

IMPACTO DA EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS NA INCIDÊNCIA DE NEOPLASIAS HEMATOLÓGICAS: REVISÃO INTEGRATIVA

IMPACT OF PESTICIDE EXPOSURE ON THE INCIDENCE OF HEMATOLOGICAL NEOPLASMS: AN INTEGRATIVE REVIEW

Maria Isabel Carvalho Cartaxo¹

Alexandra Laurindo Leite²

Hirisleide Bezerra Alves³

Francisco Eduardo Ferreira Alves⁴

Nadja Erlanda Pires Lima⁵

1. Discente do curso de Biomedicina do Centro Universitário Santa Maria - UNIFSM, Cajazeiras, Paraíba; e mail: belcarvalho956@gmail.com.

2. Docente do curso de Biomedicina do Centro Universitário Santa Maria - UNIFSM, Cajazeiras, Paraíba; e mail: alexsandralaurindo@gmail.com.

3. Docente do curso de Biomedicina do Centro Universitário Santa Maria - UNIFSM, Cajazeiras, Paraíba; e mail: hirisleidebezerra@gmail.com.

4. Docente do curso de Biomedicina do Centro Universitário Santa Maria - UNIFSM, Cajazeiras, Paraíba; e mail: fcoeduardoferreira@hotmail.com.

5. Discente do curso de Biomedicina do Centro Universitário Santa Maria - UNIFSM, Cajazeiras, Paraíba; e mail: lima.nadja@gmail.com.

RESUMO

Objetivo: Analisar a relação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasias hematológicas, destacando os principais grupos químicos associados, os tipos de neoplasias mais frequentemente relatados e os possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos. **Método:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, conduzida a partir da questão norteadora: “Qual a relação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasias hematológicas?”. A busca foi realizada nas bases de dados SciELO, PubMed e LILACS, utilizando os descritores: agrotóxicos; pesticidas; exposição ocupacional e neoplasias hematológicas, combinados pelo operador booleano AND. Foram incluídos estudos publicados entre 2007 e 2025, nos idiomas português, inglês e espanhol, que abordassem a relação entre a exposição humana a pesticidas e a ocorrência de neoplasias hematológicas. Foram excluídos estudos experimentais com animais, trabalhos duplicados, incompletos ou sem relação direta com a temática. **Resultados:** Foram analisados 10 estudos, evidenciando maior concentração de publicações no ano de 2013. Os achados apontam associação entre a exposição crônica a diferentes classes de agrotóxicos - especialmente herbicidas, inseticidas organofosforados, organoclorados, fungicidas e carbamatos - e o aumento do risco de desenvolvimento de leucemias, linfomas não Hodgkin e mielomas múltiplos. Entre os compostos mais frequentemente relacionados destacam-se glifosato, 2,4-D, paraquat, atrazina, malationa, parationa, clorpirifós, diazinona, DDT, lindano, aldrin e dieldrin. Os estudos também sugerem mecanismos associados ao estresse oxidativo, instabilidade cromossômica, imunossupressão e alterações inflamatórias sistêmicas. **Conclusão:** A exposição ocupacional prolongada a agrotóxicos constitui importante fator de risco para o desenvolvimento de neoplasias hematológicas, especialmente entre trabalhadores rurais expostos de forma contínua e sem proteção adequada. Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à vigilância em saúde do trabalhador, à redução do uso indiscriminado de pesticidas, à promoção de práticas agrícolas mais seguras e ao fortalecimento de estratégias educativas e preventivas.

Palavras-chave: Pesticidas; Exposição Ocupacional; Neoplasias Hematológicas; Saúde do Trabalhador; Leucemia.

ABSTRACT:]

Objective: To analyze the relationship between pesticide exposure and the development of hematological neoplasms,

highlighting the main chemical groups involved, the most frequently reported neoplasms, and the possible pathophysiological mechanisms associated with this exposure.

Method: This is an integrative literature review conducted based on the guiding question: “What is the relationship between pesticide exposure and the development of hematological neoplasms?” The search was carried out in the SciELO, PubMed, LILACS, and Google Scholar databases, using the descriptors “pesticides,” “occupational exposure,” and “hematological neoplasms,” combined with the Boolean operator AND. Studies published between 2007 and 2025 in Portuguese, English, and Spanish were included if they addressed the relationship between human exposure to pesticides and the occurrence of hematological neoplasms. Experimental animal studies, duplicate or incomplete studies, and publications not directly related to the topic were excluded.

