



## **Exposição a agroquímicos e seus impactos na saúde humana e no meio ambiente: uma revisão de literatura**

### **Exposure to agrochemicals and their impacts on human health and the environment: a literature review**

Ludmila Malaquias Alves Ferreira <sup>1</sup>Mariana Amorim da Cunha <sup>2</sup>Layon Zafra-Lemos<sup>3</sup>

**RESUMO:** A crescente utilização de agroquímicos na agricultura, como pesticidas, herbicidas e fungicidas, tem contribuído para o aumento da produtividade agrícola, mas também causando preocupações sobre seus efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. A exposição pode ocorrer por contato direto durante o manuseio, pela ingestão de alimentos contaminados ou por inalação de partículas dispersas no ar. Em seres humanos, essa exposição está associada a efeitos agudos, como irritações cutâneas, náuseas e dificuldades respiratórias, e crônicos, incluindo distúrbios endócrinos, danos neurológicos, imunossupressão e aumento do risco de câncer. No meio ambiente, os agroquímicos podem persistir no solo, na água e no ar, afetando a biodiversidade e comprometendo diversos ecossistemas. A contaminação de corpos d'água prejudica organismos aquáticos, enquanto a bioacumulação e a biomagnificação intensificam os impactos em cadeias alimentares. A metodologia foi realizada em várias etapas, para selecionar criteriosamente fontes de dados através de diferentes bases de dados acadêmicos como Scielo, PubMed e Google Acadêmico, utilizando os descritores relevantes: Exposição e impactos dos agroquímicos na saúde humana e no meio ambiente. Diante desse cenário, torna-se essencial adotar práticas agrícolas sustentáveis, como manejo integrado de pragas, uso de biopesticidas e incentivo à agricultura orgânica. A fiscalização rigorosa, aliada à educação ambiental e à conscientização sobre os riscos, é fundamental para mitigar danos e proteger tanto a saúde humana quanto os ecossistemas.

**Palavras-chave:** Pesticidas. Efeitos Agudos e Crônicos. Ecossistema.

**ABSTRACT:** The increasing use of agrochemicals in agriculture, such as pesticides, herbicides, and fungicides, has contributed to increased agricultural productivity, but also raised concerns about their adverse effects on human health and the environment. Exposure can occur through direct contact during handling, through ingestion of

---

<sup>1</sup> Graduando(a) Ludmila Malaquias Alves Ferreira do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário UniFatecie, [ludmilamalaquias40@gmail.com](mailto:ludmilamalaquias40@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduando(a) Mariana Amorim da Cunha do Curso de Nutrição do Centro Universitário UniFatecie, [mariana.amoimcunha@gmail.com](mailto:mariana.amoimcunha@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Dr. Layon Zafra-Lemos, orientador do Curso de Fisioterapia e Nutrição do Centro Universitário UniFatecie, [layon.zafra@fatecie.edu.br](mailto:layon.zafra@fatecie.edu.br)



contaminated food, or through inhalation of airborne particles. In humans, this exposure is associated with acute effects, such as skin irritation, nausea, and respiratory difficulties, and chronic effects, including endocrine disruption, neurological damage, immunosuppression, and an increased risk of cancer. In the environment, agrochemicals can persist in soil, water, and air, affecting biodiversity and compromising various ecosystems. Contamination of water bodies harms aquatic organisms, while bioaccumulation and biomagnification intensify impacts on food chains. The methodology was carried out in several stages, carefully selecting data sources across various academic databases such as Scielo, PubMed, and Google Scholar, using the relevant descriptors: Exposure and impacts of agrochemicals on human health and the environment. Given this scenario, it is essential to adopt sustainable agricultural practices, such as integrated pest management, the use of biopesticides, and the promotion of organic farming. Strict monitoring, combined with environmental education and risk awareness, is essential to mitigate damage and protect both human health and ecosystems.

