

CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC PROF. CARMELINO CORRÊA JÚNIOR  
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL  
DE TÉCNICO EM QUÍMICA

Karen Kelly Rodrigues da Silva  
Lara de Paula Silva  
Maria Laura Borges da Silva  
Vitoria de Oliveira Nascimento

O USO EXCESSIVO DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS E SEUS RISCOS  
PARA A SAÚDE E MEIO AMBIENTE

FRANCA  
2025

Karen Kelly Rodrigues da Silva  
Lara de Paula Silva  
Maria Laura Borges da Silva  
Vitoria de Oliveira Nascimento

O USO EXCESSIVO DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS E SEUS RISCOS PRA  
SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Trabalho de Conclusão de curso, apresentado ao Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, orientado pela Profa. Dra. Joana D'Arc Félix de Sousa, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

FRANCA  
2025

Karen Kelly Rodrigues da Silva  
Lara de Paula Silva  
Maria Laura Borges da Silva  
Vitoria de Oliveira Nascimento

O USO EXCESSIVO DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS E SEUS RISCOS  
PARA A SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Orientador(a): \_\_\_\_\_

Nome: Profa. Dra. Joana D'Arc Felix Sousa

Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 1: \_\_\_\_\_

Nome: Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 2: \_\_\_\_\_

Nome: Instituição ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Examinador(a) 3: \_\_\_\_\_

Nome: Instituição: ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior

Franca, \_\_\_\_ / / \_\_\_\_

**Dedicamos** este trabalho à ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, à coordenadora do curso de Química, Joana D'Arc, ao professor Wengler e aos nossos amigos e familiares por nos acompanharem durante o processo.

**Agradecemos** a Deus, ao professor Wengler e nossa orientadora do TCC, amigos e colegas de classe, à diretoria da escola e às integrantes deste TCC, que contribuíram grandemente.

“A educação é o passaporte para o futuro, porque o amanhã pertence a quem o prepara hoje.”

MALCOLM X

## RESUMO

**SILVA, Karen Kelly Rodrigues; SILVA, Lara de Paula; SILVA, Maria Laura Borges; NASCIMENTO, Vitória de Oliveira. O USO EXCESSIVO DE AGROTÓXICOS NOS ALIMENTOS E SEUS RISCOS PRA SAÚDE E MEIO AMBIENTE.** Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado para Obtenção do Título de Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. ETEC Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca/SP, 2025.

Neste trabalho, abordamos o uso excessivo de agrotóxicos nos alimentos e as consequências desta prática irresponsável na saúde humana, do consumidor, do trabalhador que tem contato direto com as substâncias, e na biodiversidade e meio ambiente. O tema também se mostra de extrema relevância, pela exigência de harmonizar a produção agrícola com a segurança do trabalhador e consumidor, essa discussão é muito importante já que o Brasil é um dos maiores consumidores mundiais. O objetivo deste estudo é analisar os efeitos do uso exacerbado de defensivos agrícolas e como podemos reduzir a utilização e substituir este uso de forma sustentável. A metodologia adotada consistiu em fazer análises de estudos científicos, publicações institucionais, relatórios e obras com base em dados internacionais e nacionais. A revisão bibliográfica permitiu a observação de que vários estudos apontam o uso excessivo de agrotóxicos é o maior suspeito de causar diversos danos à saúde e também ao meio ambiente como doenças crônicas, infecções, infertilidade, cânceres, contaminação de solos, água e danos à biodiversidade local. Conclui-se então, que é necessário o incentivo de práticas mais sustentáveis no meio agrícola, para reduzir essa dependência em produtos químicos que apresentam tanto perigo à saúde humana e a natureza, além da necessidade de criação de políticas públicas mais efetivas assim ampliando o conhecimento dos produtores, trabalhadores e consumidores, para a adoção de novas práticas sustentáveis, que sejam efetivas e econômicas e também para uma maior fiscalização do que acontece em áreas agrícolas, cuidando da biodiversidade local e da saúde do solo

**Palavras-chave:** Defensivos agrícolas. Agrotóxicos. Contaminação. Saúde humana. Meio ambiente

## ABSTRACT

**SILVA**, Karen Kelly Rodrigues; **SILVA**, Lara de Paula; **SILVA**, Maria Laura Borges; **NASCIMENTO** Vitória de Oliveira. **THE EXCESSIVE USE OF PESTICIDES IN FOOD AND ITS RISKS TO HEALTH AND THE ENVIRONMENT**. Completion of Course Work Presented for Obtaining the Title of Technician in Chemistry Integrated to High School. ETEC Prof. Carmelino Correa Junior, Franca/SP, 2025.

In this paper, we address the excessive use of pesticides in food and the consequences of this irresponsible practice on human health, consumers, workers who have direct contact with the substances, biodiversity, and the environment. The topic is also extremely relevant due to the need to harmonize agricultural production with worker and consumer safety. This discussion is very important, given that Brazil is one of the world's largest consumers. The objective of this study is to analyze the effects of the excessive use of pesticides and how we can reduce their use and replace them in a sustainable manner. The methodology adopted consisted of analyzing scientific studies, institutional publications, reports, and works based on international and national data. The literature review allowed us to observe that several studies point to the excessive use of pesticides as the main suspect in causing various damages to health and the environment, such as chronic diseases, infections, infertility, cancers, soil and water contamination, and damage to local biodiversity. It can therefore be concluded that it is necessary to encourage more sustainable practices in agriculture in order to reduce this dependence on chemicals that pose such a danger to human health and nature, in addition to the need to create more effective public policies, thereby expanding the knowledge of producers, workers, and consumers for the adoption of new sustainable practices that are effective and economical, as well as for greater oversight of what happens in agricultural areas, taking care of local biodiversity and soil health.

