

Mortalidade de abelhas e resíduos de agrotóxicos: um estudo de caso em Santa Catarina, Brasil

Honey bee mortality and pesticides residues: a case study in Santa Catarina, Brazil

Roberta Duarte Avila Vieira^a ; Paulo Tarcísio Domatos de Borba^b ;
Geovani Pedro de Souza^b ; Lenita Agostinetto^{a,c} 

^a Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde, Universidade do Planalto Catarinense, Lages Brasil;

^b Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, Lages, Brasil;

^c Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos, Universidade do Planalto Catarinense, Lages, Brasil.

Resumo

A mortalidade de abelhas em áreas agrícolas constitui um problema ambiental relevante, devido aos impactos sobre os serviços ecossistêmicos, a segurança alimentar e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Este estudo teve como objetivo analisar os dados da defesa agropecuária do estado de Santa Catarina, referentes à mortalidade de abelhas associado ao uso de agrotóxicos, no período de 2022 a 2025. Trata-se de um estudo de caso exploratório e retrospectivo, baseado na análise de laudos laboratoriais, avaliados por meio de estatística descritiva. Foram analisados 49 laudos laboratoriais relacionados a mortalidade de abelhas, dos quais 12 apresentaram detecção de resíduos de agrotóxicos. A proporção de laudos positivos variou entre os anos, com destaque para 2024 (44,4%), ano que também apresentou maior diversidade de ingredientes ativos, como o fipronil, composto de alta toxicidade para as abelhas. Os resultados evidenciam o papel da vigilância como ferramenta estratégica para defesa agropecuária, formulação de políticas públicas e promoção da abordagem da Saúde Única.

Abstract

Honeybee mortality in agricultural areas represents a relevant environmental concern due to its impacts on ecosystem services, food security, and the sustainability of production systems. This study aimed to analyze agricultural defense data from Santa Catarina, Brazil, regarding honeybee mortality cases associated with pesticide use between 2022 and 2025. This is an exploratory, retrospective case study based on the analysis of laboratory reports and evaluated using descriptive statistics. A total of 49 laboratory reports related to honeybee mortality were analyzed, of which 12 showed pesticide residue detection. The proportion of positive reports varied across years, with 2024 standing out (44%), which also showed the greatest diversity of active ingredients, including fipronil, a compound highly toxic to bees. The results highlight the role of surveillance as a strategic tool for agricultural defense, supporting public policy formulation and advancing the One Health approach.

Key words: Pesticides. Pollinators. Surveillance. One Health.

Palavras-chave: Pesticidas. Polinizadores. Vigilância. Saúde Única.

1 Introdução

As abelhas desempenham papel central no funcionamento dos ecossistemas e na sustentabilidade dos sistemas produtivos, ao prestarem serviços de polinização essenciais para ampla variedade de culturas agrícolas e espécies vegetais nativas (Potts et al., 2010). Além disso, por atuarem como bioindicadores de saúde ambiental, as abelhas podem refletir impactos relacionados às mudanças climáticas e desequilíbrios ambientais, o que torna a proteção dessas espécies uma necessidade premente para conservação da biodiversidade, da produtividade agrícola e da segurança alimentar (Goulson et al., 2015).

Assim, a mortalidade de abelhas associada ao uso de agrotóxicos constitui um evento sentinela em agroecossistemas e, na perspectiva da Saúde Única, requer intervenções de vigilância, prevenção e gestão do risco ecotoxicológico, bem como a formulação de políticas pública intersetoriais (Bettler et al., 2022; Potts et al., 2016).

A crise conhecida como Colony Collapse Disorder (CCD), relatada a partir dos anos 2000, evidenciou o declínio das abelhas e reforçou a necessidade do debate científico e político para orientar ações de gestão do risco e de políticas públicas (VanEngelsdorp; Meixner, 2010).

Diante desse cenário, e da necessidade de vigilância baseada em evidências, o presente estudo teve como objetivo analisar os dados da defesa agropecuária do estado de Santa Catarina, referentes aos eventos de mortalidade de abelhas associado ao uso de agrotóxicos, no período de 2022 a 2025, investigados pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), e contribuir para compreensão do problema, sob a perspectiva da defesa agropecuária e da abordagem da Saúde Única.

2 Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza exploratória, retrospectiva e descritiva, com abordagem quantitativa, cujo objetivo é analisar o a frequência de detecção de resíduos de agrotóxicos por ano, de acordo com a classe e o ingrediente ativo, em investigações de mortalidade de abelhas, sem pretensão de inferência causal.

