

DINORAIDE MOTA DE OLIVEIRA

QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DAS PORTARIAS
DE POTABILIDADE QUANTO AOS AGROTÓXICOS

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense - UNIPLAC.

Orientadora: Dra. Ana Emilia Siegloch

Coorientadora: Dra. Lenita Agostinetto

Lages

2021

Ficha Catalográfica

O48q

Oliveira, Dinoraide Mota de.

Qualidade da água para consumo humano: análise das portarias de potabilidade quanto aos agrotóxicos/Dinoraide Mota de Oliveira – Lages, SC, 2021.
86 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Planalto Catarinense. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense.

Orientadora: Ana Emilia Siegloch

Coorientadora: Lenita Agostinnetto

1. Agroquímicos. 2. Legislação de Potabilidade. 3. Saúde Ambiental e Humana . I. Siegloch, Emilia. II. Agostinnetto, Lenita. III Título.

CDD 615.9

Catálogo na Fonte: Biblioteca Central

Dinoraide Mota de Oliveira

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DAS
PORTARIAS DE POTABILIDADE QUANTO AOS AGROTÓXICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense, para obtenção do título de Mestre em Ambiente e Saúde.

Aprovada em 15 de setembro de 2021.

Banca Examinadora:

Participação remota – Instrução normativa 001/PPGAS/2021 e Resolução UNIPLAC nº 460/2021

Profa. Dra. Ana Emilia Sieglöch

(Orientadora e Presidente da Banca Examinadora – PPGAS/UNIPLAC)

Profa. Dra. Lenita Agostinetti

(Coorientadora)

Prof. Dr. Tássio Dresch Rech

(Examinador Titular Externo– EPAGRI)

Profa. Dra. Lucia Ceccato de Lima

(Examinadora Titular Interna - PPGAS/UNIPLAC)

*Dedico esta pesquisa às futuras gerações que
poderão se valer do conhecimento aqui produzido.*

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, que desde a aurora ao pôr do sol me manteve perseverante na realização desta pesquisa.

Aos meus pais Luiz e Maria Nilza pelo apoio dedicado desde o meu nascimento.

Minha gratidão em especial a minha irmã Dinorá e meu amado Wineton que nunca mediram esforços para me ajudar e sempre me apoiando em tudo que precisei e por sempre fazerem tudo por mim.

À minha dinda Ir. Brunilda que sempre me motivou a buscar o conhecimento e tem me apoiado em meus sonhos.

Grata à minha orientadora, Dra. Ana Emília Siegloch e coorientadora Dra. Lenita Agostinotto, por me orientarem ao longo desse processo de formação com amor, dedicação, conhecimento e sempre a prontidão. Sou eternamente grata por tê-las em minha vida e fazerem parte da minha história, sempre me apoiando, corrigindo e auxiliando durante todo o processo.

À todas as professoras do programa PPGAS por todo aprendizado. Destaco em especial minha terna gratidão à Dra. Lucia Ceccato de Lima, um anjo em minha vida, tão dócil, amável e atenciosa, a qual foi a primeira professora que tive contato do PPGAS ao buscar informações sobre o curso de mestrado, ainda quando eu cursava o último semestre da graduação, e me despertou ainda mais o desejo de ingressar no mestrado. Me recordo como se fosse hoje suas calorosas e positivas palavras, que me motivaram e deixaram meus olhos brilhando.

Agradeço a minha turma de mestrado de onde nasceram grandes amizades, em especial o carinho das minhas amigas Daniella da Silva Fraga, Juciane Aparecida Godoi Figueiredo da Silva e Rosane Lopes Duarte.

Agradeço à professora Aline Lampert Rocha Pagliosa, coordenadora do curso de Direito da UNIPLAC que abriu as portas do estágio e ao professor Eloi Ampessan Filho que com carinho me permitiu que eu realizasse o estágio na sua disciplina de Direito Ambiental.

À Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC pela oportunidade de realizar este curso, ao UNIEDU pela bolsa de estudos e o apoio financeiro do MCTI/CNPq (projeto n. 441396/2017-8), e à EPAGRI para a realização das atividades de pesquisa realizadas no decorrer do curso de mestrado.

Meus sinceros agradecimentos ao setor técnico-administrativo do PPGAS da UNIPLAC, em especial a Silvana que sempre tão atenciosa e com carinho me apoiou e auxiliou desde o ingresso como no decorrer do curso com documentação e afins.

Ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Saúde, que tem propiciado à minha formação uma atitude interdisciplinar e inovadora no exercício da pesquisa e no meu sonho da vida docente.

Aos membros da banca examinadora que com carinho aceitaram o convite e se dispuseram a analisar e colaborar com o vasto conhecimento nas correções e contribuições para a conclusão deste trabalho.

Por fim, meu coração está pulsando de tanta alegria e meus olhos brilhando para um horizonte de certezas que se resume em gratidão.

“Acredito firmemente que a boa saúde está enraizada na equidade, universalidade, solidariedade e inclusão”.
(Dra. Carissa F. Etienne).

RESUMO

O elevado uso de agrotóxicos na agricultura tem ocasionado contaminação ambiental, em especial dos recursos hídricos, os quais são essenciais ao abastecimento de água potável a população mundial. A presente pesquisa analisou os padrões de potabilidade da água para abastecimento humano quanto aos agrotóxicos permitidos nos países considerados os maiores consumidores em dólar investido na compra e no comércio destes produtos químicos. Entre eles estão: Brasil, Estados Unidos, China, Japão, França, Alemanha, Canadá, Argentina, Índia e Itália. Além disso, foi incluído no estudo as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS). Trata-se de um estudo descritivo e documental, com abordagem quantitativa e coleta de dados dos padrões de potabilidade disponibilizadas em sites oficiais governamentais dos países e da OMS. O número de agrotóxicos e os valores máximos permitidos (VMP) destes diferem entre os padrões de potabilidade dos 10 países e ao estabelecido pela OMS. Na portaria de potabilidade do Brasil estão listados 40 agrotóxicos para monitoramento, número similar aos padrões de potabilidade USA, Canadá, China e OMS, porém com VMP distintos, que variam entre 0,03µg/L e 500µg/L. Dos agrotóxicos presentes na portaria brasileira, doze também estão nos documentos regulatórios da OMS, quatorze no Japão, sete nos EUA, onze no Canadá, cinco na Índia, China e na Argentina. Entre os países, o Brasil tem o maior número de ingredientes ativos similar ao que preconiza a OMS, totalizando doze, em seguida os EUA e o Japão com dez agrotóxicos, e em terceiro lugar o Canadá que estabelece sete agrotóxicos em comum com a OMS. Porém, ao comparar os padrões de potabilidade do Brasil com a da União Europeia (UE), apenas para Aldrin+Dieldrin os valores são iguais, para os demais agrotóxicos são permitidas quantidades entre duas e cinco mil vezes a mais na água consumida pelos brasileiros. Apesar da atualização da portaria brasileira em 2021 que elevou para 40 ingredientes ativos que devem ser monitorados na água de consumo humano, os mesmos representam apenas 8% do total de ingredientes ativos registrados para uso agrícola no Brasil. Além disso, a portaria brasileira vigente não estabelece valor total para a mistura de agrotóxicos na água, apenas limites individuais, que somando pode chegar a 1.677,13µg/L, enquanto nos padrões de potabilidade da UE (portaria mais restritiva) o somatório dos agrotóxicos encontrados na água de consumo humano é de 0,5 µg/L. No geral, este estudo mostrou discrepâncias entre os padrões de potabilidade do Brasil, dos demais países analisados e OMS quanto ao número e VMP de agrotóxicos na água de consumo humano, assim, seria fundamental uma padronização mundial nos documentos regulatórios de potabilidade da água, com foco na promoção da saúde e no risco a exposição.