**Keywords:** Agricultural pesticides. Contamination. Human health. Environment.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Problema de pesquisa .....	10
1.2 Objetivos .....	10
1.2.1 Objetivo geral .....	10
1.2.2 Objetivos específicos .....	10
2 DESENVOLVIMENTO .....	11
2.1 Referencial teórico .....	11
2.1.1 Classificação .....	12
2.1.2 Organoclorados .....	12
2.1.3 Organofosforados .....	14
2.1.4 Carbamatos .....	15
2.1.5 Piretróides .....	16
2.2 Impactos na saúde humana .....	18
2.2.1 Formas de contaminação .....	19
2.3 Impactos ambientais .....	20
2.3.1 Impactos na biodiversidade e destruição de habitats.....	21
2.3.2 Como ocorre a contaminação do meio ambiente .....	22
2.3.3 Como evitar a contaminação por agrotóxicos .....	23
2.3.4 Políticas públicas e regulamentação.....	23
3 Resultados e discussões.....	25
4 CONCLUSÃO .....	26
REFERÊNCIAS .....	28

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Problema de Pesquisa**

O problema principal dessa pesquisa está no desequilíbrio entre benefícios econômicos dos agrotóxicos e as consequências que podem ser desencadeadas pelo uso irresponsável deles, que apesar de ter uma ampla legislação, o uso inadequado ainda é uma realidade nos dias atuais.

A importância dessa pesquisa está na contribuição para a conscientização dos riscos que os agrotóxicos apresentam para consumidores, produtores e meio ambiente, com o intuito de ajudar na formulação de políticas públicas, e em propagar alternativas mais sustentáveis.

O objetivo geral é analisar o uso excessivo dos agrotóxicos nos alimentos e seu impacto na saúde e no meio ambiente e discutir possíveis estratégias para um manejo mais cuidadoso e sustentável, com base em revisões bibliográficas de artigos científicos, relatórios e estudos já existentes.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Analisar os impactos do uso intensivo de agrotóxicos nos alimentos sobre a saúde humana e meio ambiente a partir de pesquisas já existentes, analisar os tipos de agrotóxicos, as consequências para a saúde dos consumidores, trabalhadores e biodiversidade do solo, da água e apresentar alternativas adequadas para a amenização desse problema.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

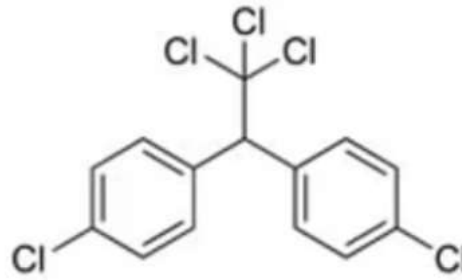
- 1) Identificar os principais tipos de agrotóxicos usados no Brasil
- 2) analisar os perigos e os efeitos para a saúde humana
- 3) identificar as consequências para o meio ambiente
- 3) Apresentar alternativas sustentáveis que visa reduzir o uso e os impactos dos agrotóxicos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Referencial Teórico

Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), os pesticidas são caracterizados como qualquer substância ou combinação de substâncias empregadas para evitar, exterminar ou gerenciar pragas. Isto inclui agentes que transmitem doenças a seres humanos e animais, assim como plantas ou animais indesejados que possam ocasionar danos durante a produção, processamento, armazenamento, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e seus derivados. Também abrange substâncias que precisam ser utilizadas para combater insetos, aracnídeos e outras pragas que afetam os animais de criação. (FAO, 2003) Os pesticidas englobam uma ampla gama de produtos químicos – além de algumas origens biológicas – que podem ser categorizados com base no tipo de praga que controlam, na composição química dos componentes ativos e nos efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente (AGROFIT, 1998)

Os pesticidas, que surgiram durante a Primeira Guerra Mundial, começaram a ser usados como defensivos agrícolas aproximadamente nos anos 40, durante a Segunda Guerra Mundial, onde também eram utilizados como armas químicas. Nesse período, houve uma enorme transformação no controle de pragas na agricultura. O ponto de partida dessa transformação foi a introdução do inseticida diclorodifeniltricloroetano, geralmente denominado DDT (figura 1). Antes que seus efeitos prejudiciais fossem percebidos, o DDT era amplamente empregado, pois era visto como um produto de baixo custo, eficaz e simples de produzir. A partir de sua utilização, muitos outros compostos organossintéticos foram desenvolvidos, resultando na criação da indústria dos defensivos químicos, que continua a se expandir até os dias atuais (SOARES, 2008)

**Figura 1**-Fórmula molecular do DDT

Fonte: Mundo Educação, 2015

### 2.1.1 Classificação

Os produtos químicos agrícolas podem ser organizados segundo a origem e a natureza da praga a ser eliminada, incluindo: inseticidas (controle de insetos); fungicidas (controle de fungos); acaricidas (eliminação de ácaros); nematocidas (combate a nematóides); herbicidas (eliminação de plantas daninhas) e bactericidas (eliminação de bactérias) (CAVALCANTI et al, 2010). Além disso, os agrotóxicos podem ser categorizados com base nas propriedades químicas das substâncias ativas. As quatro principais classes desses produtos químicos são: organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. Segundo Veiga (2006), os agrotóxicos mais comumente reconhecidos e utilizados são os organofosforados e os carbamatos.

### 2.1.2 Organoclorados

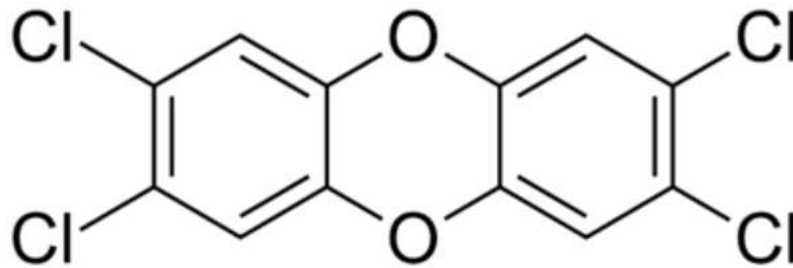
Os compostos organoclorados são formados por moléculas com alto peso molecular que contêm halogênios e/ou anéis aromáticos condensados. Eles possuem átomos de cloro ligados de maneira covalente em sua estrutura. Esses compostos são altamente tóxicos tanto para o ambiente quanto para os organismos, apresentando efeitos de intoxicação que se manifestam lentamente no corpo e são difíceis de eliminar (MUSUMECI, 1992; ANDRÉA, 2004 apud FLORES, 2004) (Bai et al., 2015; Ahmed et al., 2015). Eles são insolúveis em água e têm potencial cancerígeno (Rocha & amp; Spinosa, 1992). Dentro dos organoclorados, podemos citar substâncias como DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), BHC, Aldrin, Dieldrin e Dioxina (figura 2). A Dioxina, por sua vez, é considerada uma das substâncias mais

