

## EFEITO DE HERBICIDA NA SOBREVIVÊNCIA DE ABELHAS SEM FERRÃO DO ESTADO DE RONDÔNIA

 <https://doi.org/10.56238/rcsv15n3-003>

Data de submissão: 04/02/2025

Data de aprovação: 04/03/2025

**Danielle Gabriele Barba Teixeira**

Acadêmica de Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

**Maria Isabele Troquillo**

Acadêmica de Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

**Nikolas Cintra Cassimiro**

Acadêmico de Ciências Biológicas da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

**Ludimilla Ronqui**

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá - UEM, Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza - PGEEN da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR

### RESUMO

Como principais agentes polinizadores, as abelhas são responsáveis pela polinização de grande parte das plantas nativas do Brasil. Este trabalho teve como objetivo verificar a taxa de mortalidade de abelhas *Melipona seminigra* através do contato e ingestão com diferentes concentrações dos herbicidas Reglone® e Trop®. As abelhas foram coletadas no tubo de entrada e colocadas em frascos de vidro com capacidade volumétrica de 1L, tampados com tecido voil. O modelo experimental utilizado foi Delineamento Inteiramente Casualizado, o controle em três repetições, contendo 15 abelhas por repetição. No experimento foi fornecido alimento Candi (uma mistura de 40 mL de mel e 70 g de açúcar de confeitaria). No interior de cada frasco foram colocados alimento, papel filtro e um recipiente contendo algodão embebido em água. Para a contaminação por contato foi utilizado papel de filtro embebido em 1000 µl de solução aquosa de Reglone® e também para o Trop®, colocados no fundo dos frascos de vidro e testado diferentes concentrações (100% e 50%). A contaminação por ingestão foi utilizada 1000 µl de solução aquosa de Reglone® e também para o Trop®, misturado ao alimento e testado em diferentes concentrações (100% e 50%) da concentração de ingrediente ativo diluído conforme a bula para utilização de culturas da soja. Os frascos mantidos em temperatura de 28°C e umidade 70%, as observações foram realizadas em 24h, 48h e 72h. Todas as abelhas sobreviveram ao experimento controle. Os resultados das contaminações para os dois herbicidas avaliados não apresentaram diferenças. O experimento por contato apresentou menor potencial de letalidade quando comparado com a ingestão. A maior letalidade ocorreu com 72h de experimento, quando comparado com os índices observados em 24h e 48h. A maior concentração (100%) foi a que apresentou maior letalidade, porém o número de indivíduos mortos foi baixo e só foram registrados após 48 horas de experimento. Considerando a contaminação por contato, as abelhas da espécie *Melipona seminigra* não tiveram sua mortalidade afetada diante da exposição ao herbicida, porém são necessários mais estudos.

**Palavras-chave:** Abelhas. Pesticida. Amazônia. Reglone®. Trop®.

## 1 INTRODUÇÃO

As abelhas são insetos conhecidos no mundo pelos vários benefícios que proporcionam, como a capacidade de algumas espécies de produzir mel e pelo seu papel natural de polinização (SANTOS, 2010). Em culturas cultivadas, as abelhas são as principais polinizadoras. A maioria das frutas, sementes pequenas e muitas culturas vegetais, exigem a polinização para a produção e aumento dos rendimentos econômicos (ABROL, 2012).

As abelhas são divididas em dois grupos, as abelhas com ferrão conhecidas como *Apis mellifera* e as abelhas sem ferrão que são conhecidas como abelhas indígenas, as criações dessas abelhas são chamadas de apicultura e meliponicultura, respectivamente. As abelhas sem ferrão estão entre os polinizadores mais comuns nos ambientes tropicais e em determinadas regiões são dominantes, visitando várias culturas utilizadas pelo ser humano (MACÍAS-MACÍAS *et al.*, 2009). Compreendendo um grupo diverso de insetos que inclui mais de 400 espécies que apresentam alta variabilidade em sua fisiologia, morfologia e tamanho (MOURE *et al.*, 2007).