Palavras-chaves: Agroquímicos. Legislação de potabilidade. Saúde ambiental e humana.

ABSTRACT

The high use of pesticides in agriculture has caused environmental contamination, especially of water resources, which are essential for the supply of drinking water to the world population. This research analyzed the standards of water potability for human supply in terms of pesticides allowed in a country. The countries studied in this research are considered the largest consumers in dollars invested in the purchase and sale of these chemical products. Among them are: Brazil, United States, China, Japan, France, Germany, Canada, Argentina, India and Italy. In addition, the guidelines of the World Health Organization (WHO) were included in the study. This is a descriptive and documentary study, with a quantitative approach and data collection on drinking standards available on official government websites of countries and the WHO. The number of pesticides and their maximum permitted values (MPV) differ between the potability standards of the 10 countries and those established by the WHO. In the Brazilian potability ordinance, 40 pesticides are listed for monitoring, a number similar to the US, Canada, China and WHO potability standards, but with different MPV, which vary between 0.03 μ g/L and 500 μ g/L. From the pesticides present in the Brazilian ordinance, twelve are also included in the WHO regulatory documents, fourteen in Japan, seven in the US, eleven in Canada, five in India, China and Argentina. Among the countries, Brazil has the highest number of active ingredients similar to what is recommended by the WHO, reaching a total of twelve, followed by the USA and Japan with ten pesticides, and in third place Canada, which establishes seven pesticides in common with the WHO. However, when comparing the drinking standards of Brazil with those of the European Union (EU), only for Aldrin+Dieldrin the values are the same, for the other pesticides amounts between two and five thousand times more are allowed in the water consumed by Brazilians. Despite the update of the Brazilian ordinance, which raised to 40 active ingredients that must be monitored in water for human consumption, they represent only 8% of the total active ingredients registered for agricultural use in Brazil. In addition, the current Brazilian ordinance does not establish the total value for the mixture of pesticides in water, only individual limits, which together can reach 1,677.13 μ g/L, while in the EU potability standards (more restrictive ordinance) the sum of pesticides found in drinking water is 0.5 μ g/L. Overall, this study showed discrepancies between potability standards in Brazil and countries and the WHO regarding the number and MPV of pesticides in water for human consumption. health promotion and risk exposure.

Keywords: Agrochemicals. Potability legislation. Environmental and human health.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Portarias de potabilidade da água nos países que mais consomem (em valor investido no comércio) agrotóxicos no mundo 53
- Tabela 2. Valores Máximos Permitidos de ingredientes ativos de Agrotóxicos ($\mu\text{g/L}$) na água de consumo humano nos países que mais consomem agrotóxicos no mundo (em termos de valor investido no comércio destes químicos)..... 55
- Tabela 3. Valor máximo permitido dos agrotóxicos ($\mu\text{g/l}$) nos padrões de potabilidade da água do Brasil e da União Europeia para consumo humano 57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CAA - Código Alimentar Argentino

CE – Conselho Europeu

CIATox/SC - Centro de Informações e Assistência Toxicológica de Santa Catarina

CIDASC - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

EUA - Estados Unidos da América do Norte

FAFEOHS – Agência Francesa de Segurança da Saúde Alimentar, Ambiental e Ocupacional

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IARC - Agência Internacional de Pesquisa em Câncer

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

INCA - Instituto Nacional de Câncer

INPEV - Instituto Nacional De Processamento De Embalagens Vazias

IS - Padrões indianos

JICA - Agência de Cooperação Internacional do Japão

LMR – Limite Máximo de Resíduos

LQM - Limite de Quantificação do Método

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MPF - Ministério Público Federal

