
Entre a produção e o prejuízo: a dualidade dos agrotóxicos na saúde humana

Ubaldo Saraiva, Kimberly Pinheiro de Oliveira, Wagner Gonçalves de Sá, Atanásio Alves do Amaral, Maria Angélica Alves da Silva Souza, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-34-3.c9>

Resumo

A relação entre o uso de agrotóxicos e os prejuízos à saúde humana tem se tornado uma preocupação crescente, em virtude dos riscos associados à aplicação indiscriminada desses produtos na agricultura. Os agrotóxicos — também denominados pesticidas ou defensivos agrícolas — são empregados para controlar pragas, doenças e plantas espontâneas, contribuindo para a produtividade agrícola. No entanto, seu uso intensivo pode resultar em sérios impactos à saúde pública. Essas substâncias químicas têm potencial para contaminar o ar, a água e os alimentos, expondo trabalhadores rurais, consumidores e populações que vivem próximas às áreas de cultivo a compostos tóxicos. Estudos científicos apontam que a exposição a agrotóxicos está relacionada a uma série de problemas de saúde, incluindo intoxicações agudas e crônicas, distúrbios neurológicos, cânceres, disfunções hormonais e reprodutivas. Crianças, devido à sua maior vulnerabilidade fisiológica e desenvolvimento em curso, são particularmente suscetíveis aos efeitos adversos desses produtos. Além disso, trabalhadores agrícolas e moradores de zonas rurais constituem grupos de risco elevado, devido ao contato frequente e muitas vezes desprotegido com os agrotóxicos. A regulamentação rigorosa e o monitoramento efetivo do uso dessas substâncias são fundamentais para salvaguardar a saúde humana e proteger o meio ambiente. Estratégias como o manejo integrado de pragas e a promoção da agricultura orgânica despontam como alternativas viáveis, visando à redução da dependência química no campo e à construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e seguros.

Palavras-Chave: Exposição ocupacional. Contaminação ambiental. Populações vulneráveis. Intoxicação humana. Regulamentação. Manejo integrado de pragas. Agroecologia. Sustentabilidade.

1. Introdução

O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial no que se refere ao consumo de agrotóxicos, figurando entre os maiores consumidores dessas substâncias no setor agropecuário. Esse elevado índice tem gerado preocupações crescentes e fomentado intensos debates envolvendo diversos setores da sociedade, principalmente quanto aos impactos decorrentes do uso intensivo de agroquímicos sobre a saúde humana, o meio ambiente e a biodiversidade. A produção e a comercialização de agrotóxicos representam uma importante fonte de receita para a indústria química nacional e internacional, movimentando bilhões de reais anualmente.

Apesar da existência de legislações específicas — como a Lei nº 7.802/1989 e suas atualizações — e da atuação de órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ainda persistem significativas fragilidades nos mecanismos de controle, monitoramento e fiscalização da produção, comercialização e aplicação desses produtos. Além disso, muitos usuários, especialmente pequenos produtores, carecem de acesso à informação qualificada e formação técnica adequada sobre os riscos associados ao uso inadequado de agrotóxicos.

Outro fator preocupante é o crescimento contínuo do consumo dessas substâncias em território brasileiro, impulsionado por um modelo de agricultura intensiva e dependente de insumos químicos. Esse padrão de produção, orientado para o aumento da produtividade em larga escala, frequentemente ignora os princípios da agroecologia e da sustentabilidade, contribuindo para a degradação ambiental e o agravamento de problemas de saúde pública. Dados recentes demonstram uma tendência ascendente no volume de agrotóxicos utilizados no país (Figura 1), o que reforça a necessidade urgente de revisão das práticas agrícolas convencionais e de ampliação das políticas públicas voltadas à educação sanitária, transição agroecológica e uso responsável de insumos.

Diante desse contexto, torna-se fundamental aprofundar a compreensão sobre os efeitos adversos provocados pelos agrotóxicos, especialmente no que diz respeito à saúde humana, uma vez que diversos estudos têm apontado

relações entre a exposição a essas substâncias e o surgimento de doenças graves, como câncer, distúrbios hormonais e neurológicos.



Figura 1. Número de agrotóxicos registrados no Brasil entre 2000 e 2024. Fonte: Ministério da Agricultura, 2024.

Desde 2008, o Brasil tem utilizado mais de vinte produtos agrotóxicos que já foram banidos nos Estados Unidos e na União Europeia, em razão de seus comprovados riscos à saúde e ao meio ambiente. A persistência no uso dessas substâncias representa uma ameaça significativa não apenas à integridade dos ecossistemas, mas também à saúde física e mental da população exposta, especialmente em áreas rurais e entre trabalhadores do campo (Hendges *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2019). Em âmbito global, o consumo de agrotóxicos atingiu, em 2021, aproximadamente 3,5 milhões de toneladas, refletindo a crescente dependência desses insumos na agricultura intensiva. A Tabela 1 apresenta os principais países consumidores de agroquímicos no mundo, evidenciando o protagonismo de nações como Brasil, Estados Unidos e China nesse cenário (FAO, 2022).

Há defensores do uso de agrotóxicos que argumentam que, sem esses insumos, a produção agrícola seria drasticamente reduzida, comprometendo a segurança alimentar e impactando negativamente a economia nacional. Segundo esses defensores, quando utilizados de forma correta e sob regulamentação adequada, os agrotóxicos são considerados seguros e essenciais para garantir o abastecimento de alimentos, especialmente diante da vasta extensão territorial e da diversidade da agricultura brasileira (Lopes;

Albuquerque, 2018).

Tabela 1. Principais países consumidores de agroquímicos do mundo.

	Uso total	% do total
Mundo	3.531.086	100
Brasil	719.507	20,3
Estados Unidos	457.385	12,9
Indonésia	283.297	8
China	244.820	6,9
Argentina	241.519	6,8
Rússia	97.018	2,7
Canadá	92.960	2,6
Espanha	76.173	2,1
França	69.602	1,9
Austrália	63.416	1,8

Fonte: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2022).

No entanto, é amplamente reconhecido que essas substâncias apresentam riscos significativos à saúde humana e ao meio ambiente. Os agrotóxicos podem causar intoxicações agudas e crônicas, câncer, malformações congênitas e distúrbios endócrinos. Além disso, provocam a contaminação do solo, da água e dos alimentos, impactando negativamente a biodiversidade e a saúde de comunidades rurais e indígenas. A utilização de substâncias já proibidas em outros países, aliada ao uso excessivo e à aplicação inadequada, acentua ainda mais as preocupações em torno de seus efeitos (ANVISA, 2019; Carneiro *et al.*, 2023; IPEN, 2022).

É alarmante observar como a prática do uso de agrotóxicos se consolidou ao longo dos anos, muitas vezes sem supervisão técnica adequada nem a devida conscientização por parte dos trabalhadores rurais e da população em geral. Essa realidade persiste mesmo diante das profundas transformações nos modelos de produção e consumo que exigem uma reavaliação crítica das práticas convencionais. Nesse contexto, torna-se urgente fomentar um debate amplo e plural, envolvendo diferentes setores da sociedade, inclusive os mais diretamente inseridos na cadeia produtiva (Lopes; Albuquerque, 2018; ANVISA, 2019).

Entre janeiro de 2013 e junho de 2022, foram registrados 124.295 casos de Intoxicação Exógena (IE) por agrotóxicos no Brasil. Desses, 47,42% (n = 58.943) foram classificados como de causa não intencional, com média anual de 5.894,3 notificações e desvio-padrão de 1.576,7. Houve predominância de casos relacionados ao uso agrícola (47,34%; n = 27.904), sendo 64,85% (n = 20.709) das intoxicações referentes ao sexo masculino. A presente análise enfatiza os registros não intencionais (n = 58.943), que refletem a fragilidade dos mecanismos de controle e proteção à saúde pública (Brasil, 2023).

