

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS A.C. SIMÕES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS – ICF
CURSO DE FARMÁCIA

ANA CLÁUDIA DA SILVA

RELAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE DEPRESSÃO RELACIONADA À INTOXICAÇÃO
POR ALIMENTOS AGRÍCOLAS EXPOSTOS A AGROTÓXICOS

MACEIÓ-AL

2024

ANA CLÁUDIA DA SILVA

**RELAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE DEPRESSÃO RELACIONADA À
INTOXICAÇÃO POR ALIMENTOS AGRÍCOLAS EXPOSTOS A AGROTÓXICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao corpo docente do Instituto de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Alagoas como requisito necessário para a obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aline Barros
Fidelis de Moura

MACEIÓ-AL

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CURSO DE FARMÁCIA



Campus A.C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins

CEP:57072-900 Maceió – AL

Coordenação do curso de Farmácia

Telefone: (82) 3214.1170; e-mail:

**FICHA PARA AVALIAÇÃO DE ARTIGO CIENTÍFICO/CAPÍTULO DE LIVRO COMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)**

Aluno (a): ANA CLÁUDIA DA SILVA

Artigo científico/capítulo de livro intitulado RELAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE DEPRESSÃO
RELACIONADA À INTOXICAÇÃO POR ALIMENTOS AGRÍCOLAS EXPOSTOS A
AGROTÓXICOS.

Campo reservado para ARTIGO CIENTÍFICO

Nome do jornal/revista onde foi aceito/publicado o artigo: Clique ou toque aqui para inserir o texto.

ISSN do jornal/revista: Clique ou toque aqui para inserir o texto.

Qualis ou Fator de impacto do jornal/revista: Clique ou toque aqui para inserir o texto.

DOI do artigo: Clique ou toque aqui para inserir o texto.

Campo reservado para CAPÍTULO DE LIVRO

Nome da editora: EDITORA PASTEUR

ISBN: 978-65-6029-163-8

DOI do capítulo de livro: 10.59290/978-65-6029-163-8.15

Campo reservado para atribuição de nota pela Banca Avaliadora

Avaliador 1: Prof. Dr. Valter Alvino

Assinatura do avaliador 1:



Documento assinado digitalmente
VALTER ALVINO DA SILVA
Data: 25/10/2024 11:28:02-0300
Verifique em <https://validar.itf.gov.br>

Avaliador 2:

Assinatura do avaliador 2:



Documento assinado digitalmente
SABRINA JOANY FELIZARDO NEVES
Data: 31/10/2024 10:27:57-0300
Verifique em <https://validar.itf.gov.br>

Nota do TCC: 10,0

Data:25/10/2024

Assinatura do(a) coordenador(a) de TCC:

SAÚDE MENTAL

Edição 19

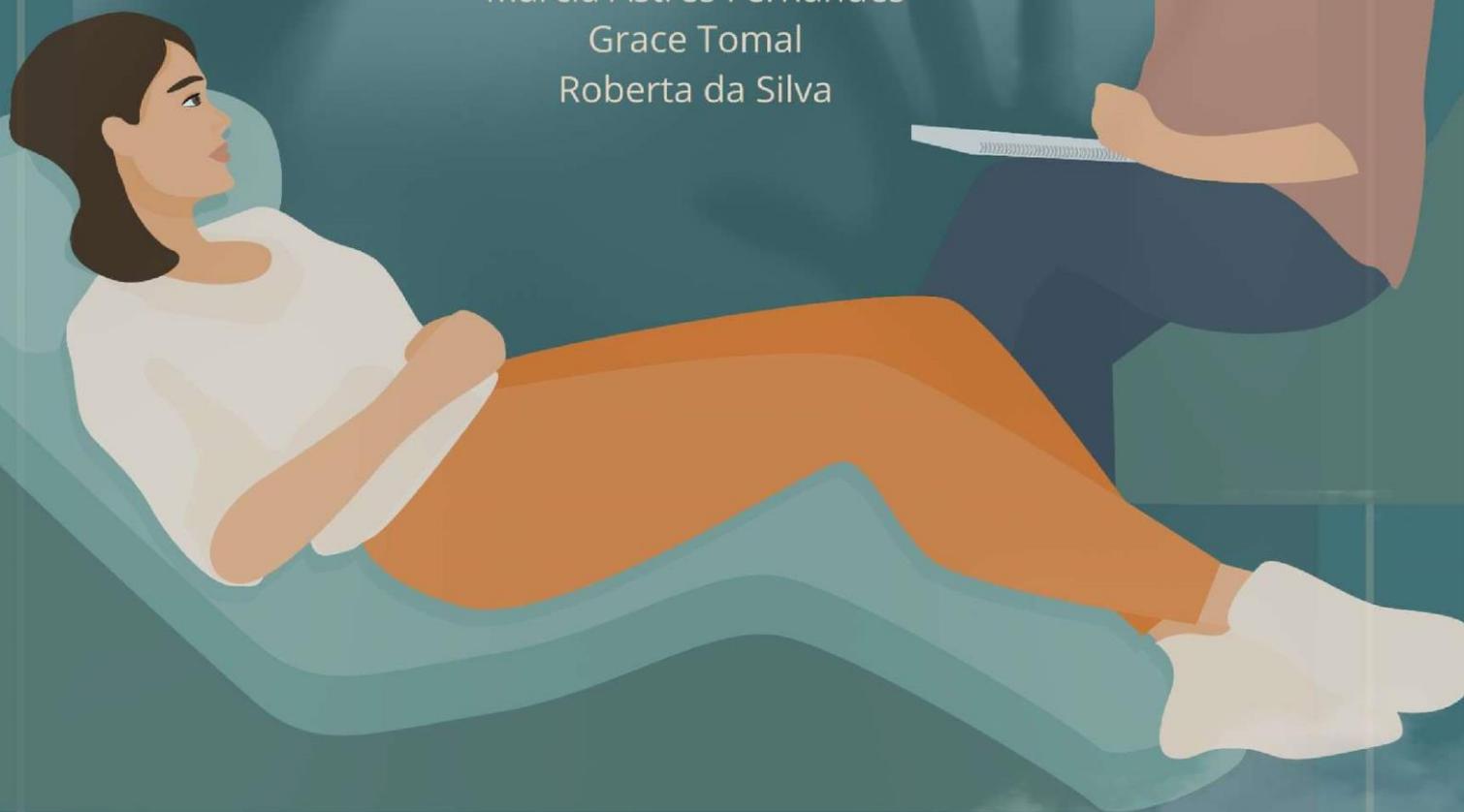
Organizadores

Guilherme Barroso L. De Freitas

Márcia Astrês Fernandes

Grace Tomal

Roberta da Silva



SAÚDE MENTAL
Desafios da Prevenção, Diagnóstico, Tratamento e
Cuidado na Sociedade Moderna