O uso de Meliponíneos no serviço da polinização está cada vez mais crescente, pois existe uma grande diversidade de espécies nesse grupo, o que possibilita a seleção de espécies mais eficientes na polinização de determinadas culturas (SILVA *et al.*, 2014). As abelhas possuem papel fundamental na manutenção do equilíbrio ambiental, sendo responsáveis por 73% da polinização cruzada na maioria dos ecossistemas, aumentando o vigor das espécies (COUTO e COUTO, 2002). Porém, o constante desmatamento, somado ao extrativismo pelos meleiros, vem aumentando a pressão sobre este importante recurso natural, sendo necessário utilizar estratégias avançadas que auxiliem em sua conservação (SANTOS, 2010). Um declínio dessas espécies ou a polinização inadequada em algumas culturas pode provocar perdas na produção em 50% ou mais (KLEIN *et al.*, 2007).

No Estado de Rondônia, a preocupação com o desmatamento e a influência sobre as populações de abelhas levaram os autores BROWN; ALBRECHT (2001) a desenvolver um estudo (no sudeste da bacia Amazônica) para saber se o desmatamento afeta a incidência de melíponas na floresta Amazônica. Estudando sete espécies de melíponas, estes autores revelaram que a riqueza e a abundância dos meliponíneos estão diretamente relacionadas com a área de cobertura vegetal e inversamente proporcional ao tamanho da área desmatada.

A diversidade de abelhas sem ferrão no Estado de Rondônia é grande, mas o impacto da agricultura e do desmatamento sobre as abelhas sem ferrão no Estado afeta a quantidade, diversidade e composição (BROWN; OLIVEIRA, 2014). Algumas espécies podem sobreviver em ambientes perturbados, como exemplo a *Tetragonisca angustula* (FIERRO, 2012).

O declínio das populações de abelhas tem sido relatado, sendo a utilização intensiva de agrotóxicos apontada como um dos principais fatores responsáveis por esse impacto (GOMES *et al.*,

2017). O estresse toxicológico causado pelos agroquímicos e suas consequências nas abelhas tem sido intenso foco de debates. No entanto, a ênfase em abelhas melíferas e agrotóxicos têm negligenciado a relevância das abelhas sem ferrão, principais polinizadores de ecossistemas tropicais naturais (LIMA *et al.*, 2016).

Pequenas concentrações e doses de agrotóxicos podem não causar a morte imediata de abelhas, entretanto, podem interferir em seu comportamento, além de diminuir a atividade de forrageamento ou aumentar a desorientação desses insetos, prejudicando toda a colônia. Logo, alterações relevantes podem ser provocadas por essa exposição a longo prazo, mesmo às concentrações e doses baixas, conhecidas como subletais (NOCELLI *et al.*, 2012).

Devido ao alto potencial químico dos defensivos agrícolas, há indícios de que algumas substâncias utilizadas no controle de pragas na agricultura podem estar envolvidas em casos de intoxicação de abelhas. Os efeitos desses produtos podem não ser notados, mas podem causar sérios efeitos fisiológicos e comportamentais, comprometendo os indivíduos e a viabilidade da colônia, de maneira geral (TOMÉ *et al.*, 2020; PIRES *et al.*, 2016)

Em geral, os herbicidas e fungicidas possuem mecanismos de ação específicos, assim, em decorrência desta especificidade, poucos trabalhos ainda são realizados estudando os efeitos dos herbicidas em abelhas. O fato de os herbicidas não aparentarem risco aos insetos, não os torna alvo de experimentos mais aprofundados, apenas são tratados os possíveis efeitos sub-letais (FREITAS; PINHEIRO, 2010).

A maioria dos estudos sobre os efeitos de herbicidas e fungicidas em abelhas foi realizada na América do Norte e na Europa, especialmente a partir de meados dos anos 2000; tendência semelhante à observada na literatura sobre neonicotinóides e abelhas LUNDIN *et al.*, (2015) apud CULLEN *et al.*, (2019). Além disso, a maioria das plantas polinizadas por insetos são cultivadas em países fora da UE e na América do Norte segundo GALLAI *et al.*, (2009) apud CULLEN *et al.*, (2019) Todos esses fatores sugerem que é importante investigar os impactos dos fungicidas e herbicidas sobre os polinizadores nas condições em que são usados globalmente, para construir uma imagem completa de quaisquer impactos potenciais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade de inseticidas em abelhas sem ferrão e comparar os efeitos entre a contaminação por ingestão e contato dos herbicidas Reglone® e Trop®.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

As abelhas operárias adultas de *Melipona seminigra seminigra*, foram coletadas de colônias localizadas no meliponário localizado em área urbana do município de Porto Velho, Rondônia. As

abelhas capturadas foram expostas a diferentes concentrações de agroquímicos, os herbicidas Reglone® e Trop®. As formas de exposição do material foram via contato e por ingestão.

