- Mortalidade de abelhas *Tetragona clavipes* expostas a concentrações letais Residual de inseticida à base de Glifosato. Análise de Probit- 95% Intervalo de Confiança: Mortalidade (96h); Observações (N=30).

A avaliação da toxicidade do glifosato sobre abelhas nativas da espécie *Tetragona clavipes* é fundamental para compreender os impactos deste herbicida amplamente utilizado, especialmente em organismos não-alvo, com implicações para a saúde de ecossistemas agrícolas e naturais. No presente

estudo, observou-se que as concentrações letais variam de acordo com o tipo de exposição (EAT e EAR), sugerindo que o contexto da via de exposição exerce uma influência significativa na resposta tóxica das abelhas. Neste contexto, a análise dos efeitos do inseticida à base de Glifosato sobre as abelhas *Tetragona clavipes*, os valores de CL10-96h e CL50-96h foram obtidos para dois tipos de exposição: o Efeito Agudo Tópico (EAT) e o Efeito Agudo Residual (EAR). A comparação entre essas duas formas de exposição revelou diferenças nos efeitos tóxicos para as abelhas *Tetragona clavipes*.

A exposição EAT, que envolveu a aplicação direta do herbicida sobre as abelhas, resultou em valores de CL10-96h e CL50-96h relativamente mais baixos, indicando que, sob condições controladas de laboratório, as abelhas apresentaram uma sensibilidade maior ao glifosato em baixas concentrações. Esse tipo de exposição é normalmente mais imediato e intenso, mas pode não refletir completamente os efeitos que ocorrem em ambientes naturais, onde o impacto do agrotóxico pode ser modulado por fatores ambientais. Este fenômeno é corroborado por estudos que destacam a resposta das abelhas a agrotóxicos em ambientes controlados (Berenbaum, 2016; Cresswell, 2017).

Por outro lado, a exposição de EAR, que consistiu na nebulização do glifosato sobre as abelhas, com valores de CL10-96h e CL50-96h significativamente mais elevados em comparação com a exposição residual. Isso sugere que, em ambientes controlados, onde as abelhas entram em contato com os resíduos de agrotóxicos através da nebulização, o impacto do glifosato é mais pronunciado. Esse tipo de exposição, mais direta e pontual, pode ser mais representativo dos riscos que as abelhas podem enfrentar. Estudos prévios mostram que os poluentes, como herbicidas, apresentam efeitos tóxicos amplificados em organismos não-alvo em ambientes naturais devido à interação com outros fatores abióticos e bióticos que influenciam a biodisponibilidade e toxicidade do composto (Thompson & Hunt, 2017; Samson-Robert et al., 2020).

Em resumo, a exposição tópica foi mais tóxica para as abelhas, sugerindo que os efeitos mais diretos e pontuais de glifosato podem representar um risco maior para as populações de abelhas em ambientes laboratoriais. Nos testes realizados, duas formas de exposição ao glifosato foram avaliadas: a exposição aguda tópica (EAT) e a exposição residual (EAR). A comparação entre essas duas formas de exposição revelou diferenças significativas nos efeitos tóxicos para as abelhas *Tetragona clavipes*.

Para a exposição aguda tópica (EAT), os valores de CL10-96h e CL50-96h foram relativamente baixos, com uma CL50 de 2751,65 µg e.a./L. Isso indica que, sob condições controladas de EAT, o glifosato apresenta uma toxicidade mais elevada, visto que as abelhas são mais sensíveis a concentrações menores da substância. A CL50 mais baixa no EAT sugere que a toxicidade foi mais pronunciada em uma exposição mais direta e pontual, corroborando com estudos que mostram respostas mais agudas das abelhas em condições controladas (Berenbaum, 2016; Cresswell, 2017).