Edição XIX

Organizadores

Guilherme Barroso L. De Freitas

Márcia Astrês Fernandes

Grace Tomal

Roberta da Silva



2024 by Editora Pasteur
Copyright © Editora Pasteur

Editor Chefe:

Dr Guilherme Barroso Langoni de Freitas

Corpo Editorial:

Dr. Alaercio Aparecido de Oliveira
(Faculdade INSPIRAR, UNINTER, CEPROMEC e Força Aérea Brasileira)

Dra. Aldenora Maria Ximenes Rodrigues

MSc. Aline de Oliveira Brandão

(Universidade Federal de Minas Gerais - MG)

Dra. Ariadine Reder Custodio de Souza

(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

MSc. Bárbara Mendes Paz

(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr. Daniel Brustolin Ludwig

(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr. Durinézio José de Almeida

(Universidade Estadual de Maringá - PR)

Dra. Egidia Maria Moura de Paulo Martins Vieira

(Professora UNIFSA (Centro Universitário Santo Agostinho))

Dr. Everton Dias D'Andréa

(University of Arizona/USA)

Dr. Fábio Solon Tajra

(Universidade Federal do Piauí - PI)

Francisco Tiago dos Santos Silva Júnior

(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dra. Gabriela Dantas Carvalho

Dr. Geison Eduardo Cambri

Grace Tomal

MSc. Guilherme Augusto G. Martins

(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr Guilherme Barroso Langoni de Freitas

(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dra. Hanan Khaled Sleiman

(Faculdade Guairacá - PR)

MSc. Juliane Cristina de Almeida Paganini

(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dra. Kátia da Conceição Machado

(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dr. Lucas Villas Boas Hoelz

(FIOCRUZ - RJ)

MSc. Lyslian Joelma Alves Moreira

(Faculdade Inspirar - PR)

Dra. Márcia Astrês Fernandes

(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dr. Otávio Luiz Gusso Maioli

(Instituto Federal do Espírito Santo - ES)

Dr. Paulo Alex Bezerra Sales

MSc. Raul Sousa Andreza

MSc. Renan Monteiro do Nascimento

MSc. Suelen Aline de Lima Barros

Professora UNIFSA (Centro Universitário Santo Agostinho)

Dra. Teresa Leal.

I Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Editora Pasteur, PR, Brasil)

FR862c FREITAS, Guilherme Barroso Langoni de.

Saúde Mental - Desafios da Prevenção, Diagnóstico,
Tratamento e Cuidado na Sociedade Moderna / FREITAS,
G.B.L.; TOMAL, G.; FERNANDES, M.A.; SILVA, R.- Irati:
Pasteur, 2024.

1 livro digital; p. 141; ed. XIX; il.

Modo de acesso: Internet

ISBN: 978-65-6029-163-8

<https://doi.org/10.59290/978-65-6029-163-8>

1. Medicina 2. Saúde Mental 3. Ciências da Saúde

I. Título.

CDD 610

CDU 601/618

Capítulo 15

RELAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE DEPRESSÃO RELACIONADA À INTOXICAÇÃO POR ALIMENTOS AGRÍCOLAS EXPOSTOS A AGROTÓXICOS

ANA CLÁUDIA DA SILVA¹

MARIA ALINE BARROS FIDELIS DE MOURA²

¹Discente – Curso de Farmácia na Universidade Federal de Alagoas

²Docente – Curso de Farmácia na Universidade Federal de Alagoas

Palavras -Chave: . Agrotóxicos , Depressão , Agricultura Sustentável .

Doi

10.59290/978 -65-6029-163-8.15

EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A intersecção entre a saúde mental e a exposição a substâncias químicas, especialmente aquelas advindas da agricultura moderna, representa um campo de estudo essencial para compreender as dinâmicas complexas que afetam a saúde pública global. Dentre essas substâncias, os agrotóxicos surgem como um fator de risco significativo, não apenas para a saúde física, mas também para a saúde mental, incluindo a ocorrência de depressão. A relevância dessa discussão se encontra na crescente evidência de que a exposição a agrotóxicos, seja por meio do trabalho direto na agricultura ou pelo consumo de alimentos contaminados, pode estar intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de transtornos mentais, como a depressão.

A depressão é uma condição complexa, caracterizada por uma variedade de sintomas psicológicos e físicos, que pode afetar profundamente a qualidade de vida do indivíduo. As causas da depressão são multifatoriais, envolvendo aspectos genéticos, bioquímicos, ambientais e psicossociais. Dentro deste espectro de causas, a exposição a toxinas ambientais, como os agrotóxicos, emerge como um fator de risco potencialmente significativo (WHO, 2017). Os agrotóxicos, amplamente utilizados na agricultura para proteger as colheitas de pragas e doenças, possuem propriedades que podem afetar negativamente o sistema nervoso central, contribuindo para o surgimento de doenças neurológicas e possivelmente transtornos mentais (MORIN & STUMM, 2018).

A relevância de investigar a relação entre a exposição a agrotóxicos e a ocorrência de depressão reside não apenas na necessidade de entender as causas subjacentes deste transtorno mental, mas também na urgência de desenvolver estratégias de prevenção e intervenção eficazes. A agricultura é uma

atividade econômica crucial mundialmente, e a utilização de agrotóxicos é uma prática comum. No entanto, a segurança desses produtos químicos tem sido questionada, levantando preocupações sobre os impactos potenciais na saúde humana e no meio ambiente (SILVA *et al.*, 2019).