Os experimentos foram realizados com dois herbicidas diferentes, Reglone® e Trop®, comercialmente, os quais possuem as concentrações de 480 g.i.a/L de glifosato e 200 g.i.a/L de dibrometo de diquate, respectivamente. Os produtos comerciais foram diluídos em água destilada até a obtenção das concentrações, correspondentes a 50% e 100% da concentração do ingrediente ativo recomendada na bula dos produtos para a utilização nas culturas da soja.

Ambos os experimentos, avaliando ingestão e contato, foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados, como também, cada experimento foi realizado contendo três repetições. Os experimentos foram conduzidos sob esquema fatorial 2 x 2 com um tratamento adicional, no qual os fatores testados foram os produtos das doses de 50% e 100% da concentração de ingrediente ativo utilizada para as culturas da soja, além de um controle, sem a contaminação com os herbicidas.

Os bioensaios foram montados em potes de vidro, os indivíduos foram colocados em frascos de vidro com capacidade volumétrica, de em média, 1L, tampados com tecido *voil* (PEREIRA, 2008). Dentro de cada frasco havia um papel filtro embebido com o herbicida em teste, quando na exposição via contato, um recipiente com algodão úmido e um recipiente com o alimento *candy*, sem contaminação. Quanto ao bioensaio via ingestão o alimento estava contaminado e não o papel filtro, nem o algodão úmido.

Para cada concentração e forma de exposição foram realizadas três repetições contendo quinze indivíduos por unidade amostral. No tratamento controle não houve qualquer contaminação. Nas avaliações, foi contabilizada a taxa de mortalidade; para isso, levou-se em consideração as abelhas que não apresentaram movimentos no momento das observações, mesmo quando tocadas com auxílio de um pincel de ponta fina.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de sobrevivência, efetuadas através da contagem de abelhas operárias mortas no intervalo determinado de 24, 48 e 72 horas.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 MORTALIDADE POR INGESTÃO

Inicialmente, por meio de uma análise exploratória, foi possível verificar como ocorreu a variação do percentual de mortalidade de *Melipona seminigra seminigra*, para o fatorial produto x dose. As contaminações das abelhas pelos herbicidas apresentaram efeito sobre a mortalidade das abelhas em relação à condição de controle. Porém não foi observado diferença entre os herbicidas, especialmente na dose 50%.

Todas as abelhas sobreviveram ao experimento controle. O resultado da contaminação por ingestão apresentou maior potencial de letalidade com 72h de experimento do que quando comparados com os índices observados em 24h e 48h. A maior concentração (100%) foi a que apresentou maior letalidade, porém o número de indivíduos mortos foi baixo e só foram registrados após 48 horas de experimento.

A ausência de significância para o efeito simples de Produto demonstra que os herbicidas apresentaram efeito similar sobre a mortalidade de *Melipona seminigra seminigra*. Na média da dose 100% de ambos os produtos, a mortalidade foi de 40%, enquanto quando foi utilizada meia dose a mortalidade média dos produtos foi de 20%. Este resultado demonstra que a dose maior possui um impacto superior sobre as mortes dessas abelhas quando por ingestão.

### 3.2 MORTALIDADE POR CONTATO

O resultado da contaminação por contato apresentou maior potencial de letalidade com 72h de experimento quando comparado com os índices observados em 24h e 48h. A maior concentração (100%) foi a que apresentou maior letalidade, porém, o número de indivíduos mortos foi baixo e foram registrados após 24 horas de experimento.

Considerando a mortalidade de *Melipona seminigra seminigra* por contato, não houve efeito significativo para a interação produto x dose, bem como para os efeitos simples de bloco, produto e doses. Da mesma forma, não foi verificado efeito significativo para o efeito do fatorial em relação ao controle.

