



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

**PREVALÊNCIA E RISCOS DE EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS:  
REVISÃO SISTEMÁTICA**

MARJANA DENTI PIANA

Porto Alegre  
2024

MARJANA DENTI PIANA

**PREVALÊNCIA E RISCOS DE EXPOSIÇÃO A  
AGROTÓXICOS: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Roger dos Santos Rosa

Porto Alegre  
2024

### CIP - Catalogação na Publicação

PIANA, Marjana Denti  
Prevalência e riscos de exposição a agrotóxicos:  
revisão sistemática / Marjana Denti PIANA. -- 2024.  
84 f.  
Orientador: Roger dos Santos Rosa.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Epidemiologia, Porto Alegre, BR-RS,  
2024.

1. Praguicidas. 2. Prevalência. 3. Risco. 4.  
Exposição a praguicidas. 5. Intoxicação. I. Rosa,  
Roger dos Santos, orient. II. Título.

MARJANA DENTI PIANA

**PREVALÊNCIA E RISCOS DE EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS:  
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Epidemiologia.

Aprovado em: 6 de março de 2024

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Nádia Spada Fiori, Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Prof. Dr. Paulo Antônio Barros Oliveira, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva,  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Profa. Dra. Rita Mattiello, Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Roger dos Santos Rosa (orientador), Programa de Pós-Graduação em  
Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Neli e ao meu irmão Thyago pelo apoio incondicional e pelo amparo nos momentos difíceis.

Ao meu marido Bruno, que esteve presente nos momentos de maior tensão e abdicação possibilitando-me toda a estrutura para a finalização deste trabalho e pela dedicação aos nossos amados filhos, Pedro (4 anos) e Luísa (1 ano), nos momentos em que não pude estar presente.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia pela oportunidade de formação acadêmica.

Ao meu orientador, Roger dos Santos Rosa, por ter acreditado no meu potencial, pelo suporte necessário e incondicional. Esteve sempre disposto a ajudar e ensinar, além de proporcionar tantos aprendizados.

Aos professores que compuseram minhas bancas.

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), por incentivar a capacitação de seus servidores.

A todos os colegas, por tantos aprendizados, por me permitirem conhecer suas histórias, por me tornarem uma pessoa e uma profissional melhor.

Minha gratidão!

## SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e Siglas	06
Resumo	07
Abstract	08
1. APRESENTAÇÃO	09
2. INTRODUÇÃO	10
3. REVISÃO DA LITERATURA	12
4. OBJETIVOS	14
5. REFERÊNCIAS	15
6. ARTIGO 1	16
7. ARTIGO 2	40
8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
ANEXOS	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEVS-RS - Centro Estadual de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul (Secretaria Estadual de Saúde)

CID - Código Internacional de Doenças

D.O.U. - Diário Oficial da União

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz

Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

OSF - *Open Science Framework*

PROSPERO - *International Prospective Register of Systematic Reviews*

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação

TED - Termo de Execução Descentralizada de Recursos

UFCSPA - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

## RESUMO

A comercialização de agrotóxicos no Brasil cresceu 123% de 2009 para 2020 e estudos vêm reforçando a preocupação com essas substâncias no ambiente no que tange a saúde pública. Seu monitoramento é necessário porque são capazes de desequilibrar os ecossistemas, reduzir a população de espécies de plantas e animais e aumentar o risco de seleção de pragas resistentes. Além disso, o uso excessivo de agrotóxicos é responsável por promover intoxicações e doenças nos trabalhadores e na população em geral. Esse estudo busca conhecer a prevalência da exposição a agrotóxicos e o risco de desenvolvimento de doenças categorizadas pelo Código Internacional de Doenças (CID) no Brasil por meio de uma revisão de escopo da literatura. O protocolo de pesquisa foi registrado na plataforma *Open Science Framework* (OSF) por tratar-se de revisão de escopo e encontra-se publicamente disponível em <https://osf.io/qma9>. As buscas iniciaram-se no dia 04/11/2021 nas bases de dados Pubmed, Scopus e Web of Science e foram concluídas em 27/11/2021. Dois revisores avaliaram cada registro quanto à elegibilidade e discutiram casos em desacordo com um terceiro revisor. Foram identificados 16.753 registros os quais reduziram-se a 10.621 após a remoção de duplicatas. Com as exclusões baseadas na análise dos títulos e resumos, restaram 261 textos completos para serem avaliados. Desses, 40 foram excluídos, restando 221 artigos como amostra final. Os artigos foram provenientes de 21 unidades federativas do Brasil, tendo o Rio Grande do Sul o maior número de publicações, correspondendo a 24,4% da amostra (n=54), seguido por Rio de Janeiro (15,8%; n=35), São Paulo (11,8%; n=26) e Paraná (7,2%; n=16). As instituições nas quais mais estudos foram desenvolvidos foram a Fundação Oswaldo Cruz, que obteve 11,8% da amostra (n=26), seguida pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (7,2%; n=16), Universidade Federal de Pelotas (5,0%; n=11), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (4,5%; n=10) e Universidade Luterana do Brasil (4,1%; n=9). A categorização dos 221 artigos identificou 76 (34,4%) que avaliaram prevalência. Quanto a medidas de efeito, 35 (15,8%) utilizaram a razão de chances e 5 (2,3%) o risco relativo. A descrição das doenças de acordo com o CID ocorreu em 16 (7,2%) artigos. Desses, 7 (3,2%) tratavam de neoplasia, 3 (1,4%) de doenças do sistema neurológico, 2 (0,9%) de malformações, 1 (0,5%) de doença do aparelho auditivo, 1 (0,5%) de efeitos tóxicos de substâncias, 1 (0,5%) de exposição a diversas substâncias e 1 (0,5%) de anomalias do sistema nervoso central. Os agrotóxicos mais citados foram os organoclorados e os organofosforados. Espera-se que os resultados preliminares descritos possam orientar novas pesquisas e atentar para que as doenças relacionadas à exposição aos agrotóxicos possam ser mais bem identificadas e notificadas.

