

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

Metais e pesticidas no cultivo de tabaco: uma análise bibliométrica

Robert William Florentino¹; Heloise Garcia Knapik²

Abstract: Brazil stands out as the world's largest consumer of pesticides. The application of pesticides and fertilizers can contribute to the contamination of soil and water resources in agricultural areas, potentially affecting living organisms and harming their health and quality of life. In this context, this study aimed to conduct a bibliographic survey to identify studies that evaluated pesticides and metals in different matrices, related to tobacco cultivation. The Scopus database was used for this study, considering the period from 2000 to 2025, using the following keywords: metals, pesticides, tobacco, soil, water and sediments. For the data obtained through the research, 233 documents related to pesticides in tobacco cultivation were found, while the search for metals resulted in 613 documents. China, United States, and India were the countries that published the most on this topic during the specified period. The results revealed an increase in the number of documents published in recent years regarding metals and pesticides in tobacco cultivation, with a particular emphasis on the greater number of documents on metals. Based on the results of this bibliometric survey, it was possible to observe the correlation between pesticides and metals and tobacco cultivation, which have a strong relationship as a cause of contamination of natural resources and are harmful to human and animal health. Therefore, studies are needed for tobacco cultivation to identify more sustainable practices that seek to avoid environmental and social problems.

Keywords: pesticides; contamination.

Resumo: O Brasil se destaca como o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. A aplicação de agrotóxicos e fertilizantes pode contribuir na contaminação do solo e dos recursos hídricos em locais de agricultura, podendo contaminar os seres vivos, prejudicando a saúde e a qualidade de vida. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico para identificar estudos que avaliaram pesticidas e metais em diferentes matrizes, relacionado ao cultivo de tabaco. Na realização deste trabalho utilizou-se a base de dados do *Scopus*, considerando o período de 2000 até 2025, utilizando as seguintes palavras-chave: metais, pesticidas, tabaco, solo, água e sedimentos. Para os dados obtidos através dessa pesquisa, foram encontrados 233 documentos relacionados aos pesticidas no cultivo de tabaco, já a busca para os metais resultou em 613 documentos. China, Estados Unidos e Índia foram os países que mais publicaram documentos relacionados a esse tema durante o período estabelecido. A busca evidenciou aumento na quantidade de documentos publicados nos últimos anos referente aos metais e pesticidas no cultivo de tabaco, com destaque principalmente para a maior quantidade de documentos sobre metais. A partir dos resultados desse levantamento bibliométrico foi possível observar a correlação dos pesticidas e metais com o cultivo de tabaco, tendo uma grande relação como causa de contaminação dos recursos naturais e sendo prejudicial à saúde humana e animal. Portanto, para a cultura de tabaco são necessários estudos que identifiquem práticas mais sustentáveis, que busquem evitar problemas ambientais e sociais.

Palavras-Chave – agrotóxicos, contaminação.

1) Doutorando – PPGERHA/UFPR, Curitiba/PR, robertwilliam@ufpr.br

2) Professora – DHS/PPGERHA/UFPR, Curitiba/PR – heloise.dhs@ufpr.br

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o maior consumidor de agrotóxicos globalmente, com um aumento de 45,1% no consumo entre 2013 e 2021. No ano de 2020, foram utilizadas aproximadamente 685 mil toneladas de agrotóxicos, representando 25% do consumo mundial (ABRASCO, 2023).

O uso de agrotóxicos pode provocar uma série de problemas de saúde, especialmente entre os agricultores que, muitas vezes, não fazem uso adequado de equipamentos de proteção. Entre as principais doenças associadas à exposição aos agrotóxicos estão os problemas respiratórios, dores de cabeça, doenças de pele e câncer. Os agrotóxicos podem chegar ao interior do corpo humano através da inalação, ingestão e contato com a pele (Kumar *et al.*, 2024).

Diante disso, temos o cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*), que é favorável a infestação por diversas pragas e doenças. Portanto, para realizar o controle são utilizados diferentes tipos de pesticidas para manter a qualidade do produto (Cornwall *et al.*, 1995).

Nesse sentido, a aplicação de agrotóxicos e fertilizantes podem contribuir na contaminação do solo e dos recursos hídricos em locais de agricultura, podendo contaminar os seres vivos, prejudicando a saúde e a qualidade de vida. O solo e a água quando poluídos por metais e pesticidas causam sério problema ambiental, podendo prejudicar o desenvolvimento sustentável (Mai *et al.*, 2025).