Comparando os herbicidas, não houve diferença entre os produtos para as doses 50% e 100%. Bem como, a diferença da mortalidade entre as doses 50% e 100% para os produtos a mortalidade foi igual em ambas as doses (30%). Para as abelhas utilizadas no experimento controle, sem contaminação, não foram registrados mortalidade.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 MORTALIDADE POR INGESTÃO

Na literatura há vários trabalhos utilizando *A. mellifera* como inseto bioindicador de poluentes no meio ambiente. HARDSTONE; SCOTT (2010) fizeram um levantamento científico, obtendo dados de toxicidade, para verificar a suscetibilidade da *A. mellifera* para 62 inseticidas, de 6 classes distintas. Os resultados mostraram que a *A. mellifera* é suscetível a grande maioria de inseticidas analisados, mas não existe alguma suscetibilidade específica a um inseticida em particular ou classe. Assim, há grande interesse em utilizar a *A. mellifera* como inseto bioindicador ambiental de alta sensibilidade,

por ser um inseto forrageador e que, conseqüentemente, está em contato com poluentes aplicados no meio ambiente.

HASHIMOTO *et al.*, (2003) realizaram vários bioensaios para detectar alterações na atividade relativa das esterases de *A. mellifera* africanizadas após a contaminação por contato e por ingestão do inseticida neonicotinoide thiamethoxam. Nesse estudo foi verificado que quatro esterases (EST-1, EST-2, EST-4 e EST-5) dessas abelhas melíferas têm potencial para serem empregadas para detectar a presença de thiamethoxam no ambiente.

Para a abelha jataí, há poucos trabalhos que a utilizaram como organismo bioindicador, FERMINO (2011) utilizou a abelha sem ferrão, *T. angustula* e *T. fiebrigi*, como bioindicador ambiental na análise da influência dos herbicidas sobre a expressão de isoenzimas, sendo as esterases sensíveis à presença de nicosulfuron e paraquat, apresentando inibição na sua atividade relativa após contaminação. STUCHI (2009) avaliou a abelha sem ferrão *T. fiebrigi* como bioindicador da presença de pesticidas no meio ambiente, através de alterações na expressão de esterases, proteína total e a cromatina de células do cérebro de indivíduos adultos, diante a contaminação por fipronil, malathion, neem e thiamethoxam. O fipronil apresentou o maior valor de LC<sub>50</sub>. Os pesticidas malathion e fipronil inibiram as esterases EST-1 e EST-4 de *T. fiebrigi*.

Os inseticidas utilizados de forma correta podem controlar os organismos-alvo sem comprometer as populações de inimigos naturais ou polinizadores, já que são mais suscetíveis aos compostos químicos, podendo afetar a habilidade de coleta de alimentos e a polinização, bem como na produção de mel. Assim, uma forma consciente de emprego de inseticidas é através do uso de inseticidas seletivos (DEGRANDE *et al.*, 2002; GODOY *et al.*, 2004; MAGALHÃES *et al.*, 2002).

#### 4.2 MORTALIDADE POR CONTATO

Além dos inseticidas, os fungicidas representam outra classe de agrotóxicos que vem se destacando quanto aos efeitos causados em abelhas, uma vez que alguns trabalhos encontraram essa substância nas matrizes coletadas pelas abelhas. Como é o caso do estudo realizado por CARNEIRO (2020), que demonstrou que abelhas da espécie *A. mellifera* podem ser prejudicadas pelo fungicida iprodione, uma vez que apresentaram alterações morfológicas nas células do intestino. Ademais, de acordo com ZALUSKI *et al.*, (2017), a exposição de abelhas nutrizas ao fungicida piraclostrobina, pertencente à classe das estrobilurinas, foi capaz de causar alterações danosas em suas glândulas mandibulares e hipofaríngeas, podendo prejudicar a manutenção da colônia por parte dessas abelhas.

