



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CEILÂNDIA
CURSO DE FARMÁCIA**

BEATRIZ SARAIVA GOMES

RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO

BRASÍLIA, 2021

BEATRIZ SARAIVA GOMES

RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO

Monografia de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Farmacêutico, na Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia.

Orientador: Prof(a). Mariana Furio Franco Bernardes
Co-orientador: Prof(a). Izabel Cristina Rodrigues da Silva

BRASÍLIA, 2021

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SB369r Saraiva Gomes, Beatriz
RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO /
Beatriz Saraiva Gomes; orientador Mariana Furio Franco
Bernardes; co-orientador Izabel Cristina Rodrigues da
Silva. -- Brasília, 2021.
48 p.

Monografia (Graduação - Farmácia) -- Universidade de
Brasília, 2021.

1. Pesticides residues. 2. Food contamination. 3.
Brazil. I. Furio Franco Bernardes, Mariana , orient. II.
Rodrigues da Silva, Izabel Cristina, co-orient. III. Título.

BEATRIZ SARAIVA GOMES

RESÍDUOS DE PRAGUICIDAS EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO

BANCA EXAMINADORA



Orientador(a): Prof(a). Mariana Furio Franco Bernardes
(UNIEURO)



Co-Orientador(a): Prof(a). Izabel Cristina Rodrigues da Silva (se houver)
(Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia – UnB/FCE)

Prof(a). Vivian da Silva Santos
(Universidade de Brasília – Faculdade de Ceilândia – UnB/FCE)

Prof(a). Thayres de Sousa Andrade
(Universidade Federal do Ceará- UFC)

BRASÍLIA, 2021

Dedico esta monografia a minha mãe, Ana Lúcia e a meu pai, Francisco. Agradeço por todo apoio que sempre me deram. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. Aos meus pais que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida, principalmente nos momentos ruins em que estavam ali para me ajudar a levantar, me ensinaram a encarar a vida de cabeça erguida e nunca desisti dos meus sonhos. Obrigada por tudo, nada do que eu fizer jamais suprirá o que fizeram e fazem por mim.

Agradeço aos meus professores e principalmente a minha orientadora Prof^a Mariana Furio Franco Bernardes, por sua paciência, ensinamentos e disponibilidade sou muito grata.

Um agradecimento especial a banca avaliadora, Prof^a Vivian Santos, Prof^a Thayres de Sousa e Prof^a Izabel Cristina, muito obrigada por aceitarem participar.

E por fim, agradeço a Universidade de Brasília onde conheci pessoas incríveis, onde obtive a maturidade para lidar com a vida profissional e pessoal, a Faculdade de Ceilândia fez parte da minha história e marcou minhas memórias para sempre. A vocês, meu muito obrigada.

“Para aqueles que testemunham tempos como esses, não cabe a nós decidirmos, tudo o que temos que decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.” – Gandalf (adaptado)

RESUMO

Praguicidas são um grupo de substâncias químicas sintéticas ou naturais comumente utilizadas para controle de pragas no meio rural e urbano. São divididos em várias classes de acordo com sua ação: inseticidas, herbicidas, acaricidas, formicidas, fungicidas, entre outros. Apesar da importância dos praguicidas na agricultura, o uso indiscriminado, em altas concentrações ou até mesmo indevido tem levado a presença de resíduos em altas doses nos alimentos que chegam aos consumidores. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar, a partir de revisão integrativa, a exposição da população brasileira a praguicidas por meio de resíduos encontrados em alimentos. Para a revisão, foram utilizados descritores e critérios de exclusão e inclusão para seleção de artigos a serem analisados. Foram coletados artigos dos períodos de janeiro de 2010 a dezembro de 2020. Diante da análise dos artigos, observou-se que os grupos de praguicidas mais encontrados nos alimentos na forma de resíduos foram os organofosforados, organoclorados, carbamatos e piretróides, sendo o endossulfan o organoclorado mais presente. Já em relação aos alimentos, os que mais possuem resíduos são: o leite de vaca, leite materno, tomates e a geleia de frutas. A partir da leitura das publicações e em comparação com a legislação vigente, muitos praguicidas encontram-se acima de seus limites de resíduo permitidos e outros, como alguns organoclorados, não são mais permitidos no Brasil e ainda assim foram encontrados na forma de resíduos. Dessa forma se faz necessária a criação de políticas para o monitoramento de locais que podem estar fazendo a venda de praguicidas de maneira ilegal, assim como manter e melhorar o monitoramento de resíduos e investir em mais estudos acerca dos danos à saúde que a exposição crônica a praguicidas pode causar.

Palavras- chave: Resíduos de praguicidas, Contaminação de alimentos, Brasil.

ABSTRACT

Pesticides are a group of synthetic or natural chemical substances commonly used for pest control in rural and urban areas. They are divided into several classes according to their action: insecticides, herbicides, acaricides, insecticides, fungicides, among others. Despite the importance of pesticides in agriculture, the indiscriminate use, in high concentrations or even improper use, has led to the presence of residues in high doses in foods that reach consumers. Thus, the objective of the present study was to verify, from an integrative review, the exposure of the Brazilian population to pesticides by means of residues found in food. For the review, descriptors and exclusion and inclusion criteria were used to select articles to be analyzed. Articles from January 2010 to December 2020 were collected. In view of the analysis of the articles, it was observed that the most common groups of pesticides found in food in the form of residues were organophosphates, organochlorines, carbamates and pyrethroids, with endosulfan being the most common most present pesticide. Regarding food, the ones that have more residues are: cow's milk, breast milk, tomatoes and fruit jelly. From reading the publications and in comparison, with the current legislation, many pesticides are above their permitted residue limits and others, such as some organochlorines, are no longer allowed in Brazil and have nevertheless been found in the form of waste. Thus, it is necessary to create policies for monitoring locations that may be selling pesticides illegally, as well as maintaining and improving waste monitoring and investing in more studies on health damage than chronic exposure to pesticides can cause.

Keywords: Pesticide residues, Food contamination, Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismo de ação dos organofosforados.....	18
Figura 2. Mecanismo de ação das piretrinas e piretróides.....	19
Figura 3. Metodologia completa citando base de dados, artigos lidos, incluídos e excluídos.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Artigos analisados na Revisão integrativa de literatura, listados por título, autor, revista, ano de publicação e tipo de estudo.....27

Tabela 2. Número de artigos, praguicidas classificados por grupo químico, concentração, % de amostras contaminadas com resíduos de praguicidas, alimentos contaminados e região.....29

SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
1.1 Histórico dos praguicidas na produção agrícola.....	14
1.2 Principais classes de praguicidas.....	16
1.2.1 Organoclorados.....	16
1.2.2 Organofosforados.....	17
1.2.3 Carbamatos.....	18
1.2.4 Piretrinas e Piretróides.....	19
1.2.5 Bipiridilos.....	20
1.2.6 Ditiocarbamatos.....	20
1.3 Praguicidas e alimentos.....	20
2. Justificativa.....	23
3. Objetivos.....	24
4. Metodologia.....	25
5. Resultados e discussão.....	27
6. Conclusão.....	40
7. Delimitações do estudo.....	41
8. Referências Bibliográficas.....	42

1. Introdução

Praguicidas compreendem um grupo de substâncias químicas naturais ou sintéticas comumente utilizadas na agricultura, como uma forma de proteger as lavouras contra insetos, fungos, entre outros, sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e regular o crescimento da vegetação. Essas substâncias também são utilizadas no meio urbano e doméstico para pulverização de locais com uma forte presença de pragas urbanas como: ratos, baratas, formigas, entre outras pragas (KONRADSEN, 2006).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, sigla em inglês para *Food and Agriculture Organization*), programa da Organização das Nações Unidas (ONU), define praguicida como: qualquer substância ou mistura de substâncias químicas ou biológicas destinadas a repelir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas ou animais, espécies indesejadas de plantas ou animais, que causem danos durante ou que interfiram na produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados – ou regular o crescimento das plantas (FAO, 2014).

Os praguicidas englobam uma grande variedade de substâncias químicas e podem ser classificados de acordo com o tipo de praga que controlam ou de acordo com seu grupo químico (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Os praguicidas utilizados no controle de insetos são conhecidos como inseticidas. De acordo com seu grupo químico podem ser derivados de extratos vegetais, inorgânicos, organoclorados, organofosforados, piretróides sintéticos e os carbamatos. Dentre os praguicidas utilizados no combate de fungos (fungicidas) têm-se as classes de inorgânicos, ditiocarbamatos, dinitrofenóis, organomercuriais, trifenil estânico, compostos formilamina e fentalamidas (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

No grupo de praguicidas que combatem plantas invasoras (herbicidas), popularmente chamadas de “ervas daninhas”, tem-se as classes químicas inorgânicas, dinitrofenóis, fenoxiacéticos, carbamatos, dipiridilos, dinitroanilinas, benzonitrilas e glifosato. No grupo dos rodenticidas, praguicidas utilizados para

matar ratos, tem-se as hidroxycumarinas e indationas (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Desde 1950, quando ocorreu a “Revolução verde” (paradigma agrícola pautado pela monocultura e no uso intensivo de maquinário e praguicidas), foram observadas mudanças profundas na agricultura tradicional de modo a ocorrer impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Novas tecnologias baseadas no uso irrestrito de agentes químicos foram viabilizadas para o controle de pragas, levando ao aumento da produtividade e consequente diminuição de perdas (MOREIRA et al., 2002).