Além disso, a alteração nas mudanças climáticas pode influenciar na eficácia dos pesticidas, a partir da variação dos parâmetros climáticos, as pragas e doenças podem evoluir, e elevadas precipitações na ocorrência de eventos extremos podem carregar os pesticidas, diminuindo a sua eficiência. Portanto, pode ser necessário maior frequência de aplicação desses agroquímicos, além de doses mais elevadas, resultando em aumento desses contaminantes no meio ambiente (Deulcour *et al.*, 2015).

Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico para identificar estudos que avaliaram pesticidas e metais em diferentes matrizes, relacionado ao cultivo de tabaco. Essa revisão se torna necessária para identificar possíveis lacunas relacionadas a essa temática.

METODOLOGIA

Na realização deste trabalho utilizou-se a base de dados do *Scopus*, gerenciado pela editora Elsevier. A coleta de dados foi realizada em maio de 2025, a busca utilizou o sistema de operação booleano “AND” e “OR”, e utilizou-se as seguintes palavras-chave: tabaco, pesticidas, metais, solo, água e sedimentos. Foram realizadas as seguintes combinações de pesquisa: “Tabaco” AND “pesticidas” e “Tabaco” AND “metais”, juntamente com palavras relacionadas a matrizes ambientais, como: “solo” OR “água” OR “sedimentos”. Para essa busca foram selecionados documentos de 2000 até maio de 2025.

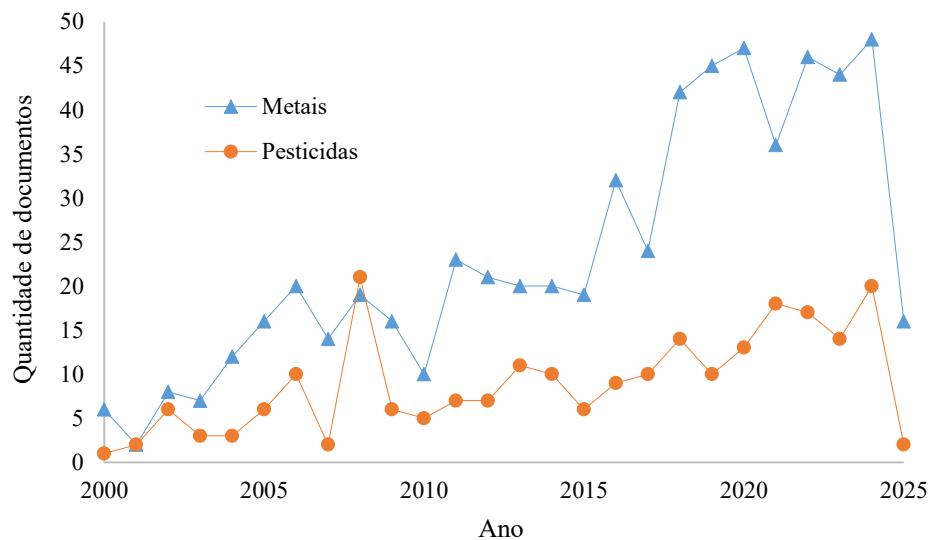
Para a análise foi utilizado o software *Vosviewer*, ferramenta que permite realizar a criação de redes de palavras-chave a partir de uma base de dados, verificando um conjunto de dados e avaliando a correlação das palavras (Eck e Waltman, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados obtidos através da pesquisa, foram encontrados duzentos e trinta e três documentos relacionados aos pesticidas no cultivo de tabaco, já a busca para os metais resultou em seiscentos e treze documentos.

A Figura 1 apresenta a quantidade de documentos publicados sobre metais e pesticidas relacionados ao cultivo de tabaco do ano de 2000 até 2025.

Figura 1 – Quantidade de documentos publicados sobre metais e pesticidas (2000-2025*)

