



XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

AGROTÓXICOS NA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: CORRELAÇÕES E IMPACTOS NO BRASIL

Luan Carlos Octaviano Ferreira Leite¹ ; Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis² & Luciene Pimentel da Silva³

Resumo: Com o avanço econômico e social das nações, os impactos ambientais se intensificam, especialmente na agricultura. Entre os poluentes agrícolas, os agrotóxicos se destacam por seu potencial nocivo ao meio ambiente e à saúde humana. Embora essenciais para a produtividade agrícola, sua presença na água pode causar efeitos adversos à saúde humana. O Brasil, grande produtor agrícola mundial, é também um dos maiores consumidores de agrotóxicos. Este estudo buscou avaliar a correlação entre a concentração dessas substâncias na água para consumo humano com o número de amostras acima do VMP, o montante de agrotóxicos comercializados, o número de intoxicações por agrotóxicos e o número de casos de câncer nas Unidades da Federação brasileiras. Os dados foram obtidos de bases oficiais como IBAMA, SISAGUA e DATASUS, e analisados estatisticamente através do coeficiente de correlação de Spearman. Observou-se correlação significativa entre a concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano e todas as outras variáveis. O estado do Paraná se destacou negativamente em todas as variáveis analisadas, sendo também um dos maiores produtores de soja, cultura intensiva no uso de glifosato. Este composto, apesar de amplamente utilizado, está relacionado a diversos efeitos tóxicos. Os resultados ressaltam a necessidade de vigilância e políticas públicas para mitigar os riscos associados ao uso intensivo de agrotóxicos no Brasil.

Palavras-Chave – Saúde pública; agronegócio; gestão ambiental

Abstract: With the economic and social advancement of nations, environmental impacts are intensifying, especially in agriculture. Among agricultural pollutants, pesticides stand out for their potential to harm the environment and human health. Although essential for agricultural productivity, their presence in water can have adverse effects on human health. Brazil, a major world agricultural producer, is also one of the biggest consumers of pesticides. This study sought to correlate the concentration of these substances in water for human consumption with the number of samples above the MMP, the amount of pesticides sold, the number of poisonings, and cases of cancer by the Federative Unit (UF). The data was obtained from official databases such as IBAMA, SISAGUA, and DATASUS, and analyzed using Spearman's correlation coefficient. There was a significant correlation between the average concentration of pesticides in drinking water and all the other variables. Paraná stood out negatively in all the variables analyzed, as it is also one of the largest producers of soya, a crop that is intensive in the use of glyphosate. Although this compound is widely used, it has been linked to various toxic effects. The results highlight the need for vigilance and public policies to mitigate the risks associated with the intensive use of pesticides in Brazil.

Keywords – Public health; agribusiness; environmental management.

1) Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Maracanã, Rio de Janeiro, (24) 99284-9734, luan_otaviano@hotmail.com

2) Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de São Paulo, Faculdade de Engenharia Civil, (12) 38882-5713, likitgb@gmail.com

3) Programa de Pós Graduação em Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, (21) 99998-0097, pimentel.luciene@pucpr.br

INTRODUÇÃO

À medida que as nações se desenvolvem, os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, se não controlados adequadamente, tendem a se tornarem mais complexos e intensos (Damania et al, 2019). Nesse contexto, a agricultura se destaca como uma das principais atividades potencialmente capazes de comprometer a qualidade dos recursos hídricos. Estima-se que o setor agrícola representa aproximadamente 70% do consumo mundial de água e desempenha importante papel em sua contaminação. Entre os principais poluentes provenientes do setor agrícola estão nutrientes, sais, sedimentos, carbono orgânico, metais pesados, resíduos farmacêuticos e agrotóxicos (FAO, 2017).

Os agrotóxicos, também conhecidos como defensivos agrícolas, podem ser conceituados como substâncias químicas ou biológicas desenvolvidas com o propósito de proteger as culturas agrícolas contra a ação deletéria de organismos considerados nocivos, como ervas daninhas, insetos, fungos e bactérias (Mohamed & Paleologos, 2018). Apesar de terem um papel importante para a manutenção da produtividade agrícola, uma vez que ocorra contaminação hídrica com essas substâncias, podem haver sérias consequências para o meio ambiente e a saúde pública (Parween & Jan, 2019). Estudos demonstraram que a exposição humana a pesticidas pode estar associada ao surgimento de problemas respiratórios, erupções cutâneas, distúrbios neurológicos e cognitivos, distúrbios hormonais, doenças imunológicas e câncer (Taiwo, 2019). Por isso, a contaminação da água com agrotóxicos, principalmente a destinada ao consumo humano, vem se tornando uma questão relevante em escala local, regional e global (Sharma et al., 2019).