Por outro lado, na exposição residual (EAR), a CL50 foi consideravelmente mais alta, com um valor de 52366,6 $\mu\text{g e.a./L}$. Isso indica que, quando a exposição ocorre de forma prolongada a resíduos do glifosato, a toxicidade não é tão aguda quanto na exposição tópica. Esse padrão está em linha com estudos que demonstram que a exposição residual em ambientes naturais pode ser menos tóxica do que uma exposição direta e aguda (Dewar & Sherratt, 2019; Jha & Kremen, 2020).

Além disso, os dados revelam uma discrepância entre os dois tipos de exposição, com uma redução na CL50 para o EAT, sugerindo que o glifosato tem maior impacto em uma exposição mais direta e imediata. No entanto, a exposição residual (EAR) pode ainda representar riscos em um contexto de longo prazo, uma vez que a exposição prolongada a resíduos de glifosato pode afetar de forma cumulativa a saúde das abelhas, podendo interferir em aspectos comportamentais e fisiológicos dessas espécies. A interação do herbicida com fatores ambientais, como pH, temperatura e presença de outras substâncias, pode amplificar ou reduzir os efeitos tóxicos, como indicado por vários estudos sobre a toxicidade de herbicidas em ambientes naturais (Thompson & Hunt, 2017; Samson-Robert et al., 2020).

Portanto, a exposição aguda tópica (EAT) foi mais tóxica para as abelhas, pois a CL50 foi menor, indicando uma maior toxicidade em exposições diretas e imediatas ao glifosato. Isso sugere que, em ambientes agrícolas, a exposição aguda ao herbicida pode representar um risco maior para as abelhas do que a exposição prolongada a resíduos de glifosato. Contudo, é importante destacar que os efeitos prolongados da exposição residual também merecem atenção, dado o potencial de impactos cumulativos na saúde e comportamento das abelhas. Pesquisas adicionais são necessárias para avaliar os efeitos crônicos e subletais do glifosato, considerando os comportamentos e as fisiologias das abelhas, bem como os fatores ambientais que possam potencializar ou mitigar esses efeitos ao longo do tempo.

6. CONCLUSÃO

Este estudo avaliou os efeitos agudos do glifosato sobre abelhas *Tetragona clavipes* em condições de exposição tópica aguda (EAT) e exposição residual (EAR). Os resultados indicaram que a exposição aguda (EAT) foi mais tóxica, com uma CL50 significativamente menor (2751,65 $\mu\text{g e.a./L}$) em comparação com a exposição residual (EAR), onde a CL50 foi muito mais alta (52366,6 $\mu\text{g e.a./L}$). Isso sugere que as abelhas são mais sensíveis ao glifosato em exposições diretas.

Além disso, os efeitos do glifosato podem ser ampliados em ambientes naturais ou seminaturais, onde fatores como pH, temperatura e presença de outras substâncias influenciam a toxicidade do herbicida. Embora a exposição aguda tenha mostrado maior toxicidade em baixas

concentrações, os efeitos prolongados da exposição residual não devem ser negligenciados, e é essencial avaliar os impactos crônicos e subletais do glifosato nas abelhas, que estão associados a alterações fisiológicas, comportamentais e imunológicas que comprometem a sobrevivência das colônias a longo prazo. Portanto, a pesquisa reforça a importância de considerar tanto os efeitos imediatos quanto os de longo prazo do glifosato sobre as abelhas e destaca a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis que minimizem os impactos dos herbicidas sobre organismos não-alvo e ecossistemas.

Os achados deste estudo destacam a importância de compreender os efeitos tóxicos do glifosato sobre as abelhas nativas, especialmente em ambientes naturais e seminaturais, onde sua exposição pode ser mais prejudicial. Esses resultados favorecem a conservação de ecossistemas naturais, essencial para a manutenção da biodiversidade e a saúde dos serviços ecossistêmicos, como a polinização. Além disso, o estudo reforça a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis, que preservem tanto as culturas agrícolas quanto a meliponicultura. Essas práticas podem também contribuir para a produtividade animal em sistemas agropecuários, uma vez que a preservação de abelhas e outros polinizadores favorece o equilíbrio ecológico e a produtividade agrícola e pecuária.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.A.B.V et al. The evolutionary history of bees in time and space. **Current Biology**, v.33, n.16, p.3409-3422, 2023.