Foram analisados dados secundários provenientes de laudos laboratoriais emitidos no âmbito das investigações de mortalidade de abelhas conduzidas pela Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), no período de 2022 a 2025. A coleta das abelhas ocorreu em alguns municípios do estado de Santa Catarina, ao longo do referido período, seguindo rigorosamente as orientações de coleta, acondicionamento, armazenamento e envio de amostras estabelecidas no Manual Veterinário de Colheita e Envio de Amostras (BRASIL, 2010), disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório Agrosafety, onde foram realizadas análises por cromatografia líquida ou cromatografia gasosa, conforme o princípio ativo investigado, utilizando-se os equipamentos, métodos analíticos validados e procedimentos técnicos padronizados daquele laboratório. No ano de 2025, parte das amostras também foi encaminhada ao Laboratório Multiusuário em Contaminantes Ambientais no Contexto da Saúde Única da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), no contexto da fase de testes e desenvolvimento metodológico para detecção de resíduos de agrotóxicos em abelhas, por meio de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS). Esse laboratório foi estruturado com recursos da FAPESC, em projeto desenvolvido em parceria com a CIDASC.

Os dados foram organizados e analisados de forma agregada, considerando-se: (i) o número anual de laudos laboratoriais; (ii) a presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos; e (iii) a classificação dos ingredientes ativos detectados segundo suas classes químicas. Foram realizadas análises estatísticas descritivas, com o objetivo de identificar padrões temporais e perfis de ocorrência de ingredientes ativos associados às investigações de mortalidade de abelhas.

Destaca-se que, por se tratar de um estudo de caso exploratório, baseado em dados observacionais secundários e analisados de forma agregada, não se estabelecem relações causais diretas entre a exposição a agrotóxicos e a mortalidade de abelhas. Os resultados devem ser interpretados como indicativos de padrões e tendências, contribuindo para a vigilância agropecuária, o monitoramento ambiental e o subsídio à tomada de decisão no âmbito da defesa sanitária e da abordagem de Saúde Única.

3 Resultados

Foram analisados 49 laudos laboratoriais relacionados às ocorrências de mortalidade de abelhas, entre os anos de 2022 e 2025, dos quais 12 apresentaram detecção de resíduos de agrotóxicos. A distribuição anual dos laudos e a proporção de resultados que apresentaram resíduos de agrotóxicos encontram-se descritas na Tabela 1. A proporção de laudos que apresentaram resíduos de agrotóxicos variou ao longo do período analisado, sendo em 2022 de 15%, 2023 de 10%, 2024 de 44,4% e em 2025, o laudo analisado não apresentou resíduos de agrotóxicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição anual e proporção de laudos com detecção de resíduos de agrotóxicos. Em investigações de mortalidade de abelhas (2022-2025).

Ano	Número de ocorrências	Laudos com resíduos	Proporção (%)
2022	20	3	15,0
2023	10	1	10,0
2024	18	8	44,4
2025	1	0	0,0

Fonte: CIDASC (2025).

Observou-se um aumento em 2024, tanto na proporção quanto na diversidade de ingredientes ativos detectados (Tabela 2), evidenciando variação temporal na exposição ambiental das abelhas aos agrotóxicos. Entre os ingredientes ativos, destaca-se o fipronil como o mais detectado nos laudos com resíduos de agrotóxicos, seguido por difenoconazol, trifloxistrobina, glifosato, clorpirimifós, etofenproxi e diazinon, em menor frequência (Tabela 2).

Tabela 2- Ingredientes ativos de agrotóxicos detectados em laudos de investigações de mortalidade de abelhas, por ano (2022- 2025).

Ano	Ingredientes ativos
2022	Difenoconazol e Trifloxistrobina
2023	Fipronil
2024	Fipronil, Glifosato, Clorpirimifós, Diazinon e Etofenproxi

*No ano de 2025 não houve laudo com detecção de resíduos de agrotóxicos analisados por este laboratório, por isso não consta nesta Tabela. Fonte: CIDASC (2025).

A distribuição anual dos laudos com detecção de resíduos de agrotóxicos, de acordo com a classe de ingrediente ativo, é apresentada na Figura 1.