Vale destacar que, com exceção de grandes propriedades exportadoras, a agricultura nas proximidades dos centros urbanos é, majoritariamente, conduzida por pequenos produtores, que contam com mão de obra familiar. Nesses contextos, adultos e crianças compartilham as atividades agrícolas, o que expõe os menores de idade a riscos significativos de contaminação (Neves *et al.*, 2020; IPEN, 2022). Essa situação é particularmente preocupante, considerando que os efeitos da exposição prolongada a compostos tóxicos sobre organismos em desenvolvimento ainda são pouco compreendidos, e muitas substâncias utilizadas como agrotóxicos são suspeitas de apresentarem ação carcinogênica e desregulação hormonal (Lopes; Albuquerque, 2018; Requena-Mullor *et al.*, 2021).



Figura 2. Aplicação de agrotóxicos sem o uso de EPIs. Fonte: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/deutsche-welle/2018/07/05/as-sequelas-dos-agrotoxicos-para-trabalhadores-rurais.htm>.

Apesar da gravidade do tema, a maioria dos estudos realizados no Brasil aborda separadamente as contaminações humanas (ocupacionais, acidentais ou por tentativa de suicídio) e ambientais, não considerando de forma integrada a multiplicidade de rotas de exposição, suas interações e a complexidade dos efeitos (Brasil, 2023). Essa lacuna dificulta a construção de estratégias mais eficazes de prevenção e mitigação dos impactos.

No Brasil, os agrotóxicos constituem a segunda principal causa de intoxicação registrada, atrás apenas de medicamentos. No entanto, são eles os responsáveis pela maior letalidade entre os casos registrados, evidenciando o alto grau de toxicidade dessas substâncias (ANVISA, 2009; Carneiro *et al.*, 2023).

Ainda há controvérsia sobre a segurança de baixas doses de glifosato, o herbicida mais utilizado no país. Estudos recentes alertam que, mesmo em concentrações consideradas "aceitáveis" pelas agências reguladoras, a exposição pode ser prejudicial a indivíduos suscetíveis, como fetos em desenvolvimento ou lactentes expostos pelo leite materno (Requena-Mullor *et al.*, 2021; Mesnage *et al.*, 2023).

A atuação científica e o investimento em pesquisa são essenciais para compreender plenamente os impactos dos agrotóxicos sobre a saúde humana e os ecossistemas. Considerando o uso intensivo dessas substâncias no Brasil, é fundamental dispor de regulamentações rigorosas, fiscalização eficaz e monitoramento sistemático, especialmente em áreas mais vulneráveis, como entre pequenos produtores rurais e agricultores familiares, que frequentemente enfrentam dificuldades no acesso à assistência técnica e à informação qualificada.

Neste cenário, torna-se urgente fomentar programas de educação e sensibilização voltados a agricultores e consumidores, incentivando práticas agrícolas mais sustentáveis e o uso racional e consciente de insumos químicos.

Este trabalho propõe uma revisão da literatura científica sobre a relação entre o uso de agrotóxicos e os impactos à saúde humana, destacando evidências empíricas, grupos populacionais mais vulneráveis, lacunas regulatórias e possíveis alternativas sustentáveis ao atual modelo de produção

agrícola.

2. Modos e meios de contaminação

A contaminação por agrotóxicos pode ocorrer por diversas vias, como a inalação, o contato dérmico e a ingestão de alimentos contaminados. Essa exposição afeta diretamente os trabalhadores rurais, que estão em contato constante com os produtos durante o preparo, aplicação e manejo das lavouras, muitas vezes sem os devidos equipamentos de proteção individual. Além disso, a população em geral também pode ser impactada, seja pelo consumo de alimentos com resíduos de agrotóxicos acima dos limites permitidos, pela contaminação da água potável, ou ainda pela poluição ambiental que atinge o solo e os corpos d'água próximos às áreas de cultivo. Esses riscos tornam urgente a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e o fortalecimento da fiscalização e da educação sobre o uso seguro e consciente de defensivos agrícolas.

2.1. Modos de contaminação

A seguir, são descritos os principais modos de contaminação, com base em autores clássicos e recentes da área (Peres; Moreira, 2007; Moreira *et al.*, 2012; Rigotto *et al.*, 2013; Pignati *et al.*, 2014; Carneiro *et al.*, 2015; Silva; Mattos, 2015; Medeiros *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023):

➤ Contaminação do solo

- ✓ **Aplicação direta:** ocorre quando os agrotóxicos são aplicados diretamente no solo com o objetivo de controlar pragas e plantas espontâneas.
- ✓ **Lixiviação:** consiste na infiltração dos agrotóxicos através das camadas do solo, alcançando os lençóis freáticos e comprometendo a qualidade da água subterrânea.
- ✓ **Erosão e escoamento superficial:** partículas de solo contaminadas podem ser carregadas pela água da chuva, atingindo corpos d'água e ecossistemas vizinhos.

➤ Contaminação da água

- ✓ **Escoamento superficial:** a aplicação de agrotóxicos em lavouras pode resultar em sua dispersão pelas chuvas para rios, lagos e reservatórios.
- ✓ **Infiltração:** agrotóxicos solúveis podem percolar no solo até atingir os aquíferos.
- ✓ **Drenagem agrícola:** sistemas destinados a escoar o excesso de água do solo podem também transportar resíduos químicos para ambientes aquáticos.

➤ Contaminação do ar

- ✓ **Deriva:** durante e após a aplicação, partículas de agrotóxicos podem ser levadas pelo vento para áreas vizinhas, afetando locais e pessoas não-alvo.
- ✓ **Volatilização:** alguns princípios ativos se evaporam, dispersando-se pelo ar e podendo atingir regiões distantes do local de aplicação.

➤ Contaminação dos alimentos

- ✓ **Resíduos em culturas:** a aplicação direta em frutas, hortaliças e cereais pode deixar resíduos que permanecem até o consumo humano e animal.
- ✓ **Bioacumulação:** certos compostos se acumulam ao longo da cadeia alimentar, impactando predadores e seres humanos nos níveis mais altos da cadeia trófica.

➤ Contaminação de organismos

- ✓ **Absorção pelas plantas:** raízes e folhas absorvem agrotóxicos presentes no solo ou na pulverização, incorporando-os em seus tecidos.
- ✓ **Ingestão por animais:** fauna silvestre e doméstica podem ingerir substâncias tóxicas ao se alimentar de plantas ou água contaminadas.
- ✓ **Contato direto:** agrotóxicos podem afetar organismos por contato com superfícies tratadas, incluindo solo, vegetação ou equipamentos.

➤ Contaminação humana

- ✓ **Ingestão de alimentos e água contaminados:** via predominante de exposição da população em geral.
- ✓ **Inalação:** inalar partículas em suspensão ou vapores gerados durante ou após a aplicação.
- ✓ **Contato dérmico:** pele exposta pode absorver os produtos, especialmente durante o manuseio ou aplicação.
- ✓ **Exposição ocupacional e acidentes:** trabalhadores rurais, transportadores e aplicadores estão entre os mais vulneráveis, com frequente ausência de equipamentos de proteção e treinamento adequado.

➤ Dispersão ambiental

- ✓ **Transporte pelas águas:** agrotóxicos podem ser mobilizados pelas chuvas e cursos d'água, atingindo regiões distantes do foco inicial.
- ✓ **Migração por cadeias alimentares:** substâncias químicas podem ser transferidas entre organismos por meio da alimentação, afetando diferentes níveis ecológicos e contribuindo para desequilíbrios nos ecossistemas.