ANVISA, RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC N° 294, DE 29 DE JULHO DE 2019. Ministério da Saúde -MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária -ANVISA. [s.l:s.n.]. Disponível em:
<https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/RDC_294_2019_.pdf/c5e8ab56-c13d-4330-a7a4-153bed4c5cda>. Acesso: 6 novembro 2024.

M.S. BALBUENA, L. TISON, M.L. HAHN, U. GREGGERS, R. MENZEL, WM. FARINA. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. **J. Exp. Biol.**, v218, p. 2799-2805, 2015. Disponível em:< <https://journals.biologists.com/jeb/article/218/17/2799/14136/Effects-of-sublethal-doses-of-glyphosate-on>>. Acesso em: 27 de abril 2024.

BECKMANN, M. et al. Conventional land-use intensification reduces species richness and increases production: a global meta-analysis. **Glob. Change Biol.** 25, 1941–1956 (2019). Acesso: 06 novembro

2024.

BATTISTI, L. Londrina 2021 TOXICIDADE DO HERBICIDA GLIFOSATO PARA AS ABELHAS. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.uel.br/srv-c0003-s01/api/core/bitstreams/92bfbb19-c059-45b4-bd43-9212d73a912c/content>>. Acesso em: 16 outubro 2024.

BATTISTI, L. et al. Toxicity of glyphosate herbicides formulated for Africanized *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 287, p. 117247–117247, 1 novembro 2024, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117247>

BERINGER, J. O Declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas frutas. **Revista Eletronica Científica da UERGS**, v. 5, p. 18-27, 16 abril 2019. Acesso: 16 outubro 2024.

BINHUA. MO. et al. Toxic effects of glyphosate on histopathology and intestinal microflora of juvenile *Litopenaeus vannamei*. **Aquatic Toxicology**, v. 255, p. 106399–106399, 18 jan. 2023. 06 novembro 2024.

BOYLE, N.K., T.L. PITTS-SINGER, J. ABBOTT, A. ALIX, D.L. COX-FOSTER, S. HINAREJOS, D.M. LEHMANN, L. MORANDIN, B. O'NEILL, N.E. RAINE, R. SINGH, H.M. THOMPSON, N.M. WILLIAMS, T. Steeger Workshop on pesticide exposure assessment paradigm for non-*Apis* bees: foundation and summaries **Environ. Entomol.**, 48 (1) (2019), pp. 4-11, 10.1093/ee/nvy103. Acesso: 16 outubro 2024.

BERENBAUM, M. R. Effects of agricultural chemicals on the immune system of bees. **Annual Review of Entomology**, v. 61, p. 163-184, 2016. 06 de novembro 2024.

BPBES .JOLY, C. et al. Brazilian Platform on Biodiversity and Ecosystem Services 1 ST BRAZILIAN ASSESSMENT ON BIODIVERSITY & ECOSYSTEM SERVICES SUMMARY FOR POLICY MAKERS 1 About the Summary for Decision Makersecossistemicos/ 2 Brazilian Society for Progress in Science 3 Brazilian Academy of Sciences 4 Brazilian Foundation for Sustainable Development. [s.l: s.n.]. Disponível em:<https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/04/SPM_English_Final.pdf>. Acesso em: 24 novembro 2024.

CASTLE, D. et al. Nutritional resources modulate the responses of three bee species to pesticide exposure. **Jornal of Hazardous Materials**, v. 443, 5 fevereiro 2023. Acesso: 24 novembro 2024.

CRESSWELL, J. E. Ecological implications of bee exposure to neonicotinoid pesticides. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 29, p. 48-53, 2017. Acesso: 24 novembro 2024.

CELLA, I.; AMANDIO, D.T.T.; FAITA, M.R. Meliponicultura. Florianópolis: **Epagri**, 2017. 56p. 16 outubro 2024.