MPSC – Ministério Público de Santa Catarina

MS – Ministério da Saúde

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas
OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde
OPPs - Agrotóxicos Organofosforados
PARA - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PASR - Programa Alimento sem Risco
PCPA - Lei de Produtos para Controle de Pragas
PIB - Produto Interno Bruto
PL - Projeto de Lei
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRIA - Lei de Melhoria do Registro de Praguicidas
SINAN - Sistema de Informações de Agravos de Notificação
SINASC - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos
SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas
SUS - Sistema Único de Saúde
SVS/MS - Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde
UE - União Europeia
USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América
VMP – Valor Máximo Permitido
 $\mu\text{g/L}$ - Micrograma por litro

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Número de agrotóxicos presentes nas portarias de potabilidade da água dos países mais consumidores de agrotóxicos 54
- Figura 2. Valores máximos permitido ($\mu\text{g/L}$) de agrotóxicos comuns aos documentos regulatórios para água de consumo humano do Brasil e da OMS..... 57
- Figura 3. Valores máximos permitidos dos principais agrotóxicos usados no Brasil e que estão presentes nos padrões de potabilidade da água para consumo humano dos países selecionados para o estudo e Organização Mundial da Saúde..... 61

SUMÁRIO

1. IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO	27
2. INTRODUÇÃO.....	29
2.1 Pergunta de pesquisa	31
2.2 Objetivo Geral	31
2.3 Objetivos específicos	31
3. REVISÃO DE LITERATURA	32
3.1 Agrotóxicos na agricultura: uso e legislação	32
3.2 Principais impactos dos agrotóxicos ao ambiente e a saúde	38
3.3 Contaminação da água por agrotóxicos	43
3.4 Portarias de Potabilidade da Água para consumo humano e sua relação com saúde coletiva	45
4. ARTIGO CIENTÍFICO.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO	73
6. REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO.....	75

1. IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa apresenta como contribuição técnica e científica uma análise dos agrotóxicos presentes nas portarias de potabilidade da água para abastecimento humano nos dez países mais consumidores destes produtos químicos, cujos resultados podem contribuir para as discussões acadêmicas acerca das regulamentações de potabilidade da água para consumo humano.

A presente dissertação vinculada a linha de pesquisa do PPGAS - Condições da Vida e Manejo Ambiental visa, a partir de um pensamento sistêmico e interdisciplinar, promover a integração da instituição de ensino com o setor público, privado e com a população, a fim de contribuir com o direito universal de todos quanto a qualidade da água para consumo humano. Outro aspecto social é a disseminação do conhecimento produzido, que poderá ser usado para conscientizar a população acerca da importância do monitoramento de agrotóxicos nos mananciais e na água de consumo humano. Os resultados da dissertação também podem contribuir para a orientação dos agricultores e população em geral sobre o uso e manejo dos agrotóxicos e os riscos à saúde pela exposição referente ao consumo de água com agrotóxicos. Assim, a partir do momento que a população tem conhecimento dos riscos à saúde pode ter um maior engajamento em exigir melhorias nas políticas públicas, legislações de regulamentação (como as portarias), fiscalização regular e aderir a um desenvolvimento sustentável, seja ambiental, social e econômico do país.

2. INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são amplamente usados na agricultura, no entanto, são poluentes ambientais onipresentes, causando efeitos adversos na qualidade da água, biodiversidade e saúde humana (HESS, 2018; VASCONCELOS, 2018; MELIN *et al.*, 2020; SALEH; ZOUARI; AL-GHOUTI, 2020; SOUZA *et al.*, 2020; BARAN; SURDYK; AUTERIVES, 2021; TANG *et al.*, 2021). Segundo Tang *et al.* (2021) cerca de 64% das terras agrícolas globais estão em risco de poluição por pelo menos um ingrediente ativo.