O uso de praguicidas é, ainda, a principal estratégia no campo para o combate e prevenção de pragas agrícolas, garantindo alimento suficiente e de qualidade para a população. Contudo, o uso inapropriado dessas substâncias pode deixar resíduos, que podem vir a ser potencialmente tóxicos ao ser humano (CALDAS; DE SOUZAB, 2000).

Apesar da importância dos praguicidas na agricultura, o uso em altas concentrações pode estar causando a presença de resíduos em altas doses nos alimentos que chegam à mesa dos consumidores. Casos de contaminação humana têm sido identificados no meio urbano, levando a crer que se há uma contaminação ambiental, seja do solo, água ou ar, é uma hipótese de que essa contaminação pode estar ocasionando as intoxicações alimentares por resíduos de praguicidas, causando um custo social, ambiental e de saúde pública (MOREIRA et al., 2002).

1.1. Histórico dos praguicidas na produção agrícola

Há aproximadamente 2500 anos a. C., os antigos povos gregos exploraram o uso de enxofre e arsênio como praguicidas nas plantações, devido ao potencial desses elementos em exterminar insetos e ervas daninhas (ANVISA, 2006).

No século XVII, surgiram os praguicidas de origem natural como a piretrina, advinda das flores do crisântemo (*Chrysanthemum cinerarifolium*) e o sulfato de nicotina, extraída da folha do tabaco (*Nicotiana tabacum*) (JARDIM; DE ALMEIDA ANDRADE; DE QUEIROZ, 2009).

No século XIX, tem-se o composto inorgânico acetoarsenito de cobre, mais conhecido como o verde de Paris, que inicialmente era utilizado como pigmentos para tintas, mas que foi banido pela toxicidade, mais tarde revelando-se um excelente inseticida (JARDIM; DE ALMEIDA ANDRADE; DE QUEIROZ, 2009).

A síntese química dos praguicidas nas primeiras décadas do século XX, especialmente nos períodos das duas guerras mundiais, foi amplamente desenvolvido com o objetivo de produzir armas químicas. O praguicida organoclorado diclorodifeniltricloroetano (DDT) foi sintetizado em 1939, iniciando assim, a largada dessa cadeia produtiva. (ASHER et al., 2015).

Após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu a Revolução Verde, que pode ser considerada como a difusão de tecnologias agrícolas que permitiram um aumento incomensurável na produção, principalmente em países menos desenvolvidos, graças a modernização das técnicas agrícolas utilizadas. A Revolução Verde foi pautada pela incidência da monocultura de plantas híbridas, além de ser fortemente apoiada em energias não renováveis como os praguicidas, adubos e na intensa mecanização e alteração genética dos alimentos (OCTAVIANO, 2010).

Junto com a introdução das técnicas de monocultura em áreas extensas, trazidas pela Revolução Verde, surgiram problemas com insetos e plantas indesejadas. Concomitantemente, a descoberta do potencial praguicida de alguns componentes criados nos períodos de guerra mundial (ASHER et al., 2015) ocasionou no uso intensivo dessas substâncias na produção agrícola (CARSON, 2010).

Assim, após o fim da Segunda Guerra Mundial, outras alternativas para o uso dos praguicidas foram buscadas pelas indústrias bélicas: a eliminação de pragas agrícolas, da pecuária e de doenças endêmicas transmitidas por vetores, tudo com a aprovação da saúde pública, legitimando, assim, o uso desses produtos tóxicos (ASHER et al., 2015).

Por volta da década de 60, os praguicidas começam então a ser introduzidos na agricultura brasileira com o objetivo de combater vetores e parasitas. Neste contexto, as exposições humanas a esses produtos levaram a um problema de saúde pública devido aos casos de intoxicação. Em 1970, foi identificada a

necessidade da regulamentação no uso de praguicidas devido ao aumento do uso desses produtos no país (TAVELLA, 2011).

O DDT teve seu uso proibido na agricultura do Brasil em 1985, e no ano de 2009, foi proibida a fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e o uso do DDT no país. Desta forma, outras classes de praguicidas com efeitos menos persistentes, que já eram utilizados, acabaram por substituir o organoclorado. Dentre os substitutos, é possível citar os organofosforados, carbamatos, entre outros praguicidas com funções diversas e distintos mecanismos de ação (ENSP,2009).

É importante considerar que o modelo da Revolução verde foi criado no México, em meados de 1940 com parceria dos EUA (WRIGHT, 2012), e o modelo Estadunidense prevaleceu e continuou inalterado e nos mesmos moldes no Brasil. Para que a aplicação desse modelo fosse viável em áreas tropicais, era necessário um uso mais intenso dos praguicidas, pois o inverno brasileiro é mais brando, beneficiando o surgimento de pragas nas monoculturas, o que justifica o Brasil ser um dos maiores consumidores de praguicidas no mundo (BRAUNER; GRAFF, 2016).

Apesar de outros países terem iniciado as pesquisas multidisciplinares acerca dos resíduos de praguicidas em alimentos, segundo GUIVANT (2002), nos anos 60, no Brasil, somente em 2001, foi criado um programa para analisar o mal uso desses produtos e os níveis de resíduos deixados, a partir, da análise de diversos tipos diferentes de amostras vegetais. Trata-se do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos, que possui a sigla PARA (ANVISA, 2020).

1.2. Principais classes de praguicidas

1.2.1. Organoclorados

Os praguicidas da classe dos organoclorados possuem propriedades inseticidas (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003) e têm como principal representante o DDT. Praguicidas dessa classe são altamente solúveis em lipídeos, bastante estáveis, sofrem baixa biotransformação, e acumulam-se no tecido adiposo animal, podendo ter seus resíduos encontrados no leite (GASULL et al., 2010).

O mecanismo de toxicidade dos organoclorados envolve a indução da atividade enzimática através de espécies reativas de oxigênio. Há estudos que apontam seu potencial como disruptor endócrino, podendo ocasionar alterações no sistema reprodutivo feminino e masculino (BILA; DEZOTTI, 2007).

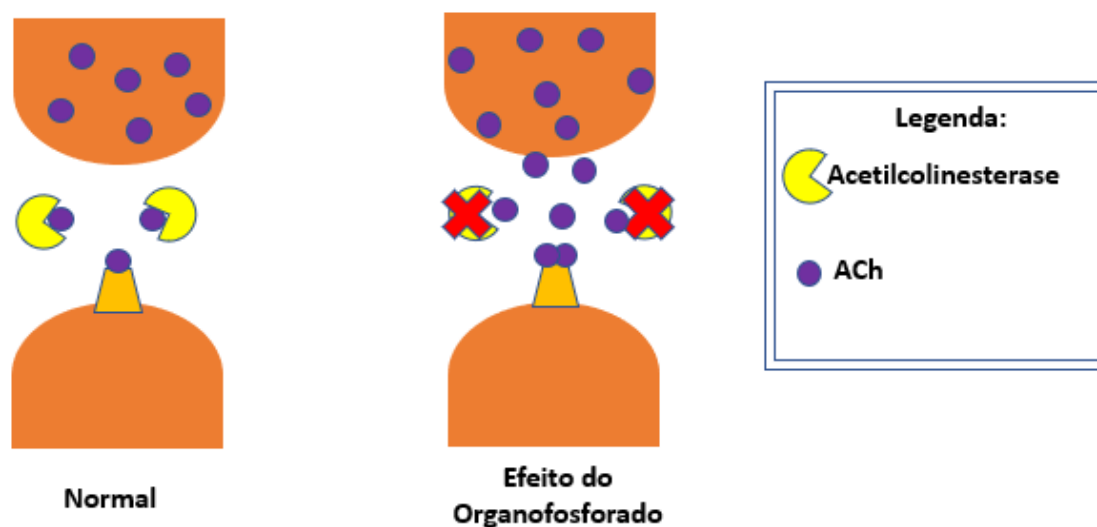
Outra ação dessa classe está relacionada com a alteração da excitabilidade elétrica de neurônios, assim a membrana da célula nervosa permanece parcialmente despolarizada após o potencial de ação (FERREIRA, 2012). Além disso, há registros desses compostos potencializarem a divisão de células neoplásicas já existentes (AVANCINI et al., 2013).

1.2.2. Organofosforados

Os organofosforados possuem atividade inseticida, acaricida, nematicida e fungicida, e possuem como representantes o Parathion e o Malathion (BRASIL, 2003). Essa classe de praguicida não se acumula nos tecidos, pois é rapidamente hidrolisada pelas enzimas do citocromo P450, que têm um papel importante de detoxificação de alguns organofosforados (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

O mecanismo de toxicidade desses praguicidas envolve a inibição da acetilcolinesterase devido a fosforilação do sítio ativo da enzima, levando ao acúmulo de acetilcolina e subsequente hiperativação dos receptores colinérgicos muscarínicos e nicotínicos. Um ponto positivo dos organofosforados em relação aos organoclorados é que a quantidade de resíduos deixada nos alimentos não é suficiente para provocar sintomas tóxicos em humanos, diferentemente dos organoclorados, que deixam quantidades de resíduos em alimentos capazes de causar intoxicações (PORE; PUJARI; JADKAR, 2011).