CHAM, K. de O.; REBELO, R. M.; OLIVEIRA, R. de P.; FERRO, A. A; VIANASILVA, F. E. de C.; BORGES, L. de O.; SARETTO, C. O. S. D.; TONELLI, C. A. M.; MACEDO, T.C. **Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas. Brasília: Ibama/Diqua**, 2017. 105 p. Acesso: 06 novembro 2024.

K.O. CHAM, R.C.F. NOCELLI, L.O. BORGES, F.E.C. VIANA-SILVA, C.A.M. TONELLI, O. MALASPINA, C. MENEZES, A.S. ROSA-FONTANA, B. BLOCHTEIN, B.M. FREITAS, C.S.S. PIRES, F.F. OLIVEIRA, F.A.L. CONTRERA, K.R.S. TOREZANI, M.F. RIBEIRO, M.A.L. SIQUEIRA, M.C.L.S.A. Rocha Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. **Environ. Entomol.**, 48 (2019), pp. 36-48, 10.1093/ee/nvy137. 06 novembro de 2024.

D.S.W. CHAN, N.E. RAINE. Population decline in a ground-nesting solitary squash bee (*Eucera pruinosa*) following exposure to a neonicotinoid insecticide treated crop (*Cucurbita pepo*) **Sci. Rep.**, 11 (2021), p. 4241, 10.1038/s41598-021-83341-7. Acesso: 16 outubro 2024.

CRUZ, A. S. Greenpeace Brasil. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/a-importancia-de-salvar-as-abelhas/?appeal=21057&utm_source=google&utm_medium=paid&utm_campaign=agroecologia&utm_content=aq_20230809_grants&utm_term=tudo%20sobre%20abelhas&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=7235609613&hsa_cam=19664562138&hsa_grp=151832535586&hsa_ad=669217654704&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-298738255585&hsa_kw=tudo%20sobre%20abelhas&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI1OW71e2OiqMVEUBIAB225RhwEAAYASAA>

EgJpVvD_BwE>. Acesso em: 16 outubro 2024.

DAI, GLYPHOSATE GLYPHOSATE BASED HERBICIDES & THEIR IMPACT ON BEES' HEALTH. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://conahcyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/Documentos-recopilatorios-relevantes/Glyphosate_based_herbicides_and_their_impact_on_bees_health.pdf>. Acesso: 07 novembro 2024.

DECOUTRYE A., et al. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 78 (2004) 83-92. 07 novembro 2024.

DEWAR, A. M.; SHERRATT, T. N. Environmental impacts of herbicides: Quantifying the interactions between toxicant exposure and abiotic stress. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p. 17019-17027, 2019. Acesso: 16 outubro 2024.

DO, U. Uso do glifosato, agrotóxico mais vendido no mundo, é mantido no Brasil com restrições. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/01/19/uso-do-agrotoxico-mais-vendido-no-mundo-e-mantido-no-brasil-mas-anvisa-impoe-restricoes.ghtml>>. Acesso em: 16 outubro 2024.

DOUCETTE, W.J., C. Shunthirasingham, E.M. Dettenmaier, R.T. Zaleski, P. Fantke, J.A. Arnot A review of measured bioaccumulation data on terrestrial plants for organic chemicals: metrics, variability, and the need for standardized measurement protocols **Environ. Toxicol. Chem.**, 37 (2018), pp. 21-33, 10.1002/etc.3992. 08 novembro 2024.

DRUMOND, P. et al. O produtor pergunta, a Embrapa responde. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1164401/1/500P500RMeliponicultura-1.pdf>>. Acesso em: 30 outubro 2024.

DUKE, S.O. The history and current status of glyphosate *Pest Manag. Sci.*, 74 (2018), pp. 1027-1034, 10.1002/ps.4466. Acesso: 30 outubro 2024.

DUKE, S. O. The history and current status of glyphosate. *Pest Management Science*, v. 74, n. 5, p. 1027–1034, 11 ago. 2017. Acesso: 01 novembro 2024.