Atualmente, os 10 países que mais consomem agrotóxicos em nível mundial em termos de dólar investido na compra e no comércio, em ordem decrescente, são: Brasil em primeiro lugar desde o ano de 2008, Estados Unidos, China, Japão, França, Alemanha, Canadá, Argentina, Índia e Itália (CARNEIRO *et al.*, 2015; VELINI, 2018). No Brasil, desde a metade do século XX há incentivos fiscais ao uso de agrotóxicos na agricultura, como a isenção de tributos sobre a importação e comercialização (COSTA; PIRES, 2016; MELO; MARQUES, 2016). No entanto, é importante destacar que práticas agrícolas sustentáveis não recebem os mesmos benefícios (CARNEIRO *et al.*, 2015; BATISTA *et al.*, 2020).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) evidencia uma elevada quantidade de ingredientes ativos comercializados no Brasil. Por exemplo, no ano de 2019 relatou-se uma produção de 494.092,38t de ingredientes ativos, foram importados 171.931,39t e destinados à exportação e vendas foi de 7.909,38t (BRASIL, 2021a). Convém, destacar que o consumo de agrotóxicos tem predominado nas culturas da soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, culturas destinadas à exportação e alimentação de animais (CARNEIRO *et al.*, 2015; PIGNATI *et al.*, 2017).

No geral, os ingredientes ativos quando lançados no meio ambiente por meio das atividades agrícolas podem infiltrar no solo, alcançar as águas superficiais e subterrâneas, além de contaminar o ar, as plantas, os animais e a população humana, atingindo desde trabalhadores rurais até o consumidor final (MELO; MARQUES, 2016; SOARES; FARIA; ROSA, 2016; FERREIRA *et al.*, 2018). O ambiente urbano e o rural estão diretamente associados quando se fala de água, pois a água que serve de abastecimento urbano pode ser contaminada pelas atividades agrícolas que utilizam agrotóxicos, cuja contaminação ocorre por intermédio de processos como a lixiviação, infiltração e escoamento superficial (SCHREIBER *et al.*, 2018; DERBALAH *et al.*, 2019).

Pesquisas tem mostrado altas concentrações de agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) estão presentes nas águas superficiais e subterrâneas em todo o mundo (HESS,

2018; MELIN *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2020; BARAN; SURDYK; AUTERIVES, 2021). A contaminação das águas por agrotóxicos ocorre principalmente onde predominam plantações de arroz, cana-de-açúcar, soja, milho, fruticultura, entre outras culturas, onde tem sido detectado elevadas concentrações de diversos ingredientes ativos (CHAU *et al.*, 2015; MATIAS; TAMANAHA, 2016; SOUZA; SILVA, 2016; ACAYABA, 2017; SCHLEDER *et al.*, 2017; HIGA *et al.*, 2019; KAMATA; MATSUI; ASAMI, 2020; BROVINI *et al.*, 2021; PÉREZ *et al.*, 2021).

No Brasil, há registros de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos de uso agrícola (HESS, 2018; CARNEIRO *et al.*, 2015). No estado de Santa Catarina, sul do Brasil, foi feito o registro de agrotóxicos na água potável de 22 municípios, onde foram detectados a presença de 17 agrotóxicos, destes a atrazina, simazina, bromopropilato, metalacloro, permetrina, propargite, propiconazol que são banidos na União Europeia (HESS, 2019).

No Brasil, desde 1977 há portarias que visam estabelecer procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para abastecimento humano e seu padrão de potabilidade, incluindo a obrigatoriedade de avaliar a presença e a concentração de ingredientes ativos de agrotóxicos (BRASIL, 2012, 2021b). A primeira portaria foi a BSB n. 56/1977, a partir desta houve seis atualizações até então, sendo elas: Portaria GM n. 36/1990; Portaria MS n. 1.469/2000; Portaria MS n° 518/2004, a MS n° 2.914/2011; a Consolidação n. 5/2017 e atualmente em vigor a Portaria GM/MS n. 888/2021 (BRASIL, 1977, 1990, 2000a, 2004, 2011, 2017, 2021c). Assim, as companhias de abastecimento público precisam monitorar semestralmente a presença e quantidade de agrotóxicos na água distribuída à população (BRASIL, 2021c).