perigosas já fabricadas. Esses compostos podem provocar vários problemas de saúde, incluindo porfirias, danos ao fígado, complicações no desenvolvimento fetal, enfraquecimento do sistema imunológico, distúrbios hormonais e até câncer em diferentes organismos (Li et al., 2012; Ge et al., 2013; Ródio et al., 2021). Conforme relatado por Flores (2004), o DDT, um dos compostos mais famosos dessa categoria, foi criado por Zeidler em 1874, mas sua atividade como inseticida só foi descoberta em 1940 por Paul Muller, da empresa suíça GEISY. Após essa revelação, seu uso se expandiu. O pó de DDT foi aplicado diretamente na pele das pessoas para combater epidemias de tifo, transmitidas por piolhos, que causaram alta mortalidade durante a Segunda Guerra Mundial. Ele também foi utilizado globalmente para outros propósitos, incluindo a erradicação do mosquito que transmite a malária (KONRADSEN et al., 2004). Atualmente, os efeitos ambientais, humanos e sobre a vida selvagem dos resíduos desse produto já foram identificados e documentados em diversos países (Kumar et al., 2011; Andersson et al., 2014; Sun et al., 2016).

Os compostos mencionados, como DDT, Dieldrin, BHC, Aldrin, Dieldrin e Dioxina, foram proibidos em muitas nações, incluindo o Brasil; no entanto, algumas exceções permitem seu uso para o controle de vetores de doenças (Rocha & Spinosa, 1992).

Vários compostos organoclorados, originários de atividades agrícolas e industriais, demonstram elevada resistência à degradação química e biológica. Isso ocorre porque essas substâncias têm um peso molecular elevado e apresentam halogênios e/ou anéis aromáticos em sua composição, além de serem altamente lipofílicas (Villaça et al., 2017). Assim, a combinação de baixa solubilidade em água com alta capacidade de absorção em matéria orgânica resulta na acumulação desses compostos ao longo da cadeia alimentar, levando à biomagnificação

**Figura 2-** fórmula estrutural do composto organoclorado Dioxina

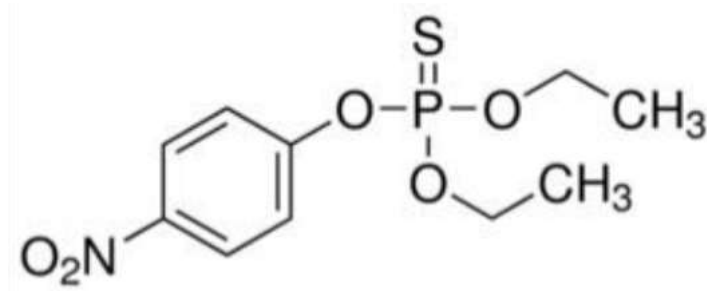


Fonte: QuímicaFácil, 2022.

### 2.1.3 Organofosforados

Os compostos organofosforados formam um grupo de substâncias químicas originadas do ácido fosfórico. Dessa forma, esses materiais podem ser classificados como tióis, amidas ou ésteres derivados de ácidos como o fosfônico, fosfínico ou tiofosfórico. Além disso, eles apresentam duas cadeias laterais de grupos orgânicos, como cianeto, tiocianato ou fenoxi, conhecidos igualmente como agentes colinérgicos de ação indireta ou inibidores da colinesterase (Kumar et al., 2016). Entre os organofosforados mais notáveis estão: bazudina, malatião, tiofos e metafósios (Cavalcanti et al., 2016). Os pesticidas organofosforados são considerados poluentes orgânicos que contêm fósforo em sua fórmula. Eles não são persistentes e não bioacumulam, apresentando rápida metabolização e eliminação através da urina. Sua toxicidade é mais acentuada para mamíferos, principalmente para aqueles que lidam diretamente com o produto ou que o tocam (BAIRD; CANN, 2011).

**Figura 3-** Fórmula estrutural do Organofosforado Paration



Fonte: Alchetron, 2024

### 2.1.4 Carbamatos

Os inseticidas do tipo carbamato começaram a ser desenvolvidos na década de 50 como uma solução inovadora para o controle químico de pragas. Baseados em pesquisas sobre ácidos carbâmicos, esses produtos mostraram grande eficácia no combate a várias espécies de insetos que atacam culturas agrícolas. Eles pertencem a uma categoria química derivada dos ácidos carbâmicos, e suas moléculas possuem uma estrutura fundamental composta por um grupo carbamato (-NHCOO). No Brasil, os carbamatos ganharam popularidade nas décadas seguintes, acompanhando a expansão do setor agrícola e a modernização das práticas de cultivo. Essa composição lhes confere características particulares que os tornam eficazes no gerenciamento de pragas. No Brasil, os carbamatos ganharam popularidade nas décadas seguintes, acompanhando a expansão do setor agrícola e a modernização das práticas de cultivo.

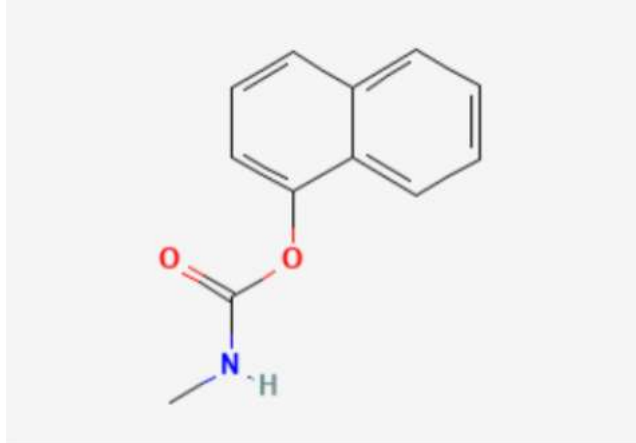
Uma das principais características desse grupo é a sua capacidade de agir por contato e ingestão, o que significa que podem ser absorvidos tanto pelo sistema digestivo quanto pela cutícula dos insetos. Essa adaptabilidade permite controlar uma ampla gama de pragas, incluindo aquelas que se alimentam de diversas partes da planta. Eles são relativamente instáveis e se degradam rapidamente devido a fatores ambientais, como a volatilidade (SYNGENTA, 2025).