FAPESP: estudo mostra como agrotóxicos afetam abelhas nativas | Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/fapesp-estudo-mostra-como-agrotoxicos-afetam-abelhas-nativas/>>. Acesso em: 16 outubro 2024.

FARDER-GOMES, C. F. et al. Exposure of the stingless bee *Melipona scutellaris* to imidacloprid, pyraclostrobin, and glyphosate, alone and in combination, impair its walking activity and fat body morphology and physiology. **Environmental Pollution**, v. 348, p. 123783, maio 2024, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123783>. Acesso: 30 outubro 2024.

FIOCRUZ. Entenda o que é o glifosato, o agrotóxico mais vendido do mundo | CEE Fiocruz. Disponível em: <<https://cee.fiocruz.br/?q=node/987>>. Acesso em: 16 outubro 2024.

FREITAS, H. Agrotóxicos: morte de 112 milhões de abelhas levanta polêmica no interior de SP - Repórter Brasil. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2023/06/agrotoxicos-morte-de-abelhas-levanta-polemica/>>. Acesso em: 16 outubro 2024.

B.M. FREITAS, V.L. IMPERATRIZ-FONSECA, L.M. MEDINA, A. DE MATOS PEIXOTO KLEINERT, L. GALETTO, G. NATES-PARRA, J.J.G. QUEZADA-EUÁN, A.S. ROSA FONTANA, B. BLOCHTEIN, B.M. FREITAS, C.S.S. PIRES, F.F. OLIVEIRA, F.A.L. CONTRERA, K.R.S. TOREZANI, M.F. RIBEIRO, M.A.L. Acesso: 17 outubro 2024.

A. GREGORE, M. ALBURAKI, N. RINDERER, B. SAMPSON, P.R. KNIGHT, S. KARIM, J. Adamczyk Effects of coumaphos and imidacloprid on honey bee (*Hymenoptera: apidae*) lifespan and antioxidant gene regulations in laboratory experiments *Sci. Rep.*, 8 (2018), p. 15003. Acesso: 30 outubro 2024.

K. GYAWALI. Pesticide uses and its effects on public health and environment *J. Health Prom.*, 6 (2018), pp. 28-36, 10.3126/jhp.v6i0.21801. Acesso: 07 outubro 2024.

J. GRASSL, S. HOLT, N. CREMEN, M. PESO, D. HAHNE, B. Baer Synergistic effects of pathogen and pesticide exposure on honey bee (*Apis mellifera*) survival and immunity **J. Invertebr. Pathol.**, 159 (2018), pp. 78-86. Acesso: 30 outubro 2024.

M. HUANG, J. DONG, H. GUO, D. Wang Effects of dinotefuran on brain miRNA expression

profiles in young adult honey bees (Hymenoptera: Apidae) J. Insect Sci., 21 (1) (2021), p. 3 Acesso: 30 outubro 2024.

HEBORÁ LTDA. Borá. Disponível em: <<https://hebora.com.br/blogs/abelhas-do-brasil/bora-srsId=AfmBOoqdo6KcoyW6kxluVUD8WAjSEIHCwhpJHjAeGgU8YeWsyNT82Yi->>.

Acesso em: 30 outubro 2024.

IBAMA. Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Ano 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/ptbr/assuntos/quimicosebiologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acessado em: 27 abril 2024.

IBAMA. IMPRENSA NACIONAL. PORTARIA No 665, DE 3 DE NOVEMBRO DE 2021- DOU- Imprensa Nacional. Disponível em: <<https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-665-de-3-de-novembro-de-2021-357715380>>. Acesso em: 2 novembro 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//ambiente_trabalho_e_cancer_-_aspectos_epidemiologicos_toxicologicos_e_regulatorios.pdf>. Acesso: 27 abril 2024.

IMPRESA NACIONAL. RESOLUÇÃO-RE No 2.080, DE 31 DE JULHO DE 2019 - DOU- Imprensa Nacional. Disponível em: <<https://in.gov.br/web/dou/-/resolucao-re-n-2080-de-31-de-julho-de-2019-208203097>>. Acesso em: 10 dezembro 2024.