Figura 1: Mecanismo de ação dos organofosforados.



FONTE: Autoria própria.

1.2.3. Carbamatos

Os praguicidas da classe dos carbamatos possuem ação inseticida, ação raticida quando misturado a outros carbamatos, organofosforados e pólvora, ação herbicida e moluscicida. Dentre seus principais representantes, destaca-se o Aldicarb, popularmente conhecido como “chumbinho” (CALDAS, 2000).

O Aldicarb é bastante solúvel em água, portanto, capaz de se acumular em níveis alarmantes em alimentos com alto teor de água (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2014).

Os carbamatos são susceptíveis a uma gama de reações de biotransformação que são catalisadas enzimaticamente e que ocorrem por vias de biotransformação envolvendo hidrólise e oxidação. Sua toxicodinâmica, assim como dos organofosforados, baseia-se na inibição enzimática direta da acetilcolinesterase, levando ao acúmulo de acetilcolina nas terminações nervosas (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Esses praguicidas estão envolvidos em inúmeros casos de intoxicação aguda em humanos, como por exemplo, o que ocorreu em 1985 na Califórnia, em que a presença do Aldicarb em melancias intoxicou cerca de 281 pessoas (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2014).

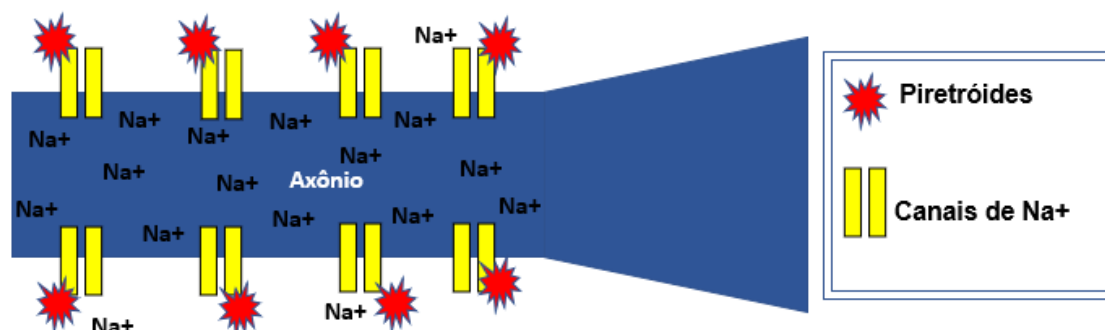
1.2.4 Piretrinas e Piretróides

As piretrinas foram desenvolvidas como inseticidas, extraídas das flores do crisântemo (*Chrysanthemum cinerariifolium*) (JARDIM; DE ALMEIDA ANDRADE; DE QUEIROZ, 2009), cujo potencial inseticida já era conhecido desde a antiguidade na China e na Pérsia, porém esse composto degradava-se facilmente na luz solar. Assim, em 1970 foram desenvolvidos os piretróides, análogos sintéticos das piretrinas, menos susceptíveis à degradação. Esses compostos, atualmente, são utilizados como inseticidas de uso doméstico e agrícola (PAIVA; DE MENEZES, 2003).

Os piretróides tem características altamente lipossolúveis, o que é um fator que facilita intoxicações por esses compostos (PAIVA; DE MENEZES, 2003).

Os piretróides possuem dois tipos de estruturas químicas, o tipo 1 que não é ciano substituído e o tipo 2, ciano substituído, esses compostos ligam-se à subunidade α dos canais de sódio voltagem-dependente, prolongando a corrente de sódio durante o potencial de ação. O tipo 1 causa descargas neuronais repetidas e o tipo 2 causa atraso na inativação do canal de sódio, causando uma despolarização sem cargas repetitivas (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014). Um estado estável de hiperexcitação pode ser observado em mamíferos e insetos (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

Figura 2: Mecanismo de ação das piretrinas e piretróides.



FONTE: Autoria própria.

1.2.5 Bipyridilos

A classe dos herbicidas possui diversos grupos, dentre eles, o mais conhecido: grupo dos bipyridilos (OLIVEIRA JR., 2011). Os bipyridilos têm como seu principal representante o Paraquat, que independente da via de exposição acumula-se nos pulmões e rins. O Paraquat não possui o mecanismo de ação completamente elucidado, porém, acredita-se que, sua biotransformação produz espécies reativas de oxigênio, com conseqüente peroxidação lipídica e lesão celular (Franco B. F, M. et. al).

1.2.6 Ditiocarbamatos

O grupo mais conhecido de fungicidas são os ditiocarbamatos, que possuem como seus principais representantes o Maneb, Zineb e o Thiram. O mecanismo de ação desses compostos em mamíferos não está completamente elucidado, porém, devido a semelhança da estrutura dos ditiocarbamatos ao dissulfiram (medicamento usado no tratamento de etilismo), acredita-se que ocorre a inibição da enzima aldeído desidrogenase. Assim, os ditiocarbamatos após a ingestão de álcool, podem produzir níveis acentuados de acetaldeído e provocar reações desagradáveis (KLAASSEN; WATKINS, 2012).

De acordo com a FAO (2018), os fungicidas deixam muitos resíduos nos alimentos, os quais, por ingestão, podem interagir com a microbiota do trato gastrointestinal humano, ocasionando em um impacto na homeostase intestinal.

1.3. Praguicidas e alimentos

Dentre os diversos riscos trazidos com a modernização da produção de alimentos destacam-se os riscos alimentares, que podem ser definidos como derivados da intervenção humana que associa alimentação, tecnologia e uso de substâncias químicas (praguicidas) em processos de produção agrícola (VAZ, 2016).

O uso dessas tecnologias nas produções e manejo dos alimentos trazem elementos que representam riscos na segurança alimentar, como por exemplo: sementes transgênicas, que causam riscos ao gene de humanos e a morte de

insetos importantes na polinização, e o uso indiscriminado de praguicidas que acumulam-se nos alimentos e causam intoxicações (CHATALOVA et al., 2016).

No que tange à contaminação dos alimentos por praguicidas, a segurança alimentar enfrenta diversos empecilhos, dentre eles a invisibilidade. A característica mais ameaçadora dos praguicidas, sem dúvidas, é a impossibilidade da percepção imediata da presença de resíduos dessas substâncias nos alimentos (VILLALOBOS; FAZOLI, 2017).

O programa PARA da Anvisa recomenda que os alimentos de origem vegetal sejam lavados em água corrente para retirar parte dos resíduos dos praguicidas que depositam-se nas cascas de frutas e legumes, porém como é de conhecimento, boa parte dos praguicidas são absorvidos pelas plantas, tornando obsoleta a lavagem externa a fim de retirar os resíduos (VINHA et al., 2011).

Ainda, este programa da Anvisa não analisa a presença de tais resíduos em alimentos de origem animal. Existem diversos estudos com análises nesse sentido, como grande exemplo o estudo conduzido por GRANELLA et al (2013), que analisou 56 amostras de leite e constatou a presença de resíduos de praguicidas em cerca de 8,9 % das amostras.

A presença dos resíduos de praguicidas nos alimentos é uma das principais formas de exposição humana e pode ocorrer de 3 maneiras: através do acúmulo na cadeia alimentar, do uso abusivo no setor agrícola ou a contaminação durante o transporte e armazenamento dos produtos alimentícios. A única maneira de garantir a conformidade dos alimentos é com os limites de segurança regularmente estabelecidos (FARIA, 2003).

Um caso emblemático de contaminação e intoxicação por praguicidas ocorreu no ano de 2008 em Resende- RJ, em que um caminhão tanque da empresa Servatis despejou, acidentalmente, 8 mil litros de Endosulfan nas águas de um afluente do Rio Paraíba do Sul, na altura de Resende. O derramamento provocou a morte de toneladas de peixes e a contaminação da água que abastecia diversos municípios. Além do prejuízo ambiental, diversos pescadores e moradores sofreram com intoxicações devido a contaminação da água e dos alimentos (LONDRES, 2012).

Em 2010, no norte da Argentina, diversos estudos comprovaram que a exposição ao Glifosato, sobretudo durante a gravidez, leva a malformação em fetos humanos. Em junho, do mesmo ano, uma comissão oficial do governo argentino publicou um relatório no qual atribui que ao longo da última década, o período em que o uso deste praguicida cresceu desenfreadamente, o Glifosato foi responsável por quadruplicar o nascimento de bebês com malformação em todo o estado de Chaco (LONDRES, 2012).

O consumo de alimentos com resíduos de praguicidas representa um grande risco a segurança alimentar (BORGUINI; FERRAZ; TORRES, 2006), por isso a importância do monitoramento desses resíduos afim de garantir que a saúde da população não seja afetada.