**Keywords:** Pesticides. Acute and Chronic Effects. Ecosystem.

## INTRODUÇÃO

O uso intensivo de agroquímicos nas últimas décadas representa uma das principais ameaças à saúde humana e ao meio ambiente. No Brasil, país que ocupa posição de destaque no agronegócio global, observa-se um crescimento exponencial na utilização desses produtos químicos, com um aumento de aproximadamente 91% da utilização e consumo destes produtos entre 2010 e 2021 (Lopes & Albuquerque, 2018). Tal cenário tem sido descrito como uma forma de “colonialismo químico”, uma vez que muitos agrotóxicos banidos na União Europeia continuam sendo utilizados em território brasileiro em diversas culturas (Souza *et al.*, 2017).

Do ponto de vista ambiental, a aplicação de agroquímicos resulta em uma ampla dispersão de resíduos tóxicos no solo, na água e no ar. Estima-se que mais de 95 % dos produtos aplicados não atingem seus alvos, contaminando assim ecossistemas inteiros e impactando organismos não intencionais. Modelos ambientais demonstram que cerca de 60 % das áreas agrícolas no mundo apresentam risco significativo de poluição ambiental por múltiplos ingredientes ativos presentes nestes agroquímicos (Redalyc, 2021).

Quanto à saúde humana, os impactos podem ser classificados em agudos e crônicos. As intoxicações agudas geralmente acometem trabalhadores rurais expostos diretamente às substâncias químicas e manifestam-se por sintomas respiratórios,



dermatológicos, gastrointestinais e neurológicos. Por outro lado, os efeitos crônicos estão relacionados à exposição prolongada a baixas doses de agroquímicos, podendo resultar em doenças endócrinas, reprodutivas, respiratórias, neurológicas e diversos tipos de câncer (Leite *et al.*, 2022).

Populações vulneráveis, como gestantes, crianças e comunidades rurais, são especialmente suscetíveis aos efeitos adversos da exposição aos agroquímicos. Estudos apontam que a exposição durante o período gestacional pode levar a abortos espontâneos, malformações congênitas, distúrbios do neurodesenvolvimento e baixo peso ao nascer. A presença de resíduos de agroquímicos na água potável e nos alimentos agrava ainda mais o risco à saúde pública (Lopes & Albuquerque, 2018).

Apesar da existência de regulamentações e da atuação de órgãos de controle, o Brasil aprovou mais de mil novos produtos agroquímicos entre 2015 e 2018, muitos deles contendo princípios ativos considerados altamente tóxicos. Frente a esse cenário, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas, a agroecologia e tecnologias de biorremediação, mostra-se essencial para a mitigação dos danos (Redalyc, 2021).

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo analisar os impactos da exposição aos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente, com base em evidências científicas recentes, discutindo os principais agravos associados, os mecanismos de contaminação e as estratégias preventivas mais relevantes dos últimos quinze anos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia foi realizada em várias etapas, para selecionar criteriosamente fontes de dados através de diferentes bases de dados acadêmicos como Scielo, PubMed e Google Acadêmico, utilizando os descritores relevantes: Exposição e impactos dos agroquímicos na saúde humana e no meio ambiente, para identificar as fontes mais pertinentes para nossa área de pesquisa, citadas em publicações nacionais e/ou internacionais durante os últimos dez anos.

Foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão para garantir a qualidade e a relevância das fontes incorporadas. Cada fonte incorporada, foi analisada



criteriosamente identificando as principais informações, conclusões e argumentos essenciais presentes na literatura, contribuindo assim para uma melhor identificação e compreensão dos temas abordados em relação a este estudo. A revisão bibliográfica foi estruturada conforme a organização que incluía introdução, desenvolvimento temático e conclusão de artigos pesquisados conforme os descritores utilizados no presente estudo. Além disso, passou por ampla revisão de leitura, visando garantir a clareza, coesão e precisão do texto, contribuindo assim para uma melhor compreensão dos conteúdos abordados. Com este resultado obteve-se um total de 37 artigos, dos quais 20 foram selecionados para este estudo.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Agroquímicos

Os agroquímicos, também conhecidos como agrotóxicos, pesticidas ou defensivos agrícolas, são substâncias químicas amplamente utilizadas na agricultura moderna para prevenir, eliminar ou controlar organismos considerados prejudiciais às culturas agrícolas. Seu uso está diretamente relacionado à intensificação da produção agrícola e à redução de perdas causadas por pragas, doenças e plantas invasoras (Croplife Brasil, 2025).