IPBES (2016). O relatório de avaliação da Plataforma Intergovernamental Científica e Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos sobre polinizadores, polinização e produção de alimentos. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca e H. T. Ngo (eds). Secretariado da Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, Bonn, Alemanha. 552 páginas. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>. Acesso: 10 dezembro 2024.

JACOB, C. R. O.; ZANARDI, O. Z.; MALAQUIAS, J. B.; SOUZA SILVA, C. A. YAMAMOTO, P. T. The impact of four widely used neonicotinoid insecticides on *Tetragonisca angustula* (Latreille)

(Hymenoptera: Apidae). **Chemosphere**. v. 224, p. 65- 70, 2019. Acesso 7 abril 2024.

JHA, S.; KREMEN, C. Effects of pesticides on bee communities and consequences for crop pollination services. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 4, p. 722-734, 2020. Acesso: 27 abril 2024.

JOHNSON R.M. Honey bee toxicology *Annu. Rev. Entomol.*, v.60 p. 415-434, 2015. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-ento-011613-162005>. Acesso em: 27 abril 2024.

KANISSERY, R. et al. Glyphosate: Its Environmental Persistence and Impact on Crop Health and **Nutrition. Plants**, v. 8, n. 11, p. 499–499, 13 nov. 2019. Acesso: 06 novembro 2024.

A.M. Klein, V. Boreux, F. Fornoff, A.C. Mupepele, G. Pufal Relevance of wild and managed bees for human well-being *Curr. Opin. Insect Sci.*, 26 (2018), pp. 82-88, 10.1016/j.cois.2018.02.011. Acesso: 25 abril 2024.

W.K. Kwong, A.L. Mancenido, N.A. Moran Immune system stimulation by the native gut microbiota of honey bees *R. Soc. Open Sci.*, 4 (2017), Article 170003, 10.1098/rsos.170003. Acesso: 27 de abril 2024.

M.L. Ledoux, N. Hettiarachchy, X. Yu, L. Howard, S.O. Lee. Penetration of glyphosate into the food supply and the incidental impact on the honey supply and bees *Food Control*, 109 (2020), 10.1016/j.foodcont.2019.106859]. Acesso: 18 agosto 2024.

Z. LI, T. YU, Y. CHEN, M. HEERMAN, J. HE, J. HUANG, S. Su Brain transcriptome of honey bees (*Apis mellifera*) exhibiting impaired olfactory learning induced by a sublethal dose of imidacloprid **Pestic. Biochem. Physiol.**, 156 (2019), pp. 36-43

MAGÍN GONZÁLEZ-MOSCOSO et al. GLYPHOSATE IMPACT on human health and the environment: Sustainable alternatives to replace it in Mexico. **Chemosphere**, v. 340, p. 139810–139810, 18 agosto 2023. Acesso: 27 abril 2024.

MAPA, REGISTRADO NO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA MAPA SOB

N. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-11/rounduporiginalmais.pdf>. Acesso: 3 novembro 2024.

R. Mesnage , MN Antoniou. Fatos e falácias no debate sobre a toxicidade do glifosato *Fronteiras em Saúde Pública* , 5 (2017) , p. 316 , 10.3389/fpubh.2017.00316

MICHAELIS. Disbiose | Michaelis On-Line. Disponível em:

<<https://michaelis.uol.com.br/palavra/qebZ/disbiose/>>. Acesso em: 3 novembro 2024.

MICHAELIS. Bacteriostase | Michaelis On-Line. Disponível em:

<<https://michaelis.uol.com.br/palavra/VRER/bacteriostase/>>. Acesso em: 3 novembro 2024.

MOTTA E.V, K. RAYMANN, N.A, MORAN. Glyphosate perturbers the gut microbiota of honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.115 p. 10305-10310, 2018. Acesso: 4 novembro 2024.