Este estudo se justifica pela importância de compreender as conexões entre a saúde mental e as exposições ambientais a substâncias químicas potencialmente nocivas. A depressão, sendo um dos transtornos mentais mais prevalentes no mundo, necessita de uma investigação aprofundada sobre todas as suas possíveis causas e fatores de risco. A análise da relação entre a exposição a agrotóxicos e a depressão pode contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes, voltadas para a saúde ambiental e mental, além de promover práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

Os objetivos deste estudo são identificar e analisar a literatura existente sobre a relação entre a exposição a agrotóxicos e a ocorrência de depressão; explorar os mecanismos biológicos que podem explicar essa relação; e discutir as implicações dessas descobertas para a saúde pública e para o desenvolvimento de políticas de saúde mental e ambiental.

MÉTODO

Este estudo adotou como método uma revisão bibliográfica da literatura conduzido entre junho e julho de 2024, por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed, Scopus, SciELO e Google Acadêmico. Os termos de busca utilizados incluíram palavras-chave como

“pesticidas,” “depressão,” “saúde mental,” e “exposição agrícola.”

O processo de seleção dos estudos seguiu um fluxo sistemático, iniciando com a triagem de títulos e resumos, seguida pela leitura integral dos textos para confirmar a elegibilidade. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: artigos completos e originais disponíveis online gratuitamente nos idiomas português e inglês, publicados no período de 2013 a 2024 que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa e estudos do tipo revisão, disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não se adequassem à temática proposta.

Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: Toxicidade dos agrotóxicos e mecanismo de ação no Sistema Nervoso Central; Associação entre exposição a agrotóxicos e prevalência de depressão; Efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde física e suas conexões com a saúde mental; Análise epidemiológica; Estudos de caso e pesquisas de campo; Estratégias de prevenção e políticas para reduzir a exposição a agrotóxicos; Alternativas sustentáveis à utilização de agrotóxicos na agricultura e Impacto ambiental dos agrotóxicos: contaminação de solos e recursos hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toxicidade dos agrotóxicos e mecanismos de ação no sistema nervoso central

A compreensão da toxicidade dos agrotóxicos e seus mecanismos de ação no sistema nervoso central é fundamental para avaliar os riscos associados à sua exposição e o subsequente

Desta busca foram encontrados 41 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

desenvolvimento de transtornos mentais, como a depressão. Os agrotóxicos são substâncias químicas utilizadas na agricultura para controlar pragas e doenças em culturas. Embora desempenhem um papel crucial na maximização da produtividade agrícola, suas propriedades tóxicas podem representar sérios riscos à saúde humana, especialmente quando há exposição prolongada ou em altas doses.

Um dos principais mecanismos pelos quais os agrotóxicos afetam o sistema nervoso central é através da inibição da enzima acetilcolinesterase (ACHE), fundamental para o correto funcionamento do sistema nervoso. Esta enzima é responsável pela degradação do neurotransmissor acetilcolina, e sua inibição resulta em uma acumulação anormal de acetilcolina, levando a distúrbios neurológicos e a potenciais impactos na saúde mental (COMAN *et al.*, 2013). Estudos epidemiológicos têm consistentemente associado a exposição crônica a agrotóxicos com um aumento no risco de desenvolver depressão. Em uma pesquisa realizada por Freire e Koifman (2013), foi observado que indivíduos expostos a agrotóxicos apresentavam uma prevalência significativamente maior de sintomas depressivos comparados àqueles não expostos.

Além da inibição da ACHE, alguns agrotóxicos também são capazes de alterar os níveis de outros neurotransmissores importantes, como a serotonina e a dopamina, que desempenham um papel central na regulação do humor, do sono e do apetite. Desregulações nestes sistemas neurotransmissores são comumente associadas com o desenvolvimento de depressão (SILVA, 2015). A exposição a pesticidas organoclorados, por exemplo, tem sido relacionada a alterações nos níveis de serotonina, sugerindo um vínculo

direto entre a exposição a essas substâncias e alterações no estado mental e emocional (CARRASCO *et al.*, 2021).

Os efeitos neurotóxicos dos agrotóxicos não se limitam à desregulação de neurotransmissores; eles também incluem estresse oxidativo, inflamação do sistema nervoso central e até mesmo alterações na expressão gênica, que podem contribuir para o desenvolvimento de depressão. O estresse oxidativo, resultante do desequilíbrio entre radicais livres e a capacidade antioxidante do organismo, pode levar a danos celulares e é um fator conhecido na patogênese de várias doenças neurológicas, incluindo a depressão (MURUSSI *et al.*, 2014).

Considerando essas evidências, é imperativo que estratégias de prevenção e políticas públicas sejam desenvolvidas para mitigar os riscos associados à exposição a agrotóxicos. Isso inclui o monitoramento rigoroso dos níveis de exposição, o desenvolvimento de práticas agrícolas mais seguras e a promoção de alternativas sustentáveis à utilização de agrotóxicos. A educação e a conscientização sobre os riscos associados aos agrotóxicos, tanto para trabalhadores agrícolas quanto para a população em geral, são etapas fundamentais para reduzir a exposição e, conseqüentemente, o impacto dessas substâncias na saúde mental.

Em conclusão, a toxicidade dos agrotóxicos e seus mecanismos de ação sobre o sistema nervoso central destacam a importância de abordar a exposição a estas substâncias como um assunto de saúde pública prioritário. A relação entre a exposição a agrotóxicos e a prevalência de depressão reforça a necessidade de políticas e práticas que protejam a saúde humana e promovam um ambiente mais seguro e sustentável.

Associação entre exposição a agrotóxicos e prevalência de depressão

A associação entre a exposição a agrotóxicos e a prevalência de depressão constitui um dos temas mais pertinentes no campo da saúde pública e da toxicologia ambiental. Este vínculo, complexo e multifacetado, desdobra-se em diversas implicações significativas para o entendimento dos determinantes ambientais da saúde mental. O crescente corpo de pesquisa nesta área sugere que a exposição a determinados agrotóxicos está associada a um aumento no risco de desenvolver sintomas depressivos, tanto em populações rurais diretamente expostas no âmbito ocupacional quanto em populações gerais expostas indiretamente através da dieta e do ambiente.

