

## **CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS POR AGROTÓXICO NO MARANHÃO (BRASIL)**

Willane da Silva Rodrigues <sup>1</sup>  
Anderson David Martins de Araujo <sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A contaminação de águas superficiais por agrotóxicos é um problema ambiental grave com impactos significativos na saúde pública e na biodiversidade. Essas substâncias, também conhecidas por pesticidas ou defensivos agrícolas, são utilizadas na agricultura para o controle de pragas e doenças na plantação. Apesar de serem importantes para o aumento da produtividade agrícola, esses produtos químicos podem comprometer substancialmente a qualidade das águas superficiais, visto que durante as chuvas ou irrigação, estes podem ser carregados para rios, lagos e reservatórios.

O Brasil possui extensas áreas dedicadas a agricultura intensiva, e utiliza uma quantidade significativa de pesticidas e herbicidas para aumentar a produtividade das culturas. Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas (FAO, 2023), em 2021, o Brasil foi o maior usuário mundial de agrotóxicos, quase 60 % maior que os Estados Unidos da América que ocupou o segundo lugar. Se tratando do uso de pesticidas por área de cultivo nos principais usuários, o nível do Brasil foi cerca de duas vezes maior que Argentina e Indonésia, que ocuparam o segundo e terceiro lugar, respectivamente, ainda segundo esse mesmo relatório.

Esses dados tornam-se ainda mais alarmantes quando se considera a fragilidade na regulamentação e fiscalização do uso de agrotóxicos no Brasil. Recentemente, foi aprovada a Lei Ordinária 14785/2023, derivada do projeto de lei nº 6.299/02, que suscitou intensos debates e inúmeras críticas sobre diversos pontos de seu texto. A Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, 2023) destacou aspectos importantes da lei, como a ameaça à função reguladora dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente na regulação dos agrotóxicos, devido à redução do poder de decisão desses setores no registro desses produtos. Além disso, a FIOCRUZ

---

<sup>1</sup> Mestra em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA, [willanerodrigues20@gmail.com](mailto:willanerodrigues20@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutorando do Programa de Pós graduação em Geografia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, [anderson.araujo7@unioeste.br](mailto:anderson.araujo7@unioeste.br)

expressou preocupação com a permissão para exportação de agrotóxicos não registrados no Brasil, mesmo que seu uso seja proibido no país, uma vez que esses produtos podem causar impactos em outras nações e no ambiente global.

A probabilidade de contaminação das águas superficiais é especialmente preocupante, considerando que o Brasil possui a maior quantidade de água doce superficial do mundo. Além disso, o país abriga a maior floresta úmida, a Amazônia, e algumas das maiores áreas continentais alagadas, como o Pantanal e o Araguaia. De acordo com o Atlas do Agrotóxico 2023, publicado pela Fundação Heinrich Böll na Alemanha, em 2022, apesar da gravidade dessa questão e da importância do Brasil no debate sobre a contaminação das águas por agrotóxicos, o país ainda enfrenta deficiências na produção de estudos analíticos sobre o tema, principalmente devido a dificuldades logísticas e financeiras.

No contexto do Maranhão, estado de notável diversidade ecológica que reflete uma rica combinação de biomas, que inclui a Amazônia e o Cerrado, além da extensa área de litoral e áreas de várzea (IBGE, 2019), bem como uma região produtiva de diversas atividades agrícolas como soja, milho, arroz e algodão que sustenta não somente a economia local, mas exporta commodities para outros estados brasileiros e países como China, Estados Unidos, Espanha e Coreia do Sul, a preocupação com a gestão ambiental é particularmente relevante. A interação complexa entre essas diferentes áreas ecológicas e práticas agrícolas exige uma gestão cuidadosa para equilibrar a produção econômica com a conservação ambiental, garantindo assim a sustentabilidade a longo prazo, sobretudo, no que tange a proteção dos corpos hídricos superficiais.

Neste sentido, este trabalho objetiva analisar a produção científica sobre a contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos no Maranhão. A observância de poucos estudos sobre a temática no contexto do estado, justifica a realização desta revisão sistemática. O estudo apresentou a seguinte questão norteadora: **Quanto se produziu nas últimas duas décadas acerca da contaminação de águas superficiais por agrotóxicos no Maranhão, visto ser uma temática de extrema importância não somente para a realidade local, mas para todo o contexto nacional brasileiro?**

Para investigar a contaminação de águas superficiais por agrotóxicos no Maranhão, foram consultadas as bases de dados SciELO, Science Direct, Google Scholar e a Plataforma Consensus. Após a seleção e análise preliminar, cada artigo foi lido integralmente. O levantamento identificou apenas três artigos durante o período de estudo, evidenciando uma lacuna significativa na pesquisa sobre esse tema no contexto estadual. Essa carência é

particularmente preocupante, dada a importância da questão para a saúde pública e para o ecossistema local e nacional.

