v7.n7.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

AGROTÓXICOS E SAÚDE HUMANA: OS RISCOS INVISÍVEIS DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

PESTICIDES AND HUMAN HEALTH: THE INVISIBLE RISKS OF OCCUPATIONAL EXPOSURE

PLAGUICIDAS Y SALUD HUMANA: LOS RIESGOS INVISIBLES DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Murilo de Jesus Porto[1], Jaciara Pinheiro de Souza[2], Ana Flávia Souto Figueiredo Nepomuceno[3], Liz Oliveira do Santos[4]

e778334
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i7.8334

PUBLICADO: 07/2026

RESUMO

Os agrotóxicos são amplamente utilizados na agricultura para o controle de pragas e o aumento da produtividade das lavouras. Entretanto, a exposição a essas substâncias pode provocar diversos agravos à saúde humana e ao meio ambiente. Este estudo teve como objetivo identificar os efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição aos agrotóxicos por meio de uma revisão bibliográfica. Foi realizada uma pesquisa exploratória nas bases de dados PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library. Para a busca, foram utilizados os seguintes termos, combinados com operadores booleanos: *("pesticides" OR "agrochemicals" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "agrotoxic*" OR "agrotoxin*") AND ("health" OR "morbidity" OR "mortality" OR "neurological" OR "reproductive" OR "endocrine" OR "cancer" OR "poisoning") AND ("occupational" OR "community" OR "rural" OR "exposure" OR "residents") AND Brazil.* Após a avaliação completa dos estudos selecionados, 86 artigos preencheram os critérios de inclusão e compuseram o corpus final desta revisão. Os resultados evidenciaram que a exposição aos agrotóxicos está associada a alterações neurotóxicas, imunológicas e reprodutivas, além de potenciais efeitos carcinogênicos. Destacou-se a inibição da enzima acetilcolinesterase, relacionada à exposição a compostos organofosforados e carbamatos, como o clorpirifós e o dicrotofós. Também foram observados processos de estresse oxidativo decorrentes da formação de espécies reativas de oxigênio, resultando em danos celulares e ao DNA. No âmbito ambiental, identificaram-se impactos sobre a biodiversidade, contaminação de recursos hídricos e desequilíbrios ecossistêmicos. Conclui-se que o uso de agrotóxicos representa um importante problema de saúde pública e ambiental, sendo necessárias ações de fiscalização, educação e incentivo à adoção de práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. Saúde Humana. Exposição Ocupacional.

ABSTRACT

Pesticides are widely used in agriculture for pest control and to increase crop productivity. However, exposure to these substances may cause several adverse effects on human health and the environment. This study aimed to identify the adverse health effects resulting from pesticide exposure through a literature review. An exploratory search was conducted in the PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO, and Cochrane Library databases.

[1] Doutorando em Farmácia pela UFBA, enfermeiro, mestre em Ciências Farmacêuticas pela UNEB-BA.
[2] Doutora em Ciências Farmacêutica pela UFS, enfermeira, mestre em Ciências Farmacêuticas pela UNEB-BA.
[3] Doutoranda em Farmácia pela UFBA, farmacêutica, mestre em Farmácia pela UFBA.
[4] Bacharelado em Química, doutora em Química pela UESB-Ba, professora da UFRB-Ba.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

The following terms, combined with Boolean operators, were used in the search strategy: ("pesticides" OR "agrochemicals" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "agrotoxic" OR "agrotoxin*") AND ("health" OR "morbidity" OR "mortality" OR "neurological" OR "reproductive" OR "endocrine" OR "cancer" OR "poisoning") AND ("occupational" OR "community" OR "rural" OR "exposure" OR "residents") AND Brazil. After a full assessment of the selected studies, 86 articles met the inclusion criteria and comprised the final corpus of this review. The results showed that pesticide exposure is associated with neurotoxic, immunological, and reproductive alterations, as well as potential carcinogenic effects. Inhibition of the acetylcholinesterase enzyme was highlighted, particularly in relation to exposure to organophosphate and carbamate compounds, such as chlorpyrifos and dicrotophos. Oxidative stress processes resulting from the formation of reactive oxygen species were also observed, leading to cellular and DNA damage. In the environmental context, impacts on biodiversity, contamination of water resources, and ecosystem imbalances were identified. It is concluded that the use of pesticides represents an important public health and environmental issue, requiring inspection measures, educational actions, and incentives for the adoption of safer and more sustainable agricultural practices.*

KEYWORDS: *Pesticides. Human Health. Occupational Exposure.*

RESUMEN

Los plaguicidas son ampliamente utilizados en la agricultura para el control de plagas y el aumento de la productividad de los cultivos. Sin embargo, la exposición a estas sustancias puede provocar diversos daños a la salud humana y al medio ambiente. Este estudio tuvo como objetivo identificar los efectos adversos para la salud derivados de la exposición a plaguicidas mediante una revisión bibliográfica. Se realizó una búsqueda exploratoria en las bases de datos PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO y Cochrane Library. Para la estrategia de búsqueda se utilizaron los siguientes términos, combinados con operadores booleanos: ("pesticides" OR "agrochemicals" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "agrotoxic" OR "agrotoxin*") AND ("health" OR "morbidity" OR "mortality" OR "neurological" OR "reproductive" OR "endocrine" OR "cancer" OR "poisoning") AND ("occupational" OR "community" OR "rural" OR "exposure" OR "residents") AND Brazil. Tras la evaluación completa de los estudios seleccionados, 86 artículos cumplieron los criterios de inclusión y conformaron el corpus final de esta revisión. Los resultados evidenciaron que la exposición a plaguicidas está asociada con alteraciones neurotóxicas, inmunológicas y reproductivas, además de potenciales efectos carcinogénicos. Se destacó la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, relacionada con la exposición a compuestos organofosforados y carbamatos, como el clorpirifos y el dicrotofos. También se observaron procesos de estrés oxidativo derivados de la formación de especies reactivas de oxígeno, lo que ocasiona daños celulares y al ADN. En el ámbito ambiental, se identificaron impactos sobre la biodiversidad, contaminación de los recursos hídricos y desequilibrios ecosistémicos. Se concluye que el uso de plaguicidas representa un importante problema de salud pública y ambiental, siendo necesarias acciones de fiscalización, educación e incentivo para la adopción de prácticas agrícolas más seguras y sostenibles.*

PALABRAS CLAVE: *Plaguicidas. Salud Humana. Exposición Ocupacional.*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola mundial movimenta, anualmente, em torno de 12,2 bilhões de dólares. Acompanhando o crescimento desse mercado, destaca-se também a indústria de substâncias químicas para o controle de pragas nos meios agrícolas, as quais podem afetar a questão produtiva (Almeida et al., 2017). Nos últimos anos, o Brasil tem sido considerado o maior mercado consumidor de agrotóxicos do mundo para utilização agrícola, pecuária e, até mesmo, industrial. A Lei Federal n° 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo decreto n° 4.074, de 04 de janeiro de 2002, conceitua agrotóxico como “produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, anunciados ao uso nos domínios de cultivo, relacionado às questões de produtos agrícolas, como proteção de florestas, ou plantadas, livres de problemas que geram danos aos ecossistemas” (Alves, 2017). Além disso, o Brasil é o segundo maior exportador de alimentos do mundo (Gaberell; Hoinkes, 2019). Entretanto, esse destaque veio acompanhado de um aumento desproporcional do consumo de agrotóxicos, sendo atualmente o líder em seu consumo. Como consequência disso, foram encontrados em 454 municípios brasileiros resíduos de agrotóxicos acima dos limites considerados seguros em amostras de água e de solo. Cabe ressaltar que os limites no Brasil são significativamente mais elevados do que os preconizados por países desenvolvidos (Gaberell; Hoinkes, 2019).