Os estudos conduzidos por Buralli *et al.* (2019) e Baldi *et al.* (2011) fornecem evidências epidemiológicas robustas dessa associação. Buralli *et al.* (2019) realizaram uma ampla revisão de estudos que examinam os efeitos da exposição a pesticidas sobre a saúde mental, encontrando uma correlação significativa entre a exposição a agrotóxicos e o aumento da prevalência de depressão. De maneira similar, Baldi *et al.* (2011) em seu estudo longitudinal com trabalhadores agrícolas, observaram que a exposição contínua a pesticidas estava significativamente associada a uma maior incidência de sintomas depressivos ao longo do tempo.

O mecanismo pelo qual os agrotóxicos podem influenciar a saúde mental ainda é objeto de investigação, mas várias hipóteses têm sido propostas. Uma delas é que a exposição a agrotóxicos pode levar a alterações neuroquímicas, afetando o equilíbrio de neurotransmissores chave, como a serotonina e a dopamina, que estão diretamente relacionados com a regulação do humor e comportamento (FARIA *et al.*, 2014). Além disso, a neuroinflamação e o estresse oxidativo, resultantes da exposição a agrotóxicos, podem contribuir para o desenvolvimento de depressão, como sugerido pelos achados de

estudos que indicam o papel desses processos nos transtornos de humor (GURGEL *et al.*, 2017).

Importante salientar é o fato de que a vulnerabilidade à depressão relacionada à exposição a agrotóxicos pode ser influenciada por múltiplos fatores, incluindo a duração e intensidade da exposição, o tipo específico de agrotóxico, bem como características individuais, como genética, estado de saúde prévio e fatores psicossociais. Este espectro de variáveis sublinha a complexidade da relação entre exposição a agrotóxicos e saúde mental, exigindo abordagens de pesquisa multidisciplinares e multissetoriais para sua plena compreensão.

Ademais, o impacto da exposição a agrotóxicos sobre a depressão não se restringe apenas ao indivíduo exposto. Há implicações significativas para as famílias, comunidades e sistemas de saúde, especialmente em regiões agrícolas onde o uso de agrotóxicos é intensivo. A depressão pode levar a uma diminuição da capacidade de trabalho, afetando a produtividade agrícola, além de aumentar o ônus para os sistemas de saúde devido à necessidade de tratamento e suporte para os indivíduos afetados (MACHADO, 2018).

Portanto, é imperativo que se desenvolvam estratégias eficazes de monitoramento e gestão de riscos relacionados à exposição a agrotóxicos, assim como políticas públicas que promovam práticas agrícolas sustentáveis e seguras para a saúde. A redução da exposição a agrotóxicos através de alternativas agrícolas mais seguras e a implementação de medidas de proteção para trabalhadores e populações vulneráveis são passos essenciais para mitigar os impactos negativos dos agrotóxicos sobre a saúde mental e física.

Aprofundar a compreensão sobre a relação entre exposição a agrotóxicos e a prevalência de depressão é crucial para o desenvolvimento de

intervenções preventivas e terapêuticas eficazes. Isso implica na necessidade de um comprometimento contínuo com a pesquisa, a educação e a implementação de políticas públicas que possam efetivamente abordar esta questão complexa, protegendo assim a saúde e o bem-estar das populações.

Efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde física e suas conexões com a saúde mental

A complexa interação entre os efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde física e suas conexões com a saúde mental delineia um cenário preocupante, onde a exposição a estas substâncias químicas pode ser um vetor para uma gama de distúrbios além da esfera neuropsicológica. A pesquisa científica tem se aprofundado em descobrir e elucidar os mecanismos pelos quais os agrotóxicos afetam o corpo humano, revelando uma correlação intrínseca entre os impactos físicos e psicológicos dessa exposição.

Estudos têm demonstrado que os agrotóxicos, devido à sua natureza tóxica, podem induzir uma série de efeitos adversos à saúde física, incluindo, mas não se limitando a problemas respiratórios, dermatológicos, distúrbios endócrinos e carcinogênese (ZANCHI, 2023). Essas condições físicas não só deterioram a qualidade de vida do indivíduo, mas também podem desencadear ou exacerbar problemas de saúde mental, como a depressão. A relação entre as doenças físicas induzidas por agrotóxicos e a saúde mental é mediada por diversos fatores, incluindo a diminuição da capacidade funcional, o estresse psicológico advindo da gestão da doença e o impacto no bem-estar social e econômico do indivíduo.

Uma das conexões mais diretas entre a exposição aos agrotóxicos e os efeitos na saúde física é a neurotoxicidade. Diversos agrotóxicos foram identificados como neurotóxicos potenciais, capazes de afetar adversamente o

sistema nervoso periférico e central, levando a distúrbios neurológicos que vão desde neuropatias até condições mais graves como a doença de Parkinson (NARAYAN *et al.*, 2017). Estes distúrbios neurológicos não apenas comprometem a saúde física do indivíduo, mas também possuem um impacto significativo na saúde mental, aumentando o risco de depressão devido à alteração da qualidade de vida e à imposição de limitações físicas e sociais.

Outra área de preocupação é o impacto dos agrotóxicos no sistema endócrino. Alguns agrotóxicos atuam como disruptores endócrinos, interferindo nos hormônios naturais do corpo, o que pode resultar em uma variedade de efeitos adversos à saúde, incluindo problemas reprodutivos, obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares (FONSECA, 2019). Essas condições crônicas, por sua vez, são conhecidas por terem uma forte correlação com o desenvolvimento de transtornos de humor, incluindo depressão, destacando como a saúde física e mental estão profundamente interligadas.

A exposição crônica a agrotóxicos também tem sido associada ao desenvolvimento de alguns tipos de câncer, uma descoberta que sublinha a gravidade dos riscos à saúde representados por estas substâncias. O câncer, por sua vez, é acompanhado por um enorme fardo psicológico, incluindo um risco elevado de depressão tanto para os pacientes quanto para seus cuidadores (PARRÓN *et al.*, 2014). A jornada de luta contra o câncer, com seus desafios de tratamento, incerteza sobre o futuro e as mudanças na imagem corporal e na autonomia, pode precipitar uma série de questões de saúde mental.