SOARES *et al.*, (2015) realizaram um estudo com a espécie de abelha *S. postica*, onde observaram perda de borda em escova no intestino e nos túbulos de Malpighi de abelhas que foram expostas ao inseticida imidacloprido, via oral, durante 48 horas. Além disso, GRELLA (2017) também

verificou perda de borda em escova no intestino e nos túbulos de Malpighi de *Melipona scutellaris* (LATREILLE, 1811) exposta a nano doses do inseticida tiametoxam, durante 24 horas, com concentração igual a 0,0453 ng i.a./ $\mu$ L dieta (CL50), que é semelhante com a utilizada no presente trabalho (0,04392 ng/ $\mu$ L para o dimetoato e 0,060 ng/ $\mu$ L para a azoxistrobina). O resultado obtido por esses autores reforça os encontrados neste estudo, uma vez que também foi verificada perda de borda em escova no intestino e nos túbulos de Malpighi de abelhas, da espécie *S. postica*, expostas ao inseticida dimetoato e ao fungicida azoxistrobina.

Segundo CULLEN *et al.*, (2019) a grande maioria dos estudos que investigou os efeitos de herbicidas e fungicidas foram com a espécie *Apis* e dos quais a maioria com *Apis mellifera*, e dois estudos com *Apis cerana*. Um número menor de estudos foi realizado com outras espécies de abelhas, incluindo *Bombus* spp. (13 estudos), *Osmia* spp. (7 estudos), *Megachile rotundata* (8 estudos) e outras espécies de abelhas (4 estudos). Dentro das abelhas, *Bombus* foi o mais extensamente estudado (8 estudos), seguido por *impatiens Bombus* (4 ensaios). A maioria dos estudos investigou os efeitos em apenas uma espécie, e apenas nove examinaram os efeitos em várias espécies no mesmo artigo. Nove espécies de abelhas estudadas eram sociais, enquanto quatro espécies eram solitárias.

## 5 CONCLUSÃO

A mortalidade das abelhas da espécie *Melipona seminigra seminigra* é afetada pela ingestão dos herbicidas avaliados. Podemos considerar que os herbicidas não diferem entre si para a mortalidade dos indivíduos. Comparando as concentrações de 50% para 100% nos dois produtos, observamos aumento do número de abelhas mortas para os herbicidas. A avaliação da contaminação por contato, nessa espécie de abelha, não teve influência sobre a mortalidade quando exposta aos herbicidas nas concentrações testadas.

## REFERÊNCIAS

- ABROL, D. L. **Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production**. New York: Springer, 2012.
- BROWN, J.C.; ALBRECHT, C. **The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil**. Journal of Biogeography, v. 28, n. 5, p. 623-634, 2001.
- BROWN, J.C.; OLIVEIRA, M.L. **The impact of agricultural colonization and deforestation on stingless bee (Apidae: Meliponini) composition and richness in Rondônia, Brazil**. Apidologie, v. 45, n. 2, p. 172-188, 2014.
- CARNEIRO, L. S.; MARTÍNES, L. C.; GONÇALVES, W. G.; SANTANA, L. M.; SERRÃO, J. E. **The fungicide iprodione affects midgut cells of non-target honey bee *Apis mellifera* workers**. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 189, p. 01-07, 2020.
- COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2ª ed. Jaboticabal: Funep, 2002.
- CULLEN, M. G.; THOMPSON, L. J.; CAROLAN, J. C.; STOUT, J. C.; STANLEY, D. A. **Fungicides, herbicides and bees: A systematic review of existing research and methods**. Plos One | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225743>.
- DEGRANDE P. E.; REIS, P. R.; CARVALHO, G. A.; BELARMINO, L. C. (2002) Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil**. São Paulo: Manole, p. 71-93.
- FERMINO, F.; FALCO, J.R.P.; TOLEDO, V.A.A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M.C.C. **Isoenzymes and cytochemical analysis in *Tetragonisca angustula* and *Tetragonisca fiebrigi* after herbicide contamination**. Sociobiology, v. 58, n. 2, p. 353-366, 2011.
- FIERRO, M.M.; CRUZ-LÓPES, L.; SÁNCHEZ, D.; VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; VANDAME, R. **Effect of biotic factors on the spatial distribution of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in fragmented Neotropical habitats**. Neotropical Entomology, v. 41, p. 95-104, 2012.
- FREITAS, B. M., & PINHEIRO, J. N. **Efeitos Sub-Letais Dos Pesticidas Agrícolas E Seus Impactos No Manejo De Polinizadores Dos Agroecossistemas Brasileiros**. Oecologia Australis, v. 14, n.01, p. 282–298. (2010). <https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.17>
- GODOY, M. S.; CARVALHO, G.A.; MORAES, J. C.; JÚNIOR, M. G.; MORAIS, A. A.; COSME, L. V. **Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Neotropical Entomology, v.33, p. 639-646, 2004.
- GOMES, V. V et al. **Evaluation of the quality of honey commercialized in Western Pará, Brazil [Avaliação da qualidade do mel comercializado no Oeste do Pará, Brasil]**. Revista Virtual de Química, v. 9, n. 2, p. 815–826, 2017.
- GRELLA, T. C. **Efeitos de nanodoses do inseticida tiametoxam para a abelha *Melipona scutellaris* Latreille, 1911 (Hymenoptera, Apidae): da absorção ao órgão alvo**. Dissertação (mestrado), 2017.