Results: A total of 10 studies were analyzed, with a higher concentration of publications in 2013. The findings indicate an association between chronic exposure to different classes of pesticides - especially herbicides, organophosphate insecticides, organochlorines, fungicides, and carbamates - and an increased risk of developing leukemias, non-Hodgkin lymphomas, and multiple myeloma. The compounds most frequently associated with these outcomes included glyphosate, 2,4-D, paraquat, atrazine, malathion, parathion, chlorpyrifos, diazinon, DDT, lindane, aldrin, and dieldrin. The studies also suggest mechanisms involving oxidative stress, chromosomal instability, immunosuppression, and systemic inflammatory changes. **Conclusion:** Prolonged occupational exposure to pesticides is an important risk factor for the development of hematological neoplasms, especially among rural workers continuously exposed without adequate protection. These findings reinforce the need for public policies focused on workers’ health surveillance, reduction of indiscriminate pesticide use, promotion of safer agricultural practices, and strengthening of educational and preventive strategies.

Keywords: Pesticides; Occupational Exposure; Hematologic Neoplasms; Occupational Health; Leukemia.

INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são amplamente empregados na agricultura com o objetivo de controlar pragas indesejadas, prevenir perdas na colheita e proteger a qualidade dos produtos. Embora representem uma vantagem econômica para o setor agrícola, o uso excessivo dessas substâncias gera preocupações alarmantes para a saúde humana, devido à sua toxicidade intrínseca e elevada atividade biológica (Damalas; Koutroubas, 2016).

Diversas pesquisas têm investigado se a exposição ocupacional a substâncias químicas, incluindo determinados tipos de agrotóxicos, pode estar relacionada ao desenvolvimento de certos tipos de câncer. O câncer é uma doença multifatorial,

podendo ser desencadeada por fatores genéticos, hábitos de vida, e pela exposição a elementos ambientais e substâncias cancerígenas. Estudos realizados em diferentes partes do mundo indicam uma associação entre a exposição de trabalhadores a agrotóxicos e a incidência de câncer, especialmente em relação às neoplasias hematológicas (Alavanja; Ross; Bonner, 2013; Bonner *et al.*, 2017; Cocco *et al.*, 2012; Lerro *et al.*, 2018; Inca, 2013; Chagas *et al.*, 2013; Mostafalo; Abdollahi *et al.*, 2018).

O Instituto Nacional do Câncer (INCA) estima que, entre 2023 e 2025, a Paraíba apresentará cerca de 11.690 novos casos de câncer por ano. A literatura também aponta uma ampla variedade de consequências associadas à exposição a substâncias tóxicas, incluindo alergias, distúrbios respiratórios, endócrinos, reprodutivos e neurológicos, além de neoplasias e casos de suicídio. Esses efeitos adversos estão relacionados à toxicidade inerente dessas substâncias, e podem variar conforme o tempo de exposição, o princípio ativo, a dose absorvida e a forma de contato com os compostos (Alavanja *et al.*, 2016).

Dentre as principais neoplasias associadas à exposição aos agrotóxicos, destacam-se as leucemias. As leucemias constituem um grupo de neoplasias malignas originadas de células hematopoiéticas, geralmente se iniciam na medula óssea, local de produção das células sanguíneas e, posteriormente, se disseminam para o sangue periférico, podendo afetar diversos órgãos. A classificação das leucemias é feita com base na célula de origem e no comportamento clínico, destacando-se quatro tipos principais: Leucemia Linfocítica Aguda (LLA), Leucemia Linfocítica Crônica (LLC), Leucemia Mieloide Aguda (LMA) e Leucemia Mieloide Crônica (LMC) (Assis, 2019).

MÉTODO

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, cujo objetivo foi identificar e analisar evidências científicas que relacionem a exposição a pesticidas com a ocorrência de neoplasias hematológicas. A questão norteadora da pesquisa compreendeu: “Qual a relação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasias hematológicas?”. As bases de dados utilizadas para seleção dos artigos foram: SciELO, PubMed, LILACS e Google Acadêmico.