Além dos efeitos neurotóxicos e endócrinos, a exposição a agrotóxicos pode levar a alterações imunológicas e inflamatórias, que por sua vez podem afetar a saúde mental. O estresse oxidativo e a inflamação têm sido apontados

como mediadores potenciais na patogênese da depressão, sugerindo que os impactos imunológicos e inflamatórios dos agrotóxicos podem contribuir para o desenvolvimento deste transtorno (PEREIRA *et al.*, 2021).

Dado o espectro abrangente de efeitos adversos dos agrotóxicos sobre a saúde física e suas conexões estabelecidas com a saúde mental, torna-se crucial abordar a exposição a essas substâncias como uma questão de saúde pública de alta prioridade. A implementação de estratégias de prevenção, monitoramento rigoroso da exposição, promoção de práticas agrícolas sustentáveis e a busca por alternativas mais seguras aos agrotóxicos são passos essenciais para mitigar os riscos à saúde física e mental associados ao seu uso.

Análise epidemiológica: estudos de caso e pesquisas de campo

A análise epidemiológica, especialmente através de estudos de caso e pesquisas de campo, desempenha um papel crucial na compreensão da extensão e da natureza dos impactos dos agrotóxicos sobre a saúde humana. Essas investigações fornecem insights valiosos sobre as associações entre exposição a agrotóxicos e diversos desfechos de saúde, incluindo efeitos adversos neurológicos, distúrbios endócrinos, problemas respiratórios, e, particularmente, a relação entre a exposição a essas substâncias e o desenvolvimento de transtornos mentais como a depressão. Ao longo dos anos, vários estudos têm contribuído para um entendimento mais aprofundado desta problemática, enfatizando a necessidade de políticas públicas mais rigorosas e de práticas agrícolas sustentáveis.

Um dos estudos mais relevantes nesta área foi realizado por Wang *et al.* (2014), que investigou a associação entre a exposição a agrotóxicos e a incidência de doenças neurológicas em uma comunidade agrícola na Califórnia. Este estudo

de coorte prospectivo encontrou uma correlação significativa entre a exposição prolongada a determinados pesticidas e um aumento no risco de doenças neurodegenerativas, incluindo mal de Parkinson. Ainda que o foco principal não fosse a depressão, este estudo lança luz sobre os mecanismos potenciais pelos quais os agrotóxicos podem afetar o sistema nervoso central, contribuindo para um maior entendimento dos riscos à saúde mental associados a essas substâncias.

Outro estudo realizado por Zanchi *et al.* (2024) em uma população de trabalhadores rurais no Brasil explorou mais diretamente a relação entre exposição a agrotóxicos e prevalência de sintomas depressivos. Utilizando uma abordagem transversal, este estudo constatou que trabalhadores expostos a agrotóxicos apresentavam uma prevalência significativamente maior de sintomas depressivos em comparação com não expostos. Este estudo destaca a importância de considerar a saúde mental como um componente crítico da avaliação dos riscos associados à exposição a agrotóxicos.

Além destes, um estudo longitudinal conduzido por Weisskopf *et al.* (2013) na França acompanhou um grupo de agricultores ao longo de dez anos para avaliar os impactos de longo prazo da exposição a agrotóxicos na saúde. Os resultados indicaram não apenas uma associação com problemas físicos, como distúrbios respiratórios e câncer, mas também um aumento significativo no risco de desenvolvimento de transtornos depressivos. Este estudo é particularmente importante por sua abordagem longitudinal, oferecendo uma perspectiva sobre os efeitos a longo prazo da exposição a agrotóxicos.

A pesquisa realizada por Pandey *et al.* (2023), focada em comunidades agrícolas no sudeste asiático, utilizou uma combinação de métodos quantitativos e qualitativos para explorar as

percepções da população sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde e no bem-estar. Os achados deste estudo ressaltam a complexidade dos efeitos dos agrotóxicos na saúde, incluindo preocupações significativas com a saúde mental, e sugerem a necessidade de uma abordagem holística na gestão dos riscos associados a essas substâncias.

Estas observações, juntamente com muitos outros conduzidos globalmente, formam uma base de evidências que sublinha os potenciais riscos à saúde associados à exposição a agrotóxicos. A análise epidemiológica, especialmente quando combinada com abordagens transversais, longitudinais e qualitativas, oferece uma visão compreensiva dos efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde, incluindo implicações significativas para a saúde mental. A acumulação dessas evidências científicas é fundamental para informar o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e promover práticas agrícolas que protejam tanto a saúde humana quanto o ambiente.

Estratégias de prevenção e políticas públicas para reduzir a exposição a agrotóxicos

A implementação de estratégias de prevenção e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a redução da exposição a agrotóxicos são fundamentais para proteger a saúde pública e ambiental. A crescente conscientização sobre os riscos associados ao uso de agrotóxicos tem levado a um debate global sobre a necessidade de medidas regulatórias mais rigorosas, bem como à busca por alternativas mais seguras para a prática agrícola. Esta seção discute diversas abordagens recomendadas pela literatura científica que visam mitigar os riscos à saúde associados ao uso de agrotóxicos.

A primeira etapa na redução da exposição a agrotóxicos envolve o aprimoramento das regulamentações sobre o uso dessas

substâncias. Segundo Serra *et al.* (2016), é crucial estabelecer limites mais estritos para a aplicação de agrotóxicos, garantindo que sua utilização seja feita de maneira segura e responsável. Além disso, a implementação de programas de monitoramento da saúde dos trabalhadores agrícolas e das populações expostas pode ajudar a identificar precocemente os efeitos adversos, permitindo intervenções oportunas (SILVA *et al.*, 2023).

Outra estratégia importante é a promoção da educação e da conscientização sobre os riscos associados ao uso de agrotóxicos e sobre práticas agrícolas seguras. Conforme destacado por Pasiani *et al.* (2012), o treinamento adequado de agricultores e trabalhadores rurais sobre o uso seguro de agrotóxicos, incluindo a importância do uso de equipamentos de proteção individual, pode reduzir significativamente os riscos de exposição. Além disso, a educação ambiental nas comunidades pode promover a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e a demanda por alimentos produzidos de forma mais segura.