Os carbamatos são reconhecidos por sua ação rápida, apresentando eficácia em poucas horas após a aplicação. Essa característica é bastante relevante e valiosa em situações de alta infestação, quando é fundamental resolver o problema rapidamente.

Eles atuam bloqueando a enzima acetilcolinesterase (AChE), que é crucial para a regulação da transmissão de impulsos nervosos nos insetos. Esse mecanismo afeta diretamente o funcionamento dos sistemas nervoso central e periférico, provocando a paralisia dos insetos e levando-os à morte.

Há uma ampla gama de princípios ativos que são comumente utilizados na agricultura. Entre os mais renomados está o carbaril (figura 3), um inseticida de amplo espectro, eficaz contra insetos mastigadores e sugadores em culturas como algodão, frutas e hortaliças (SYNGENTA, 2025).

**Figura 4-** Fórmula estrutural do Carbamato Carbaril



Fonte: Pubchem,2025

### 2.1.5 Piretróides

Os piretróides surgiram e ganharam destaque no Brasil na década de 1970, um período marcado pelo aumento da demanda por métodos eficazes de combate a pragas. Esses inseticidas têm uma ampla gama de eficácia, atuando contra diversos tipos de insetos, como lagartas, percevejos e outras pragas que se alimentam de seiva. Além disso, a versatilidade dos piretróides é particularmente vantajosa em situações onde várias pragas coexistem, podendo em certos casos reduzir o número de aplicações necessárias com diferentes produtos.

Eles são categorizados como produtos de contato, atuando diretamente no controle de insetos sem afetar os processos internos das plantas. Ao contrário dos produtos sistêmicos, que são absorvidos e distribuídos pelos tecidos vegetais, os piretróides permanecem na superfície das plantas.

A atuação do produto pode ocorrer de duas maneiras: por contato e por ingestão. No contato, existem duas formas de atuação: a dorsal, que ocorre quando o inseticida toca diretamente o corpo do inseto durante a aplicação, e a tarsal, que é a mais frequente, que se dá quando o inseticida é aplicado nas plantas. Nesse caso, o inseto entra em contato com o produto ao se mover por áreas tratadas.

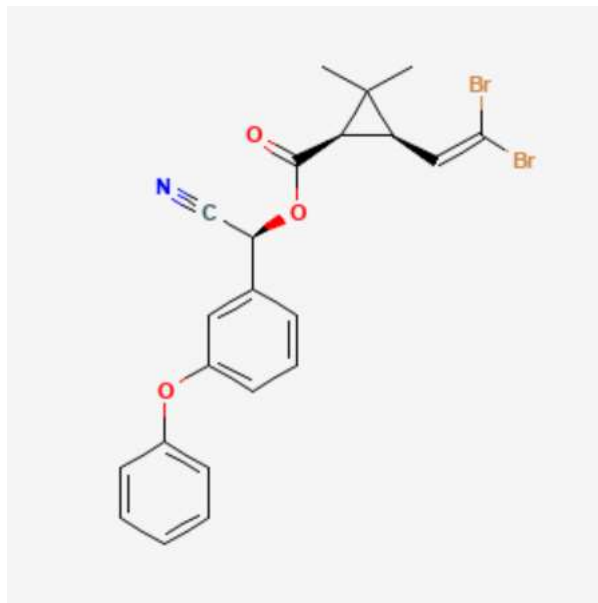
Na forma de ingestão, os insetos têm contato direto com o produto ao se alimentarem das folhas ou de outras partes da planta.

Os piretróides consistem em substâncias sintéticas que imitam as piretrinas naturais, que são derivadas de flores. Esses compostos são projetados para serem mais duradouros e resistentes à exposição solar. Ademais, possuem baixa

toxicidade para mamíferos, tornando o manejo mais seguro. O mecanismo de ação desse grupo atinge o sistema nervoso dos insetos, em especial os canais de sódio localizados nos axônios dos neurônios. Ao se ligarem a esses canais, os piretróides provocam uma abertura prolongada, resultando em uma estimulação contínua das células nervosas. Essas estruturas são cruciais para a transmissão dos impulsos nervosos, e a interferência causada pelos piretróides gera desregulação nos sinais elétricos, levando à paralisia e morte do inseto. (SYNGENTA, 2025)

Dentro dos princípios ativos da categoria dos piretróides, alguns se destacam mais pela sua eficácia e popularidade. Entre eles, a deltametrina (figura 4) é amplamente utilizada no manejo de percevejos e lagartas em culturas de grãos. (MAIS AGRO, 2025)

**Figura 4-** Fórmula estrutural do Piretróide Deltametrina



Fonte- Pubchem,2025

O uso elevado de pesticidas cria uma necessidade dos defensores agrícolas, pois provoca um desajuste ao exterminar predadores naturais de pragas e enfermidades, além de favorecer o surgimento de populações mais resistentes. Isso resulta na exigência de empregar quantidades maiores, ou de combinar diferentes tipos de pesticidas, ou ainda, de intensificar a periodicidade das aplicações (CAMPANHOLA, 2002).

## 2.2 Impactos na saúde humana

O uso de agrotóxicos se faz muito presente na agricultura brasileira, são benéficos as verduras, legumes, frutas e outras plantações. Porém, na maioria dos casos, estes pesticidas são prejudiciais à saúde humana quando há exposição prolongada a eles.

“A utilização destes insumos não só é responsável pela contaminação ambiental, mas também é a causa de muitos problemas de saúde pública, pois, quando aplicados inadequadamente, prejudicam o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores rurais e dos consumidores.”

(Oliveira(2013, p. 329),

Nesse contexto, este trabalho visa investigar o uso excessivo de agrotóxicos nos alimentos e seus riscos para a saúde e o meio ambiente, com o objetivo de contribuir para a discussão sobre a segurança alimentar e a sustentabilidade da agricultura.

Segundo LOPES; ALBUQUERQUE (2018,). “A longa exposição aos herbicidas e pesticidas causa efeitos variados saúde, dentre eles podem ser citados infertilidade, impotência, abortos, malformações, neurotoxicidade, desregulação hormonal, efeitos sobre o sistema imunológico e câncer.”