O Brasil é reconhecido como um dos principais produtores de alimentos do mundo, ocupando posição de destaque na exportação de commodities como soja, milho, carnes e café (FAO, 2023). Esse protagonismo está associado ao uso intensivo de agrotóxicos, cujo consumo no país também é um dos mais altos do mundo (Leite et al. 2023). Nas últimas duas décadas o país tem vivido uma notável expansão no número de agrotóxicos disponíveis para utilização em seu território, indo de 82 novos produtos registrados no ano de 2000 para 663 produtos em 2024 (MAPA, 2025). Isso reforça a importância de se debater sobre possíveis riscos ambientais e sanitários decorrentes da exposição da população brasileira a essas substâncias. Portanto, a contaminação hídrica por agrotóxicos deve ser um tema central para a saúde pública, o meio ambiente e a sustentabilidade da produção agroalimentar brasileira (Rigotto et al. 2017).

O objetivo do presente estudo é testar, através de uma análise estatística, o argumento de que a concentração de agrotóxicos na água para consumo humano das Unidades da Federação (UFs) brasileiras está relacionada com a comercialização de agrotóxicos, a ocorrência de intoxicações com agrotóxicos e de casos de câncer em seus territórios. Complementarmente, o estudo busca indicar UFs que podem estar sob maior risco e que, portanto, merecem atenção. Espera-se, assim, contribuir para o debate sobre os possíveis impactos sobre a saúde pública e ambiental decorrentes da expansão do consumo dessas substâncias no Brasil e a busca por ferramentas que auxiliem a tomada de decisão e facilitem o processo de planejamento de medidas, projetos e políticas voltados ao assunto.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento metodológico adotado para realização do estudo foi dividido em três etapas, são elas : (i) obtenção das variáveis, (ii) ranqueamento das UFs e (iii) análise de correlação.

OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS

Nessa etapa foram obtidos os dados necessários para construção do conjunto de variáveis analisadas, são elas: Concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano; Número de

Análises com Resultado Acima do Valor Máximo Permitido (VMP); Consumo de Agrotóxicos; Intoxicações com Agrotóxicos e Casos Câncer.

Para obtenção da variável “Concentração Média de Agrotóxicos na Água para Consumo Humano” foram realizadas buscas na base de dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2025a). Foram obtidas na base de dados todas as análises de qualidade da água para consumo humano realizadas em cada uma das 27 UFs brasileiras, entre os anos de 2014 e 2024, para os parâmetros classificados como agrotóxicos. Foram consideradas para a construção dessa variável apenas as análises com resultados quantificados superiores a zero. A partir desses resultados foi calculada a concentração média de agrotóxicos verificada na água para consumo humano em cada UF no período ($\mu\text{g/l}$). É importante destacar que essa variável considerou os agrotóxicos de maneira geral, agregando as concentrações de todos os compostos analisados.

A variável “Número de Análises com Resultado Acima do VMP” foi construída a partir dos mesmos dados que a variável supracitada. Com base nos resultados das análises foi calculado, para cada UF, o número de amostras com concentrações acima do VMP para agrotóxicos estabelecido na Portaria nº 888 de 2021, do Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

Para obtenção da variável “Consumo de Agrotóxicos” foram consultados os boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos, a nível estadual, no Brasil, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (IBAMA, 2025). Foram analisados os boletins anuais de vendas de todas UFs brasileiras, compreendendo o período entre os anos de 2009 e 2023. Assim, foi determinado volume médio de agrotóxicos comercializados (toneladas) em cada UF. Esse valor foi assumido como um indicador do consumo de agrotóxicos de cada UF.

A variável “Número de Intoxicações por Agrotóxicos” foi obtida através do sistema DATA-SUS do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2025b). Foi consultado no sistema o número anual de intoxicações exógenas com agrotóxicos de uso agrícola registrados por UF no período entre os anos de 2007 e 2024. Dessa forma, foi possível calcular o número médio de intoxicações com agrotóxicos registradas por UF no período.