A adoção de práticas agrícolas alternativas, como a agricultura orgânica e o manejo integrado de pragas, é uma solução eficaz para reduzir a dependência dos agrotóxicos. Estas práticas não apenas minimizam os impactos ambientais, mas também promovem a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas. Segundo Candiotto & Meira (2014), a agricultura orgânica, que proíbe o uso de agrotóxicos sintéticos, tem ganhado popularidade como uma abordagem mais saudável e ambientalmente responsável para a produção de alimentos.

Além disso, o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas que incentivem a pesquisa e o desenvolvimento de alternativas aos agrotóxicos são essenciais. Isso inclui o investimento em tecnologias agrícolas inovadoras, como biopesticidas e técnicas de

controle biológico, que podem oferecer métodos de controle de pragas menos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (SAMPAIO & FREDO, 2019).

A implementação de sistemas de rastreabilidade e certificação para produtos agrícolas também é uma ferramenta valiosa para reduzir a exposição a agrotóxicos. Esses sistemas permitem que consumidores façam escolhas mais informadas, preferindo produtos que foram produzidos de maneira sustentável e com menor uso de substâncias químicas nocivas (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Finalmente, é imprescindível que haja uma cooperação internacional para abordar a questão dos agrotóxicos de maneira global. A harmonização das regulamentações, o compartilhamento de melhores práticas e o apoio a países em desenvolvimento para implementar estratégias de redução da exposição a agrotóxicos são passos importantes para mitigar os riscos à saúde em uma escala global (LIGNANI, 2022).

A adoção de uma abordagem multifacetada, envolvendo regulamentações mais rigorosas, educação, promoção de práticas agrícolas sustentáveis, desenvolvimento de alternativas, implementação de sistemas de certificação e cooperação internacional, é essencial para reduzir a exposição a agrotóxicos e seus impactos adversos na saúde humana e no meio ambiente.

Alternativas sustentáveis à utilização de agrotóxicos na agricultura

A busca por alternativas sustentáveis à utilização de agrotóxicos na agricultura emerge como uma resposta vital aos crescentes desafios ambientais e de saúde pública associados ao uso intensivo dessas substâncias. Esta seção explora diversas abordagens e tecnologias que têm sido desenvolvidas e implementadas globalmente,

visando uma produção agrícola mais ecológica e segura, conforme a literatura científica.

A agricultura orgânica é frequentemente destacada como uma das principais alternativas aos sistemas de produção convencionais baseados no uso intensivo de agrotóxicos. Segundo um estudo de Silva & Polli (2020), a agricultura orgânica não só elimina o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos sintéticos, como também promove a biodiversidade, a saúde do solo e os ciclos naturais, resultando em alimentos mais saudáveis e em menor impacto ao meio ambiente. A adoção dessa prática tem crescido exponencialmente em várias partes do mundo, impulsionada pela crescente demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e sustentáveis.

Outra estratégia importante é o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que se baseia no uso combinado de técnicas biológicas, culturais, físicas e genéticas para o controle de pragas, reduzindo a dependência de agrotóxicos. O MIP envolve o monitoramento constante das populações de pragas e o uso de predadores naturais, armadilhas e culturas resistentes como métodos de controle. Junior *et al.* (2022) demonstram em sua pesquisa que, quando bem implementado, o MIP pode ser tão eficaz quanto os métodos convencionais, com a vantagem de ser mais sustentável e menos prejudicial à saúde e ao ambiente.

A biotecnologia oferece soluções inovadoras para a redução do uso de agrotóxicos por meio do desenvolvimento de culturas geneticamente modificadas (GM) que são resistentes a pragas e doenças. Embora essa abordagem seja controversa e suscite debates sobre segurança alimentar e impactos ambientais, estudos como o de Vargas *et al.*, (2018) apontam que as culturas GM podem contribuir significativamente para a diminuição do uso de agrotóxicos, além de aumentar a produtividade agrícola.

A agroecologia é outra alternativa promissora, representando um paradigma de produção que integra conhecimentos científicos e locais para criar sistemas agrícolas resilientes e autossuficientes. De acordo com Santos & Oliveira (2015), a agroecologia enfatiza a diversificação das culturas, a reciclagem de nutrientes, a conservação do solo e da água, e o fortalecimento das comunidades locais. Este enfoque não apenas reduz a necessidade de insumos químicos, mas também melhora a saúde do ecossistema e das comunidades rurais.

A implementação de práticas agrícolas conservacionistas, como o plantio direto e a rotação de culturas, também contribui para a redução do uso de agrotóxicos. Essas técnicas melhoram a estrutura do solo, a retenção de água e a biodiversidade, criando condições desfavoráveis para o surgimento e proliferação de pragas. Fortini (2018) destaca que essas práticas, além de reduzirem a erosão do solo, promovem um ambiente mais equilibrado, diminuindo a necessidade de intervenção química.

É crucial que políticas públicas e incentivos sejam estabelecidos para promover a adoção dessas alternativas sustentáveis. Isso inclui o financiamento para pesquisa e desenvolvimento, a assistência técnica para agricultores, subsídios para práticas agrícolas sustentáveis e a certificação de produtos orgânicos e agroecológicos. A colaboração entre governos, instituições de pesquisa, organizações não governamentais e o setor privado é essencial para superar as barreiras à adoção dessas práticas e garantir a segurança alimentar, a saúde pública e a sustentabilidade ambiental.

Com isso, a transição para métodos de produção agrícola mais sustentáveis é fundamental para enfrentar os desafios impostos pelo uso intensivo de agrotóxicos. A implementação de alternativas como a agricultura orgânica, o

manejo integrado de pragas, a biotecnologia, a agroecologia e práticas conservacionistas representa caminhos promissores para uma agricultura que respeita a saúde humana e o meio ambiente.

