

NEONICOTINOIDES E FIPRONIL EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Roberta Crhistiane Maltas da Silva¹, Jacineumo Falcão de Oliveira², Solange Aparecida Goularte Dombroski³

RESUMO

A intensificação da utilização de agrotóxicos impõe desafios à gestão hídrica no Brasil, cuja quantidade estimada pela FAO, para uso agrícola, ultrapassou 800 mil ton em 2023, sendo mais de 127 mil ton referentes a inseticidas. Entre os diversos agrotóxicos identificados em corpos hídricos, os inseticidas neonicotinoides e fipronil têm se destacado, principalmente quanto ao reconhecido risco ambiental devido à sua toxicidade para organismos não-alvo. Assim, este trabalho tem como objetivo geral, embasar a discussão sobre a possibilidade de adequação de instrumentos de gestão de recursos hídricos em relação a parâmetros de qualidade da água e carga poluidora, quanto a inseticidas neonicotinoides e fipronil. O estudo está sendo realizado em duas etapas: (a) revisão sistemática da literatura (protocolo ROSES), visando identificar dados baseados em evidências como efeitos destas moléculas em organismos aquáticos e faixas de concentração em corpos hídricos superficiais; e (b) amostragem exploratória de água em bacia hidrográfica do Rio Grande do Norte. A pesquisa tem potencial para identificar lacunas em instrumentos de gestão pois visa evidenciar a importância ou não de monitorar neonicotinoides e fipronil em águas superficiais, considerando ampla utilização destes agrotóxicos, sua possível toxicidade e ausência de padrões de qualidade de corpos de água receptores. Identifica-se alinhamento do trabalho aos ODS 6 e 12.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação ambiental. Instrumentos de gestão. Qualidade da água.

ABSTRACT

The intensification of pesticide use poses challenges to water management in Brazil, where the amount estimated by FAO for agricultural use exceeded 800 thousand tons in 2023, with more than 127 thousand tons referring to insecticides. Among the various pesticides identified in water bodies, neonicotinoid insecticides and fipronil have stood out, mainly due to their recognized environmental risk associated with toxicity to non-target organisms. Thus, the general objective of this work is to support the discussion on the possibility of adapting water resources management instruments in relation to water quality parameters and pollutant load regarding neonicotinoid insecticides and fipronil. The study is being carried out in two stages: (a) a systematic literature review (ROSES protocol), aiming to identify evidence-based data such as the effects of these molecules on aquatic organisms and concentration ranges in surface water bodies; and (b) exploratory water sampling in a watershed in Rio Grande do Norte. The research has the potential to identify gaps in management instruments, as it seeks to highlight the importance or not of monitoring neonicotinoids and fipronil in surface waters, considering the wide use of these pesticides, their possible toxicity, and the absence of quality standards for receiving water bodies. The study is aligned with SDGs 6 and 12.

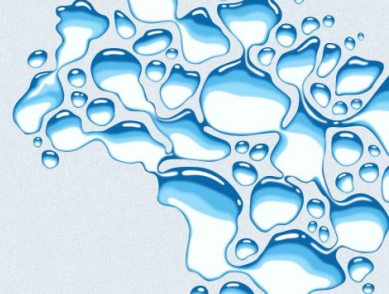
KEYWORDS: Environmental contamination. Management instruments. Water quality.

¹ Aluna da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Instrumentos da Política de Recursos Hídricos. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: roberta.silva57222@alunos.ufersa.edu.br.

² Docente no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA)/ Departamento de Engenharias e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: jacineumo@ufersa.edu.br.

³ Docente no PROFÁGUA/ Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: solangedombroski@ufersa.edu.br.





INTRODUÇÃO

Em 2023, a quantidade total de agrotóxico utilizado na agricultura no Brasil foi estimada em 800.652 ton e, especificamente quanto ao uso agrícola de inseticidas, o valor imputado para o Brasil foi de 127.282 ton, ficando, respectivamente, em primeiro e segundo lugar na lista de 211 países (FAO, 2025).