HASHIMOTO, J. H.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; TOLEDO, V. A. A. **Evaluation of the use of the inhibition esterase activity on *Apis mellifera* as bioindicator of insecticide thiamethoxam pesticides residues.** *Sociobiology*, v. 42, n. 3, p. 693-699, 2003.

HARDSTONE, M.C.; SCOTT, J.C. **Is *Apis mellifera* more sensitive to insecticides than other insects?** *Pest Management Science*, v. 66, p. 1171–1180. doi: 10.1002/ps.2001, 2010.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, 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 B: Biological Sciences*, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

LIMA, M. A. P. et al. **Agrochemical-induced stress in stingless bees: peculiarities, underlying basis, and challenges.** *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, v. 202, n. 9–10, p. 733–747, 2016.

MACIAS-MACIAS, O.; CHUC, J.; ANCONA-XIU, P.; CAUICH, O.; QUEZADA-EUAN, J. J. G. **Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to solanaceae crop pollination in tropical México.** *Journal of Applied Entomology*, v. 133, n. 6, p. 456-465, 2009.

MAGALHÃES, L. C.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E.; TUELHER, E. S. **Desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) frente a doses subletais de permetrina.** *Neotropical Entomology*, v. 31, p. 445-448, 2002.

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.

NOCELLI, R. C. F.; ROAT, T. C.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; MALASPINA. **Os Riscos de Pesticidas sobre as Abelhas.** III Semana dos polinizadores, p. 17, 2012.

PIRES, C. S. S., PEREIRA, F. M., LOPES, M. T. R., NOCELLI, R. C. F., MALASPINA, O., PETTIS, J. S. & TEIXEIRA, E. W. **Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.51, p. 422-442, 2016. doi: 10.1590/S0100-204X2016000500003.

PEREIRA, A. M. **Efeitos de inseticidas na sobrevivência e no comportamento de abelhas.** 2010. 124f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Curso de Pós-graduação em Zoologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

SANTOS, A. B. **Abelhas nativas: polinizadores em declínio.** *Natureza online*, v. 8, n. 3, p. 103-106, 2010.

SILVA, G. R.; PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; LOPES, M. T. R.; CAMPELO, J. E. G.; DINIZ, F.M. **Aspectos bioecológicos e genético-comportamentais envolvidos na conservação da abelha Jandaira, *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini) e o uso de ferramentas moleculares nos estudos de diversidade.** *Agricultural Entomology*, v. 81, p. 299-308, 2014.

SOARES, H. M.; JACOB, C. R. O.; CARVALHO, S. M.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O. **Toxicity of imidacloprid to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera: Apidae).** 2015. <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1488-6>.

STUCHI, A. L. P. B. **Toxicidade e expressão gênica em abelhas do gênero *Tetragonisca* após a contaminação com agrotóxicos.** 2009. 120p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

TOMÉ, V. V. H.; SCHMEHL, D. R.; WEDDE, A. E.; GODOY, R. S. M.; RAVAIANO, S. V.; GUEDES, R. N. C.; MARTINS, G. F.; ELLIS, J. D. **Frequently encountered pesticides can cause multiple disorders in developing worker honey bees.** Environmental Pollution, 256, 113420, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113420>.

ZALUSKI, R.; JUSTULIN JR, L. A.; ORSI, R. O. **Field-relevant doses of the systemic insecticide fipronil and fungicide pyraclostrobin impair mandibular and hypopharyngeal glands in nurse honeybees (*Apis mellifera*).** Scientific Reports, v. 7, p. 15217, 2017.