2. Justificativa

O uso de praguicidas vem crescendo de maneira desenfreada no Brasil, o que pode ser observado ao se analisar a série histórica de comercialização destes produtos no país. Segundo dados da Agrofit, no período de 2007 foram registrados pouco mais do que 0,62 mil toneladas de praguicidas comercializados em todo o país, e em 2014 foram registrados 1,55 mil toneladas, um aumento de 149,14% (ANVISA, 2018).

É inegável que o crescimento do agronegócio em algumas regiões deve-se ao aumento do uso de praguicidas, especialmente de fungicidas e herbicidas, porém, também, se torna inegável os malefícios que os resíduos desses produtos podem trazer à população (ANVISA,2019). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são registradas 25 milhões de casos de intoxicação por praguicidas (OMS, 2018 apud FIOCRUZ,2018).

A toxicologia de alimentos tem como importante papel estabelecer condições seguras para a ingestão de alimentos durante toda a vida de uma população, sem prejuízos à saúde, e o farmacêutico tem um papel importante de fiscalizar e monitorar os sistemas de abastecimentos de água para consumo, analisar amostras de alimentos para a identificação de resíduos dentro ou fora do limite permitido pelo órgão regulador que atua na região (CFF,2013).

Diante do aumento da comercialização de praguicidas no Brasil (ANVISA, 2019) e suas consequências (OMS, 2018 apud FIOCRUZ,2018), e considerando os papéis do farmacêutico (CFF,2013) na toxicologia, o presente projeto, com a realização de uma revisão integrativa da literatura, pode contribuir com a discussão do tema de resíduos de praguicidas em alimentos, auxiliando na compilação de informações sobre o assunto, e no esclarecimento em relação à toxicidade de praguicidas.

3. Objetivos

O objetivo geral do estudo é analisar, por meio de revisão integrativa de literatura, a exposição da população brasileira a resíduos de praguicidas em alimentos de origem vegetal e animal.

Os objetivos específicos são:

- Analisar, com base na literatura, quais praguicidas são mais encontrados na forma de resíduos em alimentos;
- Averiguar, com base na literatura, quais são os alimentos que mais possuem resíduos de praguicidas;
- Analisar, com base na literatura, os resíduos de praguicidas encontrados nos alimentos e a legislação brasileira vigente;

4. Metodologia

No presente trabalho, foi realizado uma revisão integrativa da literatura, utilizando-se os seguintes descritores, os quais fazem parte do DeCS (Descritores em Ciências da Saúde): “Pesticide Residues” *AND* “Food contamination” *AND* “Brazil”. Essas palavras foram utilizadas em combinação.

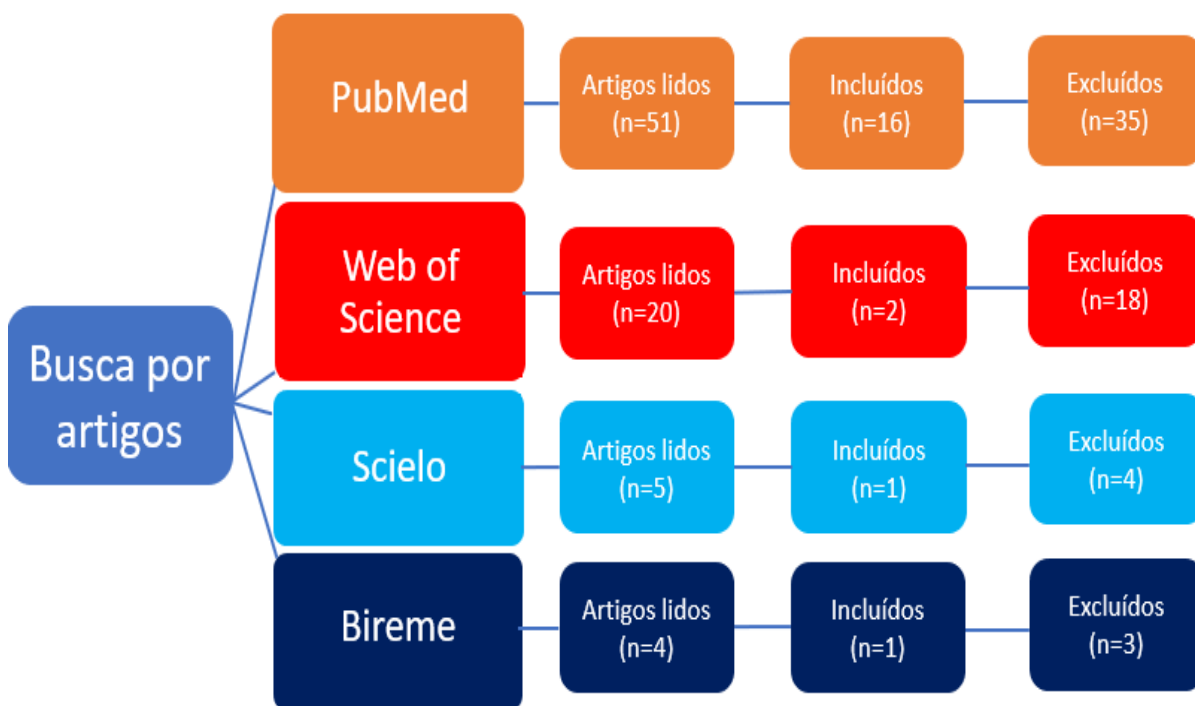
Esta revisão teve como base os seguintes critérios de inclusão de artigos:

- Publicações dos períodos entre primeiro de janeiro de 2010 e dezembro de 2020;
- Artigos em português e inglês;
- Artigos pertencentes as bases de dado PubMed, Scielo, Web of Science e Bireme;
- Publicações originais e de revisão obtidas a partir dos descritores citados acima.

Os critérios de exclusão de artigos foram:

- Artigos não relacionados com o objetivo deste trabalho, como: publicações que focavam na comparação entre métodos de extração e detecção de resíduos de praguicidas, publicações que pesquisavam resíduos de outras substâncias que não praguicidas e publicações que executavam pesquisas em amostras de outros países que não o Brasil e artigos focados na presença de resíduos de praguicidas no solo;
- Publicações repetidas em bases de dados diferentes;

Figura 3. Metodologia completa citando base de dados, artigos lidos, incluídos e excluídos.



FONTE: Autoria própria.

5. Resultados e discussão

Com a metodologia de busca utilizada no presente trabalho, foram encontrados 51 artigos no PubMed, 33 artigos no Web of Science, 10 no Scielo e 28 no Bireme. Considerando os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 20 artigos listados na tabela abaixo (Tabela1). Em relação aos tipos de estudo, os artigos estão distribuídos em: pesquisa experimental (n=18), revisão integrativa (n=1) e revisão bibliográfica (n=1).

Tabela 1. Artigos analisados na Revisão integrativa de literatura, listados por título, autor, revista, ano de publicação e tipo de estudo.

Nº	Título	Autor	Revista	Ano	Tipo de estudo
1	Pesticides residues in cow milk consumed in São Paulo city (Brazil)	Ciscato, P.H.C. et. al	Taylor and Francis Group: Journal of Environmental Science and Health	2014	Pesquisa experimental
2	Pesticide residues in conventionally and organically grown tomatoes in Espírito Santo (BRAZIL)	Santos, G. et. al	Química nova	2015	Pesquisa experimental
3	Residue of insecticides in foodstuff and dietary exposure assessment of Brazilian citizens	Dallegrave, A.et al.	Food and Chemical Toxicology	2018	Pesquisa experimental
4	Ethephon and fosetyl residues in fruits from São Francisco Valley, Brazil	Silva, P.M.C.H. et. al	Taylor and Francis Group: Journal of Environmental Science and Health	2019	Pesquisa experimental
5	Multiresidue analysis and evaluation of the matrix effect on 20 pesticides in Brazilian maize (Zea mays L.) flour	Milhome, L. A. M. et. al	Taylor and Francis Group:Journal of Environmental Science and Health	2019	Pesquisa experimental
6	Determination of thiamethoxam, triadimenol and deltamethrin in pineapple using SLE-LTP extraction and gas chromatography	Morais, C. et. al	Elsevier:Food control	2013	Pesquisa experimental
7	Human milk contamination by nine organochlorine pesticide residues (OCPs)	Souza, C. R. et. al.	Taylor and Francis Group:Journal of Environmental Science and Health	2020	Pesquisa experimental