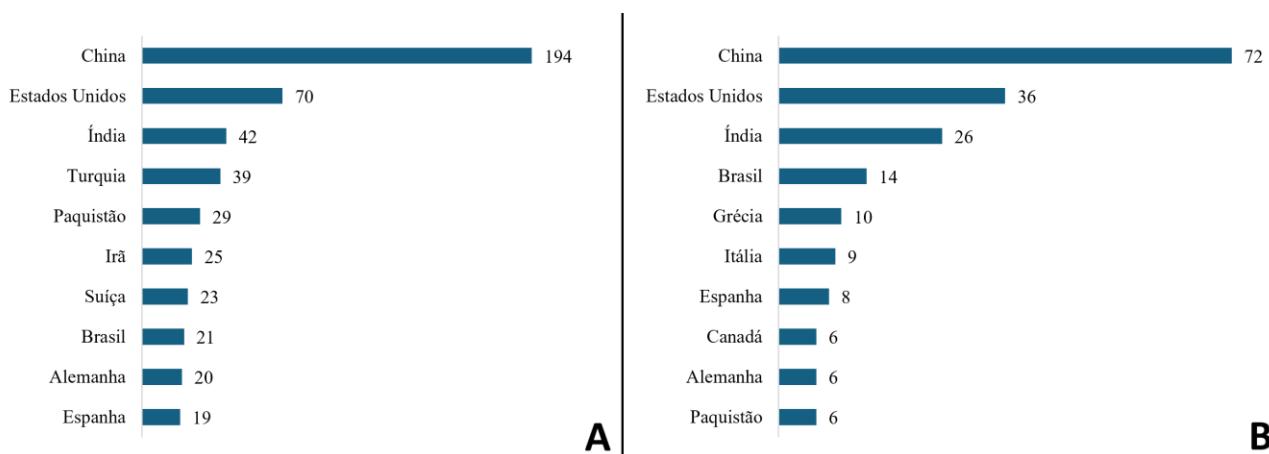


* A queda no gráfico referente ao ano de 2025 resulta na coleta de dados somente até o mês de maio.

A partir da Figura 1 foi possível observar uma crescente na publicação de artigos relacionados a metais e pesticidas no cultivo de tabaco, com maior destaque para publicações sobre os metais, apenas no ano de 2008 ocorreu maior quantidade de documentos publicados sobre os pesticidas. Isso provavelmente está relacionado ao fato de que a partir da definição dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), ocorreu grande crescimento em estudos relacionados ao cultivo de tabaco, devido a cultura estar relacionada a alguns dos objetivos estabelecidos para a Agenda 2030 (Ali *et al.*, 2023).

A Figura 2 apresenta a quantidade de documentos publicados pelos dez países com maiores quantidades de publicações de 2000 até 2025, para os metais (Figura 2A) e pesticidas (Figura 3B) relacionados ao cultivo de tabaco.

Figura 2 – Quantidade de documentos publicados por países



A China se destaca com a maior quantidade de documentos publicados durante esse período, que pode ser justificado devido ao país ser o maior produtor de tabaco do mundo (FAOSTAT, 2023). Adicionalmente, na Figura 3, em que é apresentada uma análise da ocorrência das palavra-chave, é possível observar maiores correlações, sendo a China o único país dentre as palavras, justificando a grande quantidade de publicações realizadas.

O Estados Unidos e Índia vem na sequência em segundo e terceiro lugar, respectivamente, já o Brasil apresenta como oitavo em relação aos metais (Figura 2A) e em quarto com maiores quantidade de publicações para os pesticidas (Figura 2B).

A Figura 3 apresenta a análise de ocorrência das palavras-chave obtidas através da análise bibliométrica da base de dados do Scopus para os metais (Figura 1A) e pesticidas (Figura 1B) sob cultivo de tabaco.

O cluster em vermelho da Figura 3A apresenta a relação de alguns metais como, arsênio, níquel, mercúrio, manganês, zinco com o risco a saúde humana, a exposição a esses metais pode ser através dos cigarros e da ocupação, principalmente os agricultores. Alguns metais, como: chumbo (Pb), arsênio (As) e mercúrio (Hg), são tóxicos para flora e fauna mesmo em baixas concentrações, podendo se acumular no organismo dos seres vivos (Mohan e Singh, 2002). Em virtude à toxicidade, os metais podem causar sérios problemas à saúde, como danos renais e hepáticos, câncer, problemas na pele, dentre outros (Zhang *et al.*, 2023).

