

INVESTIGANDO A PRESENÇA DE PESTICIDAS NA ÁGUA POTÁVEL DE MISSAL, BRASIL: ANÁLISE DE RISCO E IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E POLÍTICAS PÚBLICAS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.III-013>

Flávio Gomes Figueira Camacho(*), Ana Paula Ávila, Bianca Mello Cerato, Aline Theodoro Toci, Marcela Boroski

* Universidade Federal de Integração Latino-Americana flavio@grupovipnet.com.br.

RESUMO

Este estudo investigou a presença de pesticidas na água potável do município de Missal, no estado do Paraná, Brasil, com foco na análise de risco à saúde humana e ao meio ambiente. Foram coletadas 120 amostras de água ao longo de um ano em diferentes pontos de abastecimento, tanto urbanos quanto rurais. As análises químicas foram realizadas por meio de cromatografia acoplada à espectrometria de massas, revelando a presença de diversos pesticidas, inclusive substâncias proibidas no país, como paraquate e paration.

O bioensaio com *Allium cepa* evidenciou efeitos citotóxicos e genotóxicos em várias amostras, sugerindo riscos à saúde associados à exposição contínua. A avaliação de risco, com base em simulações de Monte Carlo, apontou índices de perigo elevados em regiões próximas a áreas agrícolas. Os resultados também indicaram discrepâncias entre os limites legais brasileiros e os padrões internacionais, revelando a fragilidade da legislação vigente.

Conclui-se que há necessidade urgente de revisar as políticas públicas sobre o uso de pesticidas e a qualidade da água potável. A promoção da educação ambiental e o fortalecimento da fiscalização são fundamentais para mitigar os impactos observados. Recomenda-se, ainda, o desenvolvimento de planos municipais para proteção dos mananciais e investimentos em tecnologias de monitoramento da água.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação da água, Pesticidas na água, Avaliação de risco, Monitoramento ambiental, Saúde ambiental.

ABSTRACT

This study investigated the presence of pesticides in drinking water in the municipality of Missal, in the state of Paraná, Brazil, focusing on analyzing the risk to human health and the environment. 120 water samples were collected over the course of a year at different supply points, both urban and rural. Chemical analyses were performed using chromatography coupled with mass spectrometry, revealing the presence of several pesticides, including substances banned in the country, such as paraquat and parathion.

The bioassay with *Allium cepa* showed cytotoxic and genotoxic effects in several samples, suggesting health risks associated with continuous exposure. The risk assessment, based on Monte Carlo simulations, indicated high hazard rates in regions close to agricultural areas. The results also indicated discrepancies between Brazilian legal limits and international standards, revealing the weakness of current legislation.

The conclusion is that there is an urgent need to review public policies on the use of pesticides and the quality of drinking water. Promoting environmental education and strengthening monitoring are essential to mitigate the impacts observed. It is also recommended that municipal plans be developed to protect water sources and that investments be made in water monitoring technologies..

KEY WORDS: Water contamination, Pesticides in water, Risk assessment, Environmental monitoring, Environmental health.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água potável é um tema de grande relevância para a saúde pública e a preservação ambiental. Em regiões com intensa atividade agrícola, como o município de Missal, no Paraná, o uso extensivo de pesticidas representa uma ameaça significativa à segurança dos recursos hídricos (BOMBARDI, 2019). A presença de resíduos desses compostos químicos na água destinada ao consumo humano tem despertado preocupações quanto aos seus potenciais efeitos tóxicos e à eficácia das políticas de controle ambiental vigentes.

No Brasil, a legislação que regula os limites de pesticidas na água potável é considerada permissiva quando comparada a normas internacionais, como as estabelecidas pela União Europeia (CALDAS et al., 2019). Além disso, há uma carência de monitoramento sistemático e de infraestrutura laboratorial nas pequenas cidades, o que compromete a detecção precoce da contaminação (CONAMA, 2005). Nesse contexto, torna-se essencial realizar estudos que combinem análises químicas e biológicas para uma avaliação mais abrangente da segurança hídrica.

O uso de bioensaios com organismos como a *Allium cepa*, aliado a análises estatísticas robustas, oferece uma abordagem promissora para identificar riscos não evidenciados apenas por métodos químicos (LEME; MARIN-MORALES, 2009). Esses testes permitem detectar alterações citotóxicas e genotóxicas que indicam a presença de contaminantes com potencial para afetar processos celulares fundamentais (GAVRILESCU, 2005). Portanto, a integração de métodos analíticos e biológicos se mostra necessária para subsidiar decisões de saúde pública e ambientais.