Segundo a definição legal brasileira, os agroquímicos compreendem produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos utilizados nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, com a finalidade de proteger e conservar a saúde das plantas de diversos invasores presentes no meio ambiente (BRASIL, 2023).

Essas substâncias são classificadas principalmente com base na sua função biológica. Os principais grupos incluem os inseticidas, voltados ao controle de insetos como por exemplo o Acefato e Malationa; os herbicidas utilizados contra plantas daninhas como por exemplo o glifosato e o 2,4-D, sendo os mais utilizados no Brasil, dada sua eficácia no controle de plantas daninhas em culturas de soja e milho; os fungicidas empregados na contenção de fungos fitopatogênicos como por exemplo o



Mancozeb e Clorotalonil; além dos acaricidas, nematicidas, rodenticidas e moluscicidas, que visam organismos específicos para seu controle biológico no ambiente (IBAMA, 2023).

A classificação toxicológica dos agroquímicos no Brasil segue, desde 2019, os critérios do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos adotado pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Nesse sistema, os produtos são divididos em categorias de 1 a 5 e não classificado conforme sua toxicidade aguda (Figura 1), sendo a Categoria 1: extremamente tóxico (faixa vermelha) a mais perigosa, a Categoria 2: altamente tóxico (faixa vermelha), a Categoria 3: moderadamente tóxico (faixa amarela), a Categoria 4: pouco tóxico (faixa azul), a Categoria 5: improvável de causar dano agudo (faixa azul) e a Categoria não classificado (faixa verde) apresentando potencial de toxicidade insignificante para os organismos não alvos (ANVISA, 2019).

**Figura 1.** Classes Toxicológicas

|                        | CATEGORIA 1                 | CATEGORIA 2                 | CATEGORIA 3                  | CATEGORIA 4                  | CATEGORIA 5                             | NÃO CLASSIFICADO |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|------------------|
|                        | EXTREMAMENTE TÓXICO         | ALTAMENTE TÓXICO            | MODERAMENTE TÓXICO           | POUCO TÓXICO                 | IMPROVÁVEL DE CAUSAR DANO AGUDO         | NÃO CLASSIFICADO |
| PICTOGRAMA             |                             |                             |                              |                              | Sem símbolo                             | Sem símbolo      |
| PALAVRA DE ADVERTÊNCIA | PERIGO                      | PERIGO                      | PERIGO                       | CUIDADO                      | CUIDADO                                 | Sem advertência  |
| CLASSE DE PERIGO       |                             |                             |                              |                              |                                         |                  |
| Oral                   | Fatal se ingerido           | Fatal se ingerido           | Tóxico se ingerido           | Nocivo se ingerido           | Pode ser perigoso se ingerido           | -                |
| Dérmica                | Fatal em contato com a pele | Fatal em contato com a pele | Tóxico em contato com a pele | Nocivo em contato com a pele | Pode ser perigoso em contato com a pele | -                |
| Inalatória             | Fatal se inalado            | Fatal se inalado            | Tóxico se inalado            | Nocivo se inalado            | Pode ser perigoso se inalado            | -                |
| COR DA FAIXA           | Vermelho                    | Vermelho                    | Amarelo                      | Azul                         | Azul                                    | Verde            |
|                        | PMS Red 199 C               | PMS Red 199 C               | PMS Yellow C                 | PMS Blue 293 C               | PMS Blue 293 C                          | PMS Green 347 C  |

**Fonte:** <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/anvisa-vai-reclassificar-todos-os-agrotoxicos-que-estao-no-mercado> (2025).

No Brasil, além da classificação realizada pela Anvisa, o Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) também classifica agroquímicos. O Ibama avalia os ingredientes ativos desses produtos, considerando o



quanto eles podem ser perigosos para o meio ambiente. Além disso, o Ibama aponta que substâncias como atrazina, acefato e malationa são muito perigosas, consideradas de alta periculosidade ambiental, devido ao seu potencial de contaminação no solo, água e organismos não alvo (IBAMA, 2023).