Para obtenção da variável “Casos de Câncer” foi também consultado o sistema DATA-SUS do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2025c). Na base de dados do sistema, buscou-se pelo número de casos de câncer registrados por ano, por UF, no período entre os anos de 2013 e 2024. Foi calculado, então, o número médio de casos de câncer registrados por UF no período. É importante destacar que foram avaliados os casos de câncer registrados por UF de residência do paciente e não por UF do diagnóstico. Essa preferência buscou trazer para análise dados referentes aos casos de câncer que acometem a população residente de uma UF, mesmo que tal população seja diagnosticada em outras UFs.

As variáveis “Número de Intoxicações com Agrotóxicos” e “Casos de Câncer” podem ser afetadas pelo número de habitantes da UF. Ou seja, UFs com mais habitantes podem apresentar maior incidência de casos de câncer e intoxicações em relação à UFs menos populosas, pois agrupam mais pessoas. Contudo, esse maior número de incidências pode, ainda assim, não afetar uma parcela significativa de sua população. Assim, optou-se, por dividir os valores dessas variáveis em cada UF por cada 100 mil habitantes. Dessa forma, espera-se captar melhor a proporção da população que foi acometida por câncer.

RANQUEAMENTO DAS UFS

Foi realizado um procedimento ranqueamento das UFs com o objetivo de traduzir os resultados obtidos com as variáveis em informações úteis para orientar a tomada de decisão sobre intervenções voltadas ao controle dos riscos decorrentes da contaminação hídrica por agrotóxicos. Para isso, as UFs foram ordenadas de forma decrescente de acordo com os seus resultados em cada variável analisada. Em seguida, foram identificadas as cinco UFs com os maiores valores em cada uma delas. A partir disso, contabilizou-se a frequência com que cada UF apareceu entre os cinco primeiros colocados, sendo as mais recorrentes indicadas como prioritárias para futuras ações de intervenção.

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

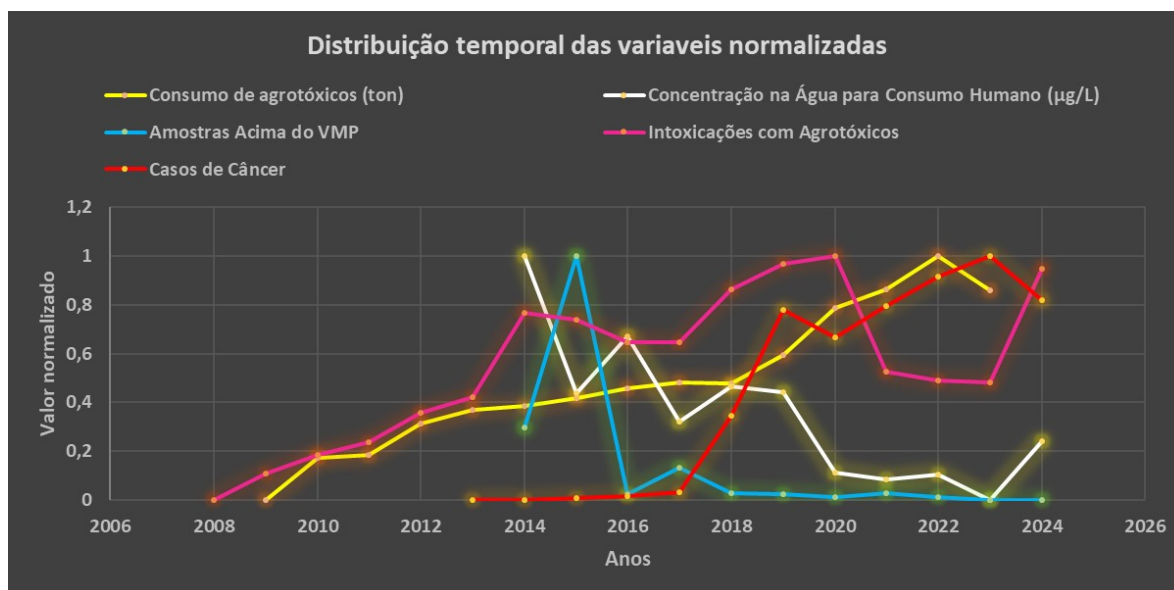
A correlação entre as variáveis analisadas foi avaliada através do Coeficiente de Correlação de Spearman a um nível de significância de 5% ($p=0,05$) (Aggarwal; Ranganathan, 2016) através do software Statistica (Statsoft Inc, 2011). Nos casos onde foi verificada correlação significativa, foi possível inferir, com base no valor de r , a força da correlação entre os resultados obtidos nos diferentes grupos em uma escala de -1 a +1 (Akoglu, 2018).