Neste cenário, o presente estudo tem como objetivo principal avaliar a presença de pesticidas na água potável de Missal, bem como os riscos associados à exposição humana. Além disso, propõe-se discutir os limites legais de concentração desses contaminantes e sugerir caminhos para o aprimoramento das políticas públicas, com ênfase na educação ambiental e na gestão sustentável dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo investigar a presença de pesticidas na água potável da cidade de Missal, Paraná, e avaliar os riscos associados à saúde humana e ao meio ambiente. Com ênfase na educação ambiental e na legislação, buscamos discutir a eficácia das políticas públicas existentes relacionadas ao licenciamento ambiental e à gestão de resíduos sólidos.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foram coletadas amostras de água potável em 10 pontos de abastecimento na cidade de Missal, abrangendo tanto áreas urbanas quanto rurais. As coletas foram realizadas mensalmente ao longo de um ano, totalizando 120 amostras. A escolha dos pontos de amostragem considerou a proximidade com áreas agrícolas e possíveis fontes de contaminação por pesticidas, garantindo uma avaliação abrangente da qualidade da água consumida pela população local.

A caracterização química da água foi conduzida por meio de técnicas avançadas de cromatografia gasosa e líquida acopladas à espectrometria de massas. Essas análises permitiram a identificação e quantificação de diversos pesticidas, (CALDAS et al., 2019) incluindo aqueles proibidos pela legislação brasileira, como paraquate (MS, 2017) e paration. Além disso, a presença de íons e compostos inorgânicos foi determinada por cromatografia iônica, possibilitando a avaliação complementar da qualidade da água e de possíveis interações químicas entre os contaminantes.

Para avaliar os impactos biológicos dos pesticidas identificados, foi aplicado o bioensaio com *Allium cepa*, um modelo amplamente utilizado para detecção de efeitos citotóxicos e genotóxicos, seguindo protocolos estabelecidos por Leme e Marin-Morales (2009). As raízes das cebolas foram expostas às amostras de água por períodos controlados, e a análise microscópica das células permitiu a observação de aberrações cromossômicas e alterações no índice mitótico, indicadores de potenciais riscos à saúde humana.

A análise de risco foi conduzida com base em simulações de Monte Carlo, uma abordagem estatística que permite estimar a variabilidade e a incerteza dos riscos associados à exposição a pesticidas na água potável. Foram considerados fatores como taxa de ingestão de água, concentração dos contaminantes e limites de toxicidade (GAVRILESCU, 2005) estabelecidos por órgãos reguladores. Os resultados dessa modelagem forneceram subsídios para a formulação de recomendações e políticas voltadas à mitigação dos riscos ambientais e à proteção da saúde pública.

RESULTADOS

As análises químicas das amostras revelaram a presença de diversos pesticidas na água potável consumida pela população de Missal. Entre os compostos detectados, destacam-se o paraquate e o paration, ambos proibidos no Brasil

devido à sua alta toxicidade. Além disso, pesticidas como glifosato e AMPA foram encontrados em mais da metade das amostras analisadas, indicando uma exposição crônica da população a esses contaminantes.

O bioensaio com *Allium cepa* evidenciou efeitos citotóxicos e genotóxicos significativos em várias amostras. Seis dos dez pontos de coleta apresentaram índices mitóticos elevados e aberrações cromossômicas, sugerindo a presença de substâncias capazes de interferir na divisão celular e potencialmente induzir danos ao DNA. Esses resultados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água e de avaliações mais rigorosas sobre os impactos dos pesticidas na saúde humana.

A análise de risco revelou que alguns locais apresentavam um índice de perigo (HI) superior a 1, o que indica um risco potencial para a saúde da população. Em particular, pontos de coleta próximos a áreas agrícolas demonstraram níveis de contaminação mais elevados, sugerindo que a principal fonte de poluição são as atividades agrícolas intensivas na região. Essa constatação evidencia a urgência de medidas regulatórias mais rígidas para mitigar a contaminação da água por pesticidas.