Apesar de sua relevância para a produtividade agrícola, diversos estudos científicos têm destacado os riscos associados ao uso intensivo de agroquímicos. A exposição direta ou indireta a essas substâncias pode provocar efeitos adversos à saúde humana, como alterações hormonais, problemas neurológicos, imunológicos, reprodutivos e até mesmo o câncer. Adicionalmente, os impactos ambientais incluem a redução da biodiversidade, contaminação de corpos hídricos naturais ou artificiais, degradação do solo e intoxicação de animais silvestres (Faria *et al.*, 2021; Lopes & Albuquerque, 2018).

A discussão sobre os agroquímicos envolve, portanto, um equilíbrio entre os benefícios produtivos e os riscos associados ao seu uso. Embora avanços regulatórios e tecnológicos tenham ocorrido, como o incentivo ao uso de bioinsumos e manejo integrado de pragas, ainda há um longo caminho para garantir segurança alimentar com sustentabilidade ambiental para a diminuição dos riscos ao meio ambiente e a saúde humana (Faria *et al.*, 2021).

### **Impactos dos agroquímicos na saúde humana**

Nos últimos anos, a exposição a agroquímicos tem se consolidado como um grave problema de saúde pública, especialmente em países agrários como o Brasil. Segundo Scorza, Beltramim e Bombardi (2023), entre 2010 e 2021 o uso de pesticidas no país cresceu cerca de 91 %, configurando uma forma de “colonialismo químico”, já que substâncias proibidas na União Europeia seguem amplamente utilizadas no Brasil. A Organização Mundial da Saúde estima que, globalmente, ocorrem cerca de 385 milhões de intoxicações acidentais por agroquímicos por ano, das quais aproximadamente 11 mil resultam em óbito.



A exposição humana a esses compostos pode ocorrer por vias ocupacional, ambiental e alimentar. As intoxicações provocadas por agroquímicos têm se manifestado de formas distintas, com repercussões agudas e crônicas significativas na saúde humana. As intoxicações agudas tipicamente decorrem de exposições intensas e de curta duração aos agroquímicos, ocorrendo principalmente pela via ocupacional durante a aplicação ou manuseio inadequado destes produtos, ou em casos de suicídio por ingestão de agroquímicos. Isso tem provocado um aumento de casos de intoxicações agudas entre trabalhadores rurais e comunidades vizinhas a áreas pulverizadas, com sintomas associados a náuseas, vômitos, tontura, cefaleia, além de sintomas respiratórios e dermatológicos. Em casos mais graves, observam-se quadros de coma, alterações neurológicas e complicações sistêmicas especialmente após exposição a organofosforados e carbamatos (Silva *et al.*, 2025).

Por outro lado, as intoxicações crônicas resultam de exposições repetidas, em baixas doses, por períodos prolongados e podem manifestar-se meses ou anos após o contato com os agroquímicos. Essas exposições estão associadas a efeitos subclínicos que incluem desregulação endócrina, infertilidade, malformações congênitas, abortos espontâneos, redução do peso ao nascer e disfunções cognitivas e neurológicas. Gestantes e crianças são especialmente vulneráveis, visto que muitos desses compostos atuam como desreguladores endócrinos e neurotóxicos comprometendo o desenvolvimento embrionário nos seres humanos (Scorza *et al.*, 2023; Flores *et al.*, 2022).

Estudos epidemiológicos demonstram que a exposição de mães a organofosforados, como o clorpirifós, pode ser prejudicial à saúde humana. O clorpirifós é um inseticida de amplo espectro pertencente à família dos organofosforados sendo utilizado em diferentes tipos de culturas com o papel de controlar diversas variedades de pragas. Esse agroquímico bloqueia a ação da enzima acetilcolinesterase, sendo esta enzima crucial para a transmissão e comunicação de impulsos nervosos no organismo humano, desencadeando possíveis danos neurológicos como déficits de memória, QI reduzido, transtornos de atenção, aumento do risco de autismo em crianças expostas na fase pré-natal ou neonatal, podendo aumentar o número de casos de intoxicações no organismo humano (Scorza *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2022; Lopes & Albuquerque, 2018).