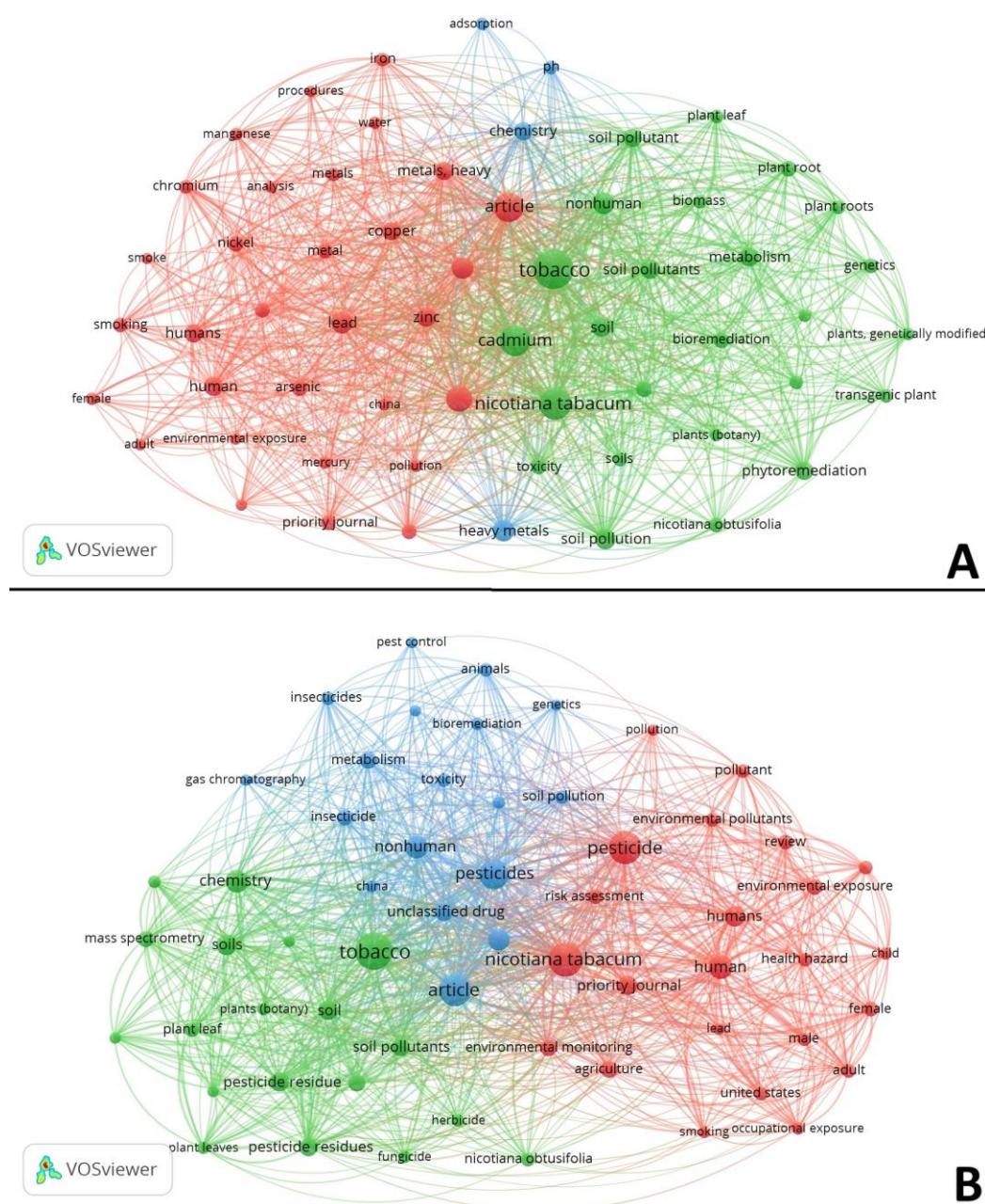
Apesar dos problemas ambientais e a saúde humana gerados por essa cultura, muitos agricultores continuam realizando o cultivo de tabaco, principalmente por não ter outras opções de cultivo que gere uma rende adequada (Ali *et al.*, 2023).

O cluster em verde indica maior relação do tabaco como uma opção para a fitorremediação, devido a essa planta reter muitos metais. Além de relacionar a contaminação do solo pelos metais, causando toxicidade para o meio ambiente.

Os metais estão presentes no solo, água e ar, devido às atividades naturais e antropogênicas, sendo as principais fontes, agricultura, mineração, agroquímicos e indústria. A partir disso, podem ser encontrados nos seres vivos através de inalação ou ingestão (Zaimee *et al.*, 2021; Alengebawy *et al.*, 2021).

Para o cluster em azul a relação das palavras pode indicar que as propriedades químicas do solo interferem diretamente na disponibilidade e mobilidade de metais, podendo contribuir no aumento da contaminação.

Figura 3 – Rede de palavras-chave relacionado a presença de pesticidas e metais no cultivo de Tabaco



Na Figura 3B, observa-se que no cluster em vermelho ocorre a maior relação entre os pesticidas e tabaco o risco a saúde humana devido a exposição. A exposição dos humanos aos pesticidas se dá pela água, alimentos e ar. Podendo ingressar no corpo humano através da inalação, ingestão ou em contato com a pele (Sharma et al., 2020). O risco à saúde humana depende de diversos fatores, como, por exemplo, intensidade da exposição, classe de risco toxicológico do pesticida e a vulnerabilidade da população (Delgado e Paumgartten, 2004).