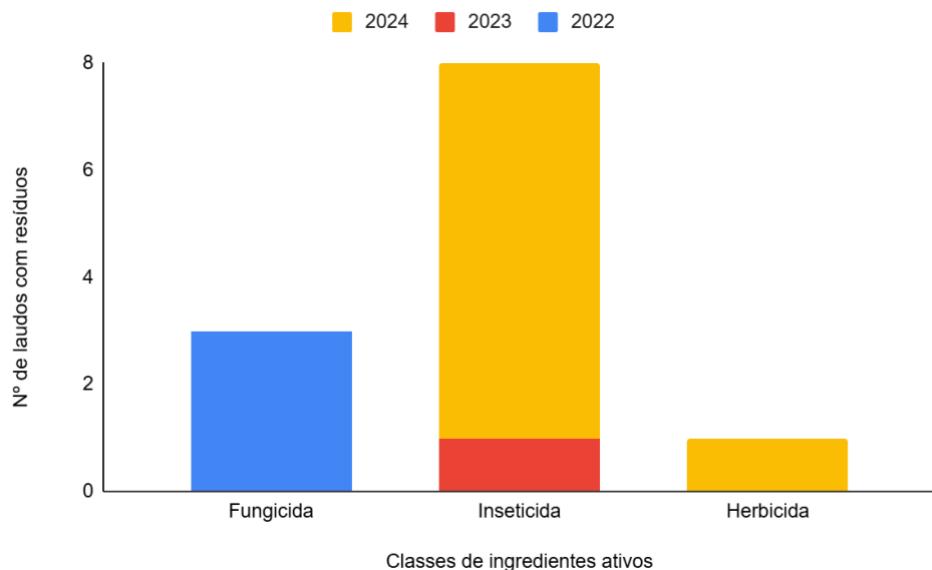


Figura 1- Distribuição anual de laudos com resíduos de agrotóxicos, classificados como inseticidas, fungicidas e herbicidas em investigações de mortalidade de abelhas em Santa Catarina (2022-2025). Fonte: Autores (2025).

Os dados indicam maior frequência de detecção de resíduos classificados como inseticidas, ao longo do período analisado, com destaque para o ano de 2024, seguido por registros de fungicidas e herbicidas, em menor proporção.

4 Discussão

O aumento da proporção de laudos com detecção de resíduos de agrotóxicos observado em 2024 pode estar associado a ocorrência de eventos climáticos extremos no Sul do Brasil nesse período, caracterizados por precipitações intensas que provocaram impactos ambientais amplos na região (Clarke et al., 2026). Essas condições podem afetar o florescimento e a disponibilidade de recursos florais, levando as abelhas a modificar seus padrões de forrageamento, explorando espécies vegetais alternativas em

ambientes agrícolas, potencialmente mais expostas a agrotóxicos (Parmesan, 2006; Goulson, 2015). Além disso, eventos climáticos adversos podem interferir na janela de aplicação de agrotóxicos, ampliando o risco de exposição durante períodos de maior atividade das abelhas (Sánchez - Bayo; Goka, 2014).

De forma geral, os resultados evidenciam variação temporal na detecção de resíduos de agrotóxicos em casos de mortalidade de abelhas, reforçando a importância desses organismos como indicadores sentinela de risco ecotoxicológico e da presença de resíduos em sistemas agrícolas, embora o estudo não permita estabelecer relações causais (Goulson et al., 2015; Sánchez - Bayo; Goka, 2014).

Esses achados também sugerem a necessidade de estratégias contínuas de vigilância ativa dessas exposições, em contextos reais de produção agrícola, considerando a relevância dos polinizadores para a sustentabilidade dos sistemas alimentares (Potts et al., 2010). Estima-se que cerca de 75% das culturas alimentares dependem, da polinização realizada por animais, principalmente por abelhas, o que estabelece uma relação direta entre a saúde desses polinizadores à produtividade agrícola e à segurança alimentar (Klein et al., 2007; Potts et al., 2010).

A detecção de fipronil reforça a necessidade de avaliação do seu uso, devida a sua elevada toxicidade para as abelhas, mesmo em baixas concentrações e a sua associação com efeitos subletais, como alterações neurocomportamentais e comprometimento das funções essenciais das colônias (Sánchez - Bayo; Goka, 2014). Evidências recentes também discutem a inter-relação entre os riscos ecotoxicológicos do fipronil e potenciais implicações à saúde humana, conforme a abordagem da Saúde Única (Frederes et al., 2025).