Os ingredientes ativos de agrotóxicos podem causar danos para a saúde humana que vão desde intoxicação aguda à crônica, provocando alterações nos sistemas endócrino e reprodutor, neuropatias, imunotoxicidade, desenvolvimento de neoplasias, além de alteração do comportamento animal, como feminilização de machos e masculinização de fêmeas (CARNEIRO *et al.*, 2015; CORCINO *et al.*, 2019; PLUTH; ZANINI; BATTISTI, 2019; SILVÉRIO *et al.*, 2020; AGOSTINETTO *et al.* 2021; PRADO *et al.* 2021). Dados gerais mostram que no Brasil entre 2010 e 2017 ocorreram 33.245 casos de pessoas intoxicadas com 1.005 óbitos registrados por intoxicação aguda, em ambos os casos, resultante de agrotóxicos de uso agrícola (SINITOX, 2017). Ainda no Brasil só no ano de 2017 foram registrados 2.548 pessoas intoxicadas e 61 óbitos, os quais representam 30,50% casos de óbitos decorrentes da intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola (SINITOX, 2017).

Deste modo, ao priorizar a produção agrícola com uso intensivo de agrotóxicos e de

outros poluentes, pode-se simultaneamente provocar uma contaminação complexa dos recursos hídricos, que são essenciais para o abastecimento da população (CARNEIRO *et al.*, 2015; HIGA *et al.*, 2019). Assim, o objetivo dessa dissertação foi analisar as portarias de potabilidade de água em termos da presença e quantidade de agrotóxicos permitidos, buscando a interface entre o ambiente e a saúde.

2.1 Pergunta de pesquisa

Existe diferença quanto aos agrotóxicos presentes entre as portarias de potabilidade de água de abastecimento humano nos dez países com maior consumo destes produtos químicos?

2.2 Objetivo Geral

Analisar as portarias de potabilidade água para abastecimento humano quanto aos agrotóxicos monitorados nos dez países com maior consumo destes produtos químicos.

2.3 Objetivos específicos

- Contextualizar o uso de agrotóxico na agricultura como fonte de contaminante para água potável.
- Extrair informações sobre os agrotóxicos que constam nas portarias de potabilidade da água dos países com maior consumo de agrotóxicos;
- Comparar o número de ingredientes ativos de agrotóxicos e seus limites máximos permitidos nas portarias de potabilidade da água entre os dez países com maior consumo de agrotóxicos.
- Avaliar os padrões de potabilidade da água do Brasil em relação aos agrotóxicos permitidos nos demais países e a organização mundial da saúde.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Na revisão de literatura apresentada a seguir será descrito um breve panorama sobre o uso de agrotóxicos na agricultura e as principais legislações. Também concernirá sobre os principais impactos dos ingredientes ativos ao ambiente e à saúde e, conseqüentemente a contaminação da água por esses produtos químicos. Ainda abordará a respeito das portarias de potabilidade da água para consumo humano, bem como a sua relação com saúde coletiva.

3.1 Agrotóxicos na agricultura: uso e legislação

Agrotóxicos são substâncias e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, utilizados nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento das atividades agropecuárias, e outros ambientes onde for aplicado, alterando a flora e a fauna, a fim de proteger as plantas e os seres humanos de doenças e danos (BRASIL, 1989). Também são agentes químicos usados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 1989).

O desenvolvimento desses ingredientes químicos teve início do século XX com o objetivo de produzir armas químicas a serem usadas nas guerras mundiais (CARNEIRO *et al.*, 2015). Com o fim da Segunda Guerra Mundial, muitas indústrias com o apoio das instituições de saúde pública ocultaram a nocividade dos agrotóxicos, e adotaram esses ingredientes ativos na eliminação de pragas da agricultura, da pecuária e de doenças endêmicas transmitidas por vetores (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Esse modelo adotado pelas indústrias surgiu no país com o apoio do governo que articulou medidas governamentais e legislativas, entre elas, a instituição do crédito rural subsidiado pelo governo, consignado ao uso de agrotóxicos (CARNEIRO *et al.*, 2015; COSTA; PIRES, 2016; MELO; MARQUES, 2016).