## **METODOLOGIA**

A metodologia adotada para a realização deste estudo da arte baseou-se em etapas bem definidas. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica extensiva utilizando bases de dados acadêmicas, sendo elas: *SciELO*, *ScienceDirect*, *Google Scholar* e a Plataforma Consensus. Foram utilizados termos de busca como "contaminação de águas superficiais por agrotóxicos" e "agrotóxicos no Maranhão". A busca foi restrita aos artigos publicados nos últimos 20 anos, visando obter uma visão geral sobre as pesquisas desenvolvidas no Estado do Maranhão.

Os critérios de inclusão adotados para a seleção dos estudos foram: (1) estudos que abordam especificamente a contaminação de águas superficiais por agrotóxicos no estado; (2) estudos que apresentam abordagens metodológicas para a detecção e análise da contaminação; (3) estudos que demonstram os impactos ambientais e à saúde pública da contaminação por agrotóxicos; (4) estudos que discutem os desafios e oportunidades na mitigação da contaminação de águas superficiais.

Após a seleção dos estudos, foi realizada uma análise detalhada de cada artigo, considerando informações como título, autores, ano de publicação, metodologia utilizada, principais resultados e conclusões/considerações finais. A análise dos dados envolveu a identificação dos principais temas e tendências relacionados à contaminação de águas superficiais por agrotóxicos. Foram exploradas as diferentes abordagens adotadas na detecção e mitigação dessa contaminação, incluindo os aspectos legais, as técnicas de monitoramento, a participação das comunidades locais e as estratégias de avaliação de risco. Além disso, foram identificadas as principais lacunas de conhecimento e as áreas que demandam mais pesquisas no contexto da contaminação por agrotóxicos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em relação aos artigos que abordam a contaminação por agrotóxicos em águas superficiais no Maranhão, foram identificados três estudos. Estes estão organizados no quadro a seguir, que contém três colunas: Título e autores, metodologia e principais resultados.

**Quadro 1:** Artigos encontrados sobre a temática

Título	Metodologia	Principais Resultados
<p>Estudo da vulnerabilidade dos recursos hídricos por agrotóxicos na bacia hidrográfica do Rio Pindaré, João Lisboa, Maranhão, Brasil. (COSTA, SOUZA, ORLANDA, 2021)</p>	<p>Utilizou modelos matemáticos da EPA, GUS e GOSS para prever a contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos, considerando fatores como o coeficiente de adsorção à matéria orgânica (Koc), a meia-vida no solo (DT50), a solubilidade em água e a constante da Lei de Henry.</p>	<p>40% dos agrotóxicos aplicados representam um risco de contaminação; princípios ativos como aminopilaride, fluroxipir, picloram e triclopir são potenciais contaminantes das águas subterrâneas; 40% dos agrotóxicos são classificados como altamente ou medianamente tóxicos (Classes II e III), 53,33% como extremamente tóxicos (Classe I), e 93,33% são considerados muito perigosos ou perigosos ao ambiente (Classes II e III); glifosato destacado como provável agente carcinogênico.</p>
<p>Avaliação de Risco de Pesticidas Aplicados no Município de Arari, Maranhão, Brasil: Base para Programa de Controle Ambiental do Rio Mearim (GASPAR <i>et al.</i>, 2005)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de um questionário semi-estruturado a 132 trabalhadores rurais para coletar informações sobre o uso e os impactos dos agrotóxicos.</li> <li>- Coleta e análise de amostras de água do rio Mearim em sete pontos de amostragem para detectar resíduos de pesticidas.</li> <li>- Utilização de modelos da EPA e do índice de GUS para avaliação preliminar do risco potencial dos agrotóxicos.</li> <li>- Análise de resíduos de pesticidas utilizando kits comerciais de imunoensaios</li> </ul>	<p>O estudo revelou que 30% dos trabalhadores rurais são analfabetos, 68% não leem os rótulos dos produtos, e 12% sofreram intoxicação comprovada por agrotóxicos. Além disso, 41,7% guardam embalagens cheias dentro de suas residências, 46% descartam embalagens vazias nas roças, e 60% das amostras de água analisadas contêm resíduos de agrotóxicos, incluindo altos níveis de inseticidas organoclorados. Foi identificada a falta de políticas públicas eficazes para melhorar a informação entre os agricultores e a necessidade de uma mudança gradual no sistema produtivo local para reverter essa situação.</p>
<p>Avaliação da contaminação de corpos d'água adjacentes a áreas agrícolas da Ilha de São Luís (MA) por agrotóxico (SANTOS, C. L., <i>et al.</i>, 2012)</p>	<p>Levantamento dos principais agrotóxicos utilizados por agricultores da zona rural da Ilha de São Luís (MA).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesquisa bibliográfica extensiva.</li> <li>- Coletas de campo para análise de resíduo de agrotóxico em áreas agrícolas na zona rural da ilha de São Luís (MA).</li> <li>- Entrevistas com 82 trabalhadores rurais.</li> </ul>	<p>Os agrotóxicos investigados apresentam riscos ambientais e para a saúde, com a presença de organoclorados proibidos há mais de duas décadas em amostras de água. 68% dos trabalhadores não leem rótulos, 12% sofreram intoxicação e 41,7% guardam embalagens cheias em casa. Além disso, 46% descartam embalagens vazias nas roças e 60% das amostras de água contêm resíduos de agrotóxicos, incluindo organoclorados. A falta de políticas públicas eficazes e a necessidade de uma mudança no sistema produtivo local foram identificadas.</p>