Diversos estudos demonstram que o uso excessivo de agroquímicos na agricultura, como os herbicidas glifosato e 2,4-D, e o veneno para ratos chamados “chumbinho”, tem aumentado a taxa de óbitos entre os agricultores. Isso mostra que a toxicidade aguda desses produtos está ligada ao risco de morte dos agricultores devido ao uso inadequado à exposição oral a esses agroquímicos. Além disso, com o aumento do uso e da exposição dos agroquímicos diversos estudos apresentam aumento de agravos à saúde, incluindo câncer, doenças neurodegenerativas, desfechos adversos à reprodução humana, evidências laboratoriais de aumento de danos genéticos com a presença de micronúcleos e instabilidade cromossômica como quebras, gaps cromossômicos em trabalhadores rurais pela alta exposição a esses agroquímicos presentes na agricultura (Kwiatkowski *et al.*, 2022; Lopes & Albuquerque, 2018; Pignati *et al.*, 2017).

Diante desse panorama, torna-se imprescindível o fortalecimento de políticas públicas de controle, substituição e monitoramento do uso de agroquímicos, além da educação e proteção dos trabalhadores expostos a estes agroquímicos, visando à prevenção de agravos evitáveis e à promoção da saúde pública.

### **Impactos dos agroquímicos no meio ambiente**

Os impactos ambientais dos agroquímicos consolidou-se e expandiu-se, evidenciando efeitos variados e de longa duração que atingem o solo, a água, o ar, a biodiversidade e os serviços que afetam os ecossistemas. A persistência e a movimentação de diferentes tipos de princípios ativos como por exemplos os herbicidas (Glifosato, 2,4-D), neonicotinoides, organofosforados e fungicidas sistêmicos, têm revelado mecanismos complexos de contaminação difusa e exposição a organismos não-alvo, com implicações na saúde dos seres vivos presentes nos ecossistemas (Ipbes, 2019; Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019).

No solo, aplicações repetitivas de agroquímicos alteram a composição e a funcionalidade da microbiota do solo, reduzindo a diversidade microbiana e afetando processos chave como a ciclagem de carbono e nitrogênio, formação de agregados e disponibilidade de nutrientes no solo (Ribeiro *et al.*, 2022; Lopes & Albuquerque, 2018). Essas alterações traduzem-se em perdas de fertilidade a médio e longo prazo, maior compactação e maior propensão à erosão, além de favorecerem a seleção de



microrganismos resistentes que empenham ainda mais a estabilidade do solo como suporte à produção agrícola (Silveira *et al.*, 2021).

A contaminação hídrica tem sido amplamente documentada: estudos de monitoramento identificaram uma grande variedade de princípios ativos e metabólitos em águas superficiais, águas subterrâneas e sedimentos, inclusive em concentrações que ultrapassam os limites seguros para a proteção dos organismos aquáticos e da saúde humana. A lixiviação e o transporte por escoamento e deriva atmosférica resultam em “coquetéis” químicos em ambientes aquáticos, cuja toxicidade conjunta (misturas) é frequentemente superior à soma dos efeitos individuais, causando mortalidade, redução de fecundidade, fertilidade e alterações comportamentais em invertebrados aquáticos, peixes e anfíbios (Scorza *et al.*, 2023; Stehle; Schulz, 2015).

A polinização e a entomofauna em geral sofreram forte declínio associado ao uso intensivo de agroquímicos. Estudos recentes mostram que o uso de neonicotinoides um tipo comum de inseticida amplamente utilizado na agricultura, conhecidos por sua ação neurotóxica afetando o sistema nervoso dos insetos. Isso leva à diminuição da quantidade e a variedade de insetos, o que impacta os polinizadores como as abelhas e as borboletas. Essas mudanças podem afetar a produção agrícola que depende destes organismos polinizadores e na regeneração natural das comunidades vegetais no meio ambiente. Estudos de monitoramento a longo prazo demonstraram quedas significativas nas populações de insetos voadores e minhocas em áreas de paisagens intensamente manejadas. Essas mudanças prejudicam serviços importantes para o meio ambiente, como a decomposição de matéria orgânica e o controle natural de pragas (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019; Goulson, 2015).