Entre os anos de 2000 a 2018 constatou-se um aumento de 338,1% na comercialização de ingredientes ativos no Brasil (BRASIL, 2021a). No ano de 2019 a produção, importação e as vendas de ingredientes ativos aumentaram com relação ao ano anterior, com um percentual de 47,2% na produção, de 20,4% na importação e de 50,4% nas vendas nacionais (BRASIL, 2021a). Destacando-se em primeiro lugar, dentre os agrotóxicos químicos mais vendidos em 2019 o glifosato e seus sais, ultrapassando 217 mil toneladas/ano (BRASIL, 2021a). Em segundo lugar no mesmo ano 2,4-D, na média de 52 mil toneladas/ano. Em terceiro lugar ficou o mancozebe e com mais de 49 mil toneladas/ano (BRASIL, 2021a).

A monocultura tem ocupado os espaços agrícolas nos 10 países selecionados, com

destaque para a produção de grãos como o milho, arroz, soja e trigo (CARNEIRO *et al.* 2015). Assim, o uso do agrotóxico herbicida glifosato vem se destacando dentre os agrotóxicos mais usados, pois nos últimos anos a opção pelas culturas transgênicas, que dependem desse produto químico no processo de cultivo, tem sido prevalente nas espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo (BOMBARDI, 2017; CALDAS *et al.*, 2019). Por exemplo, quanto à produção de milho, Estados Unidos ocupou a 1^o posição no ranking mundial da safra 2021/2022 na produção de milho (32,2% do total produzido), seguido pela China (22,4%) e o Brasil (9,9%) (BRASIL, 2021d). Em relação aos demais grãos, a produção e consumo de arroz se destaca em razão de se adaptar com facilidade no ambiente a ser cultivado, sendo inclusive cultivado em todos os continentes (EMBRAPA, 2019). A China detém a maior produção de arroz (29,4% da safra 2021/2022), seguida pela Índia (23,9%) (BRASIL, 2021d). Enquanto o Brasil na safra 2021 teve um aumento na produção de arroz de 5% acima do registrado em 2019/20, se destacando na produtividade de forma significativa os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (BRASIL, 2021e).

Outra cultura com destaque na produção mundial trata-se da soja, a qual tem sido utilizada pela agroindústria, indústria de alimentos e química, inclusive como fonte alternativa de combustível (EMBRAPA, 2019). O Brasil ocupou a 1^a posição no ranking mundial na safra da soja em 2021/2022 com 37,4% da produção mundial, seguido pelo EUA (31,1%), Argentina (13,5%), China, Índia e na 7^o posição o Canadá (ambos com 9,4% do total) (BRASIL, 2021d).

A produção de trigo também tem grande importância entre as *comodities* mundial, cuja maior produção safra de trigo em 2021/2022 está na União Europeia (17,4% do total produzido), China (17,2%) e Índia (13,6%) (BRASIL, 2021d).

O cultivo das culturas transgênicas tem se expandido em grande escala, com uso intenso de agrotóxicos e fertilizantes químicos em todo o seu ciclo de desenvolvimento (CARNEIRO *et al.*, 2015; GABOARDI; CANDIOTTO; RAMOS, 2019; SAMPAIO *et al.*, 2020). Dentre tais culturas, na soja transgênica são usados os maiores quantitativos de agrotóxicos, especialmente de glifosato, paraquate, diquat e o 2,4-D, para eliminar as ervas daninhas que estão mais resistentes (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Diante dos riscos atrelados ao uso dos agrotóxicos na agricultura, países da União Europeia criaram leis e determinaram aos órgãos responsáveis avaliação da toxicidade e análise do risco à saúde e ao ambiente, a curto e longo prazo (BOMBARDI, 2017).