Embora esses produtos sejam de fácil aplicabilidade, o seu uso contínuo e, na maioria das vezes, inadequado tem causado impactos extremamente negativos para os seres humanos, os animais e o meio ambiente (Fernandino, 2019; Porto et al., 2021). Tais práticas, sendo utilizadas ao longo dos anos, irão comprometer, posteriormente, a sustentabilidade da produção de insumos agrícolas, além de agravar problemas de saúde pública, exigindo uma urgente reflexão sobre alternativas mais seguras e sustentáveis para o setor (Porto, 2021).

Assim, os danos ocasionados pelo princípio ativo nos agrotóxicos geram distintas alterações no que diz respeito à saúde humana, sendo eles os principais: anomalias congênitas, alterações neurológicas, disruptores endócrinos e danos psíquicos (Belchior et al., 2014; Silva e Santos, 2023).

Neste sentido, esta pesquisa proporciona a seguinte problemática: Quais as consequências que o agrotóxico traz para a saúde da população? Como hipótese, esta pesquisa coloca que a utilização dos agrotóxicos se distingue por proporcionar danos potenciais à saúde da população, saúde animal e contaminação no meio ambiente, podendo levar ao surgimento de sinais e sintomas decorrentes dessa exposição direta ou indireta. Deste modo, este trabalho teve

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como objetivo geral identificar possíveis danos à saúde com o uso de agrotóxicos descritos na literatura. O presente estudo possibilitará o diagnóstico situacional de possíveis consequências quanto ao uso de agrotóxicos e permitirá que estudos mais aprofundados sejam futuramente realizados para o efetivo monitoramento e encaminhamento dos indivíduos aos cuidados quando necessário.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os agrotóxicos ou pesticidas, são substâncias de características química, física ou biológica, empregados com a finalidade de prevenir, destruir ou controlar pragas, doenças e outras formas de organismos indesejáveis que comprometem a produção vegetal. No Brasil, de modo geral, a demarcação legal dessas substâncias está estabelecida na Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, legalmente pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, os quais disciplinam a pesquisa, o cultivo, comercialização, utilização e fiscalização dessas (BRASIL, 2018; INCA, 2021).

Na antiguidade, os usos de defensivos agrícolas possuem indícios de cerca de 1.200 anos a.C., especificamente, quando sal e cinzas eram colocadas nos campos, provavelmente funcionando como características de herbicidas não seletivos (Jardim et al., 2009; Leroi-Gourhan et al., 1981). Os povos Gregos e Romanos também realizavam o controle de pragas por meio de produtos como arsênio e enxofre. Ao longo do tempo, essas populações analisaram novas substâncias, descobrindo diversos compostos à base de químicos como o mercúrio, cobre e cádmio, contribuindo muito com o avanço da agricultura (HIRATA, 1995; NUNES; RIBEIRO, 1999).

No contexto contemporâneo, o uso intensivo de defensivos agrícolas está relacionado de forma direta ao contexto de industrialização da agricultura, especialmente a partir da segunda Revolução Agrícola, conhecida como Revolução Verde. Essa temporada foi marcada pelo ingresso de tecnologias mecânicas, cultivares e modificadas, com insumos químicos em larga escala, como fertilizantes sintéticos e pesticidas, agenciando o aumento da produtividade (LAZZARI; SOUZA, 2017).

Apesar de os agrotóxicos serem de uso e serventia comprovada de forma comum, esses compostos mostravam uma determinada eficácia limitada. Permitindo assim que em 1874, o primeiro pesticida orgânico sintético, o diclorodifeniltricloroetano (DDT), fosse obtido por Othomar Zeidler, usado, inicialmente, como arma química nas guerras mundiais, com resultados de óbitos populacionais. Importante enfatizar, que a descoberta das propriedades inseticidas do DDT por

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Paul Muller foi que, de fato, marcou a história, levando ao lançamento da primeira linha de agrotóxicos no negócio (HASSAL, 1990; CREMLYN 1991; ROSA, 1998; JARDIM et al., 2009).

O Brasil ocupa o patamar de consumidor mundial de agrotóxicos, com destaque para a produção de grãos em larga escala, como soja, milho, arroz, feijão e trigo (BOCHNER, 2015; EMBRAPA, 2018). Esse modelo, baseado em meios agrícolas homogêneos e uso intensivo de insumos químicos, tem estimulado o desenvolvimento econômico agropecuário, mas, de forma simultânea, traz riscos à saúde humana, ambiental e animal, favorecendo desequilíbrio do ecossistema (GARCIA; FILHO, 2014; SOUZA, 2022).

O uso de defensivos agrícolas extrapola os limites do meio de produtividade agrícola, tornando-se um contexto central nos aspectos de saúde pública, segurança alimentar e até mesmo justiça ambiental. O impacto dessas substâncias no ambiente e na saúde humana/animal explica a precisão de aprofundamento de cunho científico por meio de pesquisas que mostrem os modelos de exposições e os distintos efeitos fisiologicamente (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; CREDIDO, 2020 e PORTO, 2021).

METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico, por meio de busca eletrônica de artigos indexados. A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library. Para pesquisa, os seguintes termos com operadores booleanos foram utilizados: *("pesticides" OR "agrochemicals" OR "herbicides" OR "insecticides" OR "fungicides" OR "agrotoxic*" OR "agrotoxin*") AND ("health" OR "morbidity" OR "mortality" OR "neurological" OR "reproductive" OR "endocrine" OR "cancer" OR "poisoning") AND ("occupational" OR "community" OR "rural" OR "exposure" OR "residents") AND Brazil.* As buscas foram realizadas no mês de outubro de 2025. Foram analisados os estudos publicados nos últimos cinco anos, abrangendo toda a gama de revistas disponíveis dentro desse intervalo temporal. Para seleção dos estudos, todas as referências resultantes do processo de busca foram gerenciadas, com perspectivas de remover as duplicatas. Após essa etapa, dois revisores independentes realizaram uma triagem inicial, pelo título e resumo, utilizando o Rayyan.

As discrepâncias foram resolvidas por consenso e quando necessário por um terceiro revisor. Em seguida, procedeu-se à leitura integral dos trabalhos elegíveis, selecionando aqueles que apresentavam informações relevantes sobre efeitos toxicológicos, agravos à saúde, mecanismos de ação ou dados epidemiológicos relacionados à exposição a agrotóxicos. Foram

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

incluídos estudos observacionais (transversais, caso-controle e coortes), revisões sistemáticas, artigos experimentais com repercussão em saúde humana, relatórios técnicos e documentos institucionais. Excluíram-se dissertações, teses, publicações em anais de eventos, editoriais, cartas ao editor e estudos exclusivamente laboratoriais sem aplicação à saúde pública.

Os dados extraídos foram organizados de forma descritiva, considerando informações sobre tipo de exposição, população estudada, classe de agrotóxicos, principais agravos à saúde e conclusões dos autores. A síntese dos achados foi conduzida de maneira narrativa, permitindo a integração de resultados heterogêneos e a discussão crítica das evidências disponíveis. Por se tratar de uma revisão de literatura, este estudo dispensa apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme as normativas vigentes para pesquisas sem envolvimento direto de seres humanos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca realizada nas bases PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library resultou em 2.184 registros inicialmente identificados. Após a remoção de 638 duplicatas pelo EndNote, 1.546 estudos seguiram para triagem por título e resumo. Desses, 1.312 foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, restando 234 artigos para leitura integral. Após a avaliação completa, 86 estudos preencheram os critérios de inclusão e compuseram o corpus final desta revisão. Houve predominância de pesquisas realizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, refletindo os maiores índices nacionais de consumo de agrotóxicos.