O aumento da preocupação com a deterioração da qualidade da água tem estimulado o aprimoramento de instrumentos de gestão hídrica, sobretudo diante da intensificação das práticas agrícolas e do uso generalizado de produtos químicos. Entre os desafios, estão a identificação e o controle de agrotóxicos que podem ocasionar poluição difusa.

A água é um bem de domínio público, cabendo ao poder público a regulação de seu acesso e a implementação de instrumentos de gestão de modo a proporcionar o uso múltiplo e sustentável pelas atuais e futuras gerações (ANA, 2024, p. 74). Os instrumentos de gestão foram estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, e incluem os planos de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

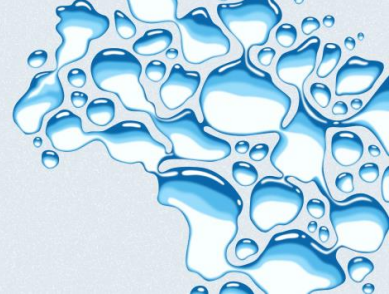
Quanto ao enquadramento dos corpos d'água, sua proposta deve prever metas de qualidade da água para garantir usos previstos e, por meio da classificação adequada dos corpos hídricos, reduzir custos de combate à poluição a partir de ações preventivas (ANA, 2020, p. 9; Brasil, 1997, Art. 9º). A outorga autoriza e controla usos que afetam a quantidade ou qualidade da água, como captação de água, lançamento de esgotos e aproveitamento hidrelétrico (ANA, 2019, p. 7, 24; Brasil, 1997, Art. 11). Já, a cobrança reconhece a água como bem econômico, incentiva o uso racional e financia programas de gestão, podendo haver cobrança para os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga (Brasil, 1997, Art. 19-20; ANA, 2014, p. 24). No âmbito de "Cobrança pelo uso de relevantes usos indiretos", de acordo com ANA (2014, p. 69), entende-se que devem ser buscadas alternativas para combater a poluição difusa dos corpos hídricos por tal instrumento de gestão. Considerando que ainda não se pratica a outorga para usos difusos, um exemplo de inovação seria a cobrança decorrente "da carga de potenciais nutrientes lançados pelas áreas rurais ou urbanas em função dos escoamentos superficiais" (*Ibid.*).

Diante do exposto, observa-se que os instrumentos de gestão dos recursos hídricos possuem interrelações diretas e indiretas com a qualidade da água. Ainda quanto à qualidade da água, vale mencionartambém que, dentre os objetivos estratégicos, o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (Brasil, 2022, p. 14-15) aborda a melhoria da disponibilidade e qualidade da água que, por sua vez, depende de ações como monitoramento.

Nesse sentido, ressalta-se a importância de considerar o combate à poluição por agrotóxicos nos corpos hídricos, destacando-se o aprimoramento do conhecimento sobre tal poluição, favorecendo reflexões sobre possíveis adequações de um ou mais instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Entre os diversos agrotóxicos identificados em corpos hídricos, os inseticidas neonicotinoides e fipronil têm se destacado. Os neonicotinoides apresentam intenso uso em escala mundial (Matos, 2019), sendo ainda o grupo de inseticidas com maior volume de vendas no Brasil (Queiroz; Silva, 2021). Devido ao seu modo de ação eficaz e de amplo espectro, os neonicotinoides tornaram-se os inseticidas mais utilizados globalmente, com aplicações crescentes e muitas vezes preventivas, mesmo sem a devida consideração dos impactos ecológicos (Klingelhöfer et al., 2022).