Os artigos descritos na tabela foram provenientes de três revistas nacionais, sendo duas classificadas conforme o sistema brasileiro de avaliação de periódicos Qualis-Periódicos, como C, e a outra, se encontra com as publicações descontinuadas desde 2018.

O primeiro artigo, de Costa, Souza e Orlanda (2021), realizado na bacia do Rio Pindaré, um importante manancial para o suprimento hídrico na porção amazônica do Maranhão, demonstrou que mais da metade (53,33%) dos princípios ativos dos agrotóxicos encontrados nas águas superficiais e subsuperficiais foram classificados como extremamente tóxicos (classe I). Entre eles, destaca-se o glifosato (Glifosato Nortox e Roundup Original), principal ingrediente ativo dos agrotóxicos e o mais utilizado na região. Outros compostos encontrados, como abamectina, aminopilaride, clorpirifós, picloram, triclopir e 2,4-D, foram classificados como de moderada persistência no ambiente, enquanto a  $\lambda$ -cialotrina foi identificada como a mais propensa a contaminar as reservas hídricas.

O segundo artigo, dos autores Gaspar *et al.*, (2005), avaliou o risco de contaminação por agrotóxicos nas águas do rio Mearim, no município de Arari, e sua relação com os problemas de saúde da população. Os herbicidas dos grupos das acetanilidas e os inseticidas inibidores de enzimas colinesterase (carbamatos e organofosforados) foram encontrados em maior quantidade, tanto nas águas superficiais quanto nas águas de profundidade. Também foram encontrados resíduos de inseticidas organoclorados (OC) em cerca de 20% das amostras de águas analisadas, substância proibida no Brasil desde 1986.

O terceiro estudo dos autores Santos *et al.*, (2012), analisou os resíduos de agrotóxicos nos corpos d'água adjacentes a áreas agrícolas da Ilha de São Luís. Os agrotóxicos predominantes detectados na região pertencem a classe dos inseticidas OF, encontrado em 70% das amostras de água, seguidos pelos inseticidas PR, destacando-se o uso intensivo do herbicida glifosato de elevado potencial ecotóxico. Não foram encontrados resíduos de agrotóxicos nas amostras de sedimentos retirados dos corpos d'água, o que os autores sugerem que houve degradação físico-química e microbiológica nesse compartimento ambiental.

É importante destacar que os três estudos empregaram questionários aplicados aos trabalhadores rurais de cada região, com o objetivo de compreender como eles manuseiam, preparam e aplicam os agrotóxicos nas plantações. Os resultados das entrevistas evidenciaram a falta de assistência técnica e orientações a esses trabalhadores quanto a maneira correta de aplicação dos agrotóxicos e a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPI'S) bem como a falta de informação quanto ao descarte e reutilização corretos das embalagens de agrotóxicos segundo a legislação vigente.

A mudança gradual no sistema produtivo local é essencial para reduzir a dependência de agrotóxicos perigosos e mitigar seus impactos negativos no ambiente e na saúde humana. A implementação de programas de manejo integrado de pragas, o fortalecimento da fiscalização e controle, e a promoção de alternativas mais seguras, como os biopesticidas, são passos fundamentais para reverter essa situação crítica. Contudo, é crucial que essas práticas sejam direcionadas não apenas para o aumento da produção destinada à exportação, mas também para a sustentabilidade dos agroecossistemas locais. Dessa forma, será possível garantir a saúde do meio ambiente e das comunidades rurais a longo prazo, promovendo uma agricultura mais equilibrada e sustentável.