Os vertebrados e as comunidades aquáticas sofrem diversos impactos químicos devido a bioacumulação de diversos agroquímicos expostos a estes ambientes causando alterações metabólicas nos tecidos, efeito de alterações reprodutivas, endócrinas e imunológicas de peixes e organismos bentônicos reduzindo a biodiversidade local e afeta as cadeias tróficas, com potencial de repercussão até níveis humanos por meio do consumo de pescado contaminado (Ribeiro *et al.*, 2022; Stehle; Schulz, 2015).

A deriva atmosférica e a deriva de pulverização representam vetores importantes de contaminação em paisagens fragmentadas e de proteção, expondo áreas destinadas à conservação e populações humanas rurais e urbanas a resíduos agrícolas. Casos de



contaminação e mortalidade de fauna em áreas protegidas e de intoxicação de comunidades tradicionais foram registrados com maior frequência, evidenciando uma dimensão socioambiental crítica do problema (Scorza *et al.*, 2023).

Outro aspecto emergente importante é o aumento da resistência de pragas e de microrganismos a formulações químicas, impulsionando o uso crescente de dosagens mais altas e combinações de princípios ativos, gerando um ciclo de dependência química e aumento da contaminação ambiental. A resistência agrícola acarreta também externalidades ecológicas, como a perda de espécies benéficas e alterações na estrutura das comunidades (Silveira *et al.*, 2021). Além disso, estudos recentes mostram os efeitos indiretos e sistêmicos que afetam as mudanças na microbiota do solo e da água afetando a saúde das plantas, tornando-se menos resistentes a estresses causados por organismos e fatores ambientais. A perda de polinizadores prejudica a produção de frutas e sementes. Além disso, a contaminação de áreas úmidas e fontes de água impacta a disponibilidade de água potável e de saneamento básico agravando vulnerabilidades na saúde humana (Ribeiro *et al.*, 2022).

A avaliação de risco ambiental ainda enfrenta lacunas metodológicas importantes: muitos processos de autorização falham em considerar exposições crônicas, efeitos subletais, exposições a misturas e efeitos em níveis populacionais e comunitários; além disso, o monitoramento ambiental e os registros públicos são desiguais entre países e regiões, limitando a capacidade de avaliação espacial e temporal dos impactos. No Brasil, em particular, análises destacam a combinação problemática entre aumento de autorizações, defasagem nas reavaliações e insuficiência de redes de monitoramento, o que potencializa riscos acumulativos em ecossistemas tropicais de alta biodiversidade (Scorza *et al.*, 2023; Silveira *et al.*, 2021; Lopes & Albuquerque, 2018).

Frente a esse cenário, as soluções apontadas na literatura incluem: reforço de avaliações que considerem efeitos crônicos, efeitos de mistura e impactos em serviços ecossistêmicos; ampliação de redes de monitoramento de água, solo, ar e biota com dados públicos; garantia de reavaliações periódicas de ingredientes ativos à luz de novos dados toxicológicos e ecotoxicológicos e promoção de práticas de manejo integrado de pragas, controle biológico, rotação de culturas e agroecologia, como estratégias para reduzir a dependência química e restabelecer resiliência ecológica (Ribeiro *et al.*, 2022; Silveira *et al.*, 2021).



Em suma, a literatura dos últimos dez anos demonstra que os agroquímicos causam impactos ambientais amplos e interligados desde alterações microbianas do solo até declínios de polinizadores e contaminação hídrica com consequências diretas sobre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano. Mitigar estes efeitos exige ações regulatórias, científicas e de manejo que integrem saúde ambiental e agrícola de forma sistêmica e preventiva.

## CONCLUSÃO

A evidência científica acumulada nas últimas décadas demonstra que a exposição a agroquímicos configura um relevante problema de saúde pública e de degradação ambiental, com repercussões diretas e indiretas sobre a qualidade de vida e a sustentabilidade dos ecossistemas. Os efeitos tóxicos observados, variando de manifestações agudas a doenças crônicas, associam-se à contaminação de diferentes compartimentos ambientais, comprometendo a biodiversidade e o equilíbrio ecológico.