Os diversos modos de contaminação por agrotóxicos evidenciam os riscos generalizados e reforçam a necessidade de promover práticas agrícolas mais seguras, com regulamentação rigorosa e fiscalização efetiva. Torna-se imprescindível o incentivo a alternativas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas (MIP) e o controle biológico, capazes de reduzir a dependência de substâncias químicas e mitigar os impactos à saúde e ao meio ambiente (FAO, 2021; OMS, 2022; Silva *et al.*, 2023).

2.2. Meios de contaminação

Conforme diversos autores (Peres; Moreira, 2007; Moreira *et al.*, 2012; Rigotto *et al.*, 2013; Pignati *et al.*, 2014; Carneiro *et al.*, 2015; Silva; Mattos, 2015), os principais meios de contaminação por agrotóxicos podem ser

classificados em três categorias: **ocupacional, ambiental e alimentar**.

➤ **Ocupacional**

A contaminação ocupacional ocorre principalmente entre trabalhadores diretamente envolvidos na manipulação de agrotóxicos. Essa exposição pode se dar durante a formulação (mistura e diluição dos produtos), a aplicação (pulverização, condução de mangueiras — a chamada "puxada" —, descarte de resíduos e embalagens contaminadas) e mesmo durante a colheita, quando o trabalhador entra em contato com culturas recentemente tratadas (Petarli *et al.*, 2019).

Embora esse tipo de exposição atinja um grupo mais restrito — como trabalhadores rurais e agentes de combate a endemias —, ela responde por mais de 80% dos casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil, devido à elevada intensidade e frequência do contato com essas substâncias (Siqueira; Kruse, 2008). O acesso à informação científica por parte dos profissionais que tomam decisões, bem como dos próprios trabalhadores, é fundamental para a redução desses casos.

➤ **Ambiental**

A via ambiental compreende a dispersão dos agrotóxicos nos diferentes compartimentos do ecossistema, afetando solo, ar e recursos hídricos. A contaminação das águas ocorre por meio da migração dos resíduos para lençóis freáticos, rios, córregos, lagos e lagoas. A contaminação atmosférica, por sua vez, está relacionada à pulverização aérea, à manipulação de produtos em pó ou à evaporação de substâncias mal armazenadas. Já os solos podem ser contaminados tanto pela aplicação direta quanto pelo acúmulo residual desses compostos (INCA, 2023).

Diante dos riscos ambientais e sanitários associados ao uso intensivo de agrotóxicos, torna-se fundamental a busca por alternativas sustentáveis e seguras de produção. Nesse sentido, a **Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO)** representa um marco importante na promoção do desenvolvimento rural sustentável, ao incentivar práticas de base agroecológica.

➤ Alimentar

A exposição alimentar ocorre por meio da ingestão de alimentos contaminados com resíduos de agrotóxicos, representando um risco direto à saúde da população. A toxicodinâmica — ramo da toxicologia que estuda os efeitos de agentes tóxicos sobre os órgãos e sistemas biológicos — explica como essas substâncias interferem nas funções fisiológicas, podendo causar desde alterações hormonais até efeitos carcinogênicos e neurotóxicos (Queiroz *et al.*, 2019) (Figura 3).

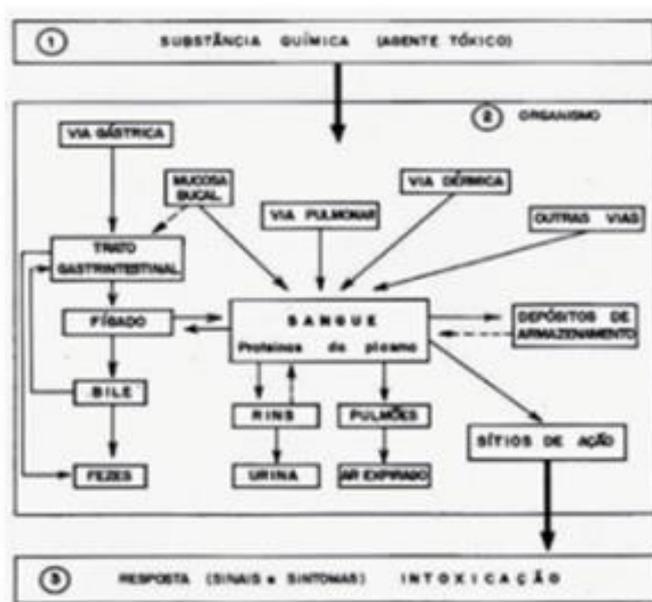


Figura 3. Toxicodinâmica: estuda a ação dos agentes tóxicos sobre os diferentes órgãos e funções do organismo. Fonte: Klaassen, 2019.

Os consumidores, por sua vez, desempenham um papel central na transformação do modelo agrícola vigente. Ao priorizarem alimentos produzidos de forma sustentável — como os alimentos orgânicos e os oriundos da agroecologia — e exigirem transparência na cadeia produtiva por meio da rastreabilidade, contribuem para a construção de um sistema alimentar mais justo, equilibrado e sustentável.

A intoxicação ocorre quando um organismo é exposto a uma substância tóxica em quantidade suficiente para provocar efeitos adversos à saúde. Segundo Casarett e Doull (2019), a toxicologia é a ciência que investiga os

efeitos nocivos das substâncias químicas sobre os organismos vivos, bem como os mecanismos pelos quais essas substâncias comprometem a saúde.

3. Efeitos

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os efeitos da exposição a agrotóxicos podem ser classificados em dois tipos principais:

✓ **Efeitos agudos**, que resultam de uma exposição única ou de curta duração a altas concentrações de um ou mais agentes tóxicos, manifestando-se geralmente em até 24 horas após o contato;

✓ **Efeitos crônicos**, que decorrem da exposição contínua ou repetida a baixas doses de substâncias tóxicas ao longo do tempo, podendo levar meses ou anos para se manifestarem.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos principais efeitos agudos e crônicos associados à exposição aos agrotóxicos, considerando a praga-alvo e o grupo químico a que pertencem.

Alguns compostos químicos exigem exposições repetidas para manifestar toxicidade, enquanto outros podem desencadear efeitos adversos após uma única exposição. Dessa forma, o impacto toxicológico de uma substância está diretamente relacionado ao perfil de exposição (dose, frequência e duração), bem como aos processos de absorção, distribuição, metabolismo e excreção — aspectos estudados pela toxicocinética e pela toxicodinâmica (Ross *et al.*, 2001; Casarett; Doull, 2019; Faria *et al.*, 2021; PAN, 2022).

A literatura recente também destaca a relação entre exposição crônica a agrotóxicos e doenças como câncer, distúrbios neurodegenerativos, desregulação endócrina, infertilidade e malformações congênitas (Ferreira *et al.*, 2020; Pignati *et al.*, 2021; IBAMA, 2023).

Tabela 2. Efeitos da exposição aos agrotóxicos

Classificação	Grupo químico	Intoxicação aguda	Intoxicação crônica
INSETICIDAS	- Organofosforados e carbonatos.	- Fraqueza; - Cólica abdominal; - Vômito; - Espasmos musculares; - Convulsão.	- Efeitos neurológicos retardados; - Alteração cromossômicas; - Dermatite de contato
	- Organoclorados	- Náusea; vômitos - Contrações musculares involuntárias.	- Arritmia cardíaca; - Lesões renais; - Neuropatias periféricas;
FUNGICIDAS	- Ditiocarbonatos	- Tonteira; - Vômito; - Tremores musculares; - Dor de cabeça.	- Alergias respiratórias; - Dermatites; - Doença de Parkinson; - Cânceres.
	- Fentalamidas		- Teratogênese.
	- Dinitrofenóis e pentaclorofenol	- Dificuldade respiratória; - Hipertermia; - Convulsão.	- Cânceres; - Cloracnes.
HERBICIDAS	- Fenoxiacéticos	- Perda de apetite; - Enjoo; - Vômito; - Fasciculação muscular.	- Indução da produção de enzimas hepáticas - Cânceres; - Teratogênese.
	- Dipiridilos	- Sangramento nasal; - Fraqueza; - Desmaio; - Conjuntivites.	- Lesões hepáticas; - Dermatite de contato; - Fibrose pulmonar.