Os termos de busca empregados foram selecionados de acordo com a plataforma dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “agrotóxicos”, “pesticidas”, “exposição ocupacional”, “neoplasias hematológicas”, combinados por meio do operador booleano AND. Foram incluídas publicações datadas de 2007 a 2025, redigidas em português, inglês ou espanhol, que abordassem a relação entre a exposição a pesticidas e a ocorrência de neoplasias hematológicas em seres humanos. Foram excluídos estudos experimentais realizados em animais, pesquisas incompletas, duplicadas ou que não apresentassem relação direta com o tema proposto.

Após a triagem preliminar, os textos selecionados foram lidos integralmente e analisados de forma descritiva, considerando-se o ano de publicação, o país de

origem, a categoria do estudo, o público investigado, os principais agrotóxicos identificados e as neoplasias observadas. Os dados obtidos foram organizados em tabelas e categorias temáticas, a fim de facilitar a interpretação e a apresentação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados foram organizados segundo o autor/ano de publicação, título e objetivo geral do estudo, conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização dos artigos utilizados na pesquisa, quanto aos autores, ano, título e objetivo geral.

AUTOR (ANO)	TÍTULO	OBJETIVO DO ESTUDO
Assis (2019)	Perfil sociodemográfico clínico e ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos e neoplasias hematológicas.	Estudar a ação do prebiótico frutooligossacarídeo (FOS) na resposta de proteína de fase aguda de pacientes com neoplasias hematológicas submetidos à quimioterapia.
Moura (2020)	Exposição ocupacional a agrotóxicos organofosforados e neoplasias hematológicas: uma revisão sistemática.	Atualizar os achados de estudos observacionais analíticos sobre a associação entre a exposição ocupacional a organofosforados e neoplasias hematológicas.
Bonner (2017)	Exposição ocupacional a pesticidas e a incidência de câncer de pulmão no estudo de saúde agrícola.	Investigar a associação entre o uso de 43 pesticidas e a incidência de câncer de pulmão em uma coorte de trabalhadores agrícolas dos Estados Unidos.
Alavanja (2013)	Aumento da carga de câncer entre aplicadores de pesticidas e outros devido à exposição a pesticidas.	Identificar e integrar as evidências epidemiológicas, toxicológicas e de biologia molecular existentes sobre a associação entre a exposição ocupacional a pesticidas (e exposição ambiental adjacente) e o aumento do risco de câncer.

Búrigo (2007)	Ação do prebiótico sobre as proteínas de fase aguda de pacientes com neoplasia hematológica.	Avaliar o efeito do prebiótico frutooligossacarídeo (FOS) sobre as proteínas de fase aguda em pacientes com neoplasias hematológicas submetidos à quimioterapia.
Ezennia SC (2025)	Exposição estimada à endotoxina e marcadores imunológicos circulantes entre agricultores do sexo masculino no estudo Biomarcadores de Exposição e Efeito na Agricultura.	Avaliar a associação entre estimativas quantitativas de exposição ocupacional a endotoxina (nos últimos 30 dias) e os níveis circulantes de múltiplos marcadores imunológicos em agricultores do sexo masculino, para investigar potenciais mecanismos biológicos pelos quais a exposição à endotoxina pode influenciar risco de câncer de pulmão.
Chagas (2013)	Câncer relacionado ao trabalho: uma revisão sistemática.	Fornecer uma visão geral das associações entre exposição ocupacional e o risco de ocorrência ou morte por câncer.
Kdv padilha (2023)	Exposição à agrotóxicos como fator de risco para neoplasias hematológicas.	Correlacionar se existe relação entre a exposição humana a agrotóxicos com o desenvolvimento de neoplasias hematológicas.
Carneiro (2015)	Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.	Alertar a sociedade, autoridades e formuladores de políticas públicas sobre os graves impactos dos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente, bem como apresentar evidências científicas, relatos e mobilizações sociais referentes ao tema.
Cembranel (2021)	Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de cânceres hematológicos: um estudo caso-controle.	Analisar a associação entre a exposição ocupacional a agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasias hematológicas, através de um estudo caso-controle de base hospitalar.

Fonte: Autor (2026).