Essas substâncias se fazem presentes na agricultura brasileira a muitos anos e a parte da população rural que trabalha no plantio e colheita é diretamente afetada de forma negativa, estando mais expostos a toxicidade desses produtos, porém o resto da população que apenas consome os alimentos que foram submetidos aos pesticidas também é afetada.

Segundo a organização ABRASCO (2015)

“O uso dessas substancias vem de um bom tempo na agricultura e a Exposição e riscos são abrangentes, desse modo a dificuldade de atribuir certas patologias aos agrotóxicos, acaba deixando impune os responsáveis pela contaminação da saúde humana e ambiental ”.

Afinal muitos dos trabalhadores rurais não tem as proteções, e instruções necessárias para trabalhar na área. Dessa forma os riscos devem ser veemente analisados para que os produtores sejam responsabilizados e intimados a realizar os devidos treinamentos aos trabalhadores.

Como nos assegura as autoras JARDIM, CALDAS (2009) há muitos resíduos de pesticidas, e fármacos veterinários nos alimentos que consumimos após as práticas agrícolas e pecuárias, que são introduzidas na vegetação visando manter as características químicas, biológicas e principalmente físicas, como cor, textura, aroma entre outras.

Dentre as substâncias presentes nos alimentos que podem demonstrar riscos à saúde humana, estão as micotoxinas e nitrosaminas.

A micotoxina é a toxina produzida por fungos durante o plantio, colheita, armazenamento ou transporte; Elas podem ser encontradas nas castanhas, milho, amendoim, café e derivados.

As nitrosaminas são formadas pela reação das aminas com agentes nitrosantes, como por exemplo o nitrato. Essas reações ocorrem no corpo humano quando, no estômago, o ambiente ácido pode promover a reação entre nitritos e aminas secundárias presentes em alimentos, medicamentos e outros compostos.

Um dos desafios do uso intensivo de agrotóxicos e da sua persistência ambiental são os resíduos nos alimentos, desde a semeadura e plantio, passando pela colheita e chegando até o seu destino: a casa do consumidor. Com o crescimento demasiado do uso de agrotóxicos no país, tais resíduos são uma realidade presente em alimentos comercializados, acarretando consequências de longos prazos (efeitos crônicos) para a saúde humana

As intoxicações acontecem quando há contato com uma ou mais substâncias prejudiciais, podendo essa interação ser intencional, acidental, ocupacional ou ambiental.

### **2.2.1 Formas de contaminação**

A gravidade de uma intoxicação por pesticida vai depender da forma de contaminação, duração da exposição, toxicidade da substância envolvida, quantidade da substância em questão, condições do ambiente ao redor, a possibilidade de acesso rápido a serviços de saúde, que permite intervenções adequadas e diminui a morbidade e mortalidade.

As formas de exposição (ou maneiras de ingresso da substância no corpo) nas intoxicações por agrotóxicos incluem:

**Dérmica/Cutânea:** a pele é a área mais comum de exposição a produtos químicos. Muitas substâncias podem ser absorvidas por uma pele intacta, sem necessidade de ferimentos; os efeitos podem ser locais ou a absorção pode ser significativa, afetando sistemicamente o organismo.

**Inalatória:** é uma via bastante utilizada e eficaz para a absorção de gases, vapores e aerossóis, podendo causar danos às vias respiratórias e problemas respiratórios.

**Ocular:** o contato dos olhos com substâncias químicas pode resultar em ferimentos graves, com possíveis sequelas permanentes.

**Aspiração:** ocorre quando substâncias líquidas ou sólidas entram na traqueia através da boca ou nariz, ou ainda devido à regurgitação de conteúdo do estômago.

**Digestiva:** geralmente associada a intoxicações intencionais e que tendem a ser mais graves.

### **2.3 Impactos ambientais**

A aplicação de pesticidas na agricultura é uma prática comum em diversas regiões do planeta, com o objetivo de aumentar a produção e diminuir as perdas nas plantações. Contudo, essa abordagem vem gerando crescentes preocupações sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, principalmente quando usado de maneira inadequada. Os pesticidas têm o potencial de poluir a terra, os recursos hídricos e o ar, impactando não apenas a biodiversidade, mas também a saúde dos trabalhadores rurais e das comunidades que cercam as áreas agrícolas. Os pesticidas têm a capacidade de poluir fontes de água, rios, recursos hídricos e bacias, podendo afetar os organismos aquáticos. Certas substâncias já banidas há décadas, como o Hexaclorociclohexano (HCH), ainda são encontradas em amostras de água, poços e nascentes. Lagos urbanos, como um em Cascavel, Paraná, que possui ampla atividade agrícola, registraram recente contaminação por organofosforados. Uma situação semelhante foi observada em Fortaleza, onde substâncias como cipermetrina e malation foram detectadas em dois rios da área metropolitana. Até mesmo na água da chuva de regiões dedicadas ao cultivo de soja, diferentes pesticidas foram identificados.

### 2.3.1 Impactos na biodiversidade e destruição de habitats

A biodiversidade refere-se à diversidade de formas de vida e é essencial para manter um ambiente ecologicamente equilibrado. A melhor maneira de proteger todas as espécies é garantir que o planeta preserve e aumente sua biodiversidade, melhorando assim a qualidade de vida humana. Segundo Joaquim Herrera Flores (2004, p. 78), o desenvolvimento dos sistemas biológicos e suas transformações não ocorrem de forma simples ou linear, mas sim de maneira complexa e multilinha, onde eventos em um local, como em uma floresta, tem repercussões em outros locais, como um rio ou uma espécie animal. Essa interação complexa e interdependente é o que sustenta a biodiversidade.