Para a realização do teste foi definida a hipótese nula (H_0) de que não há correlação significativa entre as concentrações médias de agrotóxicos na água para consumo humano e o número de amostras acima do VMP, o consumo de agrotóxicos, a média de casos de intoxicações e a média de casos de câncer diagnosticados nas UFs brasileiras. Como hipótese alternativa (H_1), definiu-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre os valores médios de Comercialização de Agrotóxicos e pelo menos uma demais variáveis consideradas no estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é possível visualizar o comportamento das variáveis analisadas ao longo dos períodos analisados para cada uma delas.

Figura 1 – Avanço temporal dos valores normalizados das variáveis comercialização de agrotóxicos, amostras acima do VMP, casos de câncer, casos de intoxicações com agrotóxicos e concentração média de agrotóxico na água para consumo humano no Brasil ao longo dos períodos com dados disponíveis.



No período entre 2009 e 2023, foram comercializadas no território brasileiro 7.117.040 toneladas de agrotóxicos. O volume anual comercializado demonstrou um aumento praticamente contínuo ao longo do tempo, indo de 206.948 toneladas em 2009 para 675.336 toneladas em 2023. Isso representa um crescimento de aproximadamente 226% (ou 468.387 toneladas) em um período de 14 anos. O ano com o maior volume de agrotóxicos comercializado foi 2022 com 750.915 toneladas. As cinco UFs com maior comercialização média de agrotóxicos nesse período foram, respectivamente: Mato Grosso (95.853 toneladas); São Paulo (75.871 toneladas); Paraná (55.553 toneladas); Rio Grande do Sul (54.049 toneladas); e Goiás (42.317 toneladas). Juntas, tais UFs foram responsáveis por 68% do volume de agrotóxicos comercializados no território brasileiro entre 2009 e 2023.

Foram disponibilizadas na base de dados do SISAGUA um total de 641.044 análises de qualidade da água de consumo humano para agrotóxicos período entre 2014 e 2024. Desse total de análises, 566.219 (88%) demonstraram resultados quantificados superiores a zero. Com base nos resultados das análises verificou-se que a concentração média nacional de agrotóxicos se reduziu ao longo do período, indo de 7,4 ug/L em 2014 para 4,06 ug em 2024. Isso, porém, não é suficiente para afirmar que a concentração tenha se reduzido em todas as UFs visto que representa a média nacional e algumas UFs possuem valores outliers que podem ter afetado as medias obtidas. As cinco UFs com as maiores concentrações médias foram: Mato Grosso (13,39 ug/L); Paraná (12 ug/L); Minas Gerais (9,05 ug/L), Santa Catarina (8,95 ug/L) e Tocantins (8,44 ug/L). Juntas, tais UFs foram responsáveis por 46% do total das concentrações de todas as UF juntas. As UFs Piauí, Distrito Federal, Paraíba e Amazonas, por sua vez, apresentaram concentrações médias inferiores a 1 ug/L.

Do total de análises de qualidade da água para consumo humano para agrotóxicos no período entre 2014 e 2024, um total de 2.956 apresentaram resultados acima do VMP estabelecido pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021). Esse montante representa 0,5% do total de análises realizadas com resultados quantificados superiores a zero. Das 27 UFs, 13 não apresentaram nenhuma amostra acima do VMP enquanto 14 apresentaram pelo menos duas amostras acima do VMP. A Bahia foi a UF com o maior número de análises desse tipo, sendo responsável por 79% (2.337 amostras) das amostras acima do VMP. Esse resultado para a UF pode estar atribuído a um momento específico nos anos de 2014 e 2015 onde foram registradas, respectivamente, 547 e 1.786 amostras acima do VMP. Essa situação pode ser considerada um outlier que acabou por inflar a média obtida na UF. Nenhuma das demais UF obteve, em nenhum dos outros anos considerados, um número superior a 215 amostras acima do VMP. As demais UFs com registros foram, respectivamente: Minas Gerais (364); São Paulo (102); Paraná (38); Goiás (25); Santa Catarina (18); Mato Grosso do Sul (17); Sergipe (16); Rio Grande do Sul (12); Ceará (11); Mato Grosso (6); Rio de Janeiro (5); Espírito Santo (3); Tocantins (2).