Já para o cluster em azul ocorre maior correlação entre a palavra pesticidas e a relação com a toxicidade em organismos não humanos, como animais. O cluster verde, apresenta maior correlação entre as palavras relacionadas as plantas, abrangendo os diversos grupos de pesticidas, como fungicidas e herbicidas. A utilização de pesticidas na agricultura interfere até em locais que não utilizam os agrotóxicos, devido ao transporte desse resíduo através do solo, água e ar (Estévez *et al.*, 2008).

Relacionado a contaminação por metais e pesticidas sob o cultivo de tabaco, ocorre escassez de estudos que relacionam esses contaminantes a outros parâmetros que influenciam na qualidade da água e que identifiquem possíveis rotas de contaminação nessa cultura. Além disso, não foram identificados estudos que relacionem metais e pesticidas na mesma pesquisa.

Roy e Mostafa (2025) determinaram os parâmetros físico-químicos e metais em lagoas que sofrem influência do cultivo de tabaco, e encontraram em seus resultados que a cultura diminuiu a qualidade da água superficial. Os autores afirmaram que o excesso de aplicação de fertilizantes e agrotóxicos contribuem na contaminação da água superficial, e que a longo prazo pode influenciar na sustentabilidade hídrica.

Salam *et al.* (2021) realizaram análises de solo durante o cultivo de tabaco, em seus resultados encontraram crescente nas concentrações de metais pesados no solo, dentre eles o manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobalto (Co), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb). Segundo os autores, os metais pesados estão relacionados aos fertilizantes, pesticidas e inseticidas aplicados no cultivo. A partir dessa determinação, pode-se dizer que os metais presentes no solo podem ser transportados aos cursos d'água através do escoamento superficial.

Já em relação aos pesticidas, em estudo realizado por Taufeeq *et al.* (2021) avaliando área com cultivo de tabaco, verificaram altos valores de pesticidas no curso d'água superficial, com maiores valores na coluna de água do que nos sedimentos. Segundo os autores, esse contaminante pode causar diversos problemas de saúde aos seres vivos que utilizam essa água para higiene e consumo.

No estudo realizado por Bortoluzzi *et al.* (2006), os autores mencionaram sobre o papel do escoamento superficial no transporte de poluentes, em seus resultados, encontraram que os locais de cultivo de tabaco próximos aos cursos d'água apresentaram maiores quantidades de pesticidas em relação a locais com floresta nativa rodeando os cursos de água, ou seja, maior mata ciliar.

Desta forma, a determinação dos metais e pesticidas presentes no solo e na água e suas respectivas concentrações, pode contribuir para verificar se a área necessita de uma intervenção que busque remover esses poluentes do meio (Wuana e Okieimen, 2011).

Nesse contexto, monitorar a presença e o transporte dos metais e pesticidas nos cursos d'água e no solo é de grande importância para buscar alternativas que reduzam a quantidade desses poluentes no meio, prevenindo principalmente a exposição aos seres vivos (Jaishankar *et al.*, 2014).

A partir dessa revisão, nota-se que são necessário novos estudos que identifiquem pesticidas e metais em conjunto no cultivo de tabaco, verificando principalmente a sua influência na qualidade da água dos recursos hídricos, além de buscar entender a dinâmica do transporte desses contaminantes nessas áreas de cultivo.

CONCLUSÕES

O levantamento bibliográfico aqui apresentado evidenciou um aumento na quantidade de documentos publicados nos últimos anos referente aos metais e pesticidas no cultivo de tabaco, com

destaque principalmente para a maior quantidade de documentos sobre o monitoramento e transporte de metais. A China se destaca como o país que mais desenvolveu pesquisas relacionadas a esse tema, seguida por Estados Unidos e Índia.

A partir dos resultados desse levantamento bibliométrico é possível verificar a correlação dos pesticidas e metais com o cultivo de tabaco, tendo uma grande relação como causa de contaminação dos recursos naturais e sendo prejudicial à saúde humana e animal. Portanto, para a cultura de tabaco são necessários estudos que identifiquem práticas mais sustentáveis, buscando evitar problemas ambientais e sociais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de doutorado concedida.