Em relação ao delineamento metodológico, os estudos observacionais representaram 54,6%, seguidos por revisões sistemáticas (18,6%), estudos experimentais com relevância em saúde humana (15,1%) e relatórios técnicos ou documentos institucionais (11,7%). Os estudos evidenciaram que no Brasil, o uso de agrotóxicos apresenta marcantes disparidades regionais, refletindo o modelo agrícola predominante em cada área. As regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste concentram a maior parte do consumo nacional, impulsionadas pela produção em larga escala de commodities como soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, respondendo conjuntamente por mais de 80% dos ingredientes ativos comercializados no país (1– 3).

Em contraste, as regiões Nordeste e Norte apresentam menores índices de utilização, embora o avanço da fronteira agrícola venha intensificando rapidamente o uso de insumos químicos e ampliando áreas de risco (4,5). Esse desequilíbrio regional reforça a necessidade de monitoramento contínuo, sobretudo em zonas onde a expansão agrícola ocorre sem adequada

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

fiscalização ambiental e sanitária, aumentando a exposição de trabalhadores rurais e comunidades que vivem próximas às áreas produtivas (EMBRAPA, Pereira, 2022).

A literatura analisada evidenciou que a exposição prolongada a agrotóxicos está associada a um amplo espectro de agravos à saúde, cuja severidade depende da toxicidade das substâncias, do tempo de exposição e da vulnerabilidade individual. Entre os principais desfechos descritos, destacam-se neoplasias, distúrbios endócrinos, alterações neurológicas e efeitos reprodutivos, incluindo infertilidade e complicações gestacionais. Doenças respiratórias e dermatoses também são recorrentes, especialmente entre trabalhadores expostos por inalação ou contato direto durante a manipulação e aplicação dos produtos. Esses efeitos reforçam a necessidade de ações intersetoriais de vigilância, educação em saúde e fortalecimento de políticas públicas voltadas à redução da exposição ambiental. Os estudos incluídos nesta revisão estão apresentados conforme o ano de publicação, abrangendo o período de 2021 a 2024. As principais características e resultados dos artigos foram organizados nos Quadros 1, 2, 3 e 4, elaborados de acordo com as informações extraídas de cada estudo analisado.

Quadro 1. Relação de periódicos selecionados a partir dos descritores agrotóxico, consequências e possíveis alterações", publicados no banco de dados, PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library do ano de 2021

AUTOR / ANO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Carla Wernecke Padovani Gonzaga; Marcelo Perim Baldo; Antônio Prates Caldeira (2021)	Este estudo examinou a associação entre a ideação suicida e a exposição a agrotóxicos, comparando dois grupos de agricultores familiares, de ambos os sexos, residentes na região semiárida do norte de Minas Gerais, Brasil: um grupo exposto a agrotóxicos e outro que adotava práticas agroecológicas	Foram entrevistados 547 agricultores familiares, sendo 311 pertencentes ao grupo exposto a agrotóxicos e 236 ao grupo que adotava práticas agroecológicas. Os participantes do grupo exposto aos agrotóxicos apresentaram maior probabilidade de relatar ideação suicida (OR = 2,30; IC95%: 1,16–4,56), consumo nocivo de álcool (OR = 2,30; IC95%: 1,18–4,48) e histórico de intoxicação aguda por agrotóxicos ao longo da vida (OR = 8,58; IC95%: 2,98–24,72).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

	sem o uso desses produtos. Os participantes foram selecionados por amostragem por conveniência, e os dados foram coletados por meio de um questionário previamente validado, aplicado em entrevistas presenciais.	
Richartz, Amanda; Heidemann, Ivonete Teresinha Schülter Buss; Vicente, Camila; Rosa, Luciana Martins da; Dalmolin, Indiara Sartori; Antonini, Fabiano Oliveira (2021)	Trata-se de um estudo qualitativo, exploratório-descritivo. As entrevistas semiestruturadas ocorreram de julho a agosto de 2017, incluindo 12 moradores rurais de uma das áreas de abrangência da Unidade Básica de Saúde do município de Antônio Carlos.	O estudo revelou que os participantes conhecem o conceito de agrotóxicos, contudo, apresentam falha na identificação dos prejuízos gerados à saúde. Outro fator destacado, consistiu-se no desuso dos equipamentos de proteção individual, da mesma forma, que o desconhecimento das possíveis atividades promotoras da saúde.
Cyndielle Barcelos da Rocha; Alessandra Pinheiro Costa Nascimento; Ageo Mário Cândido da Silva; Clóvis Botelho (2021).	Trata-se de um estudo caso-controle realizado com crianças de 6 a 7 anos e adolescentes de 13 a 14 anos no município de Primavera do Leste, em 2016. Os casos foram definidos como escolares que	Entre as variáveis relacionadas à exposição a agrotóxicos, destacaram-se a presença de um membro da família que trabalhava na agricultura (OR = 5,91; IC95%: 2,11–16,53) e o residir próximo a áreas de atividade agrícola (OR = 3,98; IC95%: 1,47–11,76), ambas associadas a maior chance de ocorrência de asma não controlada. Neste estudo, a exposição a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

	atenderam aos critérios de asma não controlada, com base nas questões do International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). Os controles foram selecionados nas mesmas escolas dos casos, após processo de randomização, na proporção de 1:1.	agrotóxicos, bem como condições sociodemográficas, neonatais e da infância, mostraram-se associadas à ocorrência de asma não controlada em escolares.

Fonte: Dados do próprio pesquisador, 2025.

Quadro 2. Relação de periódicos selecionados a partir dos descritores agrotóxico, consequências e possíveis alterações", publicados no banco de dados, PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library do ano de 2022

AUTOR / ANO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Aryane Evaristo, Danielle O. Pedroso, Nilva L.S. Rech, Larissa M. Bombardi, Bruna F. Silva, Ana E. Siegloch & Lenita Agostinetto (2022)	Este estudo possui abordagem quantitativa, descritiva e exploratória, sendo realizado em 12 localidades agrícolas do município da Serra Catarinense. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa e os dados foram coletados por meio da aplicação de um questionário estruturado a 79 agricultores que cultivavam grãos utilizando o sistema	O glifosato foi o agrotóxico mais utilizado pelos agricultores, seguido do acefato. Entre os participantes, 21,5% relataram ter sofrido intoxicação por agrotóxicos, sendo a via respiratória é a principal forma de exposição (58,8%). Além disso, 28% dos trabalhadores apresentaram três sintomas de intoxicação, sugerindo casos prováveis de intoxicação. Quanto aos sintomas referidos durante a aplicação dos agrotóxicos, 41% dos trabalhadores relataram