Foram registrados no período entre 2013 e 2024 um total de 9.632.542 casos de câncer no Brasil, conforme os dados obtidos no sistema DATASUS. O número de casos apresentou crescimento ao longo desse período, indo de 180.603 em 2013 para 584.998 em 2024. O ano com mais casos diagnosticados foi 2023, com 673.989 casos, no ano de 2024 houve uma redução para um valor abaixo do registrado em 2022. Durante o período analisado verificou-se que as cinco UFs com maior incidência média de casos de câncer por 100 mil habitantes foram: Rio Grande do Sul (353 casos); Rio Grande do Norte (329 casos); Santa Catarina (314 casos); Paraná (287 casos) e Espírito Santo (251 casos).

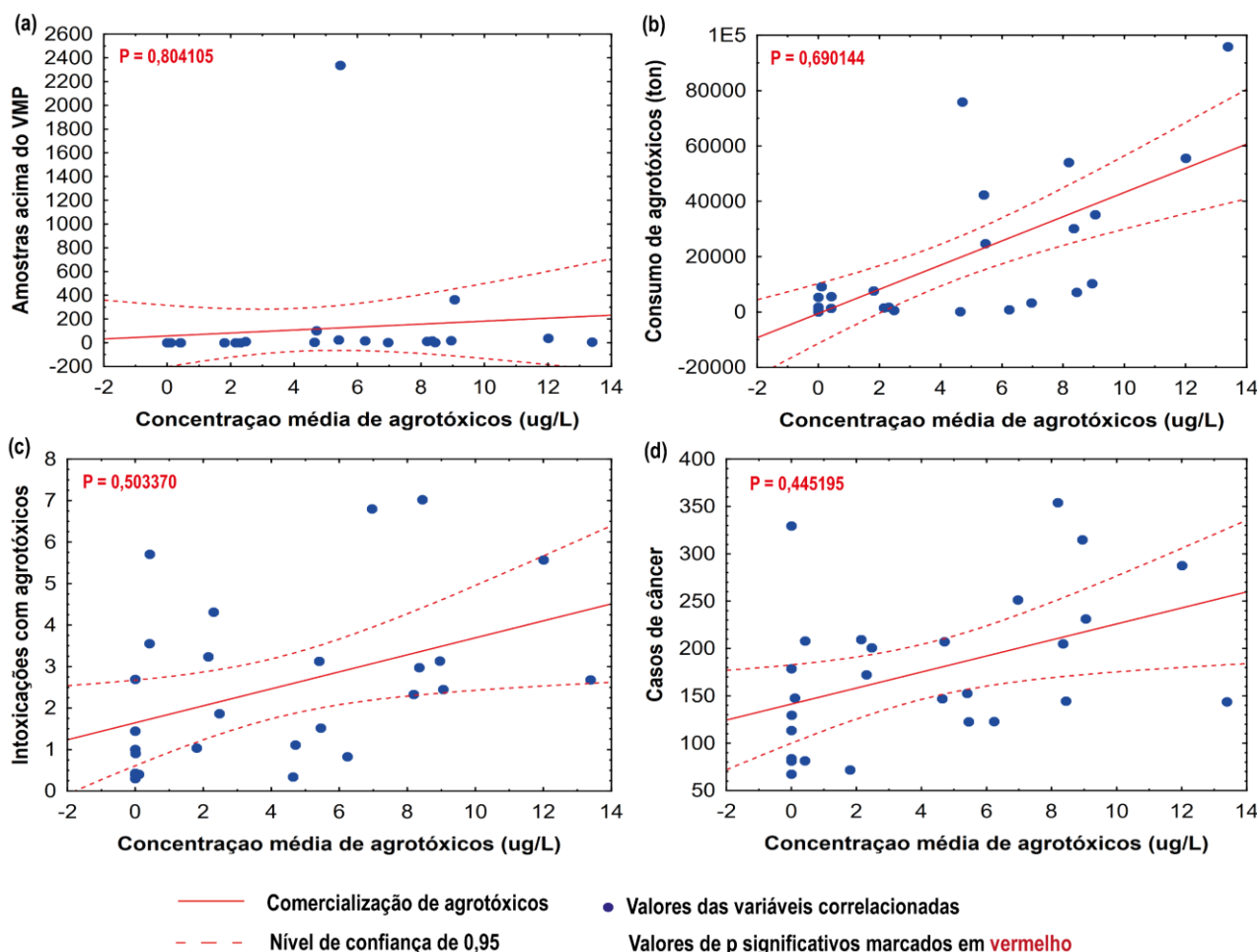
No período entre os anos de 2008 e 2024 foram registrados 74.587 casos de intoxicações exógenas por agrotóxicos de uso agrícola no Brasil. O total anual de intoxicações cresceu de 2.097 casos em 2008 para 5.661 casos em 2024, um crescimento de 3.564 casos. O ano em que mais foram