Derivados da nicotina, os neonicotinoides são inseticidas neurotóxicos seletivos, eficazes contra pragas e menos tóxicos para mamíferos (Ferreira et al., 2022, p. 407). Já o fipronil, aplicado em diferentes setores, destaca-se pelo efeito de larga abrangência e pela formação de metabólitos como a fipronil sulfona, ainda mais tóxico (Gunasekara et al., 2007, p. 196-198). A solubilidade



condiciona a mobilidade desses compostos: enquanto os neonicotinoides apresentam alta variação e mobilidade, o fipronil, menos solúvel, adere ao solo e sedimentos, aumentando sua persistência ambiental. Fatores como pH, temperatura e matéria orgânica também influenciam seu comportamento e efeitos sobre espécies não-alvo (Bonmatin et al., 2015).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral, embasar a discussão sobre a possibilidade de adequação de instrumentos de gestão de recursos hídricos em relação a parâmetros de qualidade da água e carga poluidora quanto a inseticidas neonicotinoides e fipronil, levando em consideração a realidade da bacia hidrográfica.

Diante disso, entende-se que este estudo pode contribuir para o objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) 6, ao apoiar ações de melhoria da qualidade da água e proteção dos ecossistemas hídricos, e do ODS 12, ao fornecer subsídios para o manejo ambientalmente saudável de produtos químicos e a redução de sua liberação no ambiente (Nações Unidas Brasil, 2025a; 2025b).

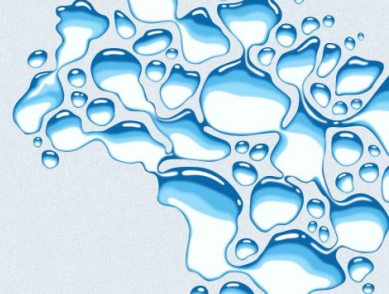
MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho está sendo desenvolvido em duas etapas gerais, revisão sistemática da literatura e amostragem exploratória de água de corpo hídrico receptor. A revisão sistemática está sendo executada a partir da iniciativa RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses (ROSES), cujo *site* disponibiliza formulários e fluxogramas destinados a mapas e revisões sistemáticas em conservação e gestão ambiental (ROSES, 2017). Os objetivos definidos para a revisão sistemática foram: fornecer dados baseados em evidências relativos aos inseticidas neonicotinoides e/ou fipronil sobre efeitos em organismos aquáticos; variedade e faixas de concentração em corpos de água superficiais e a existência de padrão de qualidade da água superficial. Assim, foram definidas três questões para desenvolvimento da revisão sistemática: questão principal (i) (Que evidências publicadas existem sobre os efeitos em organismos aquáticos de inseticidas neonicotinoides e fipronil?); questão secundária (i) (Quais os tipos e as faixas de concentrações de inseticidas neonicotinoides e/ou fipronil foram encontrados em corpos de água superficiais?) e (ii) (Quais padrões de qualidade da água superficial para inseticidas neonicotinoides e/ou fipronil foram especificados nas publicações?). Com relação à amostragem exploratória de água de corpo hídrico receptor, planeja-se como área de estudo, o riozinho Santo Alberto, situado entre os municípios Sen. Georgino Avelino e Nísia Floresta no Rio Grande do Norte. O monitoramento incluirá os agrotóxicos de interesse, neonicotinoides e fipronil, e outros parâmetros de qualidade da água definidos a partir da Resolução CONAMA nº 357/2005 e suas alterações (Brasil, 2005).

RESULTADOS ESPERADOS

A partir da revisão sistemática, espera-se o levantamento e sistematização de informações tais como: para a questão principal (i): país do estudo, planejamento do estudo, efeitos em organismos aquáticos de inseticidas neonicotinoides e/ou fipronil; para a questão secundária (i): tipo de corpo hídrico superficial, metodologia analítica usada para extração e detecção, concentrações encontradas; e para a questão secundária (ii): nome da jurisdição, padrão de qualidade da água estabelecido legalmente.

Julga-se que este trabalho tenha potencial para ampliar o conhecimento sobre a presença e concentrações de neonicotinoides e fipronil em águas superficiais e seus efeitos em organismos aquáticos a partir de uma base robusta de dados. Assim, espera-se que o trabalho subsidie a discussão quanto a possíveis lacunas em instrumentos de gestão de recursos hídricos com relação a, por exemplo, inclusão desses inseticidas como parâmetros de qualidade da água e cobrança por carga poluidora, para determinadas bacias hidrográficas.