Unitermos: Praguicidas. Prevalência. Risco. Exposição a praguicidas. Intoxicação.

## ABSTRACT

The commercialization of pesticides in Brazil grew 123% from 2009 to 2020 and studies have shown that the presence of these substances in the environment is a public health concern. Their monitoring is necessary because they are able to unbalance ecosystems, reduce the population of plant and animal species and increase the risk of selecting resistant pests. In addition, the excessive use of pesticides is responsible for promoting poisoning and diseases in workers and the general population. This study seeks to know the prevalence of exposure to pesticides and the risk of developing diseases categorized by the International Code of Diseases (ICD) in Brazil through a scope review. The research protocol was registered in the Open Science Framework (OSF) platform as it is a scope review and is publicly available at <https://osf.io/qma9>. The searches started on 11/04/2021 in the Pubmed, Scopus and Web of Science databases and were completed on 11/27/2021. Two reviewers assessed each record for eligibility and discussed cases of disagreement with a third reviewer. 16,753 records were identified, which reduced to 10,621 after removing duplicates. With exclusions based on the analysis of titles and abstracts, 261 full texts remained to be evaluated. Of these, 40 were excluded, leaving 221 articles as the final sample. The articles came from 21 federative units in Brazil, with Rio Grande do Sul having the largest number of publications, corresponding to 24.4% of the sample (n=54), followed by Rio de Janeiro (15.8%; n= 35), São Paulo (11.8%; n=26) and Paraná (7.2%; n=16). The institutions in which more studies were carried out were Fundação Oswaldo Cruz, which obtained 11.8% of the sample (n=26), followed by the Federal University of Rio de Janeiro (7.2%; n=16), the Federal University of Pelotas (5.0%; n=11), Federal University of Rio Grande do Sul (4.5%; n=10) and Lutheran University of Brazil (4.1%; n=9). The categorization of the 221 articles identified 76 (34.4%) that evaluated prevalence. As for effect measures, 35 (15.8%) used the odds ratio and 5 (2.3%) used relative risk. The description of diseases according to the ICD was presented in 16 (7.2%) articles. Of these, 7 (3.2%) dealt with neoplasia, 3 (1.4%) with diseases of the neurological system, 2 (0.9%) with malformations, 1 (0.5%) with auditory system disease, 1 (0.5%) from toxic effects of substances, 1 (0.5%) from exposure to various substances and 1 (0.5%) from central nervous system abnormalities. The most cited pesticides were organochlorines and organophosphates. It is hoped that the preliminary results described can guide new research and ensure that diseases related to exposure to pesticides can be better identified and reported.

Key-words: Pesticides. Prevalence. Risk. Pesticide exposure. Poisoning.

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste na tese de doutorado intitulada “Prevalência e riscos de exposição à agrotóxicos: revisão sistemática”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 6 de março de 2024. O trabalho está organizado em três partes, na ordem que segue:

1. Introdução, Revisão da Literatura e Objetivos
2. Artigos
3. Conclusões e Considerações Finais.

Documentos de apoio estão apresentados nos anexos.

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional nas últimas décadas impeliu ao crescimento da produção de alimentos (Valadares *et al.*, 2020). Nesse sentido, o avolumamento em escala industrial da produtividade agrícola e a política de minimização das perdas nas safras provocam o aumento do consumo de agrotóxicos e de fertilizantes químicos nas lavouras (Brasil, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2022), tornando-as altamente dependente desses insumos.