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 *apud* Peres, 1999.

4. Efeitos Neurológicos

Nas últimas duas décadas, observou-se um aumento expressivo na prevalência de transtornos do neurodesenvolvimento, como o Transtorno do

Espectro Autista (TEA) e o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), possivelmente associado à crescente exposição ambiental a substâncias neurotóxicas, incluindo agrotóxicos (Dickerson *et al.*, 2020; Maleki *et al.*, 2022).

Os compostos organofosforados, amplamente utilizados na agricultura, são reconhecidos por seus efeitos neurotóxicos tanto em exposições agudas quanto crônicas. A exposição aguda pode provocar manifestações neurológicas retardadas, como fraqueza muscular, confusão mental e alterações no sistema nervoso central. Já a exposição crônica tem sido associada ao desenvolvimento de sintomas depressivos, os quais constituem um fator de risco significativo para comportamentos suicidas (Farahat *et al.*, 2003).

Segundo esse mesmo autor, estudos de campo reforçam essas observações. Em pesquisa conduzida com produtores de algodão no Egito, verificou-se que a exposição contínua a agrotóxicos estava associada à deterioração de funções cognitivas, como atenção, memória, capacidade de abstração verbal e desempenho comportamental. Adicionalmente, Wijngaarden demonstrou que o envolvimento em atividades agrícolas com uso frequente de agrotóxicos estava positivamente correlacionado a um maior risco de mortalidade por distúrbios mentais, com destaque para impactos mais pronunciados em mulheres (Figuras 4 e 5).

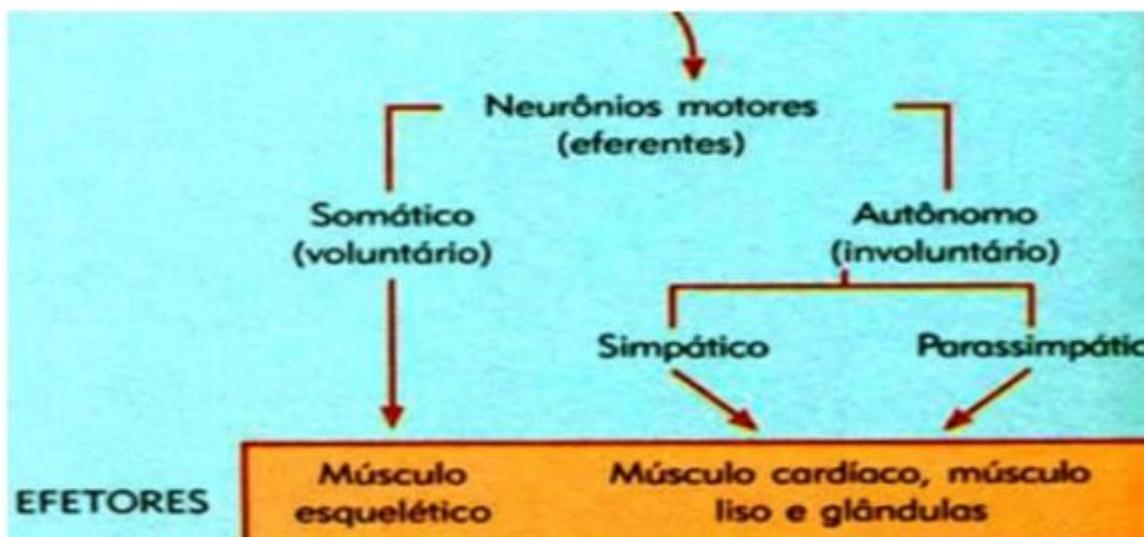


Figura 4. Ação dos agrotóxicos. Fonte: Farahat *et al.*, 2003.

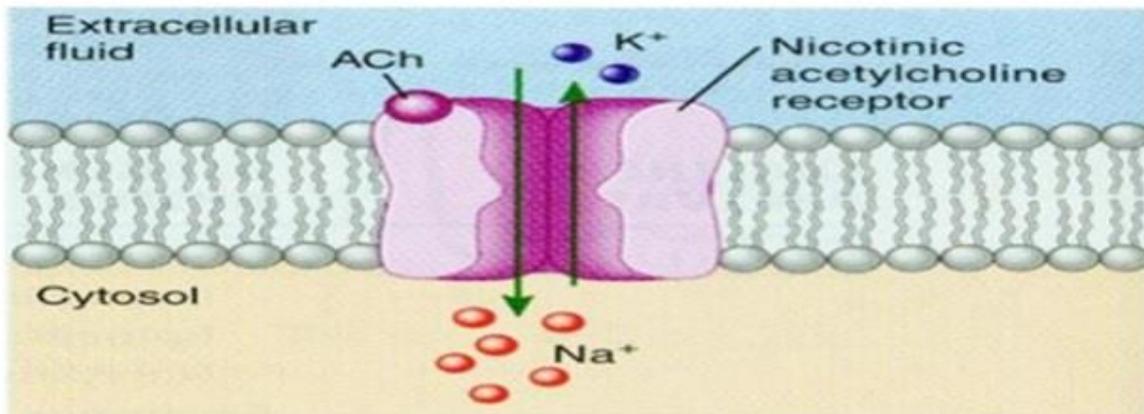


Figura 5. Nicotinic Cholinergic receptors. Fonte: Farahat *et al.*, 2003.

Esses achados reforçam a urgência de políticas públicas que regulem o uso de substâncias neurotóxicas e promovam alternativas sustentáveis e seguras no contexto agrícola, protegendo especialmente trabalhadores rurais e populações vulneráveis.

5. Depressão

A depressão é uma das principais causas de incapacidade no mundo e figura como um dos mais importantes problemas de saúde pública da atualidade. Estima-se que aproximadamente 300 milhões de pessoas sofram com o transtorno depressivo, enquanto os transtornos de ansiedade acometem cerca de 270 milhões de indivíduos globalmente (Dickerson *et al.*, 2020; WHO, 2023). Esses transtornos não apenas comprometem a qualidade de vida, como também estão intimamente associados ao aumento nas taxas de suicídio.

Estudos têm demonstrado que trabalhadores rurais e agricultores expostos a agrotóxicos estão particularmente vulneráveis a desenvolverem sintomas depressivos. Uma pesquisa conduzida na Espanha apontou que as taxas de suicídio em regiões agrícolas são significativamente superiores às de áreas urbanas ou não agrícolas, mesmo quando se consideram variáveis socioeconômicas e demográficas semelhantes (García-Pérez *et al.*, 2018). De forma semelhante, no Canadá, observou-se um aumento substancial no risco de suicídio entre agricultores que manuseavam rotineiramente herbicidas e inseticidas, em comparação com trabalhadores rurais não expostos a esses

compostos (Beseler *et al.*, 2008).

No Brasil, os dados também indicam uma tendência preocupante. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o percentual de adultos com diagnóstico de depressão cresceu 34,2% em seis anos. A pesquisa apontou que 10,2% da população com mais de 18 anos (aproximadamente 16,3 milhões de pessoas) declarou ter recebido esse diagnóstico por um profissional de saúde (IBGE, 2020).

Além da exposição direta a substâncias tóxicas, outros fatores relacionados à vulnerabilidade social, insegurança alimentar, instabilidade climática e isolamento geográfico em zonas rurais podem agravar os quadros depressivos. Recentemente, estudos como o de Carvalho *et al.* (2021) vêm destacando que o modelo de produção agrícola baseado no uso intensivo de insumos químicos e no esgotamento dos recursos naturais contribui não apenas para danos ambientais, mas também para adoecimentos psicossociais nos trabalhadores do campo.