MOTTA, ERICK; MORAN, N. A. Impact of Glyphosate on the Honey Bee Gut Microbiota: Effects of Intensity, Duration, and Timing of Exposure. *mSystems*, v. 5, n. 4, 27 jul. 2020. 06 novembro 2024.

MOTTA, E. V. S.; MORAN, N. A. The effects of glyphosate, pure or in herbicide formulation, on bumble bees and their gut microbial communities. *The Science of The Total Environment*, v. 872, p. 162102–162102, 9 fev. 2023, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162102>. Acesso: 06 novembro 2024.

U. NEUMÜLLER, H. BURGER, H.R. SCHWENNINGER, S. HOPFENMÜLLER, S. KRAUSCH, K. WEIß, M. AYASSE. Prolonged blooming season of flower plantings increases wild bee abundance and richness in agricultural landscapes *Biodivers. Conserv.*, 30 (2021), pp. 3003-3021, 10.1007/s10531-021-02233-4. Acesso: 24 setembro 2024.

OLIVEIRA, A. A. et al. Low concentrations of imidacloprid affect the survival of *Tetragona clavipes* in a short period of exposure (24 h). *Apidologie*, v. 55, n. 5, 24 setembro 2024.

OLIVEIRA, A. A. et al. Toxicidade de Inseticida à base de Imidacloprido em Abelhas Nativas e Planárias de água doce. Orientador: Althiéris de Souza Saraiva. 2023. 144 f. Dissertação (Mestrado)- Pós-Guarduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde - Área de concentração Agroquímica Ambiental, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3386/3/disserta%20a7%20a3o_%20Ali%20oliveira.pdf. Acesso: 19 dezembro 2024.

REILLY, A.D., STANLEY, D.A.. Solitary bee behaviour and pollination service delivery is differentially impacted by neonicotinoid and pyrethroid insecticides **Sci. Total Environ.**, 894 (2023), Article 164399, 10.1016/j.scitotenv.2023.164399. Acesso: 24 setembro 2024.

OLLERTON, J., WINFREE, R., TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120 (2011), pp. 321-326, Acesso: 16 outubro 2024.

P. PELLEGRINI, R.J. FERNÁNDEZ. Crop intensification, land use, and on-farm energy-use efficiency during the worldwide spread of the green revolution **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 115 (10) (2018), pp. 2335-2340, 10.1073/pnas.1717072115. Acesso: 16 outubro 2024.

PPDB, Pesticide Properties Database, 2020. List of Pesticide Active Ingredients A to Z. Disponível em: < <http://site.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>>. Acesso em: 27 abril 2024.

PELLEGRINI, P., FERNÁNDEZ, R.J. Crop intensification, land use, and on-farm energy-use efficiency during the worldwide spread of the green revolution **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 115 (10) (2018), pp. 2335-2340, 10.1073/pnas.1717072115. Acesso: 27 abril 2024.

RAMANKUTTY, N., Z. MEHRABI, K. WAHA, L. JARVIS, C. KREMEN, M. HERRERO, L.H. Rieseberg Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security *Annu. Rev. Plant Biol.*, 69 (1) (2018), pp. 789-815, 10.1146/annurev-arplant-042817-040256. Acesso: 06 novembro 2024.

RICHMOND, M.E. Glyphosate: a review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species **J. Environ. Stud. Sci.**, 8 (2018), pp. 416-434, 10.1007/S13412-018-0517-2. Acesso: 06 novembro 2024.

REEVES, A.M., S.T. O'NEAL, R.D. FELL, C.C. Brewster, T.D. Anderson In-hive Acaricides alter biochemical and morphological indicators of honey bee nutrition, immunity, and development J. Insect Sci., 18 (2018), p. 8. Acesso: 06 novembro 2024.

SAMSON-ROBERT, O. et al. Neonicotinoid-contaminated pollen and colony performance in honeybees. **Science of the Total Environment**, v. 742, p. 140556, 2020. Acesso: 07 novembro 2024.