Um estudo baseado nos números de vendas de agrotóxicos, publicado em 2017, comparou a média de crescimento mundial de consumo de agrotóxico com a do Brasil. Ficou evidenciado que, no período de 2000 e 2010, ocorreu um aumento de aproximadamente 200% do uso de agrotóxico no país enquanto, no mundo, foi de 100% (Bombardi, 2017).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ao comparar os dados do Censo Agropecuário de 2017 com os do Censo de 2006, registrou um crescimento significativo quanto ao número de estabelecimentos agrícolas que empregam agrotóxicos. Do total de 5.073.324 unidades agropecuárias cadastradas em 2017, 36% referiram utilizar agrotóxicos, enquanto a proporção foi de 30% das 5.175.636 unidades em 2006 (Souza *et al.*, 2017). Conforme o Painel de Informações sobre a Comercialização de Agrotóxicos e Afins no Brasil (em toneladas de ingredientes ativos) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o volume de vendas dessas substâncias cresceu mais de 123% entre 2009 e 2020, saltando de 306,79 mil toneladas para 686,35 mil toneladas de ingrediente ativo. No ano de 2020, os estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Bahia representavam 80% de toda a comercialização dessas substâncias (ABRASCO, FIOCRUZ, & INCA, 2013).

A existência de agrotóxicos no ambiente é uma preocupação no que tange a saúde pública, tornando-se necessário seu monitoramento. Os recursos hídricos, no ambiente, são influenciadores de processos biogeoquímicos. Logo, a presença de agrotóxicos e de fertilizantes químicos modifica as matrizes ambientais (água, ar e alimentos) no caminho da contaminação, ampliando os possíveis riscos à saúde, até mesmo em locais afastados dos centros de emprego dessas substâncias (Freitas & Garibotti, 2020). Ademais, os agrotóxicos são capazes de desequilibrar os ecossistemas, reduzindo a população de espécies, como por exemplo, peixes, abelhas e pássaros, além de aumentar o risco de selecionar pragas resistentes (Carneiro *et al.*, 2015).

Esse modelo produtivo é responsável por promover intoxicações nos trabalhadores e na população (Valadares *et al.*, 2020). Os impactos com relação à saúde humana vão desde náusea, cefaleia, irritações cutâneas até danos extremamente graves, tais como disfunções hormonais, reprodutivas, imunológicas, danos hepáticos e renais, distúrbios cognitivos e neuromotores e cânceres entre outros (Carneiro *et al.*, 2015).

Entre 2001 e 2014, no Brasil, foram registrados, no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), 80.069 casos de intoxicação por agrotóxicos. Nesse período, ocorreu um crescimento linear dessas notificações e a taxa de tendência de crescimento foi de 0,377 por 100 mil habitantes ao ano. A região Sul e a Centro-Oeste apresentaram as maiores taxas de intoxicação (López-Gálvez, Quirós-Alcalá, & Furlong, 2019).

Um estudo visando descrever o perfil das notificações de intoxicação exógena por agrotóxico no estado do Rio Grande do Sul, no período de 2011 a 2018, constatou que foram realizadas 3.122 notificações de intoxicação exógena por agrotóxico por meio do SINAN. O agrotóxico de uso agrícola foi o principal agente tóxico, sendo a residência o principal local de ocorrência e a contaminação acidental predominante como motivo da intoxicação. A maior parte das intoxicações foi do tipo aguda-única (Moreira *et al.*, 2012).

## REVISÃO DE LITERATURA

Em todo o mundo, estima-se que aproximadamente 6 bilhões de libras de agrotóxicos, o que equivale a aproximadamente 2,7 milhões de toneladas, sejam utilizados a cada ano com o intuito de repelir ou matar pragas (Souza *et. al*, 2017).

O Brasil, por ser um dos maiores produtores de alimentos e utilizador de agrotóxicos do mundo, movimenta em torno de 20% do mercado global destes produtos. (Valadares, 2012). E entre as unidades federativas, o Rio Grande do Sul, historicamente, tem as práticas agrícolas como representantes importantes das atividades econômicas (Bombardi, 2017).

Os agrotóxicos são contaminantes ambientais utilizados para controlar e/ou eliminar pragas (Valadares, 2012). Embora sua aplicação possa ser utilizada para inúmeros propósitos como a proteção contra a perda de safras e a redução de doenças transmitidas por vetores, existem impactos significativos sobre os potenciais efeitos tóxicos dos pesticidas para o organismo humano (Valadares, 2012). O amplo consumo de tais substâncias, a não utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), o desrespeito às leis atuais e a falta de informação são fatores que resultam no aumento de intoxicações tanto agudas quanto crônicas, por agrotóxicos e contaminação ambiental no país. E tais efeitos deletérios no organismo humano, resultam em atendimentos no sistema de saúde e gasto de dinheiro público (Souza *et al*, 2017).