REFERÊNCIAS

- ABRASCO, “*Associação Brasileira de Saúde Coletiva*”. 2024. Disponível em: https://abrasco.org.br/wp-content/uploads/2023/12/Nota-Tecnica-Agrotoxicos-exposicao-humana-dano-a-saude-reprodutiva-e-vigilancia-da-saude_04.2.pdf.
- ALEGEBAWY, A.; ABDELKHALEK, S. T.; QURESHI, S. R.; WANG, M. (2021). “*Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications*”. *Toxics*, 9, (3).
- ALI, S. Y. SHAHRIER, M.; KAFY, A.; ARA, I.; JAVED, A.; FATTAH, M. A.; RAHAMAN, Z. A.; TRIPURA, K. (2023). “*Environmental impact assessment of tobacco farming in northern Bangladesh*”. *Heliyon*, 9 (3).
- BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B, R.; ZANELLA, R.; COPETTI, A. C. C. (2016). “*Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS*”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (4), pp. 881-887.
- CORNWALL, J. E.; FORD, M. L.; LIYANAGE, T. S.; DAW, D. W. K. (1995). “*Risk assessment and health effects of pesticides used in tobacco farming in Malaysia*”. *Health Policy and Planning*, 10 (4), pp. 431-437.
- DELGADO I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. (2004). “*Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Município de Paty do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil*”. *Cadernos de Saúde Pública*, 20 (1).
- DEULCOUR, I.; SPANOGHE, P.; UYTENDAELE, M. (2015). “*Literature review: Impact of climate change on pesticide use*”. *Food Research International*, 68, pp. 7-15.
- ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. (2009). “*Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping*”. *Scientometrics* 84, pp. 523-538.
- ESTÉVEZ, M. A.; EUGENIO, L. P.; CARBALLO, E. M.; GÁNDARA, J. S.; MEJUTO, J. C.; RÍO, L. G. (2008). “*The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources*”. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, 123 (4), pp. 247-260.

FAOSTAT, “Food and Agriculture Organization of the United Nations”, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>

JAISHANKAR, M.; TSETEN, T.; ANBALAGAN, MATHEW, B. B.; BEEREGOWDA, K. N. (2014). “Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals”. *Interdisciplinary toxicology*, 7 (2), pp. 60-72.

KUMAR, D.; SINHA, S. N.; VASUDEV, K.; KUMAR, R.; BALAJI, G.; MUNGAMURI, S. K.; VALIDANDI, V. (2024). “Biomonitoring of pesticide exposure and its health implications in agricultural areas of Telangana, India: A brief data report”. *Data in Brief*, 55.

MAI, X.; TANG, J.; TANG, J.; ZHU, X.; YANG, Z.; LIU, X.; ZHUANG, X.; FENG, G.; TANG, L. (2025). “Research progress on the environmental risk assessment and remediation technologies of heavy metal pollution in agricultural soil”. *Journal of Environmental Sciences*, 149, pp. 1-20

MOHAN, D.; SINGH, K. P. (2002) “Single- and multi-component adsorption of cadmium and zinc using activated carbon derived from bagasse—an agricultural waste”. *Water Research*, 36 (9).

ROY, A.; MOSTAFA, M. G. (2025) “Comparative implications of tobacco and non-tobacco crop farming on aquatic ecosystems: a multi-index evaluation of irrigation suitability and pollution risks”. *Journal of Water e Health*, 23 (5).

SALAM, T. B.; ZAMAN, S.; HOSSEN, T.; NUR, A. (2021). “Consecutive 2-year data analysis to assess the soil quality and ecological risk of heavy metals in Tobacco field: a case study in Northern Bangladesh”. *SN Applied Sciences*, v. 3 (193).

SHARMA, A.; SHUKLA, A.; ATTRI, K.; KUMAR, M.; KUMAR, P.; SUTTE, A.; SINGH, G.; BARNWAL, R. P.; SINGLA, N. (2020). “Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives”. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 201.

WUANA, R. A.; OKIEIMEN, F. E. (2011). “Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation”. *International Scholarly Research Notices*.

ZHANG, P.; YANG, M.; JINGJING, L.; HUANG, Y.; ZHANG, J.; HUANG, S.; YANG, Y.; RU, J. (2023). “Water Quality Degradation Due to Heavy Metal Contamination: Health Impacts and Eco-Friendly Approaches for Heavy Metal Remediation”. *Toxics*, 11 (10).

ZAIMME, M. Z. A.; SARJADI, M. S.; LUTFOR, R. M. D. (2021). “Heavy Metals Removal from Water by Efficient Adsorbents”. *Water*, 13 (19).