Diante desse cenário, torna-se urgente adotar políticas públicas integradas que articulem saúde mental, justiça social, segurança do trabalho e transição para modelos agroecológicos. A promoção de ambientes rurais saudáveis, a valorização da agricultura familiar e a substituição gradual de agrotóxicos por práticas sustentáveis são caminhos necessários para mitigar os impactos da depressão e outros transtornos associados à vida no campo.

6. Intoxicação voluntária

A intoxicação voluntária por agrotóxicos, geralmente associada a tentativas de suicídio, representa um grave problema de saúde pública, especialmente nas áreas rurais. Estudos revelam que o perfil dos indivíduos intoxicados de forma ocupacional ou acidental por esses compostos costuma apresentar predominância do sexo masculino, com idade entre 20 e 39 anos, refletindo diretamente a composição da força de trabalho rural (Petarli *et al.*, 2019). No entanto, quando se trata de tentativas de suicídio, embora os homens continuem sendo maioria, a diferença em relação às mulheres é menos acentuada,

sugerindo a presença de outros determinantes sociais e psicológicos além da simples exposição ocupacional (Pignat *et al.*, 2023; Soares *et al.*, 2020).

Os organofosforados, frequentemente utilizados em tentativas de suicídio, são substâncias de alta toxicidade aguda. O fato de serem escolhidos para este fim sugere que parte da população rural tem conhecimento da letalidade desses compostos, ainda que, paradoxalmente, esse conhecimento não seja suficiente para promover práticas seguras durante seu uso laboral. Esses pesticidas atuam por meio da inibição irreversível da enzima acetilcolinesterase, responsável pela degradação do neurotransmissor acetilcolina. Isso resulta em uma superestimulação colinérgica nos receptores muscarínicos e nicotínicos, causando sintomas graves como hipersalivação, sudorese, lacrimejamento, vômitos, dores abdominais, tremores, dificuldades respiratórias, convulsões e, em casos mais severos, morte (Eddleston *et al.*, 2008; Costa, 2022).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, anualmente, ocorram entre 110 mil e 168 mil mortes por suicídio causadas por ingestão intencional de pesticidas, sendo essa uma das formas mais comuns de suicídio em zonas rurais de países de baixa e média renda (WHO, 2019). No Brasil, os dados do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox) apontam que os agrotóxicos estão entre as principais causas de intoxicações com desfecho fatal, sendo as intoxicações voluntárias responsáveis por cerca de 60% dos óbitos relacionados a pesticidas (Sinitox, 2022) (Figura 6).

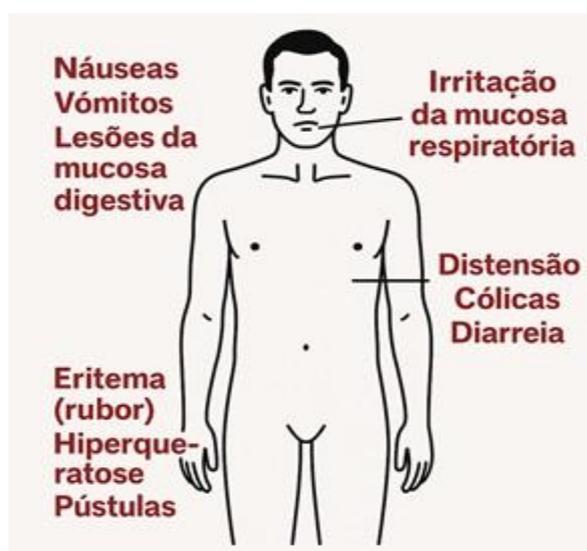


Figura 6. Manifestações iniciais na intoxicação por Paraquat. Fonte: Sinitox, 2022.

A vulnerabilidade psíquica dos trabalhadores rurais é agravada por condições socioeconômicas precárias, isolamento geográfico, dificuldades de acesso a serviços de saúde mental e pouca assistência técnica, elementos que se entrelaçam com o uso de substâncias químicas altamente tóxicas. Segundo estudos de Lima *et al.* (2022), a precarização do trabalho agrícola e a fragilidade das políticas públicas voltadas à saúde mental no campo contribuem para o aumento dos casos de intoxicação voluntária.

Frente a esse cenário alarmante, diversos especialistas e organismos internacionais têm defendido medidas de restrição ao uso de agrotóxicos de alta toxicidade, políticas de recolhimento de produtos obsoletos e programas de educação em saúde mental no meio rural, além do fortalecimento da atenção psicossocial nas comunidades agrícolas. A transição agroecológica é, também, um caminho apontado como necessário para reduzir a exposição a substâncias perigosas e criar ambientes mais saudáveis e resilientes (Figura 7).

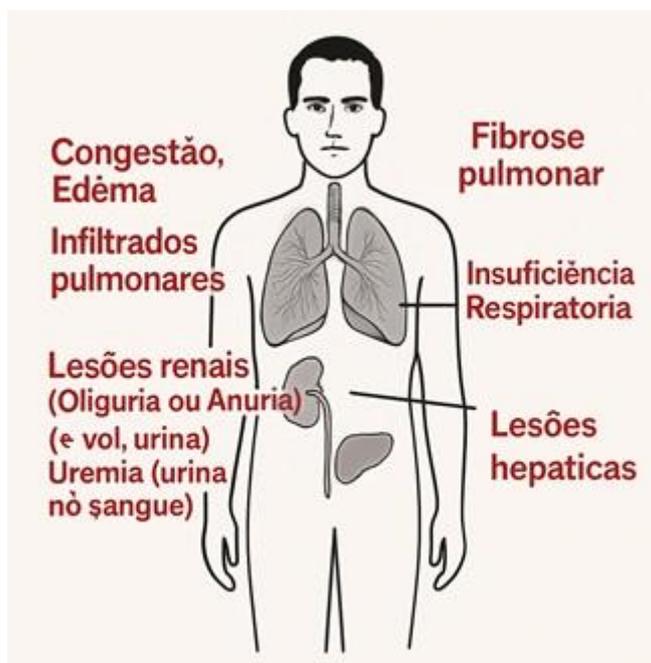


Figura 7. Manifestações tardias na intoxicação por Paraquat. Fonte: Lima *et al.*, 2022.

As manifestações tardias na intoxicação por agrotóxicos referem-se aos efeitos que não se apresentam imediatamente após a exposição, mas surgem dias, meses ou até anos mais tarde. Esses efeitos podem ser subdiagnosticados

ou até mesmo desconhecidos pelos próprios intoxicados, sendo frequentemente confundidos com outras doenças ou condições crônicas.

Principais manifestações tardias:

➤ **Distúrbios neurológicos persistentes**

✓ A exposição crônica a certos grupos de agrotóxicos, como organofosforados e carbamatos, pode desencadear efeitos neurológicos prolongados, mesmo depois de cessada a exposição inicial.

✓ Isso inclui neuropatias periféricas, déficits cognitivos, alterações comportamentais, transtornos do sono e sintomas semelhantes à doença de Parkinson (Mostafalou; Abdollahi, 2017; Costa, 2022).

➤ **Doenças endócrinas e reprodutivas**

✓ Agrotóxicos que atuam como disruptores endócrinos, como alguns piretroides e herbicidas à base de glifosato, podem afetar o sistema hormonal, alterando a função da tireoide, fertilidade, puberdade e metabolismo (Gonzalez *et al.*, 2020).

✓ Em mulheres, a exposição crônica está associada a irregularidades menstruais, abortos espontâneos e malformações congênitas em filhos.