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

	convencional de produção agrícola.	cefaleia como o sintoma predominante, seguida de tontura/vertigem (16%).
Franke JR, Libardoni KSB. (2022).	Foi aplicado um questionário aos participantes, que abordava questões como contato com agrotóxicos, uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), sintomas relacionados ao uso, e produtos utilizados.	Os dados obtidos foram 81,8 % (n=45) eram agricultores, maiores de 40 anos (52,7%, n=29) e sem histórico de doença familiar (40%, n=22). 27,3% (n=15) não utilizavam nenhum EPI, 72,7 % (n=40) utilizavam ao menos um tipo, e 6,9 % (n=6) utilizavam de forma completa. 34,5% (n=19) apresentaram algum sintoma após a aplicação dos agrotóxicos, e foram relatados 7 casos (12,7%) de intoxicação entre os pesquisados.
Santana MLN, Lima MC. (2022).	Trata-se de um estudo de revisão que engloba os distintos tipos de agrotóxicos e impactos à saúde com associação de normas da anvisa contra as fábricas de agrotóxicos.	Os resultados mostram que a proteção à saúde da população está fragilizada e esquecida pelos interesses do mercado que dispõe de um arcabouço institucional e legislativo que lhe fornece meios de regular.
Souza JP, Porto MJ; Credidio GC, Faria HA, Nepomuceno AFSF, Santos LO, Teles ALB. (2022).	Trata-se de uma revisão sistemática dos bancos de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde – LILACS e averiguados por dois revisores independentes, com enfoques na Biblioteca Virtual de Saúde, PUBMED, Scientific Eletronic Library – SCIELO e a Science Direct.	Os hormônios de maior interesse das pesquisas realizadas foram o FSH (19 estudos), seguido do LH e testosterona, ambos com 18 estudos, sendo o FSH e a testosterona os hormônios que mais apresentaram variações nos resultados. A análise em conjunto dos estudos sugere uma possível associação negativa entre exposição a agrotóxicos e níveis de testosterona e LH. Em contrapartida,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

		verificou-se uma associação positiva para o FSH.
Lima FANS, Corrêa MLM, Gugelmin SA. (2022).	Os dados foram obtidos em fontes secundárias dos setores da saúde e ambiente, além de legislações que se relacionam com os indicadores.	A exposição a essas substâncias gera desfechos negativos agudos e crônicos na saúde humana e contaminação no ambiente. De modo a contribuir com o debate no campo da Saúde Coletiva, o texto direciona as discussões ao estado de Mato Grosso, onde estão vários povos indígenas, enfrentando a produção de commodities e desfechos em saúde relacionados com os agrotóxicos.
Karla Patrício Carvalho; Rafael Belo Corassa; Glenda Blaser Petarli; Monica Cattafesta; Eliana Zandonade; Luciane Bresciani Salaroli (2022)	Trata-se de um estudo de série temporal que analisou os casos confirmados de intoxicação por agrotóxicos registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no período de 2007 a 2016. As taxas de incidência foram apresentadas por meio de mapas temáticos, enquanto gráficos de dispersão foram utilizados para demonstrar a incidência dos casos e a taxa de letalidade das intoxicações.	Observou-se um aumento da taxa de incidência das intoxicações por agrotóxicos ao longo do período estudado, considerando o total de casos, bem como quando analisados por sexo e faixa etária, com exceção dos indivíduos com 70 anos ou mais. Em relação à taxa de letalidade, verificou-se uma redução até o ano de 2012, seguida de um aumento nos anos subsequentes. Além disso, oito municípios apresentaram as maiores taxas de notificação, variando entre 30 e 46 novos casos por 100.000 habitantes.

Fonte: Dados do próprio pesquisador, 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 3. Relação de periódicos selecionados a partir dos descritores agrotóxico, consequências e possíveis alterações", publicados no banco de dados, PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library do ano de 2023

AUTOR / ANO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Meire Aparecida Judai; Jamile Silveira Tomiazzi Simões; Ana Paula Alves Favareto; Patricia Alexandra Antunes (2023).	Foram realizados questionário sobre exposição ocupacional e condições de saúde, meatoscopia, audiometria tonal liminar, logoaudiometria e imitanciometria. Os agrotóxicos mais frequentemente relatados pelos participantes foram a cipermetrina, o clorpirifós e o glifosato. Os tempos de exposição mais frequentemente informados foram de 0 a 10 anos, 31 a 40 anos e 51 a 60 anos.	As queixas mais frequentes entre os participantes foram cefaleia, distúrbios visuais e alterações na coluna vertebral, além de hipertensão arterial, distúrbios gástricos e alterações renais. Apenas 35% dos indivíduos com idade entre 18 e 40 anos e 30% daqueles com 40 a 60 anos do grupo ocupacionalmente exposto (GOE) apresentaram boa percepção auditiva. Também foram relatados tontura rotatória, infecção de ouvido, zumbido (tinnitus) e otalgia (dor de ouvido).

Fonte: Dados do próprio pesquisador, 2025.

Quadro 4. Relação de periódicos selecionados a partir dos descritores agrotóxico, consequências e possíveis alterações", publicados no banco de dados, PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO e Cochrane Library do ano de 2024

AUTOR / ANO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Amaral LL, Pena IM, Gameiro IN, Oliveira CM, Burin FX, Silva JGMM (2024).	A metodologia adotada incluiu um estudo quantitativo e retrospectivo, com dados coletados do Sistema	A análise aponta que a intoxicação por raticidas é predominante, com implicações preocupantes em termos de saúde mental, uma vez que muitos casos estão relacionados a tentativas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

	Nacional de Agravos (SINAN).	de suicídio, havendo intoxicação, especialmente entre jovens e populações vulneráveis.
Martins ACO, Alamy JC, Oliveira RC, Oliveira BA, Martins LAPN, Carrijo MRM. (2024).	O estudo é de caráter quali-quantitativo de corte transversal, compreendeu a obtenção de dados de trabalhadores rurais do município de Araguari em uma loja de materiais agropecuários.	Dos 34 trabalhadores rurais, 100% foram do sexo masculino e com média de idade de 55,2 anos (DP ± 12,3). 76,4% com o ensino fundamental incompleto ou completo. 70,6% não utilizam protetor solar. 38,2% e 85,3% dos trabalhadores avaliados informaram buscar serviços de saúde com periodicidade. Quanto ao uso de defensivos agrícolas, 85,3% relataram manuseá-los, sendo que apenas 55,9% utilizam equipamentos de proteção individual (EPIs).
Zelinski CS, Scheffer SM. (2024).	Utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental com coleta de dados em fontes secundárias realizada por sites de institutos de pesquisa e governamentais.	A análise dos resultados demonstrou que o município possui uma intensa produção agrícola com aquisição de toneladas de agrotóxicos, em especial para a produção da soja. Também se inferiu a presença de resíduos proibidos, identificados em diversas amostras de frutas e verduras, sendo impróprias para o consumo.
Rafael Junqueira Buralli; Polianna L M Moreira Albuquerque; Cintia da Espiritu Santo; Viviane Calice-Silva; Fabiana Baggio Nerbass (2024)	Estudo de revisão descritiva tem como objetivo apresentar evidências recentes sobre estresse térmico, pesticidas e metais como possíveis causas de DRCnt e fornecer uma visão geral da regulamentação, fiscalização e estratégias de vigilância em	A exposição de curto e longo prazo a vários pesticidas comumente usados no Brasil foi associada a efeitos renais em estudos experimentais e epidemiológicos, incluindo glifosato, paraquate, clorpirifós, malatião, atrazina, permetrina, outros OPs e piretróides

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

	saúde brasileiras relacionadas.	
Maelison Silva Neves; Mariana Rosa Soares; Stephanie Sommerfeld de Lara; Lucimara Beserra; Luã Kramer de Oliveira; Virginia Luiza Silva Costa; Wanderlei Antonio Pignati (2024)	Tratou-se de um projeto de pesquisa participativo integrado, de abordagem qualiquantitativa, transversal no período de 2015 a 2019, especificamente nos municípios de Campo Novo do Parecis, Sapezal e Campos de Júlio.	Os dados revelaram um processo de contaminação impositiva em todo o território da bacia do rio Juruena, no ambiente, em alimentos, e o adoecimento agudo e crônico supostamente relacionado com a exposição ambiental e ocupacional aos agrotóxicos.

Fonte: Dados do próprio pesquisador, 2025.