8	Organophosphorus and carbamates residues in milk and feedstuff supplied to dairy cattle	Fagnani R. et. al.	Pesquisa veterinária Brasileira	2011	Pesquisa experimental
9	Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables	Fenik, J ; Tankiewicz, M; Biziuk, M	Elsevier: Trends in Analytical Chemistry	2011	Revisão bibliográfica
10	Organochlorine compounds in bovine milk from the state of Mato Grosso do Sul – Brazil	Avancini, M.R et al.	Elsevier: Chemosphere	2012	Pesquisa experimental
11	Determinação de multirésíduos de agrotóxicos em méis produzidos na região do triângulo mineiro por UHPLC-MS/MS	Silva, R; Faria, A	Química nova	2019	Pesquisa experimental
12	Flutriafol and pyraclostrobin residues in Brazilian green coffees	Oliveira, L. et al.	Elsevier: Food Chemistry	2015	Pesquisa experimental
13	Análise de resíduos de agrotóxicos organoclorados em morango usando o método QuEChERS com CG- μ ECD	Vilca, Z.F. et. al.	Journal of high Andean research	2017	Pesquisa experimental
14	Residues of legacy organochlorine pesticides and DDT metabolites in highly consumed fish from the polluted Guanabara Bay, Brazil: distribution and assessment of human health risk	Ferreira, B.V. et. al	Taylor and Francis Group:Journal of Environmental Science and Health	2019	Pesquisa experimental
15	Evaluating the presence of pesticides in bananas: An integrative review	Gomes, O.d.H. et al.	Elsevier: Ecotoxicology and environmental safety	2019	Revisão integrativa
16	Glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) residues in Brazilian honey	Souza, F.P.A. et. al	Taylor and Francis Group:Journal of Environmental Science and Health	2020	Pesquisa experimental
17	Multiresidue method for triazines and pyrethroids determination by solid-phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry	Lachter, R.D. et. al	Taylor and Francis Group:Journal of Environmental Science and Health	2020	Pesquisa experimental
18	Validation and application of microflow liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the determination of pesticide residues in fruit jams	Reichert, B. et al.	Elsevier: Talanta	2014	Pesquisa experimental
19	Evaluation of an analytical methodology using QuEChERS and GC-SQ/MS for the investigation of	Sousa, S. J. et. al.	Elsevier: Food Chemistry	2013	Pesquisa experimental

	the level of pesticide residues in Brazilian melons					
20	Determination of pesticides in lettuce using solid–liquid extraction with low temperature partitioning	Costa, I. G. A. et. al.	Elsevier: Chemistry	Food	2015	Pesquisa experimental

Os artigos selecionados foram analisados quanto aos praguicidas encontrados em alimentos e quanto aos alimentos em que foram encontrados resíduos de praguicidas. Esta análise está explanada na Tabela 2.

Tabela 2. Número de artigos, praguicidas classificados por grupo químico, concentração, % de amostras contaminadas com resíduos de praguicidas, alimentos contaminados e região.

Nº	Praguicida (grupo químico)	Concentração	% amostra contaminada	Alimento	Região
1	Organoclorados	Endossulfan: 0,04mg/Kg / HCH: 0,01mg/Kg	0,76% continham HCH e 10,2% continham Endossulfan	Leite	SP
2	Organofosforados, Benzimidazol, Carbamato e Piretróide	Acefato e Carbaril: 0,23mg kg / Carbendazim, Clorpirifós, Diclorvós e Fenpropratrina: 0,41mg kg / Metamidofós e Permetrina: 0,51 e 0,21mg kg	Não apresenta %	Tomates orgânicos e convencionais	ES
3	Piretróides e Organofosforado	Clorpirifós (CHL): 17,5µg kg ⁻¹ / Cipermetrina (CYP): 14,7µg kg ⁻¹	CHL em carne bovina (52%), em leite (76%), em frango (55%) /CYP em ovos (88%), CYP em carne bovina e peixe (100%), em frango 98% e 92% em leite	Carne vermelha Frango Peixe Leite Ovos	RS

4	Etileno e Organofosforado	Etefom em manga: 0,12 a 2,0mg/Kg Fosetil em uva: 0,11 a 0,25mg/Kg	Uva: 40% Manga: 18%	Uva e manga	Vale do rio São Francisco
5	Organofosforado, Piretróide, Triazina, Triazol, Tiocarbamato, Dinitroanilina, Estrobilurina e Carboxamida	Fenitrotiona: 0,016 e 0,009mg kg (duas amostras)	55% das amostras possuíam resíduos	Farinha de milho	CE
6	Neonicotinoides, Triazol e Piretróide	Tiametoxam: 0,04-0,40µg kg - 1/ Triadimenol: 0,13-1,30µg kg - 1/ Deltametrina: 0,04-0,40µg kg - 1	Não apresenta %	Abacaxi	MG, ES e TO
7	Organoclorados	b – HCH: 0,66ng mL-1/ d – HCH: 4,09ng mL-1/ PHCH: 4,75ng mL-1/ Heptacloro: 3,60ng mL-1/ Aldrin: 13,97ng mL-1/ Dieldrin: 124,08ng mL-1/ Endosulfan: 52,67ng mL-1/ DDE: 8.28ng mL-1/ DDT: 2.09ng mL-1/ Metoxicloro: 360.84 ng mL-1	7,5% das amostras continham resíduos de praguicida acima do LMR	Leite materno	BA
8	Organofosforados e Carbamatos	Coumafós: 0,04 µg g-1/ Fenthion: 0,06 µg g-1/ Malathion: 0,02 µg g-1/ Dimetoato: 0,01 µg g-1/ Carbaril: 0,02 µg g-1/ Aldicarbe: 0,02 µg g-1/ Carbofurano: 0,01 µg g-1	20% das amostras continham organofosforados e 16,7% das amostras continham carbamatos	Leite	PE
9	Organofosforado, Organoclorado e Triazinas	Acefato, Aldrin, Diclorvós e Fenthion: 0,01 a 0,05 mg kg/ Simazina: 0,25 mg / kg	7,5% das amostras possuíam resíduos de praguicidas acima do LMR	Frutas e verduras	Não consta
10	Organoclorados	HCH: 2,34ng g 1/ Heptacloro: 6,02ng g 1/ DDT: 16,72ng g 1/ Endosulfan: 12,2ng g	90% das amostras continham	Leite	MS

		1/ Clordano:6,57ng g 1	resíduos de praguicidas.		
11	Carbamato, Neonicotinóide e Benzimidazol	Metomil: 4,0 µg kg ⁻¹ , Imidacloprida: 4,0 µg kg ⁻¹ , Carbendazim:0,6 µg kg ⁻¹ e Tiametoxam: 1,3 µg kg ⁻¹	Não apresenta %	Mel	MG
12	Triazol e Estrobilurinas	Flutriafol: 0,005 mg/Kg e Piraclostrobina: 0,005 mg/Kg	Não apresenta %	Café verde	SP
13	Organoclorados	Endosulfan (6 amostras): 0,006, 0,007, 0,005, 0,004, 0,003, 0,026 mg/Kg	Não apresenta %	Morango	SP
14	Organoclorados	Endossulfan:6,6 ng/7,5 ng / 2,8 ng	Não apresenta %	Peixes (Sardinha, Corvina e Tainha)	RJ
15	Carbamatos, Neonicotinóide e Anilidas	Carbendazim: 0,002- 0,110mg/Kg/ Boscalida: 0,031 mg/Kg /Imidacloprida:0,013 mg/Kg	79,1% das amostras continham resíduos de praguicidas	Banana	BRASIL
16	Organofosforado e Ácido aminometilfosfônico (produto da degradação do glifosato)	Glifosato: 0,22µg g ⁻¹ / Aminometilfosfônico: 0,10 µg g ⁻¹	38% das amostras continham resíduos de praguicidas	Mel	PI/MG/ SP/PR/ SC/RS
17	Triazinas e Piretróides	Triazina: 0,013 a 0,987 g kg ¹ /Ciflutrina, Cipermetrina, Fenvalerato e Deltametrina:0,004 a 0,573mg kg ¹	78% das amostras continham resíduos de praguicidas	Verduras e frutas	RJ
18	Triazol, Dicarboximida, Neonicotinóide, Anilinopirimidina, Pirazol e Benzimidazol	Morango: Difenoconazol: 64µg kg ⁻¹ / Procimidona:1575µg kg ⁻¹ / Tiofanato- metilo:959µg kg ⁻¹ / Pirimetanil:202 µg kg ⁻¹ / Carbendazim: 20 a 221µg kg ⁻¹ / Fenpiroximato:18µg kg ⁻¹ / Imidacloprido: 10 a 67µg kg ⁻¹	100% das amostras de geleia de morango continham resíduos e 80% do total das amostras possuíam resíduos de praguicidas	Geleia de frutas	RS

		Uva: Pirimetanil: 81 mg kg ⁻¹ Abacaxi: Carbendazim: 32 mg kg ⁻¹			
19	Piretrina e Imidazol	Bifentrina: 0,005 a 0,010 µg kg ⁻¹ Imazalil: 0,030 a 0,100 µg kg ⁻¹	67% das amostras continham resíduos de praguicidas	Melão	CE
20	Dicarboximidas	Iprodiona: 0,4 mg kg e Procimidona: 0,01 mg kg ⁻¹	Não apresenta %	Alface	MG

A partir da análise dos artigos selecionados para essa revisão, foi possível observar que alguns praguicidas apareceram com maior frequência e foram classificados a partir de seus grupos químicos. Alguns estudos analisaram múltiplos grupos em um único estudo.

Os organofosforados foram os mais citados aparecendo em 7 das 20 publicações lidas (2,3,4,5,8,9,16). Os organofosforados mais citados foram o Clorpirifós (2,3) e Diclorvós (2,9) aparecendo em 2 das 7 publicações, seguido pelo Malathion (8), Fenitrotona (5), Metamidofós (2), Fosetil (4), Coumafós (8), Acefato (9), Dimetoato (8) e Glifosato (16) que apareceram apenas em 1 publicação cada.