Não existe uso de pesticidas sem que haja contaminação ambiental, uma vez que a deriva técnica provoca a dispersão das substâncias tóxicas além da área onde foram aplicadas. Nesse sentido, o IBAMA solicita das empresas que realizem uma análise dos riscos ambientais que esses produtos podem causar ao ecossistema. A magnitude desses riscos é medida pelo Potencial de Poluição Ambiental - PPA. Assim, os produtos são categorizados em uma das quatro classes do PPA. A avaliação é feita da seguinte maneira:

**Tabela 1**-Classificação em relação ao PPA

<b>Classe I</b>	<b>Produto ALTAMENTE PERIGOSO ao meio ambiente</b>
<b>Classe II</b>	<b>Produto MUITO PERIGOSO ao meio ambiente</b>
<b>Classe III</b>	<b>Produto PERIGOSO ao meio ambiente</b>
<b>Classe IV</b>	<b>Produto POUCO PERIGOSO ao meio ambiente</b>

Fonte: IBAMA, 2017.

Com a crescente utilização desses produtos, há um aumento no uso de pesticidas, que ameaça o equilíbrio ecológico e a diversidade biológica, levando à análise dos efeitos que os OGMs e os pesticidas geram na biodiversidade de nossas espécies vegetais e animais.

Abordam-se os efeitos da aplicação de produtos químicos no combate a pragas nesta nova abordagem da produção alimentar, além dos impactos que esses compostos têm na biodiversidade.

### **2.3.2 Como Ocorre a Contaminação do meio ambiente**

Pode acontecer devido à aplicação direta de químicos nas culturas ou por meio do uso de água que já está contaminada e do contato com embalagens que foram descartadas de maneira inadequada.

O solo tem a capacidade de reter uma grande quantidade de poluentes, e com o passar do tempo, os pesticidas o tornam mais vulnerável, diminuindo sua fertilidade. Além disso, eles podem levar à morte de micorrizas, afetar a diversidade biológica do solo, aumentar a acidez, entre outros problemas.

Os pesticidas também podem entrar no ar, onde ficam suspensos. Esses compostos presentes na atmosfera têm o potencial de provocar intoxicação em indivíduos e em outros seres vivos que respiram o ar poluído.

As águas também sofrem com a contaminação por pesticidas. De acordo com o IBGE, a poluição dos rios por esses produtos é superada apenas pela contaminação causada por esgoto. Neste caso, rios e lagos podem ser afetados através do descarte intencional e do escoamento superficial proveniente de áreas onde o uso de pesticidas ocorre.

O efeito dos pesticidas nas águas varia de acordo com o tipo de substância utilizada e com a estabilidade do ecossistema afetado. Nos casos mais graves, eles podem levar à morte de diversas espécies de plantas aquáticas e animais, impactando toda a comunidade aquática.

Os pesticidas presentes na água não só afetam as espécies que habitam esses ambientes. O ser humano, por exemplo, pode ser afetado ao consumir peixes que vivem em áreas poluídas por esses produtos. Algumas espécies podem não morrer com a exposição aos pesticidas, mas acabam armazenando essas substâncias em seus corpos. Esse acúmulo possibilita que os produtos químicos sejam transferidos ao longo da cadeia alimentar, prejudicando outras espécies.

A contaminação acontece principalmente devido a ações humanas, como o descarte inadequado de resíduos, uso excessivo de produtos químicos e o despejo

de efluentes industriais que não passaram por tratamento. Prevenir essa questão exige a implementação de práticas sustentáveis e uma administração responsável dos recursos disponíveis.

### **2.3.3 Como Evitar a Contaminação por agrotóxicos**

- Práticas Agrícolas Sustentáveis:
- Optar por métodos de cultivo orgânicos, evitando agrotóxicos prejudiciais.
- Utilizar técnicas de conservação do solo, como plantio direto e rotação de culturas, que promovem a saúde e a integridade do solo.

### **2.3.4 Políticas públicas e regulamentação**

Políticas públicas e regulamentação englobam um conjunto de ações, leis, decretos e normas que um governo implementa para alcançar metas sociais e assegurar o bem-estar da população. A regulamentação atua como mecanismo para estabelecer regras e orientações que garantem a aplicação dessas políticas. As políticas públicas têm a finalidade de proteger direitos, fomentar a justiça social e garantir uma concorrência leal. Por sua vez, a regulamentação estabelece a estrutura legal e administrativa necessária para a sua execução e supervisão.(CNNBrasil, 2023).A legislação mais recente referente aos agrotóxicos no Brasil é a seguinte:

- Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023.

Essa lei cria diretrizes para a utilização de agrotóxicos no Brasil, com o intuito de diminuir os impactos ambientais adversos e incentivar práticas agrícolas mais sustentáveis. Esta lei institui o Sistema Unificado de Informações de Agrotóxicos (CISPA), que visa facilitar o registro de produtos, além de promover a criação e uso de produtos biológicos. Adicionalmente, implementa sistemas de rastreamento e segurança dos produtos para reduzir os riscos à saúde das pessoas e ao meio ambiente. É importante ressaltar que a lei especifica infrações administrativas e punições para aqueles que não seguirem as diretrizes, com a meta de garantir a segurança e a sustentabilidade na utilização de agrotóxicos. (GOV.BR, 2024).

Essa norma anula as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, além de partes dos anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999. (GOV.BR, 2024).

- Decreto Nº 4.074, 4 de janeiro de 2002.

O Decreto nº 4.074/2002 regula o emprego de agrotóxicos no Brasil, delineando diretrizes para registro, avaliação de riscos e classificação toxicológica, visando garantir a segurança e a responsabilidade no uso desses produtos, bem como proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente. Este decreto determina responsabilidades específicas para as agências federais e impõe a obrigatoriedade de registro e licenciamento de produtos, além de inspecionar estabelecimentos e aplicar sanções em casos de não conformidade com as normas, buscando reduzir os riscos relacionados ao uso de agrotóxicos. (GOV.BR, 2024).

A Avaliação de programas de monitoramento e controle de agrotóxicos compreende o processo de examinar e confirmar a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos e no meio ambiente, garantindo que a saúde coletiva e o ambiente não sejam comprometidos. Essa avaliação identifica os tipos de agrotóxicos, assegura que sejam permitidos e que estejam dentro dos limites legais (Limites Máximos de Resíduos - LMR), utilizando métodos analíticos como o multirresíduos, e oferece informações para fundamentar políticas públicas e ações corretivas.

#### Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) foi estabelecido em 2001 como um projeto e passou a ser formalizado como um programa em 2003, através da RDC nº 119/2003. Atualmente, este programa é regulamentado pela Portaria Anvisa nº 1.081, datada de 27 de setembro de 2023.