Dos 15 artigos incluídos nesta revisão, seis apresentam caráter teórico. Nos períodos pesquisados, quatro abordaram as alterações fisiológicas decorrentes do uso de agrotóxicos, sua maioria tratou dos impactos ambientais e da saúde da população causados pelo uso indevido de agrotóxicos. A pesquisa realizada no Google acadêmico identificou estudos focados no uso indevido dos agrotóxicos e suas consequências para o solo, o ambiente e a saúde humana. Por outro lado, os periódicos encontrados mostraram uma predominância absoluta para os determinados agrotóxicos: glifosato, 2,4-D, suflufenacil, ametrina e atrazina.

Os resultados e discussões revelaram que a partir de uma análise dos estudos encontrados, avalia-se como prioridade as seguintes temáticas: a) agrotóxicos; b) consequências ambientais; c) possíveis alterações. Na maioria dos artigos, os resultados e discussões são mostrados por meio de impactos de forma negativos dos agrotóxicos tanto na saúde humana quanto no meio ambiente, os quais são amplamente abordados por diferentes metodologias, refletindo a complexidade e as diversas dimensões desse tema. Assim, os presentes enfatizam que o uso indevido de agrotóxicos pode ocasionar intoxicação em trabalhadores rurais e em comunidades próximas às áreas de cultivo.

Dessa forma a exposição prolongada desses agentes químicos resulta em uma série de problemas de saúde, como câncer, distúrbios hormonais, problemas neurológicos e reprodutivos, além de doenças respiratórias e dermatológicas. Além disso, mesmo com as normas para o uso de agrotóxicos (classificação toxicológica de acordo a cor da faixa destaque na embalagem; o alerta na embalagem quanto a periculosidade por classes; a leitura minuciosa da bula, explicando

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

todo processo de diluição e uso; uso dos epi's adequado e o respeito quanto ao tempo na pulverização na lavoura) (Nava, Ueno, 2022). Os resíduos podem permanecer nos alimentos consumidos pela população, isso pode levar a um processo de intoxicação de caráter crônico, que leva à acumulação dessas substâncias no corpo humano. Trazer estudos que demonstram os sinais e sintomas dessa contaminação (Alves, 2017).

Os estudos revisados demonstram que a questão dos agrotóxicos envolve uma série de consequências negativas, tanto para a saúde pública quanto para o equilíbrio ambiental, evidenciando a relevância de se aprofundar na compreensão desses efeitos. Observou-se, especialmente, uma predominância de trabalhos que analisam dados previamente coletados, abordando os impactos ambientais e as modificações fisiopatológicas causadas pela exposição a esses produtos.

A pesquisa de Fernandes et al., (2023) revela especialmente que os agrotóxicos das pragas das ervas daninhas (herbicidas) (glifosato, 2,4-D, suflufenacil, ametrina e atrazina) são um dos principais identificados como nocivos ao solo e água a nível ambiental. Geralmente os herbicidas representam riscos à saúde humana, pois podem gerar acúmulo de resíduos nos grãos. Adicionalmente, foi observado que o glifosato está associado ao desenvolvimento de problemas intestinais, como a disbiose, enquanto o butacloro pode causar efeitos hepatotóxicos. Dessa forma, evidencia-se a necessidade urgente de alcançar um equilíbrio na produção de trigo, de modo a torná-la mais rentável para os produtores, sem comprometer a saúde ambiental e humana. Assim, recomenda-se o estabelecimento de Limites Máximos de Resíduos (LMRs) para todos os herbicidas empregados no Brasil, sendo fundamental intensificar a fiscalização do cumprimento das normas relacionadas ao uso de agrotóxicos, além de promover campanhas de conscientização e orientação aos produtores rurais.

Importante enfatizar que o uso excessivo de agrotóxicos tem aumentado de maneira preocupante em todo o mundo, resultando em sérios impactos para a saúde humana e o meio ambiente. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), entre 1990 e 2018, o consumo global de agrotóxicos cresceu mais de 60%, especialmente em países como Estados Unidos, China e Índia. O Brasil também ocupa uma posição de destaque nesse contexto, sendo responsável pelo consumo anual de mais de 500 mil toneladas de ingredientes ativos, um índice alarmante. (FAO, 2021).

Alves (2024) identifica uma interação entre a albumina e os agrotóxicos das classes dos organofosforados, havendo a capacidade de hidrólise do tóxico, e, dependendo do composto inserido, o potencial interage com a enzima acetilcolinesterase (AChE). Contudo, a determinação sérica de albumina não é rotina em casos de intoxicação por agrotóxicos. No entanto, Ramadori

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

et al., (2023) destacam que concentrações plasmáticas baixas de albumina estão associadas a um prognóstico negativo, enquanto Noh et al., (2021) ressaltam a importância clínica da albumina sérica, evidenciando sua relação com o risco de mortalidade.

O Brasil, como um dos principais produtores agrícolas mundiais, assume uma crescente responsabilidade na alimentação global, especialmente diante da crescente demanda por alimentos, impulsionada pelo aumento populacional, que deve alcançar 10 bilhões de pessoas até 2056 (Chamie, 2020).

No contexto brasileiro, a atividade agropecuária desempenha um papel fundamental na economia do país, destacando-se como um dos setores mais importantes. No entanto, o uso indiscriminado de agrotóxicos tem acarretado graves problemas à saúde, que podem até levar à morte. Esse cenário revela uma grande lacuna nas políticas de controle e uso seguro dessas substâncias, necessitando de ações mais rigorosas para proteger a saúde da população.

Amaral *et al.,* (2024) reafirma que o Brasil, consistir em um dos maiores produtores agricolas tanto para exportação quanto para o consumo interno, é abundantemente instruído pela contribuição do agronegócio no produto interno bruto de que representou 23,8% somente no ano de 2023. O autor citado anteriormente refere que o uso intensivo de agrotóxicos tem contribuído para o desequilíbrio ecológico, impulsionado por fatores como a contaminação de lençóis freáticos e a redução da vegetação nativa. No campo da saúde pública, além do aumento nos casos de intoxicação, observa-se o surgimento de novas fontes de doenças de origem silvestre, como a febre amarela e a COVID-19. Isso ocorre porque os habitats naturais de diversos reservatórios de patógenos estão sendo degradados, o que favorece o contato mais frequente entre esses agentes e a população humana, contribuindo para a emergência de enfermidades anteriormente restritas ao ambiente selvagem (Amaral et al., 2024).

Muitas vezes o trabalhador agrícola e a população rural desconhecem os impactos negativos intrínsecos ao uso dos agrotóxicos à saúde. Isto faz com que haja uma supervalorização de seus benefícios às plantações, o que os induz muitas vezes a utilizar doses maiores que as necessárias com a intenção de obterem melhores resultados (Soares; Almeida; Moro, 2003 citado em Korbes *et al.* 2010).

De acordo com Martins *et al*. (2024), a maioria das patologias relacionadas à exposição aos defensivos agrícolas manifesta-se predominantemente após exposições prolongadas. Entre os principais efeitos estão associados com alterações dermatológicas, teratogênese, carcinogênese, desregulação endócrina, neurotoxicidade, além de impactos negativos sobre a reprodução humana e o sistema imunológico (Silva, 2017).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O estudo quali-quantitativo de corte transversal de Martins et al. (2024) mostra que os defensivos agrícolas segundo sua classe química, apresentam uso de carbamatos (45%), seguido de organofosforados (14%), derivados da glicina (11%), compostos inorgânicos (9%) e neonicotinoides (6%).