registradas intoxicações foi 2020, com 5.862 casos. As cinco UF's as maiores incidências médias de casos de intoxicações por cada 100 mil habitantes foram: Tocantins (7,02 casos); Espírito Santo (6,80 casos); Rondônia (5,71 casos); Paraná (5,57 casos) e Pernambuco (4,31 casos). Por sua vez, as UF's Piauí, Sergipe, Amazonas, Maranhão, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e Amapá apresentaram menor de 1 caso de intoxicação para cada 100 mil habitantes.

A partir do ranqueamento das UF's conforme sua recorrência entre os cinco maiores valores de cada variável analisada, chagou-se a um total de 13 UF's inseridas entre os cinco maiores valores de pelo menos uma das variáveis. São elas: Paraná (5); Mato Grosso (2); São Paulo (2); Rio Grande do Sul (2); Goiás (2); Minas Gerais (2); Santa Catarina (2); Tocantins (2); Espírito Santo (2); Bahia (1); Rondônia (1); Pernambuco (1) e Rio Grande do Norte (1). É importante destacar, portanto, o estado do Paraná, que está no top 5 cinco de todas as variáveis consideradas no trabalho.

Foi verificada correlação estatisticamente significativa entre a concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano e todas as demais variáveis analisadas (Figura 2). Portanto, o resultado na análise de correlação levou à rejeição de H_0 .

Figura 2 – Gráfico de dispersão da (a) número de amostras acima do VMP, da (b) consumo de agrotóxicos, (c) intoxicações com agrotóxicos e (d) casos de câncer em relação à concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano.



Todas as correlações estatisticamente significativas verificadas foram positivas, dessa forma, a medida que a concentração de agrotóxicos na água de uma UF aumenta, todas as variáveis correlacionadas estarão aumentando ao mesmo tempo. Com base nos valores de p, a correlação mais

forte foi verificada com o número de amostras acima do VMP, a segunda com o consumo de agrotóxicos, a terceira com o número de intoxicações com agrotóxicos e a quarta com o número de casos de câncer.

Tais resultados permitem afirmar que as concentrações de agrotóxicos verificadas na água para consumo humano das UF's brasileiras pode ser um reflexo do consumo de agrotóxicos em seu território. Ao mesmo tempo, é possível inferir que a concentração de agrotóxicos na água dessas UF's, principalmente acima do limite considerado seguro pelo Ministério da Saúde, pode estar contribuindo, em algum nível, para a maior incidência de intoxicações por agrotóxicos e casos de câncer em seus territórios.

É importante destacar a situação do estado Paraná. O estado vigora entre as cinco UF's com os piores valores obtidos para todas as variáveis analisadas, tendo apresentado, inclusive, a segunda maior concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano. No contexto agrícola nacional, o Paraná é o segundo maior estado produtor de soja do Brasil ficando atrás apenas do Mato Grosso. A soja foi responsável por 58% do valor de toda produção agrícola paranaense no ano de 2023, com um total de 51.315.618 R\$ produzidos (IBGE, 2025).