Nesse sentido, estudos de natureza exploratória, como este, contribuem para caracterizar cenários de exposição, subsidiar ações de vigilância e promover estratégias de gestão de risco, sobretudo em cenários de uso combinado de múltiplos ingredientes ativos, com potencial de aumentar os impactos ecotoxicológicos e sistêmicos (Potts, 2016; Tosi et al., 2017).

A identificação de múltiplas classes e ingredientes ativos de agrotóxicos, indica cenários de exposição simultânea, que pode resultar em efeitos aditivos, aumentando o risco ecotoxicológico para polinizadores (Tosi et al., 2017). Estes efeitos podem incluir aumento da mortalidade e impactos subletais, como a redução da longevidade, redução no forrageamento, comprometimento de aprendizado e memória, além da diminuição da

resiliência das colônias frente a outros estressores ambientais (Gill et al., 2012; Tosi et al., 2017).

Portanto, no contexto da defesa agropecuária, a mortalidade de abelhas constitui indicador estratégico de desequilíbrios no sistema agrícola, que necessitam abordagens integradas de vigilância, prevenção e gestão do risco, alinhadas à perspectiva da Saúde Única.

5 Conclusões

O presente estudo de caso evidencia que a ocorrência de mortalidade de abelhas, associada à detecção de resíduos de agrotóxicos, constitui um problema de relevância sanitária para a defesa agropecuária em Santa Catarina. A análise de dados revelou variação temporal na detecção de resíduos, bem como a presença de ingredientes ativos de elevado risco ecotoxicológico, com destaque para o fipronil. Os resultados destacam a importância da defesa agropecuária como ferramenta estratégica para subsidiar a tomada de decisão e apoiar políticas públicas voltadas à proteção dos polinizadores, em consonância com a abordagem da Saúde Única.

Agradecimentos

À Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - CIDASC pelo fornecimento dos dados utilizados neste estudo e pelo apoio institucional às ações de vigilância e defesa agropecuária.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do estudo (Edital FAPESC nº 15/2023 – Programa de Estruturação Acadêmica para Laboratórios Multiusuários, TO2023TR001418 e TO2023TR001518). À FAPESC pela bolsa de doutorado (Edital FAPESC 19 de 2024).

Referências

- BLETTLER, D. C.; BIURRUN-MANRESA, J.; FAGUNDEZ, G. A. A review of the effects of agricultural intensification and the use of pesticides on honey bees and their products and possible palliatives. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 20, n. 4, e03R02, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5424/sjar/2022204-19516>.

BRASIL. Manual de coleta de amostras – Abelhas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/ManualdecolheitadeamostrasABELHAS.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2025.

CLARKE, B. et al. Climate change and El Niño behind extreme precipitation in southern Brazil, April-May 2024. **Nature**, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1038/s44304-025-00162-8>.

EVANENGELSDORP, D.; MEIXNER, M. D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 103, supl. 1, p. S80–S95, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>.

FREDERES, J. P. M. B.; ALBERTI, A.; VIEIRA, R. D. Á.; SILVA, B. F.; CUNHA, N. V.; AGOSTINETTO, L. Relação entre a exposição ao fipronil e a intoxicação humana. **Revista Latino-Americana de Saúde e Sociedade**, v. 7, n. 2, edição especial – VIII Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território – Eixo II – Saúde, Ambiente e Sociedade, 2025. Disponível em : <https://rlas.uniplacages.edu.br/index.php/rlas/article/view/172>. Acesso em: 27 dez. 2025.

GILL, Richard J.; RAMOS- RODRIGUEZ, Oscar; RAINÉ, Nigel E. Combined pesticide exposure severely affects individual and colony level traits in bees. **Nature**, v. 491, n. 7422, p. 105-108, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature11585>.

GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTIAS, C.; ROTHERAY, E. L. Bee declines are driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. **Science**, v. 347, n. 6229, p. 1255957, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1255957>.

KLEIN, Alexandra-Maria et al. 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. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 37, p. 637-669, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.

POTTS, S. G. et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, London, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature20588>.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; GOKA, K. Pesticide residues and bees – A risk assessment. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094482>.

TOSI, S.; NIEH, J. C.; SGOLASTRA, F.; CABRI, R.; MEDRZYCKI, P. Neonicotinoid pesticides and nutritional stress synergistically reduce survival in honey bees. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 284, n. 1869, p. 20171711, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1711>.