Os organoclorados apareceram em 6 das 20 publicações (1,7,9,10,13,14), o mais citado foi o Endosulfan, que aparece em 5 das 6 publicações analisadas (1,7,10,13,14), seguido pelo Hexaclorocicloexano (HCH), que é citado em 3 publicações (1,7,10), já o Heptacloro (7,10), DDT (7,10) e o Aldrin (7,9) são citados em 2 publicações cada, enquanto o Dieldrin (7), Clordano (10) e o DDE (7) são encontrados em 1 publicação cada.

As piretrinas/ piretróides apareceram em 6 dos 20 estudos (2,3,5,6,17,19), destes grupos os mais citados foram a Deltametrina (6,17) e a Cipermetrina (3,17) que apareceram em 2 dos 6 estudos, já os demais praguicidas Ciflutrina (17), Bifentrina (19), Permetrina (2) e Fenvalerate (17) foram quantificados em 1 publicação cada.

Os Carbamatos foram detectados em 4 dos 20 estudos (2,8,11,15), deste grupo os mais citados foram o Carbendazim (2,11,15) que apareceu em 3 das 4 publicações e o Carbaril (2,8) que apareceu em 2 das 4 publicações lidas, seguidos pelo Aldicarbe e Carbofurano que apareceram em 1 publicação (8), assim como o Metomil (11).

Outros grupos químicos também apareceram com menor intensidade, como por exemplo os Triazois (5,6,12,18) foram citados o Difenoconazol (18), Flutriafol (12), Tiofanato- metilo (18) e o Triadmenol (6), o primeiro aparecem em 2 publicações e os três últimos em 1 publicação cada. Já no caso dos neonicotinoídes (6,11), dentre os artigos analisados, a Imidaclorida (11) e o Tiametoxam (6) apareceram em 1 publicação cada.

Podemos observar, portanto, que os praguicidas dos grupos químicos dos organofosforados, organoclorados, piretrinas/piretróides e carbamatos foram os mais encontrados na forma de resíduos em alimentos. Especificamente, o praguicida mais encontrado como resíduo em alimentos foi o organoclorado endosulfan.

A partir da análise das publicações também foi possível detectar os principais alimentos que possuem resíduos de praguicidas. É notável que a presença de resíduos de praguicidas no leite é mais pronunciada do que nos outros alimentos - a presença de resíduos neste alimento foi mencionada em 5 das 20 publicações (1,3,7,8,10).

Foram detectados cerca de 5 grupos químicos diferentes no leite, dentre eles o que mais apresentou-se na forma de resíduos foram os organoclorados, seguido pelos organofosforados, piretróides e carbamatos. Especificamente, o organoclorado que mais foi detectado como resíduo em leite foi o endosulfan.

O endosulfan é um organoclorado com função de inseticida acaricida, muito indicado para o controle de pragas como as moscas- brancas e ácaros nas culturas do algodão, feijão, melão, soja e tomate, além de outros 60 tipos de cultura (BAYER CROPS SCIENCE, 2003). Segundo a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) o endosulfan é classificado como classe I, ou seja, extremamente tóxico e altamente perigoso para o meio ambiente (ANVISA, 2010).

A partir da análise dos artigos foi possível identificar que o endosulfan tem seus resíduos encontrados no leite de vaca e até mesmo no leite materno, porém o mais intrigante da presença desse resíduo é que o endosulfan foi banido em 2013 no Brasil e teve sua monografia excluída pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos PARA em 2014. Duas publicações, uma de 2014 (1) no leite de vaca e outra de 2020 (7) no leite materno, encontraram resíduos deste praguicida no leite após a sua proibição, sendo possível que o praguicida esteja sendo usado indevidamente ainda hoje no Brasil.

Outro praguicida bastante encontrado no leite foi o hexaclorociclohexano (HCH) e seus isômeros α , β e γ . O HCH é um organoclorado com ação inseticida que era utilizado no tratamento de madeiras, grãos, culturas de frutas e hortaliças e no controle de roedores. Em relação a sua toxicidade os α e β - HCH são classificados como classe I, já o γ - HCH é classificado como classe II, ou seja, altamente tóxico (CETESB, 2017).

Foi possível identificar, a partir da leitura das publicações, que o HCH ainda é muito encontrado nos leites, apesar de sua proibição em 1985 no Brasil (SNVS, 1985) e teve sua monografia excluída pelo PARA em 2009. Foram encontrados resíduos em publicações de 2014 (1) e 2012 (10) no leite de vaca e em 2020 (7) no leite materno, levantando o questionamento em relação a como os produtores estão tendo o acesso a agroquímicos proibidos a mais de 30 anos.

Outro organoclorado também encontrado como resíduo foi o diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seu produto de degradação, o DDE. O DDT pertence a classe II de toxicidade (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). Este praguicida é outro da lista dos organoclorados que foram banidos do Brasil e continua sendo usado ao ponto de ser encontrado na forma de resíduos no leite de vaca em 2012 (10) e no leite materno em 2020 (7).

O DDT é extremamente persistente não só em organismos vivos, mas também no ambiente e ainda pode ser considerado um dos resíduos mais abundantes nos alimentos e no ambiente, embora seja proibido na maioria dos países do mundo. Os níveis de resíduos de DDT já deveriam ter diminuído, considerando o tempo no qual está proibido (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2014).

O clorpirifós é um dos organofosforados que apareceram durante as análises das publicações. É um inseticida, formicida e acaricida utilizado principalmente como preservante de madeira, entre outras culturas (ANVISA, 2020). De acordo com o a reclassificação toxicológica feita pela ANVISA em 2019, o clorpirifós é classificado como classe III, moderadamente tóxico (RESOLUÇÃO Nº 2.080,2019).

O praguicida tem seu uso permitido no Brasil e foi encontrado em uma das publicações em 2018 (3) na forma de resíduos no leite de vaca, levando ao questionamento se ocorre a presença de resíduo deste composto na ração ou água dos animais, ou se o praguicida estaria sendo armazenado de forma irregular.

Outros organofosforados identificados no leite em 2011 (8) foram: coumafós, malathion e fenthion que foram encontrados junto com outro grupo de praguicidas, os carbamatos, isso se dá pois alguns organofosforados são misturados a carbamatos em um só produto, afim de aumentar sua eficácia, a exemplo o próprio coumafós que pode ser encontrado associado ao carbamato propoxur (BAYER, 2020).

Ao analisar a publicação na qual os grupos desses praguicidas foram identificados e pesquisando sobre as bulas destes produtos foi possível identificar que boa parte das associações, organofosforados e carbamatos, são utilizadas como inseticidas larvicidas na forma de pó (póvilho) para ser polvilhado sobre os animais, algumas bulas advertem que o uso desses produtos em condições diferentes das indicadas pode ocasionar na presença de resíduos acima do LMR tornando os alimentos de origem animal impróprios para consumo (CLARION, 2013).

Sabe-se que os organoclorados e organofosforados são compostos altamente lipossolúveis e estáveis, levando ao acúmulo nos tecidos animais (SHIBAMOTO; BJELDANES,2014). Considerando que os teores de gordura do leite variam de acordo com a sua denominação (integral, desnatado e semidesnatado), pelo leite ser um alimento com teor de gordura moderado (PORTARIA Nº 38/2018) é possível que esteja ocorrendo bioacumulação no gado leiteiro e que estes resíduos estejam transpondo para o leite, alterando a qualidade final do produto e o tornando perigoso para o consumo.

Outros alimentos que também tiveram aparição notória por apresentarem resíduos de praguicidas foram as frutas e legumes, que no total foram mencionados em 10 das 20 publicações. São eles café verde (12), melão (19), morango (13), abacaxi (6), uva (4), manga (4), banana (15), alface (20) e tomate (2), sendo mencionados em 1 publicação cada. Duas publicações citaram “frutas e verduras” sem especificação (9,17).

Os organofosforados foram os que mais apareceram na forma de resíduos nas frutas e verduras em geral, seguido pelos piretróides, pelo grupo das triazinas, triazol, carbamatos, organoclorados, imidazóis, neonicotinóides, organofosfatos e dicarboximidas, este último aparecendo apenas uma vez na cultura de alfaces orgânicos.

Especificamente, foi detectada a presença do metamidofós, um organofosforado que foi proibido em 2011, porém a ANVISA ainda mantém sua monografia para fins de monitoramento de seus resíduos. Sua exclusão foi justificada por sua neuro e imunotoxicidade, além dos danos endócrinos, no sistema reprodutor e no desenvolvimento embrionário (RESOLUÇÃO-RDC Nº1/2011). O organofosforado foi encontrado em amostras de tomate (2) em 2015, 4 anos após a sua proibição definitiva.