Nos cultivos de soja, em especial no caso da soja transgênica, o ingrediente ativo Glifosato, agrotóxico mais comercializado no Brasil e no mundo, é o principal produto utilizado na defesa vegetal (Almeida et al. 2017; Dias et al., 2019). Apesar de ser considerado seguro por alguns grupos, estudo têm demonstrado que esse produto é capaz de causar efeitos neutotóxicos em camundongos, mesmo em concentrações permitidas pelas autoridades reguladoras da qualidade da água para consumo humano. A desregulação endócrina em humanos também está associada à exposição generalizada e contínua ao Glifosato (Geier & Geier, 2023). Além disso, a contaminação hídrica com esse composto pode estar relacionada ao aumento da ocorrência de doenças como câncer de mama, comprometimento do tecido placentário, apoptose e necrose, bem como danos ao fígado e aos rins (Meftaul et al., 2020). Apesar disso, importante destacar que grande parte dos agrotóxicos consumidos no Brasil e no mundo, mesmo que em quantidades muito inferiores ao Glifosato, também estão relacionados a problemas de saúde (Lopes & Albuquerque, 2018; Ji et al., 2020; Lee & Choi, 2020).

A correlação estatisticamente significativa encontrada entre a concentração média de agrotóxicos na água, o número de amostras acima do VMP, a ocorrência de intoxicações e casos de câncer pode ser encarada como uma confirmação do risco ao qual a população brasileira pode estar exposta. Levando em consideração todos os riscos discutidos no presente trabalho, seja ambiental ou sanitário, é importante que medidas sejam tomadas no território brasileiro para controlar e gerenciar seus possíveis efeitos negativos. Tendo em vista que o foco do trabalho é a contaminação da água para consumo humano, sugere-se que intervenções voltadas à esse contexto deem um enfoque maior nas UF's indicadas no processo de ranqueamento e, principalmente no estado do Paraná.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil, país com significativa participação no setor agrícola mundial, vive nas últimas décadas um processo de expansão do uso de agrotóxicos e de magnificação dos riscos causados por essas substâncias. Junto ao aumento do consumo de agrotóxicos, foi possível observar o aumento no número de intoxicações com agrotóxicos e de casos de câncer.

Os resultados obtidos com o teste de correlação permitiram confirmar a hipótese de que a concentração média de agrotóxicos na água para consumo humano nas UF's brasileiras está correlacionada positivamente com o número de amostras acima do VMP, com o volume médio de agrotóxico comercializado, com o número médio de intoxicações com agrotóxicos e com o número

de casos de câncer. Esse resultado corrobora com o argumento de que o abastecimento da população brasileira com água contaminada por agrotóxicos pode estar contribuindo, em algum nível, para sua intoxicação, seja aguda ou crônica, levando à ocorrência de problemas de saúde como o surgimento de câncer.

As UF's sob maior risco, conforme processo de ranqueamento, foram Paraná, Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, Tocantins, Espírito Santo, Bahia, Rondônia, Pernambuco e Rio Grande do Norte. O Paraná apresentou um dos cinco maiores valores para todas as variáveis analisadas e, por isso, foi indicado no presente trabalho como a UF de maior risco. A UF se destaca na produção de soja, cultivo associado ao uso de agrotóxicos como o glifosato, composto amplamente utilizado e, apesar de algumas controvérsias, associado a diversos problemas de saúde para seres humanos e animais. Desta forma, fica como sugestão a priorização dessas regiões para a adoção de ações e políticas para controlar a contaminação hídrica com agrotóxicos no território dessas UF's e gerenciar da melhor maneira possível seus impactos negativos.