➤ **Neoplasias (câncer)**

✓ Há evidências da relação entre exposição prolongada a agrotóxicos e o aumento do risco de linfomas não-Hodgkin, leucemias, câncer de próstata, cólon e mama (Alavanja *et al.*, 2013; Blair *et al.*, 2015).

✓ O tempo de latência entre a exposição e o surgimento do câncer pode ser de décadas, o que dificulta a associação causal direta.

➤ **Doenças autoimunes e respiratórias**

✓ Casos de asma persistente, bronquite crônica e fibrose pulmonar têm sido relatados em trabalhadores com exposição prolongada a pesticidas voláteis.

✓ Há também investigações em andamento sobre a relação entre agrotóxicos e doenças autoimunes como lúpus e artrite reumatoide (Meyer *et al.*, 2016).

➤ **Transtornos psiquiátricos**

✓ Além da depressão e ansiedade já discutidas, há indícios de que a exposição contínua pode provocar alterações neuroquímicas duradouras, levando a transtornos de personalidade, ideação suicida persistente e declínio cognitivo progressivo (Freire; Koifman, 2012).

As manifestações tardias desafiam os sistemas de saúde, principalmente pela dificuldade de estabelecer o nexo causal entre a exposição passada e o surgimento das doenças. Além disso, há pouco acompanhamento longitudinal de trabalhadores rurais, o que impede o diagnóstico precoce e a prevenção de agravamentos.

É urgente que se invista em monitoramento epidemiológico, capacitação profissional em saúde do trabalhador e políticas públicas de redução da exposição química, além da transição agroecológica, como forma de prevenir esses impactos de longo prazo (Figura 8).

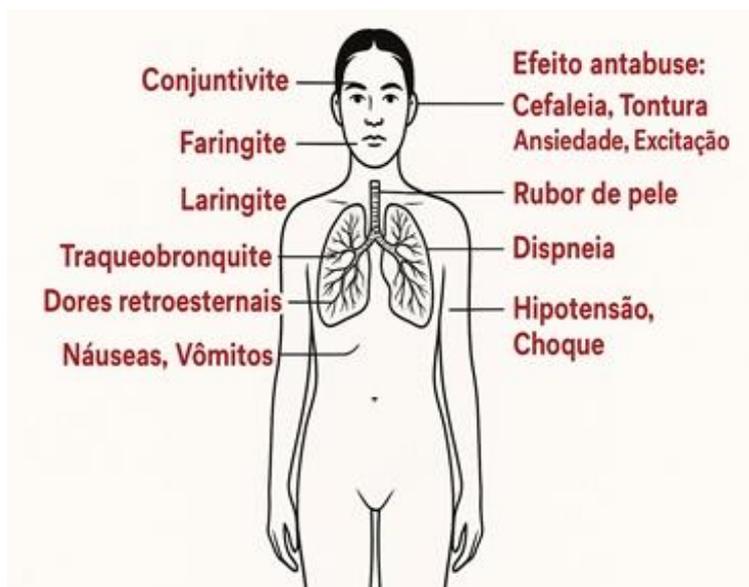


Figura 8. Tiocarbamatos e ditiocarbamatos: sintomatologia da intoxicação.

Fonte: Lima *et al.*, 2022.

8. Estudo de caso: Campanha Campo Limpo no município de Marechal Floriano – ES

A Lei Municipal nº 1.806/2017, do município de Marechal Floriano, estabelece a obrigatoriedade da coleta de embalagens vazias de agrotóxicos, como medida de proteção à saúde pública e ao meio ambiente. Em consonância com essa legislação, realiza-se anualmente, no mês de fevereiro, a **Campanha Campo Limpo**, que promove a coleta desses resíduos e orienta os agricultores quanto ao uso correto e seguro dos defensivos agrícolas.

Além da destinação adequada das embalagens, a iniciativa visa conscientizar os produtores rurais sobre boas práticas agrícolas, redução de riscos à saúde humana e conservação ambiental. A campanha já se consolidou no calendário municipal e conta, ano após ano, com significativa adesão dos agricultores locais, demonstrando o comprometimento da comunidade rural com a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental (Figura 9).



Figura 9. Coleta de embalagens de agrotóxicos em Marechal Floriano, ES. Fonte: Ubaldino Saraiva, 2023.

O descarte adequado das embalagens de agrotóxicos é obrigatório de acordo com a legislação estadual vigente. Conforme a **Lei Estadual nº 5.760, de 02 de dezembro de 1998**, alterada pela **Lei Estadual nº 6.469, de 11 de dezembro de 2000**, os estabelecimentos comerciais que comercializam agroquímicos são obrigados a receber e armazenar as embalagens vazias, garantindo assim uma destinação ambientalmente apropriada e evitando a

contaminação decorrente do descarte inadequado (Figura 10).

Essa exigência legal visa não apenas a reduzir o impacto ambiental causado pelos resíduos tóxicos, mas também a promover a conscientização sobre o gerenciamento seguro de resíduos de agrotóxicos. Ao incentivar a coleta e o reaproveitamento dos materiais das embalagens, a legislação contribui para a minimização dos riscos à saúde humana e a preservação dos ecossistemas. Além disso, a iniciativa fortalece a cadeia de responsabilidade entre fornecedores, comerciantes e consumidores, promovendo uma gestão integrada dos resíduos.



Figura 10. Agricultores recebendo mudas de espécie nativas para reflorestar APPs, em suas, Marechal Floriano, ES. Fonte: Ubaldino Saraiva, 2023.

Medidas como essa se revelam essenciais para a implantação de políticas públicas que visem o desenvolvimento sustentável da agricultura e a proteção dos recursos ambientais, sendo um exemplo de como a legislação pode atuar de forma proativa na redução dos impactos ambientais associados ao uso de agroquímicos.

Portanto, muitos produtores optam por participar ativamente da Campanha Campo Limpo, reconhecendo seus benefícios tanto para a saúde quanto para o meio ambiente. Durante o evento, são distribuídos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), realizados atendimentos de saúde e promovidas palestras com profissionais das áreas da saúde e da agronomia. Essas atividades têm como objetivo principal orientar os agricultores sobre o uso seguro de agrotóxicos e

reforçar a importância da proteção individual no manuseio desses produtos.

Além disso, é realizada a coleta de sangue para a dosagem das enzimas colinesterase plasmática e colinesterase eritrocitária, com foco na detecção precoce de alterações relacionadas à exposição a inseticidas organofosforados e, ou, carbamatos. Essa análise é particularmente importante para trabalhadores rurais e Agentes de Combate às Endemias (ACE), pois permite identificar casos de inibição enzimática, incluindo aqueles associados a formas atípicas da enzima, que indicam intoxicação ocupacional.

Em média, cerca de 150 pessoas são atendidas a cada edição da campanha. Como parte das ações de responsabilidade socioambiental, os agricultores participantes também recebem mudas de espécies nativas da Mata Atlântica, com o objetivo de estimular o reflorestamento de Áreas de Preservação Permanente (APP) em suas propriedades. A Figura 10 ilustra uma dessas ações, evidenciando o engajamento dos produtores na recuperação ambiental e na promoção da sustentabilidade em suas atividades.

9. Considerações

O uso de agrotóxicos é uma realidade consolidada na agricultura moderna, sendo adotado globalmente como ferramenta para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. O Brasil, como uma das maiores potências agrícolas do planeta, destaca-se entre os maiores consumidores de agroquímicos, o que levanta preocupações relacionadas à saúde humana, à contaminação ambiental e à sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Apesar dos benefícios agrônômicos relacionados ao aumento da produtividade, o uso intensivo e, muitas vezes, indiscriminado dos agrotóxicos impõe sérios riscos à saúde dos trabalhadores rurais, das populações expostas direta ou indiretamente, e à biodiversidade dos ecossistemas agrícolas e naturais. A recorrência de casos de intoxicação, distúrbios neurológicos, impactos psicológicos e suicídios associados ao uso de pesticidas evidencia a urgência de se repensar esse modelo de produção.