Impacto ambiental dos agrotóxicos: contaminação de solos e recursos hídricos

O impacto ambiental dos agrotóxicos abrange uma série de efeitos adversos sobre os ecossistemas, incluindo a contaminação de solos e recursos hídricos, o que representa uma ameaça significativa à biodiversidade e à saúde humana. A utilização intensiva de agrotóxicos na agricultura tem sido associada a diversos problemas ambientais, dentre eles, a redução da qualidade da água, a diminuição da fertilidade do solo e a mortalidade de espécies não-alvo, como abelhas e outros polinizadores essenciais para a manutenção dos ecossistemas.

A contaminação de solos ocorre principalmente através do uso excessivo e inadequado de produtos químicos na agricultura, que podem alterar a composição química do solo e reduzir sua capacidade de sustentar a vida. Esses compostos químicos podem permanecer no solo por longos períodos, afetando não apenas as culturas atuais, mas também as futuras. Segundo Rodrigues *et al.* (2020), os agrotóxicos podem afetar a microbiota do solo, diminuindo a biodiversidade microbiana, o que compromete a decomposição de matéria orgânica e o ciclo de nutrientes, essenciais para a produtividade agrícola.

Além disso, a contaminação de recursos hídricos é outra consequência grave do uso de agrotóxicos. Esse fenômeno ocorre por meio da lixiviação, escoamento superficial e deposição atmosférica, transportando resíduos de agrotóxicos para rios, lagos e lençóis freáticos. De acordo com a pesquisa realizada por Versolato (2023), resíduos de agrotóxicos foram detectados em várias fontes de água potável em

áreas rurais, excedendo muitas vezes os limites máximos permitidos por órgãos reguladores. Isso não apenas coloca em risco a fauna aquática, mas também a saúde humana, uma vez que a água contaminada pode ser utilizada para consumo humano e irrigação de culturas.

A biodiversidade aquática é especialmente vulnerável à contaminação por agrotóxicos. Estudos apontam para a diminuição significativa de espécies aquáticas em áreas com alta concentração de resíduos químicos, o que altera a cadeia alimentar e pode levar a um colapso ecológico. Silva *et al.* (2013) relataram que a exposição crônica de ambientes aquáticos a agrotóxicos pode resultar em alterações genéticas, redução da fertilidade e mortalidade em espécies aquáticas, afetando a estrutura e funcionamento dos ecossistemas.

Diante desse cenário, torna-se imperativo implementar estratégias de mitigação e políticas públicas voltadas para a redução do uso de agrotóxicos e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis. Isso inclui o incentivo à agricultura orgânica e agroecológica, que não utiliza produtos químicos sintéticos, e o desenvolvimento de técnicas de manejo integrado de pragas, que combinam métodos biológicos, culturais e mecânicos para controlar pragas e doenças, minimizando a necessidade de agrotóxicos.

A educação ambiental e a conscientização de agricultores e consumidores sobre os riscos associados ao uso de agrotóxicos e as vantagens de métodos alternativos de produção também são essenciais. A promoção de um modelo agrícola mais sustentável e menos dependente de insumos químicos pode contribuir significativamente para a preservação dos recursos naturais e a proteção da saúde pública.

Assim, destaca-se a urgência de repensar as práticas agrícolas contemporâneas, visando um equilíbrio entre a produção de alimentos e a conservação ambiental. A transição para uma

agricultura mais sustentável requer não apenas mudanças nas práticas de manejo, mas também o comprometimento dos governos, da indústria e da sociedade em geral, para garantir um futuro em que a segurança alimentar seja alcançada sem comprometer a integridade dos nossos ecossistemas.

CONCLUSÃO

Pelo exposto, reforça a importância de abordar a questão da exposição a agrotóxicos com a devida seriedade e comprometimento, visando a proteção da saúde pública e a preservação do meio ambiente. Ao longo desta análise, tornou-se evidente que a utilização de agrotóxicos na agricultura apresenta riscos significativos não apenas para a saúde física dos indivíduos expostos, mas também para a saúde mental, afetando de maneira profunda a qualidade de vida da população.

As alternativas sustentáveis à utilização de agrotóxicos, como a agricultura orgânica, o manejo integrado de pragas, a biotecnologia, a agroecologia e práticas conservacionistas, apresentam-se como vias promissoras para uma transição para sistemas de produção mais ecológicos e saudáveis.

Para que essa transição seja efetiva, é fundamental o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas que incentivem práticas agrícolas sustentáveis, além de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que possam oferecer alternativas seguras ao uso de agrotóxicos. A educação e a conscientização de agricultores, trabalhadores rurais e da população em geral sobre os riscos associados ao uso de agrotóxicos e sobre as práticas alternativas disponíveis são etapas cruciais neste processo.

Por fim, reitera-se a urgência de um comprometimento coletivo para com a segurança alimentar, a saúde pública e a proteção ambiental. A colaboração entre governos, instituições de pesquisa, setor privado e comunidades é essencial para superar os desafios atuais e garantir um futuro mais sustentável e saudável para as próximas gerações. Desta maneira, reforça-se a necessidade de uma abordagem integrada e multifacetada que considere não apenas os aspectos econômicos da produção agrícola, mas também seus impactos sociais, de saúde e ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDI, I. *et al.* Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: results from the 4-year follow-up of the PHYTONER study. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 68, n. 2, p. 108, 2011. <https://doi.org/10.1136/oem.2009.047811>.
- BURALLI, R.J. *et al.* Data on pesticide exposure and mental health screening of family farmers in Brazil. *Data in brief*, v. 25, p. 103993, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.103993>.
- CANDIOTTO, L.Z.P. & MEIRA, S.G. Agricultura Orgânica: Uma Proposta De diferenciação Entre Estabelecimentos Rurais. *Organic Agriculture: A Proposal Of Differentiation Between Rural Premises. Campo-Território: Revista de geografia agrária*, v. 9, n. 19, p. 149, 2014.
- CARRASCO, L.M.C.M. *et al.* A influência da exposição a Agrotóxicos para o desenvolvimento da depressão: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, p. e502101523166, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23166>.
- COMAN, G. *et al.* Pesticides mechanisms of action in living organisms. In: *Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe*. Springer Netherlands, 2013. https://doi.org/10.1007/978-94007-6461-3_16.
- FARIA, N.M.X. *et al.* Occupational exposure to pesticides, nicotine and minor psychiatric disorders among tobacco farmers in southern Brazil. *Neurotoxicology*, v. 45, p. 347, 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.05.002>.
- FONSECA, I.F.Ax. Desregulação endócrina tireoidiana por agrotóxicos. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.
- FORTINI, R.M. Adoção de práticas agrícolas conservacionistas e eficiência produtiva na agricultura brasileira. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- FREIRE, C. & KOIFMAN, S. Pesticides, depression and suicide: a systematic review of the epidemiological evidence. *International journal of hygiene and environmental health*, v. 216, n. 4, p. 445, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.12.003>.
- GURGEL, A.M. *et al.* Efeitos neurotóxicos dos agrotóxicos organofosforados e o sistema de regulação estatal: da dúvida científica à ocultação de perigo para a saúde humana. 2017. 228 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2017.
- JUNIOR, J.S.Z. *et al.* Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. *Revista Científica Intellecto*, v. 3, n. 3, 2022.
- LIGNANI, L.B. A ciência entre o uso seguro e a proibição dos agrotóxicos: toxicologia, políticas de saúde internacional regulamentação agrícola na trajetória de Waldemar Ferreira de Almeida (Brasil, 1937-1985), 2022. 513 f. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2022.
- MACHADO, M.B. Associação entre exposição a agrotóxicos, depressão e desesperança na população do município de Anahy/PR. 2018. 105. Dissertação (Mestrado em Biociências e Saúde) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2018.