AGRADECIMENTOS - À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de doutorado sob o processo nº 88887.683678/2022-00 e ao CNPq Processo no. 423.287/2021-4, que foram imprescindíveis para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, R.; RANGANATHAN, P. (2019). “*Common pitfalls in statistical analysis: the use of correlations techniques*”. Perspectives in Clinical Research, 7, p. 187-190, DOI: 10.4103/2229-3485.192046.
- AKOGLU, H. (2018). “*User’s guide to correlation coefficients*”. Turkish Journal of Emergency Medicine, 18, 91-93. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>>. Acesso em: 1 maio 2025.
- ALMEIDA, V.E.S., FRIEDRICH, K., TYGEL, A. F., MELGAREJO, L., CARNEIRO, F.F. (2017). “*Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards*”. Ciência e Saúde Coletiva, 22, 10, 3333-3339, DOI: 10.1590/1413- 812320172210.17112017.
- BRASIL. Ministério da Saúde (2021). “*Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021*”. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 maio 2021. Disponível em: Biblioteca Virtual em Saúde. Acesso em: 20 maio 2025.
- CARNEIRO, F. F. et al. (2015). “*Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*”. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.
- DAMANIA, R., DESBUREAUX, S., RODELLA, A., RUSS, J., ZAVERI, E. (2019). “*Quality unknown: the invisible water crisis*”. World Bank Group. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32245>>. Acesso em: 15 maio 2025.
- DIAS, M., ROCHA, R., SOARES, R.R. (2019). “*Glyphosate use in agriculture and birth outcomes of surrounding populations*”. IZA Institute of Labor Economics: Germany.
- GEIER, D.A., GEIER, M.R. (2023). “*Urine glyphosate exposure and serum sex hormone disruption within the 2013–2014 National Health and Nutrition Examination (NHANES)*”. Chemosphere, 316, 137796, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.137796.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2025). “*Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes*”. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pr>>. Acesso em: 20 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA (2025). “*Boletins Anuais de Produção, Importação, Exportação e Vendas de Agrotóxicos no Brasil*”. Brasília: IBAMA. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao>>. Acesso em: 20 mai. 2025.

JI, C., SONG, Q., CHEN, Y., ZHOU, Z., WANG, P., LIU, J., SUN, Z., ZHAO, M. (2020). “*The Potential Endocrine Disruption of Pesticide Transformation Products (TPs): The Blind Spot of Pesticide Risk Assessment*”. *Environment International*, 137, 105490, DOI: 10.1016/j.envint.2020.105490.

LEE, G. H., CHO, I.K.C. (2020). “*Adverse Effects of Pesticides on the Functions of Immune System*”. *Comparative Biochemistry and Physiology Part – C: Toxicology and Pharmacology*, 235, 108789, DOI: 10.1016/j.cbpc.2020.108789.

LOPES, C.V.A., ALBUQUERQUE, C.S.G. (2018). “*Pesticides and their impacts on human and environmental health: a systematic review*”. *Health in Debate*, 42, 117, 518–534, DOI: 10.1590/0103-1104201811714.

MEFTAUL, I.M., VENKATESWARLU, K., DHARMARAJAN, R., ANNAMALAI, P., MEGHARAJ, M. (2020). “*Pesticides in the urban environment: a potential threat that knocks at the door*”. *Science of the Total Environment*, 711, 134612, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134612.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2025a). Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. “*Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SISAGUA: dados de controle semestral de agrotóxicos*”. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://sisagua.saude.gov.br>>. Acesso em: 1 maio 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2025b). Departamento de Informática do SUS – DATASUS. “*Notificações de intoxicações exógenas por agrotóxicos de uso agrícola – Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)*”. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br>>. Acesso em: 1 maio 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (2025c). Departamento de Informática do SUS – DATASUS. “*Casos de câncer por município – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)*”. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível em: <https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 1 maio 2025.

MOHAMED, A.O., PALEOLOGOS, E.K. (2018). *Sources and Characteristics of Wastes*. In: MOHAMED, A.M.O., PALEOLOGOS, E.K., RODRIGUES, V.G.S. & SINGH, D.N. (2018). “*Fundamentals of Geoenvironmental Engineering: Understanding Soil, Water, and Pollutant Interaction and Transport*. ButterworthHeineman”, Elsevier. 708p., (pp. 43–62).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. “*The State of Food and Agriculture*” 2023. Roma: FAO, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO (2017). “*Water pollution from agriculture: a global review*”. FAO, Roma. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i7754e/i7754e.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2025.

PARWEEN, T., JAN, S. (2019). *Pesticides and Environmental Ecology*. In: PARWEEN, T.; JAN, S. “*Ecophysiology of Pesticides*”, 1–38, Academic Press.



RIGOTTO, R. M. et al. (2017). “*Uso de agrotóxicos, saúde e ambiente: uma revisão sistemática de literatura*”. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22,10, p. 3281–3293.

SHARMA, A. ET AL. (2019). “*Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem*”. *SN Applied Sciences*. 1,1446, DOI: 10.1007/s42452-019- 1485-1.

STATSOFT INC (2011). *Statistica: versão 10*. Statsoft Inc, Tusla, Oklahoma.

TAIWO, A.M. (2019). “*A Review of Environmental and Health Effects of Organochlorine Pesticide Residues in Africa*”. *Chemosphere*, 1126– 1140, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.01.001.