Reduzir a dependência de substâncias químicas de alta toxicidade é um desafio urgente e inadiável. Para isso, torna-se indispensável o investimento

contínuo em pesquisa científica, visando o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e eficazes, como os bioinsumos, o controle biológico, a adubação verde, os sistemas agroflorestais e o manejo ecológico de pragas. A ciência e a inovação têm papel estratégico na transição para uma agricultura de baixo impacto ambiental.

Além disso, é essencial fortalecer a educação rural, a assistência técnica e a extensão agroecológica, promovendo a conscientização dos agricultores sobre os riscos do uso inadequado dos insumos químicos e os benefícios de práticas mais seguras e ambientalmente responsáveis. Programas de capacitação, como o treinamento sobre o uso correto de EPs, a leitura de rótulos e bulas, e o descarte adequado de embalagens, devem ser amplamente difundidos, especialmente entre os pequenos produtores.

A sociedade como um todo — agricultores, consumidores, pesquisadores, legisladores e formadores de opinião — tem um papel central na construção de uma agricultura mais justa, ética e sustentável. Cabe aos consumidores valorizar produtos oriundos de práticas ambientalmente equilibradas e socialmente justas; ao Estado, formular e implantar políticas públicas que incentivem a produção agroecológica; e às instituições de ensino e pesquisa, ampliar o acesso ao conhecimento e fomentar a inovação voltada ao campo.

Para alcançar a tão desejada segurança alimentar com responsabilidade socioambiental, é imprescindível que o modelo agrícola evolua para práticas que respeitem os limites ecológicos do planeta. A promoção de uma agricultura sustentável deve caminhar lado a lado com o combate à pobreza rural, a proteção da saúde pública, a valorização do trabalho no campo e a conservação dos recursos naturais.

Portanto, reduzir a dependência de agrotóxicos não é apenas uma questão técnica, mas também ética e política. Trata-se de um compromisso coletivo com as futuras gerações, com a soberania alimentar e com o direito de todos a um ambiente saudável e equilibrado, como assegura a Constituição Federal de 1988. Assim, o caminho para uma agricultura mais resiliente, saudável e sustentável passa por decisões conscientes, políticas públicas consistentes e pelo engajamento ativo de toda a sociedade brasileira.

10. Referências

ALAVANJA, M. C. R. *et al.* (2013). Cancer risk and pesticide exposure: Recent trends and perspectives. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 9, p. 1021-1026, 2013.

AMES, R. G.; STEENLAND, K; JENKINS, B.; CHRISLIP, D.; RUSSO, J. Chronic neurological sequelae to cholinesterase inhibition among agricultural pesticide applicators. **Arch Environ Health**, n. 50, p. 440-444, 1995.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2002. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos**. Relatório Anual 4/06/2001 a 30/06/2002. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Divulgado o monitoramento de agrotóxicos em alimentos**. Brasília, DF. Publicado em 15 de abril de 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias>>

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamentação. **Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos**. Brasília, DF: ANVISA, 2019.

BESELER, C. L. *et al.* Depression and pesticide exposures in the Agricultural Health Study. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 50, n. 9, p. 1005-1011, 2008.

BLAIR, A. *et al.* Pesticides and human health: Research and regulatory issues. **Environmental Health Perspectives**, v. 123, n. 8, p. 700–705, 2015.

BORGES, E. A. *et al.* Levantamento do uso de equipamento de proteção individual para aplicação de agrotóxicos entre os agricultores de campanha. In: CARNEIRO, L. **Anais... XIX Encontro Iniciação Científica e IV Mostra de Extensão**. Periódicos Unicor. Iniciação Científica. 2017.

BRASIL. **Boletim Epidemiológico**. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Ministério da Saúde. v. 54, n. 12, 2023.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPSJV/Fiocruz; São Paulo: Expressão Popular. 2023.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W. A.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; RIZOLLO, A.; MULLER, N. M.; ALEXANDRE, V. P. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. 2015. Expressão Popular. São Paulo: ABRASCO. ISBN: 978-85-7654-188-6.

CARVALHO, L. A. S. *et al.* Agrotóxicos, sofrimento e saúde mental: contribuições da agroecologia para o cuidado no campo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 7, p. 2839-2848, 2021.

CASARETT, L. J.; DOULL, J. **Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons**. 9. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2019.

COSTA, L. G. *Toxic effects of pesticides on the nervous system*. In: GUPTA, R. C. (Ed.). **Toxicology of Pesticides**. Academic Press, 2022.

DICKERSON, A. C.; WU, Z.; LIEW, M. W. Uma revisão abrangente das exposições não ocupacionais a poluentes ambientais e depressão, ansiedade e suicídio em adultos. **Atual. Meio Ambiente**. Representante de Saúde, n. 7, p. 256-27, 2020.

ECOBICHON, D. J. Toxic effects of pesticides. In: KLAASEN, C. D.; AMDUR, M.O.; DOULL, J. (Ed.). **Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons**. New York: McGraw-Hill; 1996. p. 165-176.

EDDLESTON, M. *et al.* Management of acute organophosphorus pesticide poisoning. **Lancet**, v. 371, n. 9612, p. 597-607, 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT: Pesticides Use**. Rome, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 12 out. 2024.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Pesticide management and sustainable agriculture**. Roma: FAO, 2021.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point**. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 16 maio 2025.

FARAHAT, T. M.; ABDELRASOUL, G. M.; AMR, M. M.; SHEBL, M. M.; FARAHAT, F. M.; ANGER, W. R. Neurobehavioural effects among workers occupationally exposed to organophosphorous pesticides. **Occup Environ Med**, n. 60, p. 279-286, 2003.

FARIA, N. M. X. *et al.* Exposição a agrotóxicos e efeitos à saúde: uma revisão crítica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, 2021.

FERREIRA, M. J.; COSTA, E. A.; MENDONÇA, A. P. Exposição crônica a agrotóxicos e seus impactos sobre a saúde humana. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 45, 2020.

FREIRE, C.; KOIFMAN, S. Pesticide exposure and mental health: A review. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 3, p. 438-448, 2012.

GARCIA-PEREZ, J. *et al.* Occupational exposure to pesticides and suicide risk in rural populations: A review of epidemiological evidence. **Environmental Research**, v. 163, p. 284-292, 2018.

GONZALEZ, N. *et al.* Endocrine-disrupting chemicals: Implications for human health. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v. 8, n. 8, p. 653-666, 2020.

HENDGES, C. *et al.* Human intoxication by agrochemicals in the region of South Brazil between 1999 and 2014. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 54, n. 4, p. 219-225, 2019.

IBAMA. **Relatório de Avaliação de Riscos Ambientais de Agrotóxicos**. Brasília: IBAMA, 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>.

INCA. Instituto Nacional de Câncer. **Agrotóxico**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>> Acesso em: 17 dez. 2023.

IPEN. International Pollutants Elimination Network. **Pesticide use in Brazil and impacts on human health and the environment**. Available at: <https://ipen.org>. 2022.

JEYARATNAM, J. Acute pesticide poisoning: a major global health problem. **World Health Stat Quaterly**, v. 43, n. 3, p. 139-144, 1990.

KLAASSEN, C. D. **Casarett & Doull's Essentials of Toxicology**. 3rd Edition. New York: McGraw-Hill Education. 2019. ISBN: 978-1259863745.

LEVIEN, R. S.; DOULL, J. Global estimates of acute pesticide morbidity and mortality. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, n. 129, p. 29-44, 1993.

LIMA, M. N. *et al.* Trabalho rural, saúde mental e suicídio: análise crítica de políticas públicas brasileiras. **Saúde em Debate**, v. 46, n. 132, p. 845-858, 2022.