Outros praguicidas proibidos que foram encontrados foram o aldrin, fentiona, aldicarbe e o monocrotofós. Todos estavam presentes nas amostras de frutas e verduras. A fentiona (fenthion) foi proibida no Brasil no ano de 2019 (RESOLUÇÃO Nº1.967/2019) e foi quantificada em frutas e verduras (9) em 2011 quando ainda era permitido. Já o Aldrin teve sua proibição em 1985 e sua monografia foi excluída (PORTARIA Nº329/1985) porém em 2011 o organoclorado teve seus resíduos encontrados, também, em frutas e verduras (9).

Com a análise das publicações e das monografias de agrotóxicos autorizadas pelo PARA foi possível identificar que alguns resíduos de praguicidas foram encontrados em alimentos dos quais não são indicados para o cultivo. Os tomates analisados na publicação nº 3 tiveram resíduos de cabendazim e diclorvós que não são indicados para este tipo de cultivo, o organofosforado diclorvós só possui permissão de uso, de acordo com a

Resolução- RDC nº34/2010, como composição de inseticidas apenas para empresas especializadas (RESOLUÇÃO-RDC Nº34/2010).

Ainda na análise das amostras de tomate foi possível identificar que o metilcarbamato carbaril e o piretróide fenpropatrina apresentaram resíduos acima do limite máximo permitido (LMR). O carbaril possui um LMR de 0,1 mg/kg (ANVISA, 2020) e foi encontrado na concentração de 0,23 mg/kg. Já a fenpropatrina possui um LMR 0,2 mg/kg (ANVISA, 2020) e foi encontrado na concentração de 0,41 mg/kg.

Outro praguicida que foi encontrado em uma cultura da qual não deveria pertencer foi o triazol triadimenol que não é recomendado para a cultura de abacaxi (6). Todos os outros praguicidas citados nessa publicação estavam dentro do LMR permitido.

Na análise das amostras de bananas, foi detectado um praguicida que não deveria estar presente nesta cultura, o carbendazim. Já os outros praguicidas estavam dentro do LMR.

A revisão a respeito de praguicidas em frutas e verduras evidenciou o mal uso dos praguicidas, pois foram mencionados praguicidas não previstos para determinadas culturas, além de alguns previstos estarem acima do LMR.

Outros alimentos de origem animal como a carne bovina, frango e ovos apareceram em apenas 1 publicação (3) na qual foi encontrado resíduos de piretróides e organofosforados, já os peixes foram alvos de investigação em 2 publicações (3,14), tendo a presença de resíduos de organoclorados e piretróides mais pronunciadas.

Estes alimentos não apresentaram LMR acima do limite permitido pela legislação brasileira, porém não é possível mensurar os danos a longo prazo do consumo desses alimentos, pois não se sabe o comportamento dessas substâncias após a preparação desses alimentos e não se sabe ao certo, principalmente em relação aos organoclorados que são proibidos no Brasil e foram encontrados nos peixes da baía de Guanabara (14), os riscos da exposição crônica destes praguicidas, pois o grupo tem alta capacidade de bioacumulação (SHIBAMOTO; BJELDANES,2014)..

A partir dos dados de diferentes praguicidas encontrados nas amostras de frango, carne bovina e ovos e pela composição de cada uma dessas matrizes pode-se inferir que a bioacumulação desses resíduos pode dar-se por sua característica de acumular-se em tecido adiposo. Nos ovos esse acúmulo de resíduos pode ocorrer em na gema, por ser a fração mais rica em lipídeos.

O mel foi o alvo de pesquisa em 2 publicações (11, 16) nos quais apresentou resíduo de organofosforado, carbamato, neonicotinóide e benzimidazol. Também foi encontrado resíduos de organofosforado na farinha de milho (5) e resíduos de triazois, dicarboximida, neonicotinóide, pirazol, anilino pirimidina e benzimidazol na geleia de frutas (18).

A farinha de milho apresentou resíduos do organofosforado fenitrotiona, pois este praguicida possui uma modalidade de emprego em produtos armazenados de milho e possui LMR de 1,0 mg/kg (ANVISA, 2020) e teve seus resíduos encontrados em duas amostras uma com 0,1 mg/kg e outra com 0,009 mg/kg, todas dentro do LMR.

O glifosato é um dos praguicidas mais utilizados no mundo (MORAES, 2019) e para ter resíduos encontrados no mel significa que está sendo levado pelas abelhas, o que é um forte indicativo de uma contaminação ambiental e que conseqüentemente pode afetar o ser humano, é possível que para que haja a contaminação no mel as abelhas estejam polinizando monoculturas não só com glifosato, mas com outros praguicidas citados nos estudos aqui analisados.

Nas geleias de frutas (morango, uva e abacaxi) houve presença de resíduos acima do LMR do fungicida Tiofanato – metilo que possui um LMR de 0,5 mg/kg (ANVISA, 2020) e foi encontrado na publicação (18) 0,9 mg/kg, bem acima do permitido. Já o praguicida carbendazim não tem seu uso recomendado para nenhuma das culturas dos sabores das geleias (abacaxi e morango) e a imidacloprida não possui indicação para o cultivo de morango, mesmo assim foi encontrado resíduos dessa substância na geleia de morango. Os outros praguicidas estavam dentro do LMR.

Com a análise de todas as 20 publicações foi possível identificar que muitos alimentos possuem resíduos de diferentes praguicidas nas amostras utilizadas,

o que traz, mais uma vez, a reflexão acerca do uso indevido dessas substâncias nos alimentos que consumimos.

Se faz necessária a criação de políticas para o monitoramento de locais que podem estar fazendo a venda de praguicidas de maneira ilegal, assim como manter e melhorar o monitoramento de resíduos e investir em mais estudos acerca dos danos à saúde que a exposição crônica a praguicidas pode causar.

6. Conclusão

Com base nesta revisão, foi possível concluir que os praguicidas mais encontrados na forma de resíduos em alimentos são os organofosforados, tendo o clorpirifós e o diclorvós aparecendo com maior frequência, os organoclorados tendo o endosulfan e o HCH como os mais citados, sendo que ambos são proibidos, mostrando que ainda há grande circulação de praguicidas proibidos no Brasil. Outros grupos que também apareceram com frequência foram os piretróides com maior presença de deltametrina e cipermetrina, e os carbamatos, com a presença mais pronunciada do carbendazim e do carbaril.

Foi possível concluir que os principais alimentos que apresentaram resíduos foram o leite (de vaca / materno), tomates e a geleias de frutas. Os leites de vaca e materno tiveram presença majoritária de organoclorados e organofosforados. Os tomates tiveram maior presença de organofosforados, carbamatos e piretróides. Já as geleias de fruta tiveram a presença de diversos outros grupos, porém não foram grupos significativos em relação a quantidade de vezes que apresentaram-se na forma de resíduos, mas que chamou a atenção pela quantidade de diferentes grupos encontrados em um mesmo alimento.

E por fim, foi possível concluir que boa parte dos praguicidas ou estavam acima dos limites máximos de resíduos permitidos ou eram proibidos em todo o território brasileiro. Uma fração pequena dos praguicidas mudaram seu status de proibidos para permitidos no Brasil, porém ainda apresentam risco para toda a população brasileira.

7. Delimitações do estudo

Uma revisão bibliográfica com termos abrangentes como o presente trabalho leva a um número expressivo de publicações. Uma vez que o período para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é limitado, para reduzir o número de artigos a serem analisados e tornar o trabalho viável, foi utilizado o conector *AND*, além dos fatores de exclusão. Essa redução tornou o trabalho passível de ser realizado, no entanto é importante mencionar a limitação da presente revisão decorrente dessa redução no número de artigos analisados. Muitas publicações cujo foco era a metodologia, mas que tiveram resultados de análise de praguicidas em alimentos, não foram analisados devido aos critérios de exclusão. Assim, é importante mencionar que esta revisão foi limitada à metodologia escolhida, e não abrangeu a totalidade de artigos sobre o assunto.

8. Referências Bibliográficas

ANVISA. C03 – Carbaril. **Monografias autorizadas**, p. 2, 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/c/4219json-file-1>. Acesso em: 01 maio 2021.

ANVISA. C20 – Clorpirifós. **Monografias autorizadas**, v. 1, n. 1, p. 7–8, 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/c/4226json-file-1>. Acesso em :01 maio 2021.

ANVISA. F05 –Fenitrothiona. **Monografias autorizadas**, p. 2, 2020d. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/f/4330json-file-1> Acesso em: 01 maio 2021.

ANVISA. F28 -Fenpropratrina. **Monografias autorizadas**, p. 2, 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/f/4340json-file-1> Acesso em: 01 maio 2021.

ANVISA. T14 - Tiofanato-metílico. **Monografias autorizadas**, p. 5, 2020e. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/t/4528json-file-1> Acesso em: 01 maio 2021

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, p. 136, 2019.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 21 junho 2020.

ANVISA. **Reavaliação Toxicológica do Ingrediente Ativo Endossulfam**. v. 6, n. 11, p. 951–952, 2010.

ANVISA. Resíduos de agrotóxicos em alimentos Pesticide residues in food **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** -Anvisa. v. 40, n. 2, p. 361–363, 2006.

ANVISA. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. [s.l: s.n.]. v. 2

ASHER, G. et al. **Dos Agrotóxicos Na Saúde**. [s.l.] ABRASCO, 2015. v. 161.