Além do valor econômico para o mercado interno, o estado do Maranhão tem se destacado cada vez mais no cenário nacional e internacional com as atividades de exportação. Com uma localização geográfica estratégica e um porto moderno em São Luís, o Maranhão facilita o escoamento de diversos produtos para o mercado externo. As principais exportações incluem soja, milho, celulose e minério de ferro, produtos que têm contribuído significativamente para a economia do estado. Além disso, o crescimento do agronegócio e investimentos em infraestrutura têm potencializado a capacidade exportadora do Maranhão, tornando-o um importante polo de exportação no Brasil.

Segundo dados do Governo do Maranhão (2023), as exportações do estado totalizaram 14,6 milhões de toneladas e US\$ 5,7 bilhões em 2022, colocando o Maranhão como segundo estado do Nordeste com maior valor exportado, sendo a soja a *commodity* de maior destaque. Embora esses dados evidenciem um crescimento econômico significativo, eles também levantam preocupações substanciais quanto à contaminação das lavouras pelo uso indiscriminado de agroquímicos. Tal prática apresenta impactos ambientais consideráveis, especialmente na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os estudos apresentados revelam uma situação alarmante sobre o uso de agrotóxicos e seus impactos na saúde e no meio ambiente. Embora a metodologia utilizada seja sólida e os resultados claros, há pontos que merecem uma discussão mais profunda. Primeiramente, a alta taxa de analfabetismo entre os trabalhadores rurais e a falta de leitura dos rótulos dos produtos indicam a necessidade urgente de programas de educação e capacitação. Incentivar a adoção dessas práticas pode reduzir significativamente a carga de agrotóxicos no ambiente, mitigando seus impactos negativos sobre a biodiversidade e a saúde humana.

Além disso, a persistência de agrotóxicos proibidos há décadas indica falhas substanciais na regulação e fiscalização do setor. É imperativo que as autoridades reforcem a supervisão e controle para garantir que produtos banidos não sejam utilizados de forma ilícita. A dependência de agroquímicos altamente tóxicos também evidencia a necessidade urgente de promover práticas agrícolas mais sustentáveis e seguras. Deve-se fomentar a transição para um modelo de agricultura sustentável, que, embora possa incluir o uso de biopesticidas, privilegie técnicas avançadas de manejo integrado de pragas (MIP).

Por fim, a ausência de políticas públicas eficazes constitui um problema grave. O desenvolvimento e implementação de políticas robustas que incentivem a redução do uso de agrotóxicos e protejam a saúde dos trabalhadores e do meio ambiente são fundamentais. Tais políticas devem incluir programas de educação e capacitação para agricultores, promovendo alternativas aos agrotóxicos tradicionais, bem como sistemas de monitoramento e avaliação contínuos para garantir a conformidade com as normas ambientais e de saúde. A colaboração entre governos, instituições de pesquisa e o setor privado será crucial para a transição para uma agricultura mais sustentável e segura, garantindo a proteção do meio ambiente e a saúde das futuras gerações.

**Palavras-chave:** Contaminação; Águas superficiais, Agrotóxico, Maranhão.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 14.785, de 19 de junho de 2023**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jun. 2023. Seção 1, p. 1-3, 20 jun. 2023.

COSTA, S. O.; SOUZA, C. N.; ORLANDA, J. F. F. Estudo da vulnerabilidade dos recursos hídricos por agrotóxicos na bacia hidrográfica do Rio Pindaré, João Lisboa, Maranhão, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e576101220598, 2021

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. **Pesticides use and trade 1990–2021**. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c216ab58-8d09-4528-a37d-3291f1f5ed1e/content#:~:text=Total>. Acesso em: 09 jul 2024.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. 2023. **Fiocruz divulga comunicado ao Senado sobre uso de agrotóxicos**. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/fiocruz-divulga-comunicado-ao-senado-sobre-uso-de-agrotoxicos>. Acesso em: 09 jul 2024.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL BRASIL. **Atlas dos Agrotóxicos 2023**. Edição brasileira. [S.l.: s.n.,] 2023. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2023-12/atlas-do-agrotoxico-2023.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2024.

GASPAR, S. M. F. S. et al. Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do rio Mearim. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 15, p. 43-54, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/#/home>. Acesso: 09 jul 2024.

MARANHÃO (Estado). **Maranhão foi o segundo estado do Nordeste com maior valor exportado em 2022**. Portal do Governo do Maranhão, 2023. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/maranhao-foi-o-segundo-estado-do-nordeste-com-maior-valor-exportado-em-2022>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SANTOS, C. L. et al. Avaliação da contaminação de corpos d'água adjacentes a áreas agrícolas da ilha de São Luís (MA) por agrotóxicos. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 22, p. 85-95, 2012.