Dos 10 estudos analisados, observou-se uma maior concentração de publicações no ano de 2013, representando 20% do total. Os demais anos (2007, 2015, 2017, 2020, 2021, 2022, 2023 e 2025) apresentaram um estudo cada, correspondendo a 10%. A partir dos estudos analisados, verificou-se que as classes de agrotóxicos mais frequentemente associadas ao desenvolvimento de neoplasias hematológicas incluem herbicidas, inseticidas organofosforados, organoclorados, fungicidas e carbamatos.

Conforme Bonner *et al.* (2017) e Alavanja, Ross e Bonner (2013), a exposição prolongada a herbicidas como glifosato, 2,4-D, ácido 2,4-diclorofenoxiacético, paraquat e atrazina foi correlacionada de maneira significativa com o aumento de casos de linfomas não Hodgkin e leucemias mieloides entre profissionais que aplicam pesticidas. Os autores ressaltam que o glifosato tem um potencial genotóxico e imunossupressor, podendo induzir mutações em células do sangue e, por conseguinte, contribuir para o surgimento de neoplasias.

De acordo com Moura *et al.* (2020), foi constatado que os inseticidas da classe dos organofosforados, incluindo malationa, parationa, clorpirifós e diazinona, estão associados a um aumento no risco de leucemias agudas e linfomas. Essa relação é especialmente preocupante entre os trabalhadores rurais que estão constantemente expostos a essas substâncias, e que não utilizam adequadamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPI). A revisão indica que esses produtos químicos afetam as enzimas colinesterásicas, resultando em estresse oxidativo e instabilidade nos cromossomos, fatores que contribuem para o desenvolvimento do câncer (Moura *et al.*, 2020).

Os inseticidas organoclorados, como DDT, lindano (γ -HCH), aldrin e dieldrin, foram apontados por Carneiro *et al.* (2015), no Dossiê ABRASCO, como compostos persistentes no ambiente e bioacumulativos, estando fortemente associados ao desenvolvimento de linfomas não Hodgkin e mielomas múltiplos. Segundo os autores, esses pesticidas apresentam propriedades carcinogênicas e de disfunção endócrina, além de poderem afetar a diferenciação celular e o sistema imunológico.

O estudo de Assis (2019) também reforça a relação entre a exposição a múltiplos agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasias hematológicas, principalmente em populações agrícolas com histórico de uso intensivo desses compostos. A autora observou prevalência de exposição simultânea a herbicidas e inseticidas em trabalhadores diagnosticados com leucemia, evidenciando a vulnerabilidade ocupacional desse grupo.

Além disso, Chagas, Guimarães e Boccolini (2013) ressaltam que o câncer relacionado ao trabalho representa uma preocupação crescente em países com forte dependência da agricultura, como o Brasil, indicando a necessidade de políticas públicas voltadas à vigilância, prevenção e redução da exposição ocupacional a agentes químicos perigosos.

Por sua vez, Ezennia *et al.* (2025) demonstraram que a exposição ocupacional em agricultores está associada a alterações em marcadores imunológicos e inflamatórios, como as proteínas de fase aguda, sugerindo uma resposta sistêmica que pode contribuir para o surgimento de processos neoplásicos. Esses achados

corroboram com o estudo “Ação do prebiótico sobre as proteínas de fase aguda de pacientes com neoplasia hematológica” (2007), que evidencia a influência de mediadores inflamatórios na progressão dessas doenças.

Dessa forma, os resultados convergem ao apontar que a exposição crônica a agrotóxicos, especialmente das classes herbicidas, organofosforados e organoclorados, constitui um importante fator de risco para o desenvolvimento de leucemias, linfomas e mielomas múltiplos. Tais evidências reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à redução do uso indiscriminado de pesticidas e ao fortalecimento da vigilância em saúde do trabalhador, bem como de estratégias educativas e preventivas para minimizar os impactos desses compostos na saúde humana.

CONCLUSÃO

A exposição ocupacional a agrotóxicos está associada a diversos agravos à saúde humana, incluindo alterações hematológicas, distúrbios respiratórios, endócrinos e neurológicos, infertilidade e maior risco para o desenvolvimento de neoplasias hematológicas. Os estudos analisados reforçam a preocupação global com os impactos desses compostos na saúde dos trabalhadores rurais.