SAUNDERS E PEZESHKI, 2015: O livro "Research Methods for Business Students" de Mark N. K. Saunders, Philip Lewis e Adrian Thornhill, 2015. Acesso: 08 novembro 2024.

Global Sustainable Development Report (GSDR) 2019 | Department of Economic and Social Affairs. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/gsdr/gsdr2019>>. Acesso em: 24 novembro 2024.

SHARMA, A., P. JHA, G.V.P. Reddy Penetration of glyphosate into the food supply and the incidental impact on the honey supply and bees Food Control, 109 (2020), Article 106859. Acesso: 16 outubro 2024.

SIVITER, H.,J. KORICHEVA, M.J.F. BROWN, E. Leadbeater Quantifying the impact of pesticides on learning and memory in bees **J. Appl. Ecol.**, 55 (2018), pp. 2812-2821. Acesso: 24 novembro 2024.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B.; Abelhas brasileiras: sistemática e indentificação. Belo Horizonte, Depósito Legal na Biblioteca Nacional, 2002. Acesso: 27 abril 2024.

TAUHATA, S.B.F. et al., The glyphosate controversy: an update. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.87, 2020. DOI: 10.1590/1808-1657001002018. Acesso: 16 outubro 2024.

THOMPSON, H. M.; HUNT, L. V. Extrapolating laboratory ecotoxicity data to the field. **Environmental Pollution**, v. 227, p. 205-212, 2017. Acesso: 16 outubro 2024.

TRAYNOR, K. S, LAMAS. Z.S. Social disruption: sublethal pesticides in pollen lead to Apis mellifera queen events and brood loss. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 214 (2021), Article 112105. Acesso: 16 outubro 2024.

VALLE, AL, MELLO, FCC, ALVES-BALVEDI, RP, RODRIGUES, LP, & GOULART, LR (2018). Glyphosate detection: methods, needs and challenges. **Environmental Chemistry Letters**. doi:10.1007/s10311-018-0789-5. 10.1007/s10311-018-0789-. Acesso: 16 outubro 2024.

VAN DER WERF, M.T. H.M. KNUDSEN, C. CEDERBERG, J. Weiner Towards better representation of organic agriculture in life cycle assessment Nat. Sustainability, 1-7 (2020), 651-662, 10.1007/s13593-013-0138-9. Acesso: 09 outubro 2024.

VÁZQUEZ, D. E. et al. Glyphosate affects larval gut microbiota and metamorphosis of honey bees with differences between rearing procedures. **Environmental Pollution**, v. 334, p. 122200, out. 2023. Acesso: 09 outubro 2024.

WARD, M. H. et al. Glyphosate in house dust and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia in California. **Environment International**, v. 172, p. 107777–107777, 25 jan. 2023. Acesso: 16 outubro 2024.

WEIDENMÜLLER, A., A. MELTZER, S. NEUPERT, A. SCHWARZ, C. KLEINEIDAM. Glyphosate impairs collective thermoregulation in bumblebees Science, 376 (2022), pp. 1122-1126, 10.1126/science.abf7482. Acesso: 16 outubro 2024.

ZABEL, F., R. DELZEIT, J.M. SCHNEIDER, R. SEPPELT, W. MAUSER, T. VÁCLAVÍK. Global impacts of future cropland expansion and intensification on agricultural markets and biodiversity. **Nature Communications**, 10 (1) (2019), 10.1038/s41467-019-10775-z. Acesso: 16 outubro 2024.

ZIOGA, B. WHITE, J. C. Stout. Pesticide mixtures detected in crop and non-target wild plant pollen and nectar. **Sci. Total Environ.**, 879 (2023), Article 162971, 10.1016/j.scitotenv.2023.162971. Acesso: 16 outubro 2024.

ZHANG, Q., Q. WANG, Y. ZHAI, H. ZHENG, X. Wang Impacts of imidacloprid and flupyradifurone insecticides on the gut microbiota of *Bombus terrestris* Agriculture, 12 (2022), p. 389, 10.3390/agriculture12030389. Acesso: 16 outubro 2024.