MORIN, P. & STUMM, E.M.F. Transtornos mentais comuns em agricultores, relação com agrotóxicos, sintomas físicos e doenças preexistentes. *Psico*, v. 49, n. 2, p. 196, 2018. <https://doi.org/10.15448/1980-8623.2018.2.26814>.

MURUSSI, C. *et al.* Alterações em marcadores oxidativos, antioxidantes endógenos e na atividade da enzima acetilcolinesterase em trabalhadores rurais expostos a pesticidas agrícolas-um estudo piloto. *Ciência Rural*, v. 44, p. 1186, 2014. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130516>.

NARAYAN, S. *et al.* Occupational pesticide use and Parkinson's disease in the Parkinson Environment Gene (PEG) study. *Environment international*, v. 107, p. 266, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.04.010>.

PANDEY, P. *et al.* A bibliometric analysis of scientific research publications related to pesticide poisoning in the South Asian countries. *Cureus*, v. 15, n. 4, 2023. doi: 10.7759/cureus.38134.

PARRÓN, T. *et al.* Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. *Toxicology Letters*, v. 230, n. 2, p. 157, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2013.11.009>.

PASIANI, J.O. *et al.* Knowledge, Attitudes, Practices and Biomonitoring of Farmers and Residents Exposed to Pesticides in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 9, n. 9, p. 3051, 2012. <https://doi.org/10.3390/ijerph9093051>.

PEREIRA, C.H.J. *et al.* A modulação da resposta imune periférica em agricultores expostos a múltiplos agrotóxicos. 2021. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de PósGraduação em Farmácia, Florianópolis, 2021.

RIBEIRO, M.C. *et al.* Rastreabilidade e controle sanitário na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais, Brasil. 2021. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciência de Alimentos. Belo Horizonte – MG, 2021.

RODRIGUES, M.S. *et al.* Efeito de agrotóxicos sobre a microbiota do solo. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 38, 2020.

SAMPAIO, R.M. & FREDO, C.E. Tecnologias Agrícolas: a adoção do manejo integrado de pragas na agricultura paulista. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. Medellín: ALTEC, 2019.

SANTOS, T.R. & OLIVEIRA, H.S. Agroecologia como temática de educação ambiental na preservação dos ecossistemas através da redução de agrotóxicos no contexto rural. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, p. 135, 2015. <https://doi.org/10.14295/remea.v0i0.4671>.

SERRA, L.S. *et al.* Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. *Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB*, v. 1, n. 4, p. 2, 2016.

SILVA, D.A. & POLLI, H.Q. A importância da agricultura orgânica para a saúde e o meio ambiente. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 1, p. 505, 2020. DOI:10.31510/inf.v17i1.825.

SILVA, M.R. *et al.* Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, [S. l.], v. 8, n. 2, 2013.

SILVA, S.M.S. Intoxicações por inibidores da acetilcolinesterase: etiologia, diagnóstico e tratamento. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra (Portugal), 2015.

SILVA, V. *et al.* Pesticide residues in European agricultural soils—A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment*, v. 653, p. 1532, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441>.

SILVA, V. *et al.* Pesticide residues with hazard classifications relevant to non-target species including humans are omnipresent in the environment and farmer residences. *Environment international*, v. 181, p. 108280, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108280>.

VARGAS, B.D. *et al.* Biotecnologia e alimentos geneticamente modificados: uma revisão. *Revista Contexto & Saúde*, v. 18, n. 35, p. 19, 2018. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2018.35.19-26>.

VERSOLATO, A. Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos: uma análise da precariedade do monitoramento e da inércia no combate. 2023. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2023.

WANG, A. *et al.* The association between ambient exposure to organophosphates and Parkinson's disease risk. *Occupational and environmental medicine*, v. 71, n. 4, p. 275, 2014. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-101394>.

WEISSKOPF, M.G. *et al.* Pesticide exposure and depression among agricultural workers in France. *American journal of epidemiology*, v. 178, n. 7, p. 1051, 2013. doi: <https://doi.org/10.1093/aje/kwt089>.

WHO, Depression. Other common mental disorders: global health estimates. World Health Organization, Geneva, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/depression-global-health-estimates>. Acesso em: 20/07/2024.

ZANCHI, M.M. Exposição ocupacional de trabalhadores rurais a agrotóxicos como fator de risco para depressão: avaliação de parâmetros inflamatórios, bioquímicos e oxidativos. 2023. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Farmácia, Florianópolis, 2023.

ZANCHI, M.M. *et al.* Redox imbalance and inflammation: A link to depression risk in brazilian pesticide-exposed farmers. *Toxicology*, v. 501, p. 153706, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2023.153706>.