O PARA constitui uma iniciativa do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), sob a coordenação da Anvisa, em colaboração com agências estaduais e municipais de vigilância sanitária, além de laboratórios de saúde pública estaduais.

O principal objetivo do Programa é acompanhar os resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal, com a meta de reduzir os riscos à saúde que podem surgir da exposição a essas substâncias através da alimentação. Isso é feito

por meio da avaliação de irregularidades e riscos à saúde, com base nos resultados das análises das amostras coletadas.

Desde sua criação, o PARA já avaliou aproximadamente 40 mil amostras de 36 tipos de alimentos originários de plantas.(GOV.BR, 2024).

### **3 Resultados e discussões**

A revisão bibliográfica realizada, exalta que o uso excessivo dos agrotóxicos no país contribui para o aumento dos riscos à saúde humana e para a degradação do meio ambiente. As fontes consultadas, apontam que, a utilização de pesticidas desde o plantio até a o armazenamento, deixa resíduos em diversos alimentos que são consumidos pela população. Dados descritos por Jardim e Caldas (2009), mostram que micotoxinas,nitrosaminas e outros químicos, são persistentes às lavagens e preparo, ou seja, mesmo realizando uma higienização dos alimentos que tenham essas substâncias, eles ainda vão apresentar risco cumulativos ao organismo. As pesquisas também apontam, que a exposição dos aplicadores de pesticidas, ainda é é uma das maiores formas de contaminação, atingindo diretamente os trabalhadores da area rural, que muitas vezes não utilizam pela falta de disposição de equipamentos de segurança individual e também pela falta de capacitação dessas pessoas. Conforme narrado por Lopes e Albuquerque (2018), a exposição crônica está ligada ao desenvolvimento de infertilidade, abortos,distúrbios hormonais, diversos tipos de cancer e neurotoxicidade, o que reforça a necessidade de medidas preventivas, fiscalizações efetivas para diminuir os riscos a saúde. No fator ambiental,as pesquisas apontam impactos severos. Estudos recentes revelam que, defensivos persistentes, mesmo os proibidos por lei, ainda hoje são detectados em rios, solos,lagos e na água da chuva, mostrando como essas substâncias podem se deslocar e ficarem ativas por décadas. A contaminação da água pode atingir a fauna e flora local, prejudicando a biodiversidade, atrapalhando processos ecológicos essenciais. Os impactos á saude e ao ambiente, estão diretamente associados ao tipo de composto utilizado. Organoclorados como o DDT, possuem alta persistência e bioacumulação. Os organofosforados tem uma alta toxicidade em exposições agudas. Os piretróides e Carbamatos, apesar de serem menos persistentes, também mostram efeitos nocivos para insetos que não são alvos,organismos aquáticos e mamíferos. Os estudos também evidenciam que,a

dependência exagerada dos defensivos, podem trazer efeitos reversos, como o surgimento de pragas resistentes e o desequilíbrio ecológico pela eliminação dos predadores naturais. Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de técnicas agrícolas sustentáveis e políticas públicas mais rigorosas, fiscalização efetiva e programas de educação no campo são necessárias para o uso seguro e alternativas saudáveis para as práticas agrícolas.

#### **4 CONCLUSÃO**

Esse trabalho teve como principal objetivo analisar quais são os impactos do uso excessivo de defensivos químicos agrícolas na saúde humana e no meio ambiente.

O estudo nos permitiu entender que, apesar desses produtos serem muito efetivos na produção agrícola e ajudar significativamente no resultado final, suas consequências são muito perigosas. É evidente que os agrotóxicos em excesso, apresentam riscos a saúde e meio ambiente, especificamente causando infecções, doenças crônicas sérias, contaminação do solo, água e ar, além de prejudicar a biodiversidade local.

Práticas agrícolas sustentáveis é uma alternativa que se destaca. Esses métodos dão preferência á sistemas que equalizam a produção e a conservação dos recursos naturais, diminuindo a necessidade de químicos agrícolas.

A principal pratica da agricultura sustentável, são as técnicas de manejo integrado de pragas também conhecido como MIB. Essa técnica combina métodos químicos,biológicos e culturais,prioriza a monitorização e controle natural de pragas ao invés de agrotóxicos, que são a ultima opção. Essa prática é segura para os seres humanos e meio ambiente, preserva a biodiversidade local e é econômica alongo prazo. Porem, a implementação dessa técnica necessita de conhecimento dos ecossistemas,pragas,seus predadores e seu comportamento. É de extrema importancia um monitoramento continuo e ajustes com o tempo e dependendo dos resultados

Rotação de culturas também é uma opção. Consiste em plantar diferentes culturas em uma mesma área, planejando a sequencia com base nos controles de pragas, doenças e manutenção de fertilidade de solo de cada cultura

Adubação orgânica e compostagem. A adubação orgânica utiliza resíduos de origem animal e vegetal como esterco,folhagens, resto de culturas, para reter a água, fortalecer a atividade microbiana, e fortalecimento do solo com nutrientes essenciais

A compostagem é um processo que potencializa a decomposição de compostos orgânicos por condições como umidade,controladas.

Portanto, o estudo reforça a importância práticas sustentáveis na agricultura, como, rotação de culturas, compostagem e adubação orgânica, e MIB. Além da necessidade de políticas públicas mais severas e efetivas em relação a sustentabilidade nessa área agrícola

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT (Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários). Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1988.

AHMED, G.; ANAWAR, H. M.; TAKUWA, D. T.; CHIBUA, I. T.; SINGH, G. S.; SICHILONGO, K. Environmental assessment of fate, transport and persistent behavior of dichlorodiphenyltrichloroethanes and hexachlorocyclohexanes in land and water ecosystems. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 12, p. 2741–2756, 2015.

ALBUQUERQUE, A. F. et al. Pesticides in Brazilian freshwaters: a critical review. *Environmental Science: Processes & Impacts*, v. 18, p. 779–787, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C6EM00268D>. Acesso em: 23 set. 2025.

ANDERSSON, H.; TAGO, D.; TREICH, N. Pesticides and health: a review of evidence on health effects, valuation of risks, and benefit-cost analysis. In: *Preference Measurement in Health*. Emerald Group Publishing Limited, v. 24, p. 203-295, 2014.