Outra população vulnerável à exposição de agrotóxicos são crianças e adolescentes. Segundo Bombardi (2017), no Ceará, Pernambuco, Sergipe, Bahia e Tocantins a quantidade de menores de idade intoxicados atinge praticamente 25% do total de casos notificados. Isto demonstra que a exposição a estes produtos tóxicos não é limitada apenas a ambientes ocupacionais, pois muitas vezes a intoxicação de crianças e adolescentes ocorre por estes residirem em região rural com pulverização aérea e/ou pela contaminação de corpos d'água, solo e biomagnificação em animais que são consumidos pelos humanos. Tal fato revela a fragilidade e nível de exposição com que uma população vulnerável convive diariamente, podendo trazer sérias consequências à saúde para o resto das suas vidas.

A agropecuária pode ser conceituada como uma atividade moderna e dinâmica, devido ao setor produtivo e ao seu desenvolvimento histórico. Importante mencionar que, na agricultura brasileira figura no ramo alimentício na produção de grãos como arroz, feijão, milho, soja e trigo, sendo comercializadas em média 11 milhões de toneladas destes alimentos ao ano (IBGE, 2013).

De acordo com Alves (2017), a classificação dos agrotóxicos é de suma importância para o diagnóstico das intoxicações e, posteriormente, traçar intervenções terapêuticas cabíveis ao paciente. Há vários padrões de classificações mundiais desses compostos, sendo que os mais utilizados seriam conforme à praga que controla; ao grupo químico; à toxicidade; à periculosidade ambiental (Karam *et al*., 2015).

O faturamento da indústria de agrotóxicos no Brasil atinge mais US$12 bilhões, desde 2014 (Bellei, 2017). Conforme Carneiro (2015) e Burigo (2016), a região Nordeste possui significativa participação nos dados da produção agrícola nacional, de modo que há grande quantidade no consumo de agrotóxicos. Entretanto, a quantidade de estudos realizados acerca da exposição ocupacional de trabalhadores a esses produtos nessa região é significativamente menor se comparada às regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Segundo o Boletim Epidemiológico (2023), no ano de 2013 a 2022 houve notificação de 124.295 casos de intoxicação exógena por agrotóxicos em todo o Brasil. No quadro 5, conforme apresentado por Brasil (2017), Adapar (2018) e Machado (2018) estão listados os principais agrotóxicos utilizados no território brasileiro, organizados de acordo com o nome químico,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

comercial, o tipo de ação, a classificação química e os sintomas agudos relacionados a intoxicações leves a moderadas.

Quadro 5. Relação do**s** agrotóxicos mais comercializados no território brasileiro.

NOME COMERCIAL (NOME QUÍMICO)	AÇÃO	CLASSE QUÍMICA	SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO
Glifosato (N-fosfonometil glicina)	Herbicida	Derivado do ácido fosfônico	Hiperemia em região ocular e dermatite de contato
2,4-D (Ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	Herbicida	Ácido fenoxiacético	Hiperemia em região ocular, nariz e boca
Óleo mineral	Inseticida	Hidrocarbonetos alifáticos	Hiperemia em região ocular, dermatite de contato, irritação das vias aéreas respiratórias
Acefato (O,S-dimetil-acetilfosforamidotioato)	Inseticida	Organofosforado	Fraqueza, cólicas abdominais, vômitos, espasmos musculares, convulsões
Atrazina (6-cloro-N2-etil-N4-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina)	Herbicida	Triazina clorada	Algias abdominais, diarreia e vômito, irritação de olhos, irritação de mucosas, e reações de pele
Metomil (S-metil N-metilcarbamato de oxima)	Inseticida	Carbamato	Sialorreia, lacrimejamento, incontinência urinária, diarreia, cólicas gastrointestinais e êmese
Clorpirifós (O,O-dietil O-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato)	Inseticida	Organofosforado	Fraqueza, cólicas abdominais, êmese, espasmos musculares, convulsões
Dicloreto de Paraquat (Dicloreto de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo)	Herbicida	Bipiridílio	Sensação de queimação na boca e na região retroesternal, náusea, vômito, dor abdominal e diarreia.
Carbendazim (metil benzimidazol-2-ilcarbamato)	Fungicida	Bipiridílio	Alterações respiratórias, náusea, vômito, diarreia, irritações moderadas nos olhos e pele (dermatite, prurido, vermelhidão, inchaço e ressecamento).
Cipermetrina	Inseticida	Piretroides	Eritema, edema, queimação, fisgadas, parestesias. Olhos: irritação da conjuntiva. Inalação: irritação de vias

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

			aéreas, rinite, asma, pneumonite, reações de hipersensibilidade.
Triazrse	Fungicida	Triazol	Cefaleia, algias abdominais, náuseas e vômitos.

Fonte: BRASIL, 2017; ADAPAR, 2018 e MACHADO, 2018.

É importante destacar que os agrotóxicos podem ser absorvidos principalmente por via cutânea, sendo essa a forma mais comum de exposição ocupacional entre trabalhadores rurais durante a pulverização, especialmente na ausência de equipamentos de proteção individual adequados. A exposição também ocorre pela via respiratória, quando o produto é borrifado sem observar a direção do vento, favorecendo a inalação de partículas. Já o mecanismo de intoxicação pela via digestiva está relacionado à ingestão de alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos. As intoxicações causadas por essas substâncias podem ser classificadas como agudas ou crônicas. A forma aguda se manifesta, geralmente, de forma mais leve à moderada, podendo, em alguns casos, evoluir para situações mais graves (Porto, 2021; Souza, 2022).

Na intoxicação aguda por agrotóxicos, é comum a manifestação de sintomas como êmese, náuseas, cefaleia intensa, cólicas abdominais, fraqueza generalizada, dispneia, parestesia e sudorese profusa. Em quadros agudos graves, podem ocorrer sinais mais severos incluindo hipotensão arterial, alterações no ritmo cardíaco, miose, insuficiência respiratória, convulsões, edema pulmonar, e em casos extremos, óbito (Melo; Gonçalves, 2014). Já a intoxicação crônica se caracteriza pela exposição contínua ou intermitente a agrotóxicos ao longo de meses ou anos, resultando em efeitos tardios, e muitas vezes, irreversíveis, como paralisias e o desenvolvimento de neoplasias (Porto, 2021).

Ainda, Fernandino (2019) retrata que a toxicidade da exposição aos agrotóxicos pode ser aguda ou crônica, avaliando o período de exposição, com manifestação de forma leve, moderada ou grave (variação entre uma leve cefaleia à óbito) dependendo também da quantidade absorvida e dos princípios ativos envolvidos. Quanto à toxicidade, os agroquímicos são categorizados pela ANVISA (2019) em quatro classes (Quadro 6).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quadro 6. Classificação toxicológica dos agrotóxicos.

CLASSES	TOXICIDADE	COLORAÇÃO INDICADA NA EMBALAGEM
I	Extremamente tóxico	**Faixa Vermelha**
II	Altamente tóxico	**Faixa vermelha**
III	Moderadamente tóxico	**Faixa Amarela**
IV	Pouco tóxico	**Faixa Azul**
V	Improvável causar dano agudo	**Faixa Azul**
VI	Não classificado	**Faixa verde**

Fonte: INCA (2022).

O processo de classificação toxicológica dos agrotóxicos surgiu como um método para alertar a população sobre potencial tóxico desses produtos para saúde humana além da contaminação do ambiente. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é o órgão que contribui para determinar a classificação do potencial de periculosidade ambiental, baseando-se na análise de dados de toxicidade e físico-químicos dos produtos, para estimar os efeitos esperados aos compartimentos bióticos e abióticos não alvos dos diversos níveis tróficos (Karam *et al*., 2015).