CONCLUSÃO

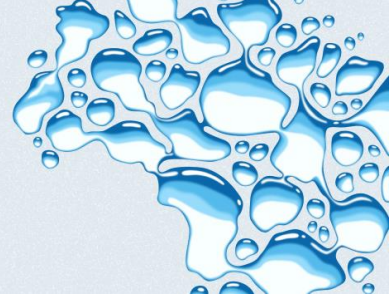
O estudo em desenvolvimento tem potencial para evidenciar a importância ou não de monitorar neonicotinoides e fipronil em águas superficiais, considerando ampla utilização destes agrotóxicos, sua possível toxicidade e ausência de padrões de qualidade de corpos de água receptores. Espera-se que os resultados, sistematizados em publicação científica com protocolo público, forneçam base científica para discussões sobre possível ampliação da gestão hídrica e prevenção da poluição, fortalecendo o debate acadêmico e técnico sobre agrotóxicos nos recursos hídricos. Entende-se que a revisão sistemática e a amostragem exploratória poderão contribuir com subsídios técnicos para embasar a discussão sobre possíveis adaptações de instrumentos de gestão hídrica, além de contribuir para o cumprimento de metas relativas ao ODS 6 e ODS 12.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP N°. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Cobrança pelo uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2014. 80 p. ISBN: 978-85-89629-97-3 (Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos, v. 7).
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2019. 76 p. ISBN: 978-85-8210-057-8.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024**: informe anual. Brasília: ANA, 2024. 154 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Enquadramento dos corpos d'água em classes**. Brasília: ANA, 2020. 57 p.
- BONMATIN, J. M. et al. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 35-67, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3332-7>.
- BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 05 set. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 - Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2007. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>. Acesso em: 05 set. 2025.



BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) 2022 - 2040. **Plano de ação**. v. II do PNRH 2022-2040, março 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf. Acesso em: 05 set. 2025.

FERREIRA, P. G. et al. Nicotina e a origem dos neonicotinoides: problemas ou soluções? **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, 2022. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/4421/950>. Acesso em 05 set. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTAT. **Pesticide use**. Last update: July 15, 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>. Acesso em: 05 set. 2025.

GUNASEKARA, A. S. et al. Environmental fate and toxicology of fipronil. **Journal of Pesticide Science**, v. 32, n. 3, p. 189-199, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1584/jpestics.R07-02>

KLINGELHÖFER, D. et al. Neonicotinoids: a critical assessment of the global research landscape of the most extensively used insecticide. **Environmental Research**, v. 213, p. 113727, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113727>

MATOS, W. B. **Respostas comportamentais de Nannotrigona sp. a inseticidas de origem sintética e natural**. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/17936/2/WALLACE_BORGES_MATOS.pdf. Acesso em: 05 set. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ODS 12**: Consumo e produção responsáveis. Brasília, 2025 (2025b). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 05 set. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **ODS 6**: Água potável e saneamento. Brasília, 2025 (2025a). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 05 set. 2025.

QUEIROZ, L. G.; SILVA, D. C. V. R. Inseticidas neonicotinóides: uma ameaça aos corpos hídricos brasileiros. In: Silva, D. C. V. R. et al. (Org). **Recurso água** – Tecnologias e pesquisas para o uso e a conservação de ecossistemas aquáticos. São Carlos: Editora Cubo, p. 11–34. 2021. DOI: <https://doi.org/10.4322/978-65-86819-07-6>

REPORTING STANDARDS FOR SYSTEMATIC EVIDENCE SYNTHESSES (ROSES). **ROSES** - RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses in environmental research. Current version: ROSES 1.0 Nov. 2017. Disponível em: <https://www.roses-reporting.com/>. Acesso em: 05 set. 2025.