Bai, J. et al. Organochlorine pesticides (OCPs) in wetland soils under different land uses along a 100-year chronosequence of reclamation in a Chinese estuary. *Scientific Reports*, v. 5, p. 17624, 2015. <https://dx.doi.org/10.1038/srep17624>.

BOHNER, Tanny Oliveira Lima; ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso; NISHIJIMA, Toshio. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. 2013.

CAMPANHOLA, Clayton; BETTIOL, Wagner. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. Embrapa Meio Ambiente, 2002.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. 2015.

CASSAGO, Marcelle Ferreira. Impactos dos resíduos de agrotóxicos nos alimentos sobre a saúde humana: um estudo de revisão. 2025. Monografia (Graduação em Saúde Coletiva) – Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

CAVALCANTI, Jaciene Alves et al. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 31–36, 2010.

Cavalcanti, L.; Aguiar, A.; Lima, J.; Lima, A. Intoxicação por Organofosforados: tratamento e metodologias analíticas empregadas na avaliação da reativação e

inibição da acetilcolinesterase. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 3, p. 739–766, 2018.

DA SILVA, Leonardo Linhares Miler; GARRIDO, Rodrigo Grazinoli. Organofosforados e organoclorados: toxicologia médica e reflexos ambientais. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e313101018853, 2021.

FAO (Food and Agriculture Organization). *Agricultural Database*. 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>.

GE, J. et al. Composition, distribution and risk assessment of organochlorine pesticides in soils from the Midway Atoll, North Pacific Ocean. *Science of the Total Environment*, v. 452–453, p. 421–426, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.015>. Acesso em: 08 nov.2025

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Os impactos sobre a biodiversidade e saúde humana. 2017. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/riufal/3156/1/Os%20impactos%20sobre%20a%20biodiversidade%20e%20sa%C3%BAde%20humana.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.

JARDIM, Andréia Nunes Oliveira; CALDAS, Eloisa Dutra. Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para a saúde. *Química Nova*, v. 32, p. 1898–1909, 2009.

KONRADSEN, Flemming et al. Engineering and malaria control: learning from the past 100 years. *Acta Tropica*, v. 89, n. 2, p. 99–108, 2004.

Kumar, B. et al. Persistent organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in agricultural soils from North India. *Soil and Water Research*, v. 6, n. 4, p. 190–197, 2011.

Kumar, S.; Kaushik, G.; Villarreal-Chiu, J. F. Scenario of organophosphate pollution and toxicity in India: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, n. 10, p. 9480–9491, 2016.

Li, W.; Yang, H.; Gao, Q.; Pan, H.; Yang, H. Residues of organochlorine pesticides in water and suspended particulate matter from Xiangshan Bay, East China Sea. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 89, p. 811–815, 2012.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em Debate*, v. 42, n. 117, p. 518–534, 2018.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do PARA. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, p. e00116219, 2021.

MAIS AGRO. Inseticidas piretroides: tecnologia aliada ao controle de pragas. 27 fev. 2025. Disponível em: <https://maisagro.syngenta.com.br/tudo-sobre-agro/inseticidas-piretroides-tecnologia-aliada-ao-controle-de-pragas/>. Acesso em: 4 out. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Estrutura molecular do DDT. Imagem. s.d. Disponível em: <https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo/ddt.jpg>. Acesso em: 8 out. 2025.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa; DUBOIS, Gaetan Serge. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: *É veneno ou é remédio?*, p. 21–41, 2003.

Prefeitura Municipal de João Neiva – ES. Página oficial. Disponível em: <http://www.joaoneiva.es.gov.br/>. Acesso em: 4 nov. 2025.

QUÍMICA FÁCIL. Estrutura da dioxina (TCDD). 2022. Disponível em: <https://quimicafacil.net/compuesto-de-la-semana/dioxina/>. Acesso em: 8 out. 2025.

RÓDIO, G. R.; ROSSET, I. G.; BRANDALIZE, A. P. C. Exposição a agrotóxicos e consequências para a saúde humana. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e43010817526, 2021.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. Contaminação ambiental por agrotóxicos. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/contaminacao-ambiental-por-agrotoxicos.htm>. Acesso em: 26 out. 2025.

SCUR, Luciana; GIMENEZ, Juliano Rodrigues; BURGEL, Caroline Ferri (Orgs.). *Biodiversidade, recursos hídricos e direito ambiental*. Caxias do Sul: EDUCS, 2020. ISBN 978-65-5108-010-4. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-biodiversidade-rec-hid.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

SECRETARIA DA SAÚDE DO PARANÁ. Intoxicação Aguda por Agrotóxicos. Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Intoxicacao-Aguda-por-Agrotoxicos>. Acesso em: 4 nov. 2025.

SILVA, Aline Moraes. *Análise da utilização de agrotóxicos no Brasil*. 2018. 57 f. Monografia (Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SOARES, Wagner Lopes et al. Aspectos teóricos e práticos associados à decisão de uso de agrotóxicos. In: SOBER. *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia*, 46., Rio Branco. Anais... 2008.

SUN, H. et al. Concentrations, distribution, sources and risk assessment of organohalogenated contaminants in soils from Kenya. *Environmental Pollution*, v. 209, p. 177–185, 2016.

SYNGENTA. Inseticidas carbamatos: características, usos e cuidados. *Mais Agro*, 15 fev. 2025. Disponível em: <https://maisagro.syngenta.com.br/tudo-sobre->

[agro/inseticidas-carbamatos-caracteristicas-usos-e-cuidados/](#). Acesso em: 4 out. 2025.

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS. Biodiversidade, recursos hídricos e direito ambiental. Organização: Luciana Scur; Juliano Rodrigues Gimenez; Caroline Ferri Burgel. Caxias do Sul: EDUCS, 2020. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-biodiversidade-rec-hid.pdf>. Acesso em: 14 set. 2025.

VEIGA, Marcelo Motta et al. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos em uma comunidade rural do sudeste do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, p. 2391–2399, 2006.

VILLAÇA, Y.; LEVIN, E. Developmental neurotoxicity of succeeding generations of insecticides. *Environmental International*, v. 99, p. 55–77, 2018.