LOPES C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, n. 42, p. 518-534, 2018.

MALEKI, Z.; NOORIMOTLAGH, N.; RAHIM, F.; MARTINEZ, S. S.; JAAFARZADEH, M. S. A. Uma revisão sistemática atualizada sobre a exposição materna a pesticidas ambientais e mecanismos envolvidos no risco de progressão do transtorno do espectro do autismo (TEA) em crianças. **Rev. Meio Ambiente**. Saúde, 2022. DOI: 10.1515/reveh-2022-0092.

MEDEIROS, M. A. R. *et al.* Exposição ambiental a agrotóxicos no Brasil: evidências recentes e implicações para a saúde coletiva. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 47, e19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000253321>

MESNAGE, R. *et al.* **Glyphosate exposure and health outcomes**: a systematic review. *Environmental Health*, v. 22, n. 1, p. 10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-023-00944-y>

MEYER, A. *et al.* Pesticide exposure and autoimmune disease: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 6, p. 643, 2016.

MOREIRA, J. C. *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, 2002, p. 299-311.

MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A. Os impactos dos agrotóxicos na saúde dos trabalhadores rurais. **Saúde e Sociedade**, v. 21, n. 1, p. 53-62, 2012. DOI:10.1590/S0104-12902012000100006.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. **Toxicology and Applied Pharmacology**, n. 324, p. 94-104, 2017.

MURRAY, D. L.; TAYLOR, P. L. Claim no easy victories: evaluating the pesticide industry's Global Safe Use campaign. **World Development**, New York, v. 28, p. 17351749, 2000.

NEVES, M. S. *et al.* Determinação social do processo saúde adoecimento mental de trabalhadores rurais no Brasil. **ACENO**, v. 7, n. 14, p. 231-248, 2020.

OLIVEIRA-SILVA, J. J.; ALVES, S. R.; INÁCIO, A. F. Cholinesteraseactivities determination in frozen blood samples: an improvement to the occupational monitoring in developing countries. **Human & Experimental Toxicology**, n. 19, p. 173-177, 2000.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Pesticides and health: how WHO is addressing the impact of toxic chemicals on health**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 16 maio 2025.

PAN. Pesticide Action Network. **Alternatives to Highly Hazardous Pesticides**. 2022.

PAN. Pesticide Action Network. **Toxicity and human health risks of pesticides**. 2022.

PARRON, T.; HERNANDEZ, A. F.; VILLANUEVA, E. Increased risk of suicide with exposure to pesticides in an intensive agricultural area. A 12-year retrospective study. **Forensic Sci Int**, n. 79, p. 53-63, 1966.

PERES, F. **É veneno ou é remédio?** Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos. 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1999.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. Fundação Oswaldo Cruz. 2007. Rio de Janeiro: Fiocruz. ISBN: 978-85-7541-142-4.

PETARLI, G. B.; CATTAFESTA, M.; LUZ, T. C. D.; ZANDONADE, E.; BEZERRA, O. M. D. P. A.; SALAROLI, L. B. Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segu rança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, p. 44, 2019.

PICKETT, W.; KING, W. D.; LEES, R. E.; BIENEFELD, M.; MORRISON, H. I.; BRISON, R. J. Suicide mortality and pesticide use among Canadian farmers. **Am J Ind Med**, n. 34, p. 364-372, 1998.

PIGNAT, C. *et al.* Pesticide self-poisoning and suicides: a review of global trends. **Environmental Health Perspectives**, v. 131, n. 2, 2023.

PIGNATI, W. A. *et al.* Agrotóxicos e saúde: uma abordagem integrada e sistêmica. **Saúde em Debate**, v. 45, 2021.

PIGNATI, W. A. O caráter pandêmico dos desastres socioambientais e sanitários do agronegócio. **Saúde em Debate [online]**. 46 (spe2). 2022. [Acessado 17 de Dez. 2023], p. 467-481. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-11042022E231>>. E pub 04 Jul 2022. ISSN 2358 -2898. <https://doi.org/10.1590/0103-11042022E231>.

PIGNATI, W.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F.; LIMA, F. A. N. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2014. DOI: 10.1590/1413-812320172210.18942017.

PIMENTEL, D. Green revolution agriculture and chemical hazards. **The Science of the Total Environment**, v. 188, n. 1, p. S86-S98, 1996.

PIRES, D. X. *et al.* Pesticide poisoning in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, 1992/2002. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 3, 2005, p. 804-814. SciELO.

PONTES, A. G. V.; RIGOTTO, R. M. Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental: potencialidades e desafios da articulação entre universidade, SUS e movimentos sociais. **Rev. Bras. Saúde Ocup.** v. 39, n. 130, p. 161-174, 2014.

QUEIROZ, P. R. *et al.* Sistema de Informação de Agravos de Notificação e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Rio de Janeiro, v. 22, e190033, 2019. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190033>.

RECENA, M. C. R.; CALDAS, E. D.; PIRES, D. X. Intoxicações por agrotóxicos na população rural do Estado de Mato Grosso do Sul no período 1992-2002. **Sci Total Environ** - submetido.

REQUENA-MULLOR, A.; NAVARRO-MENA, R.; WEI, O.; LÓPEZ-GUARNIDO, D.; LOZANO-PANIAGUA. ALARCON-RODRIGUEZ. Avaliação das alterações gonadais em uma população ambientalmente exposta a uma mistura de pesticidas endócrinos ativos. *Int. J. Meio Ambiente*. **Res. Saúde Pública**, n. 18, 2021.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M.; SILVA, A. M. Exposição a agrotóxicos e riscos à saúde humana e ao ambiente: desafios para a saúde coletiva. **Saúde em Debate**, v. 37, n. 96, p. 28-42, 2013. DOI:10.1590/S0103-110420130001000 03.

ROSS, J. H.; DRIVER, J. H.; COCHRAN, R. C.; THONGSINTHUSAK T.; KRIEGER, R. I. Could pesticide toxicology studies be more relevant to occupational risk assessment? **Annals... of Occupational Hygiene**, New York, v.45, n.1001, p.S5-S17, 2001.

SILVA, D. F.; GOMES, J. E.; ALMEIDA, M. P. Boas práticas para o uso seguro de agrotóxicos no campo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 23, 2022.

SILVA, D. O *et al.* Exposição aos agrotóxicos e intoxicações agudas em região de intensa produção agrícola em Mato Grosso, 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 28, n. 3, p. e2018456, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742019000300013>.

SILVA, E. C. *et al.* Agrotóxicos e saúde ambiental: um panorama das contaminações e estratégias de mitigação no Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 2, p. 55–67, 2023. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br>

SILVA, M. H.; MATTOS, M. C. Impactos dos agrotóxicos na saúde humana: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 1, p. 219-234, 2015. doi:10.1590/1980-5497201500010017.

SINITOX. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. **Dados de intoxicação exógena por agrotóxicos no Brasil**: relatório 2022. Fiocruz, 2023.

SIQUEIRA, S. L.; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Rev. Esc. Enferm. USP**, São Paulo, v. 42, n. 3, 2008.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Pesticide exposure and suicide among agricultural workers: a review. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. e00128818, 2020.

Van WIJNGAARDEN, E. An exploratory investigation of suicide and occupational exposure. **J Occup Environ Med**, n. 45, p. 96-101, 2003.

WHO. World Health Organization. **Preventing suicide**: a global imperative. Geneva: WHO, 2019.

WHO. World Health Organization. **Depression and Other Common Mental Disorders**: Global Health Estimates. Geneva: WHO, 2023.

WHO. World Health Organization. **Preventing harm from pesticides**. Geneva: WHO, 2020.

WHO. World Health Organization. **Public health impact of pesticides used in agriculture**. Geneva: World Health Organization, 1990.