AVANCINI, R. M. et al. Organochlorine compounds in bovine milk from the state of Mato Grosso do Sul - Brazil. **Chemosphere**, v. 90, n. 9, p. 2408–2413, 2013.

AZEVEDO, L.A.S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas: teoria, prática e manejo**. São Paulo, 230p. 2001.

BAYER CROPSCIENCE. **THIODAN (R) 4EC INSECTICIDE LIQUID EMULSIFIABLE CONCENTRATE**. v. 77, p. 847–56, 2003. Disponível em: https://www.cropscience.bayer.ca/~media/Bayer%20CropScience/Country-Canada-Internet/Products/Thiodan/thiodan4ec_label.ashx Acesso em: 28 abril 2021.

BAYER. **Tanidil Bula** Bayer, 2020. Disponível em: <Gepec.com.br/modulos/catalogos/download/bulas/tanidil> Acesso em: 28 abril 2021.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: Efeitos e conseqüências. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 651–666, 2007.

BORGUINI, R. G.; FERRAZ, E. A.; TORRES, S. Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 13, n. 2, p. 64–75, 2006.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10–15, 2012.

BRASIL. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial da União. Resolução -RDC Nº 1, de 14 de janeiro de 2011**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m10-2013-metamidofos.pdf>. Acesso em: 26 abril 2021.

BRASIL. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial da União. Resolução - RE Nº 1.967, de 18 de JULHO de 2019**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt->

br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/f07-2013-fentiona.pdf Acesso em: 26 abril 2021.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** Brasília, DF, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 17 junho 2020.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Portaria Nº 38, de 19 de abril de 2018.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/Portaria3818e3918RegulamentotcnicoleiteRevisoIN512002.pdf>. Acesso em: 26 abril 2021.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 329, de 02 de setembro de 1985.** Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/mapa_gm/1985/prt0329_02_09_1985.html. Acesso em: 26 abril 2021

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução-RDC Nº 34, de 16 agosto de 2010.** Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0034_16_08_2010.html. Acesso em: 26 abril 2021

BRAUNER, M. C. C.; GRAFF, L. Segurança Alimentar E Produção Agrícola: Reflexões Sob a Ótica Da Justiça Ambiental. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 24, p. 375, 2016.

CALDAS, E. D.; DE SOUZAB, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 529–537, 2000.

CALDAS, L. Q. DE A. Intoxicações Exógenas agudas por Carbamatos, Organofosforados, Compostos Bipyridílicos e Piretróides. p. 43, 2000.

CARSON, Rachel L. **Primavera Silenciosa**. Tradução Claudia Sant'Ana Martins. I. ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CETESB. Alfa-Hexaclorociclohexano, Beta-Hexaclorociclohexano e Lindano.

Ficha informativa toxicologica, p. 4, 2017.

CFF-CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. **Resolução nº 572/2013, de 25 de abril de 2013**. Dispõe sobre a regulamentação das especialidades farmacêuticas, por linha de atuação. Brasília: Conselho Federal de Farmácia, 2013. Disponível em: <http://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/572.pdf>. Acesso em: 06 abril 2020.

CHATALOVA, L. et al. The Rise of the Food Risk Society and the Changing Nature of the Technological Treadmill. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 6, p. 1–10, 2016.

CLARION. **Tanitop Bula**, 2013. Disponível em: https://brcountry.platform.vetoquinol.com/sites/brcountry/files/pt-br-bula_tanitop_igr.pdf Acesso em: 28 abril 2021.

EMBRAPA. **Tabela periódica dos herbicidas: mecanismos de ação**. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Tabela_peri%C3%B3dica_herbicidas.pdf/5c2b3f01-6fa7-49eb-89a3-c26bc7ac3193 Acesso em: 18 junho 2020.

ENSP-ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SERGIO AROUCA. **Lei suspende uso do DDT no Brasil**. Disponível em: <http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/4009>. Acesso em: 07 junho 2020.

FAO. **Food and Agriculture Organization, the international code of conduct on pesticide management**. [s.l.] FAO, 2014.

FAO. **Pesticide residues in food 2018, Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues**. [s.l: s.n.]. FAO, 2018.

FARIA, M. V. DE C. **Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos**. [s.l: s.n.]. v. 1

FERREIRA, C. P. Exposição ocupacional ao DDT em atividades de controle da malária no estado do Pará - um estudo de caso. **Fiocruz**, v. 1, p. 138, 2012.

FIOCRUZ- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Debate aborda impactos de agrotóxicos na saúde e meio ambiente.** Disponível em: <https://agencia.fiocruz.br/debate-aborda-impactos-de-agrotoxicos-na-saude-e-meio-ambiente>. Acesso em: 06 abril 2020.

FRANCO B. F, M, et. al. **Impact of Pesticides on Environmental and Human Health**, Toxicology Studies - Cells, Drugs and Environment. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/toxicology-studies-cells-drugs-and-environment/impact-of-pesticides-on-environmental-and-human-health>. Acesso em: 18 maio 2021.

GASULL, M. et al. The relative influence of diet and serum concentrations of organochlorine compounds on K-ras mutations in exocrine pancreatic cancer. **Chemosphere**, v. 79, n. 7, p. 686–697, 2010.

GRANELLA, V. et al. Resíduos de agrotóxicos em leites pasteurizados orgânicos e convencionais. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 34, n. 4, p. 1731–1739, 2013.

GUIVANT, J. S. Riscos alimentares: novos desafios para a sociologia ambiental e a teoria social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 5, p. 89–99, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER-INCA. **Agrotóxico- Causas e Prevenção.** Disponível em: <https://www.inca.gov.br/en/node/1909>. Acesso em: 06 abril 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS-IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos.** Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/relatorios/quimicos-e-biologicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 06 abril 2020.

JARDIM, I. C. S. F.; DE ALMEIDA ANDRADE, J.; DE QUEIROZ, S. C. D. N. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - um enfoque às maçãs. **Quimica Nova**, v. 32, n. 4, p. 996–1012, 2009.

KLAASSEN, Curtis D. WATKINS III, John B.: **Fundamentos em toxicologia de Casarett e Doull** [recurso eletrônico]. 2. ed. – Dados eletrônico. – Porto Alegre: AMGH, 2012.

KONRADSEN, F. Acute pesticide poisoning - A global public health problem. In: **Ugeskrift for Laeger**. [s.l: s.n.]. v. 168p. 3042–3044. 2006.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa a vida**. 1. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2012.

MELLO, M. G. DA S.; ROZEMBERG, B.; CASTRO, J. S. M. Domissanitários ou domitóxicos? A maquiagem dos venenos. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 23, n. 2, p. 101–108, 2015.

MORAES, R. F. DE. Agrotóxicos no Brasil : padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. **Ipea**, p. 76, 2019.

MOREIRA, J. C. et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299–311, 2002.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia : os impactos da Revolução Verde. **ComCiência**, v. 1, n. 120, p. 3, 2010.

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de Almeida; BATISTUZZO, José Antonio de Oliveira. **Fundamentos de toxicologia**. 4 ed. [S.l: s.n.], 2014.

OLIVEIRA JR., R. S. **Mecanismos de Ação de Herbicidas**. [s.l: s.n.] 2011.

OMS-ORGANIZAÇÃO PAN- AMERICANA DA SAÚDE-OPAS/OMS. OPAS/OMS destaca importância da atuação conjunta dos setores da saúde, agricultura e meio ambiente na regulamentação de agrotóxicos. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5756:opas-oms-destaca-importancia-da-atuacao-conjunta-dos-setores-da-saude-agricultura-e-meio-ambiente-na-regulamentacao-de-agrotoxicos&Itemid=839. Acesso em: 06 abril 2020.

PAIVA, K. B. S.; DE MENEZES, M. L. Avaliação do emprego dos adsorventes: Carvão ativo, chromosorb W e membrana C18 na preparação de amostras de ar para a determinação de d-aletrina em ambientes fechados. **Ecletica Química**, v. 28, n. 1, p. 97–103, 2003.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: **Agrotóxicos, saúde e ambiente**. [s.l.: s.n.]. v. 5p. 21–41.

PORE, N. E.; PUJARI, K. N.; JADKAR, S. P. Organophosphorus poisoning. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 2, n. 4, p. 604–612, 2011.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. **Introdução à toxicologia dos alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. 320 p.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS- AGROFIT. **Relatório de produtos formulados**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 06 abril 2020.

VAZ, C. O Risco Alimentar e a Responsabilidade Civil do Fornecedor Pela Falta de Informação Adequada. 2016.

VILLALOBOS, Jorge.U.G., FAZOLLI, Silvio. A. **Agrotóxicos: um enfoque multidisciplinar**. [online]. 21. Ed. Maringá: EDUEM, 2017.

VINHA, M. B. et al. Impactos do uso indiscriminado de agrotóxicos em frutas e hortaliças. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 102–107, 2011.

WRIGHT, A. Descendo a montanha e seguindo para o norte: como a degradação do solo e os pesticidas sintéticos orientaram a trajetória da agricultura mexicana ao longo do século XX. **Topoi (Rio de Janeiro)**, v. 13, n. 24, p. 136–161, 20