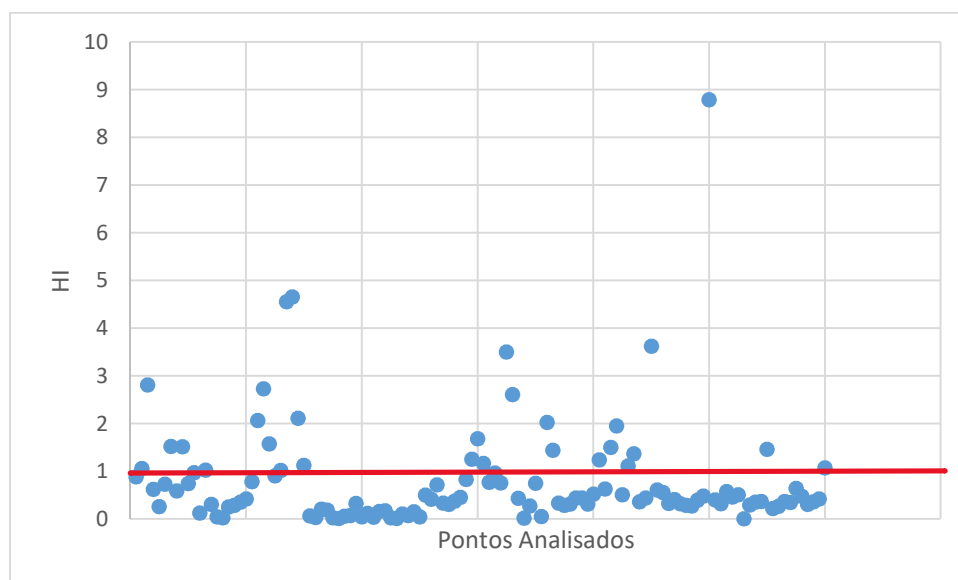


Figura 1: Índice de Perigo HI para cada um dos pontos analisados. Fonte: Autor do Trabalho.

Além disso, os resultados destacaram discrepâncias entre os limites de concentração de pesticidas permitidos pela legislação brasileira e os padrões internacionais, como os da União Europeia. Enquanto a legislação brasileira permite concentrações significativamente mais altas para substâncias como glifosato, os dados obtidos sugerem que esses limites podem não ser adequados para garantir a segurança da população. Dessa forma, este estudo reforça a necessidade de revisão das normativas ambientais e da implementação de políticas públicas mais eficazes para a gestão e fiscalização do uso de agroquímicos.

CONCLUSÕES

Os achados deste estudo evidenciam a necessidade urgente de melhorias na regulamentação e no monitoramento da qualidade da água potável em Missal. A presença de pesticidas proibidos e a identificação de efeitos citotóxicos e genotóxicos indicam que a população pode estar exposta a substâncias nocivas sem um controle eficiente. Portanto, é fundamental aprimorar a legislação ambiental, estabelecendo limites mais restritivos para a presença de pesticidas na água e reforçando os mecanismos de fiscalização.

A implementação de programas de educação ambiental é essencial para conscientizar a população sobre os impactos do uso indiscriminado de pesticidas. Essas iniciativas podem incentivar práticas agrícolas mais sustentáveis e promover o uso de alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Além disso, campanhas informativas podem alertar os cidadãos sobre os riscos da contaminação da água e orientá-los sobre formas de reduzir a exposição.



Recomenda-se também a criação e fortalecimento de políticas públicas voltadas à gestão de resíduos sólidos e controle de pesticidas. O desenvolvimento de planos municipais para a proteção dos mananciais e a implementação de tecnologias avançadas para o tratamento da água são medidas fundamentais para mitigar os efeitos da contaminação. A ampliação da infraestrutura de monitoramento da qualidade da água deve ser priorizada, permitindo uma resposta mais ágil e eficiente diante de possíveis surtos de contaminação.

Por fim, este estudo ressalta a importância da colaboração entre diferentes setores, incluindo órgãos governamentais, instituições acadêmicas e produtores agrícolas. A criação de incentivos para práticas agrícolas sustentáveis e a adaptação das normativas ambientais aos padrões internacionais são passos cruciais para garantir a segurança hídrica e a proteção da saúde pública. Dessa maneira, a mitigação dos impactos dos pesticidas na água potável pode ser alcançada por meio de um esforço conjunto e contínuo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bombardi, L.M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH/USP, 2019.
2. Ministério da Saúde (MS). **Resolução RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017**. Dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo Paraquate.
3. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 396, 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas.
4. Caldas, S.S. et al. (2019). **Occurrence of pesticides and PPCPs in surface and drinking water in southern Brazil**. Science of the Total Environment, v. 648, p. 727-735, 2019.
5. Gavrilescu, M. **Fate of pesticides in the environment and its bioremediation**. Engineering in Life Sciences, v. 5, n. 6, p. 497-526, 2005.
6. Leme, D.M., Marin-Morales, M.A. **Allium cepa test in environmental monitoring: A review**. Mutation Research/Reviews in Mutation Research, v. 682, n. 1, p. 71-81, 2009.