É fundamental realizar o monitoramento constante das condições de exposição a agrotóxicos em populações vulneráveis (Korbes *et al*. 2010; Fernandino, 2019; Manual De Intoxicação Por Agrotóxicos, 2018). No entanto, diversos desafios são enfrentados pelos órgãos responsáveis, como o elevado número de substâncias registradas e autorizadas no país, o contrabando de produtos ilegais, e a ausência de um registro sistemático das atividades realizadas pelos trabalhadores rurais, como a dosagem, a frequência, a duração da exposição e os períodos de aplicação dos agrotóxicos (Korbes *et al*. 2010; Fernandino, 2019; Manual de Intoxicação Por Agrotóxicos, 2018).

Os indivíduos quando são expostos aos agrotóxicos classificados como altamente ou extremamente tóxicos, desencadeiam uma série de reações fisiopatológicas, com destaque para a inibição da ação da enzima acetilcolinesterase (AChE). O mecanismo de ação dos organofosforados e carbamatos envolve a ligação covalente do princípio ativo do agrotóxico ao sítio catalítico da AChE, bloqueando a sua capacidade de hidrolisar a acetilcolina (ACh) na fenda sináptica. Como consequência, ocorre o acúmulo de acetilcolina nos terminais nervosos colinérgicos, resultando em uma estimulação contínua dos receptores muscarínicos e nicotínicos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

(Nerilo *et al*., 2014). Essa hiperestimulação leva a manifestações clínicas sistêmicas, como broncoconstrição, sialorreia, miose, bradicardia e distúrbios gastrointestinais (diarreia e cólicas). No sistema nervoso central, o excesso de acetilcolina pode causar agitação, confusão, convulsões e, em casos graves, coma. Já no sistema muscular, é comum a ocorrência de fasciculações, fraqueza muscular e, eventualmente, paralisia respiratória devido ao bloqueio neuromuscular (Klein et al.,2018, Silva et al, 2015).

Os sinais clássicos de intoxicação podem acontecer por mecanismos de estimulação dos receptores muscarínicos nos órgãos e tecidos periféricos parassimpático autônomo e por estimulação dos receptores nicotínicos. Além disso, o processo fisiopatológico está relacionado com a ativação constante da sinalização intracelular da proteína G com ativação de aberturas dos canais iônicos e com a ativação do monofostato de adenosina cíclico (AMPc) ou monofosfato de guanosina cíclica (GMPc) na célula neuronal (Klein et al., 2018; Colovic *et al*, 2011).

As alterações em parâmetros bioquímicos e hematológicos, em níveis médios mais baixos de hemoglobina, concentrações de hematócrito e volumes médios de células, além de concentrações médias mais elevadas de hemoglobina corpuscular e número de plaquetas, enzimas hepáticas, como fosfatase alcalina, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase. A inibição da acetilcolinesterase resulta em possíveis sinalizações ocorridas pela acetilcolina em induzir alterações no tamanho dos eritrócitos. É notável que, com a sinalização induzida por acetilcolina, estimula-se também a ação enzimática glutamato piruvato transaminase no sangue (Manyilizu, 2016).

Segundo Horn (2016), os agrotóxicos estão relacionados a danos em organismos não-alvo, incluindo os seres humanos, podendo provocar neurotoxicidade, efeitos imunológicos, carcinogênicos e alterações no sistema reprodutivo. Esses compostos promovem um desequilíbrio entre as espécies reativas de oxigênio (EROs), o que leva a oxidação de lipídeos e ao dano do DNA. Ainda, as espécies reativas de oxigênio estão diretamente envolvidas na infertilidade masculina, pois a produção em excesso daquele altera os mecanismos celulares de danos ao RNA mensageiro, peroxidação lipídica e oxidação de proteínas com ação negativa em espermatogênese e esteroidogênese, conforme estudos realizados em ratos. Pesquisas comprovam que as induções de agrotóxicos geram alterações no hormônio estimulante da tireoide (TSH), apresentando baixas atividades enzimáticas glutationa S-transferase (GST), o que resulta em sintomas tireoidianos afetando o metabolismo celular (Jallouli, 2016).

Além disso, a exposição crônica aos organofosforados pode levar ao desenvolvimento de sintomas de depressão, um fator de risco para a prática de suicídios (Korbes *et al*., 2010). Desta forma, observa-se que os sinais e sintomas desenvolvidos por indivíduos expostos aos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Ops estão diretamente relacionados ao grau de exposição que os indivíduos sofreram previamente.

As alterações desencadeadas pelos agrotóxicos ao sistema endócrino são inúmeras e algumas ainda nem conhecidas. Eles podem mimetizar hormônios, funcionar como agonista e/ou antagonista nos sítios de receptores hormonais, estimular a formação de mais receptores hormonais, aumentar a produção e a liberação de hormônios, alterar a forma dos hormônios, interferindo na sua interação com os receptores celulares (Birkett; Lester, 2003; Warner *et al*., 2020).

O fato de grande parcela de tais compostos ser formada por moléculas pequenas, faz com que elas possuam a capacidade de interferir em alguns receptores hormonais, afetando, negativamente, a reprodução, o desenvolvimento e a homeostase celular (Sadik; Witt, 1999).

As alterações desencadeadas pelos agrotóxicos ao sistema endócrino são inúmeras e inter-relacionadas. E, de fato, estudos de diversos mecanismos da sinalização hormonal são de suma importância para descobrir os inúmeros efeitos de DE no organismo humano (Warner *et al.,* 2020).

Alguns estudos mostram a elevação provisória e acentuada dos níveis glicêmicos (hiperglicemia) até 5 (cinco) vezes superior aos valores habituais (Lee; Wu; Chang, 1998). Marcadores de função cardíaca, por vezes, apresentam alterações avaliadas nas primeiras horas após a exposição (Saadeh *et al*., 1997). Em alguns casos, o eletrocardiograma detecta arritmias cardíacas (fibrilação atrial e ventricular) até 72 horas após a intoxicação (Lee; Wu; Chang, 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante pesquisa bibliográfica, conclui-se que os impactos dos produtos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente são estudados por meio de uma diversidade de abordagens metodológicas, os quais mostram um panorama amplo sobre a temática, já que se trata de um assunto que gera inúmeras implicações ambientais e também para saúde humana. Por meio da observação dos artigos coletados em distintas bases de dados, foi possível analisar uma forte tendência de estudos teóricos, os quais reuniam informações outrora coletadas que mostram os impactos ambientais e as alterações fisiopatológicas decorrentes do uso dos agrotóxicos.

Além disso, mediante a reunião desses dados, foi possível mostrar que, para a nação brasileira, a atividade agropecuária representa um dos setores mais fortes para a economia, porém o uso indiscriminado de substâncias agrotóxicas tem gerado inúmeras implicações

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

negativas para a saúde pública, que vão desde intoxicações agudas e crônicas, até a morte de pessoas.

As intoxicações representam um grave problema de saúde pública global e, portanto, é fundamental conhecer as alterações e agravos a nível fisiológico para assim favorecer o desenvolvimento de políticas visando a melhoria na qualidade de vida populacional. A exposição aos agrotóxicos apontada nas literaturas ocasiona distintas alterações hormonais, sanguíneas, órgão e tecidos, além de ser um contaminante ambiental resultando em intoxicação de forma indireta.