Diante desse cenário, torna-se essencial que os governos implementem políticas públicas efetivas voltadas à proteção da saúde do trabalhador, promovendo o uso seguro dos agrotóxicos, e estimulando práticas agrícolas sustentáveis. Investimentos em pesquisas que desenvolvam substâncias menos tóxicas e em métodos alternativos de controle de pragas também são fundamentais.

Além disso, campanhas de conscientização, fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e capacitações específicas devem ser incentivados, uma vez que o treinamento adequado contribui para o uso seguro e responsável desses produtos. É igualmente importante garantir o acesso à informação, à educação e aos serviços básicos de saúde, de modo a fortalecer a prevenção e o cuidado integral com o trabalhador rural e sua família.

REFERÊNCIAS

AÇÃO do prebiótico sobre as proteínas de fase aguda de pacientes com neoplasia hematológica. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-84842007000200010> Acesso em: 18 mar. 2026.

ALAVANJA, Michael C. R.; ROSS, Matthew K.; BONNER, Matthew R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, v. 63, n. 2, p. 120-142, 2013. DOI: 10.3322/caac.21170.

ALAVANJA, Michael C. R.; ROSS, Matthew K.; BONNER, Matthew R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. CA: A Cancer Journal for Clinicians, v. 63, n. 2, p. 120-142, 2013.

ASSIS, Mariana Portela de. Perfil sociodemográfico clínico e ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos e neoplasias hematológicas. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2019.

BONNER, Matthew R. *et al.* Occupational exposure to pesticides and the incidence of lung cancer in the Agricultural Health Study. Environmental Health Perspectives, v. 125, n. 4, p. 544-551, 2017. DOI: 10.1289/EHP456.

BURIGO, Fernanda Martins. Ação do prebiótico sobre as proteínas de fase aguda de pacientes com neoplasia hematológica. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* (org.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CEMBRANEL, Lucinara Regina *et al.* Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de cânceres hematológicos: um estudo caso-controle. Research, Society and Development, v. 10, n. 14, p. e443101422160, 2021.

CHAGAS, C. C.; GUIMARÃES, R. M.; BOCCOLINI, P. M. M. Câncer relacionado ao trabalho: uma revisão sistemática. Cadernos de Saúde Coletiva, v. 21, n. 2, p. 209-223, 2013. DOI: 10.1590/S1414-462X2013000200017.

CHISESI, T. State of the art in the treatment of CLL. Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, v. 31, supl. 2, p. 51-56, 2009. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2531137923018515>.

COCCO, Pierluigi *et al.* Occupational exposure to pesticides and risk of hematopoietic malignancies. Cancer Causes & Control, v. 23, p. 193-202, 2012.

DAMALAS, Christos A.; KOUTROUBAS, Spyridon D. Farmers' exposure to pesticides: toxicity types and ways of prevention. Science of the Total Environment, v. 575, p. 113-120, 2016.

EXPOSIÇÃO a agrotóxicos como fator de risco para neoplasias hematológicas. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2531137923018515>. Acesso em: 18 mar. 2026. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22160>.

EXPOSURE to pesticides and development of hematological cancers: a case-control study. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22160>. Acesso em: 18 mar. 2026.

EZENNIA, S. C. *et al.* Estimated exposure to endotoxin and circulating immunological markers among male farmers in the Biomarkers of Exposure and Effect in Agriculture study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 81, n. 12, p. 635-638, 2025. DOI: 10.1136/oemed-2024-109646. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1101570>.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). *Vigilância do câncer relacionado ao trabalho e ao ambiente*. Rio de Janeiro: INCA, 2013.

LERRO, Catherine C. *et al.* Atrazine and cancer incidence among pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Environmental Research*, v. 166, p. 608-615, 2018.

MOSTAFALOU, Sara; ABDOLLAHI, Mohammad. *Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives*. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 2018.

MOURA, Luiza Taciana Rodrigues de *et al.* *Exposição ocupacional a agrotóxicos organofosforados e neoplasias hematológicas: uma revisão sistemática*. 2020. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1101570> Acesso em: 24 out. 2025.

PADILHA, K. V. D.; PEREIRA, G. F. F.; COELHO, L. H. S. *Exposição a agrotóxicos como fator de risco para neoplasias hematológicas*. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, v. 45, supl. 4, p. S931-S932, 2023.