Nesse contexto, torna-se imprescindível a implementação de políticas públicas intersetoriais que promovam o uso racional e controlado desses insumos, com base em protocolos de manejo integrado de pragas, incentivo a alternativas biológicas e fortalecimento da agricultura sustentável. Além disso, estratégias de vigilância epidemiológica, monitoramento ambiental e capacitação técnica dos trabalhadores rurais devem ser priorizadas, de modo a diminuir os riscos, prevenir agravos à saúde e assegurar a integridade ambiental para as gerações presentes e futuras.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). (2019). **Agrotóxicos: classificação toxicológica segundo o GHS**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa>. Acesso em: jul. 2025.
- BRASIL. (2023). **Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre a produção, comercialização e uso dos agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília.
- CROPLIFE BRASIL. (2025). **Tudo sobre agroquímicos: importância, aplicações e benefícios**. Disponível em: <https://croplifebrasil.org>. Acesso em: jul. 2025.



FARIA, N. M. X. et al. (2021). **Exposição a agrotóxicos e seus impactos na saúde e no ambiente: uma revisão sistemática**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 46, e18. Doi: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000030820>.

FLORES, A. G. et al. (2022). **Exposição ocupacional e impactos hormonais em trabalhadores rurais**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 47, e34.

GOULSON, D. (2015). **Neonicotinoids and bee health: A review**. Journal Report.

IBAMA. (2023). **Relatório de Classificação Ambiental dos Ingredientes Ativos de Agrotóxicos**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br>. Acesso em: jul. 2025.

IPBES. (2019). **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. The IPBES assessment report on pollinators, pollination and food production / Global assessment on biodiversity and ecosystem services**. Relatório IPBES.

KWIATKOWSKI, M. L. et al. (2022). **Biomarcadores de dano genético em agricultores expostos a pesticidas no sul do Brasil**. Environmental Sciences Proceedings, Basel, v. 3, n. 2, p. 20-30.

LEITE, F. S. et al. (2022). **Agrotóxicos e danos à saúde: revisão de literatura**. Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 1, p. 25–36. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/6794> . Acesso em: 14 jul. 2025.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. (2018). **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518–534. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYRZvVVKMrV4yzqfwwKtP/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

PIGNATI, W. A. et al. (2017). **Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 22, n. 10, p. 3281–3293. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017> . Acesso em: 20 jul. 2025.

REDALYC. (2021). **Uso de agrotóxicos no Brasil: expansão do mercado e flexibilização normativa**. Revista Redalyc, v. 33, n. 2, p. 45–60. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/4063/406371939033/html/> . Acesso em: 14 jul. 2025.

RIBEIRO, A. R. et al. (2022). **Pesticide exposure and gut microbiome imbalance in neurodevelopment**. Frontiers in Environmental Science, Basel, v. 10, p. 1–11.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. (2019). **Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers**. Biological Conservation, v. 232, p. 8–27.



SILVEIRA, K. F. G. R. et al. (2021). **International regulatory situation of pesticides authorized for use in Brazil: potential for damage to health and environmental impacts.** Cadernos de Saúde Pública, v. 37, n. 4.

SILVA, S. C. B. da et al. (2025). **Análise epidemiológica das intoxicações exógenas por agrotóxicos agrícolas nas regiões brasileiras no período de 2014 a 2023.** Revista de Medicina, São Paulo, v. 104, n. 2, e-229290, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v104i2e-229290>. Acesso em: 12 ago.

SOUZA, G. S. et al. (2017). **Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3269–3280. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2017.v22n10/3269-3280/> . Acesso em: 14 jul. 2025.

SCORZA, F. A. et al. (2023). **Pesticide exposure and human health: toxic legacy.** Clinics, São Paulo, v. 78, p. 100249. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/clin/a/sD3tJP8hddx66LpkY3fTyPF/> . Acesso em: 20 jul. 2025.

STEHLE, S.; SCHULZ, R. (2015). **Agricultural insecticides in surface Waters, A German case study, with global implications.** Environmental Science & Technology.