A falta de informações sobre os problemas de saúde decorrentes das intoxicações exógenas por agrotóxicos é uma realidade de muitos profissionais da rede de assistência à saúde. (Souza *et al*, 2017). A exposição humana a agrotóxicos tornou-se um problema de saúde pública, suscitando a necessidade de organização dos serviços de saúde para atuação qualificada nesta temática (Valadares, 2012).

No *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) não foram localizados registros de revisões sistemáticas semelhantes a esta nem na Plataforma *Open Science Framework* (OSF) que trata de revisões de escopo.

Sendo assim, o estudo proposto pretendeu originalmente responder às seguintes perguntas de pesquisa:

- 1) Qual a prevalência de exposição a agrotóxicos na população do Rio Grande do Sul?
- 2) Quais os riscos de desenvolver as doenças classificadas na CID-10 que populações expostas a agrotóxicos têm em relação a populações não-expostas?

Este trabalho faz parte de um projeto multicêntrico, em andamento, que integra as atividades do Termo de Execução Descentralizada de Recursos (TED) nº 50/2020 (D.O.U. de 30/06/2020, seção 3, p.104) do Ministério da Saúde para a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Referido TED abrange uma investigação sobre o "Uso de agrotóxicos no RS: Avaliação dos riscos de exposição e análise do impacto econômico no Sistema Único de Saúde". Além da Fiocruz, participam as instituições Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade Federal Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e a Secretaria Estadual da Saúde/Centro Estadual de Vigilância em Saúde (CEVS-RS).

A partir das respostas às perguntas 1 e 2, buscava-se poder calcular a fração atribuível populacional para as diferentes condições de saúde devido à exposição a agrotóxicos. É uma estratégia a ser utilizada no projeto multicêntrico para estimar o impacto econômico no Sistema Único de Saúde. O projeto está sendo desenvolvido em colaboração com outros pesquisadores do grupo multicêntrico.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Estimar a prevalência e os riscos de exposição a agrotóxicos no Rio Grande do Sul.

### **Objetivos específicos**

- 1) Estimar a prevalência do uso dos agrotóxicos no Rio Grande do Sul;
- 2) Estimar o risco para desenvolver doenças conforme CID-10 por exposição a agrotóxicos.

## REFERÊNCIAS

- ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva; FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz; INCA – Instituto Nacional de Câncer. (2013, September 6). Uma verdade cientificamente comprovada: os agrotóxicos fazem mal à saúde das pessoas e ao meio ambiente. Retrieved from <https://renastonline.ensp.fiocruz.br/noticias/verdade-cientificamente-comprovada-os-agrotoxicos-fazem-mal-saude-pessoas-meio-ambiente>
- Bombardi, L. M. (2017). Atlas Geográfico do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia. FFLCH - USP SÃO PAULO. Retrieved from [https://ecotoxbrasil.org.br/upload/587ed92192e9dbe77bddffd31cbe25a7-e-book\\_atlas\\_agrot\\_axico\\_2017\\_larissa\\_bombardi.pdf](https://ecotoxbrasil.org.br/upload/587ed92192e9dbe77bddffd31cbe25a7-e-book_atlas_agrot_axico_2017_larissa_bombardi.pdf)
- Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2022). Painel de Informações sobre a Comercialização de Agrotóxicos e Afins no Brasil – série histórica 2009 - 2020. Retrieved from <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTBmNmY3ODktODRiYi00NWRhLTljYjYtN2Y1N2Q2NmVkNDdhliwidCI6IjZhZTNmNWU3LTU0MTktNDJhNy04MDE1LThjMTQ5MGM3MmIyNSJ9&pageName=ReportSection>
- Carneiro, F. F., *et al.* (2015). Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro/São Paulo: Abrasco. Retrieved from [https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco\\_2015\\_web.pdf](https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf)
- Freitas, A. B., & Garibotti, V. (2020). Caracterização das notificações de intoxicações exógenas por agrotóxicos no Rio Grande do Sul, 2011-2018. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 29(5). <https://doi.org/10.1590/S1679-49742020000500009>
- López-Gálvez, W., Quirós-Alcalá, H., & Furlong, A. B. (2019). Systematic Literature Review of the Take-Home Route of Pesticide Exposure via Biomonitoring and Environmental Monitoring. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph16010040>
- Moreira, J. C., *et al.* (2012). Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1557-1568. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600019>
- Souza, G. S., Costa, L. C. A., Maciel, A. C., Reis, F. D. V., & Pamplona, Y. A. P. (2017). Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a vigilância em saúde ambiental. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(10), 3269-3280. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.18342017>
- Valadares, A., *et al.* (2020, April). Nota Técnica - Número 65 - Disoc. O Crescimento do Uso de Agrotóxicos: Uma Análise Descritiva dos Resultados do Censo Agropecuário 2017. IPEA. [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/200429\\_nt\\_disoc\\_n\\_65.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200429_nt_disoc_n_65.pdf)