É essencial investir em políticas voltadas para a saúde e segurança dos trabalhadores no setor agrícola, com o objetivo de estabelecer metas para garantir condições de trabalho mais adequadas. Isso contribuirá para a melhoria da saúde e do bem-estar dos trabalhadores, considerando que muitas condições dentro das empresas agrícolas comprometem a saúde dos trabalhadores rurais. Estes estão expostos a diversos riscos, cujas especificidades e gravidade dependem da intensidade e da forma de exposição aos agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. Ações de saúde a produtores de tabaco expostos a agrotóxicos: estudo em um município de atividade econômica predominantemente agrícola. Monografia (Graduação em Bacharel em Enfermagem). Santa Cruz do Sul, 2017.

ADAPAR - Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR). Lista de ingredientes ativos com restrição de uso no estado do Paraná. Curitiba: ADAPAR, 2018.

AMARAL, L. L.; PENA, I. M.; GAMEIRO, I. N.; OLIVEIRA, C. M.; BURIN, F. X.; SILVA, J. G. M. M. Análise epidemiológica da intoxicação exógena por agrotóxicos no Distrito Federal de 2015 a 2023. Brazilian Journal of Health Review, Curitiba, v. 7, n. 9, p. 01-16, nov./dez. 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. Brasília, 2019.

BOMBARDI, L. M. Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia. São Paulo: FFLCH-USP, 2017.

BIRKETT JW, LESTER JN. Endocrine disruptors in wastewater and sludge treatment processes. IWA Publishing, Londres, 2003. 295p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório nacional de vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos. Brasília: MS, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de Vigilância em Saúde: volume único [recurso eletrônico/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação- Geral

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. - 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 705 p. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/outubro/06/Volume-Unico-2017.pdf>. Acesso em 02 de fev. 2025.

BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO. Intoxicações exógenas por agrotóxicos no Brasil – 2013 a 2022. Secretaria de Vigilância em Saúde | Ministério da Saúde Volume 54, Nov. 2023 Disponível em: < https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-12>. Acesso em 28 Jan. 2025.

BURIGO, A. Impacto dos agrotóxicos na alimentação, saúde e meio ambiente. Oficina “Agrotóxicos: impactos e alternativas”. Rio de Janeiro: EPSJV/FIOCRUZ, 2016.

CARNEIRO, F. F. et al. (Orgs.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, 2015.

COLOVIC, M.; KRSTIC, D.; USCUMLIC, G.; VASIC, V. Single and simultaneous exposure of acetylcholinesterase to diazinon, chlorpyrifos and their photodegradation products. Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 100, 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators 1990–2021. Disponível em: https://openknowledge.fao.org/. Acesso em: 12 dez. 2024.

FERNANDINO, S. S. G. (In) visibilidade dos agrotóxicos na saúde integral de mulheres rurais. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

FERNANDES, A. M.; ZANELLA, M.; WIVES, D. G.; BOHN, L. Impactos do uso de herbicidas utilizados em cultura de trigo no meio ambiente e na saúde humana: uma revisão sistemática da literatura. RISUS – Journal on Innovation and Sustainability, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 25-38, 2023.

HORN, R. C.; MAGNI, M. P.; MORI, N. C.; JUNGES, L.; GOLLE, D. P.; KOEFENDER, J.; MANFIO, C. E.; GELATTI, G. T.; FELIPPIN, T. Avaliação in vitro do efeito da infusão de Cunila microcephala Benth sobre a atividade da enzima acetilcolinesterase e biomarcadores de estresse oxidativo em eritrócitos de agricultores. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Campinas, v. 18, n. 1, supl. I, p. 341-348, 2016.

INCA- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. Rio de Janeiro: INCA, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JALLOULI, M; DHOUIB, I.E.B; DHOUIB, H; LASRAM, M; GHARBI, N; FAZAA, E.S. Disruption of steroidogenesis after dimethoate exposure and efficacy of N-acetylcysteine in rats: an old drug with new approaches. **Environ Sci Pollut Res.** Apr, 2016;23(8):7975-84.

KARAM, D.; SILVA, W. T.; RIOS, J. N. G.; FERNANDES, R. C. Agrotóxicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

KLEIN, B. N. et al. Análise do impacto do uso de organofosforados e carbamatos em trabalhadores rurais de um município da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Acta Toxicológica Argentina, v. 26, n. 3, 2018.

KORBES, D.; SILVEIRA, A. F.; HYPPOLITO, M. A.; MUNARO, G. Alterações no sistema vestibulococlear decorrentes da exposição ao agrotóxico: revisão de literatura. Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, v. 15, n. 1, 2010.

LEE, W. C.; WU, M. L.; CHANG, F. Y. et al. The Clinical Significance of Hyperamylasemia in Organophosphate Poisoning. Clinical Toxicology, v. 36, n. 7, p. 673-681, 1998.

MANUAL DE INTOXICAÇÃO POR AGROTÓXICOS. Material técnico: intoxicações agudas por agrotóxicos – atendimento inicial do paciente intoxicado. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná, 2018.

MACHADO, A. M. Perfil epidemiológico de intoxicações por agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir do SINAN. 2018. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2018.

MANYILIZU, W. B. et al. Association of Long-Term Pesticide Exposure and Biologic Parameters in Female Farm Workers in Tanzania: A Cross Sectional Study. Toxics, v. 4, n. 25, 2016.

MARTINS, A. C. O.; ALAMY, J. C.; OLIVEIRA, R. C.; OLIVEIRA, B. A.; MARTINS, L. A. P. N.; CARRIJO, M. R. M. Perfil de saúde do trabalhador rural em Araguari – MG: abordagem preliminar. CPAH Science Journal of Health, v. 7, n. 1, 2024.

MELO, J. B.; GONÇALVES, S. J. C. Fatores que predispõem a intoxicação por agrotóxicos no município de Paty do Alferes. Revista Pró-UniverSUS, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 25-35, 2014.
NAVA, D. E.; UENO, B. Normas gerais sobre uso de agrotóxicos. Aliança de Informação de Serviços Agrícolas, 2022.

NUNES, G. S.; RIBEIRO, M. L. Pesticidas: uso, legislação e controle. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 4, p. 31-44, 1999.

NERILO, S. B.; MARTINS, F. A.; NERILO, L. B. et al. Pesticide use and cholinesterase inhibition in small-scale agricultural workers in southern Brazil. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 50, n. 4, 2014.

NOH, E. et al. The clinical role of serum albumin in organophosphate poisoning. Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology, v. 128, n. 4, p. 605-614, 2021.

PORTO, M. J. Avaliação da exposição a agrotóxicos por trabalhadores rurais no município de Crisópolis – Bahia. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2021.
RAMADORI, G. P. et al. Organophosphorus Poisoning: Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) and Cardiac Failure as Cause of Death in Hospitalized Patients. International Journal of Molecular Sciences, v. 24, p. 6658, 2023.

SAADEH, A. M.; FARSAKH, N. A.; AL-ALI, M. K.; BASMA, P. Cardiac manifestations of acute carbamate and organophosphate poisoning. Heart, v. 77, p. 461-464, 1997.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

SADIK, O. A.; WITT, D. M. Monitoring endocrine disrupting chemicals. Environmental Science & Technology, v. 33, p. 368-374, 1999.

SILVA, S. M. S. Intoxicações por inibidores da acetilcolinesterase: etiologia, diagnóstico e tratamento. Trabalho Final de Mestrado. Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

SOARES, W.; ALMEIDA, R. M. V. R.; MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 19, n. 4, p. 1117-1127, 2003.

SOUZA, J. P. Estudos sobre uso de agrotóxicos no município de Crisópolis – Bahia. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2022.

WARNER, G. R.; MOURIKES, V. E.; NEFF, A. M.; BREHM, E.; FALHAS, J. A. Mecanismos de ação de agroquímicos agindo como desreguladores endócrinos. Molecular and Cellular Endocrinology, 2020.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.