Em de 21 de outubro de 2009 foi aprovada a Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, que regulamenta medidas comunitárias no uso sustentável dos agrotóxicos a partir de ações que visam à redução dos riscos no uso de

agrotóxico para a saúde humana e ao ambiente, proporcionando mecanismos de proteção integrada e abordagens ou técnicas alternativas não químicas (EUROPA, 2009).

Entretanto, apenas alguns países têm seguido a Diretiva 2009/128/CE com planos objetivos quanto à redução de uso de agrotóxicos e seus ingredientes ativos (GONÇALVES, 2016). Neste contexto, a França criou o programa denominado Écophyto, com diminuição de 50% do uso de agrotóxicos no país no período entre 2008 a 2018 (GONÇALVES, 2016). Do mesmo modo, a Alemanha tem o objetivo de reduzir 30% dos riscos causados pelo uso de agrotóxicos e seus ingredientes ativos no ambiente até o ano de 2023, com referência no valor médio dos prejuízos causados ao ambiente entre os anos de 1996 e 2005 decorrentes do uso de agrotóxicos, de modo a reduzir o uso dessas substâncias a partir de planos específicos (GONÇALVES, 2016). Dentre os planos de proteção ambiental na Alemanha está o plano de ação para proteção de insetos, que tem como objetivo garantir que os habitats ricos em insetos recebam status de protegido e, com isso até dezembro de 2023 visa banir o uso do agrotóxico glifosato e de outros ingredientes ativos na Alemanha (VOGEL, 2019).

Da mesma forma, os EUA criaram em 2003 a Lei de Melhoria do Registro de Praguicidas (PRIA) que determina que empresas fabricantes de agrotóxicos paguem taxas de serviço ao estado conforme o ingrediente ativo a ser registrado (USA, 2019).

E o Canadá tem em vigor desde o ano 2002 a Lei de Produtos para Controle de Pragas (PCPA) que estabelece a obrigatoriedade de constar informações essenciais no rótulo das embalagens de agrotóxicos e afins, entre elas, informar o equipamento adequado para aplicação do respectivo produto, instrução acerca da pulverização que deve ser realizada apenas em horários específicos do dia e a depender das condições climáticas que minimizem a dispersão de agrotóxicos no ar, além de informações sobre a quantidade de agrotóxicos que podem ser utilizados numa determinada área (CANADA, 2009; OECD, 2014).

O Brasil tem a Lei n. 7.802/1989 denominada Lei de Agrotóxicos que foi alterada pela Lei n. 9.974/00, na qual avalia o perigo dos agrotóxicos à saúde e ao ambiente, regulamenta e fiscaliza o processo de uso, comercialização e o destino final dos resíduos e embalagens dos agrotóxicos e sua composição (BRASIL, 1989, 2000b). Tendo em vista os danos causados pelo uso e consumo de agrotóxicos alguns países atualizam frequentemente suas portarias de registros de ingredientes ativos permitidos, enquanto no Brasil o registro de um agrotóxico é considerado *ad aeternum*¹ (CARNEIRO *et al.*, 2015).

1 *ad aeternum* - não tem prazo definido para terminar a vigência

A Lei n. 9.974 de 2000 se refere de forma específica sobre o recolhimento, transporte e destinação final das embalagens vazias, produtos em desuso, bem como restos de produtos de agrotóxicos e seus ingredientes ativos (BRASIL, 2000b). Neste sentido, percebe-se a partir dos dados do IMPEV que o Brasil ao criar o Programa Campo Limpo tornou-se referência mundial em termos de destinação adequada de embalagens vazias (INPEV, 2019).

Desde o ano de 1997 já havia a norma técnica NBR 13968 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que define os procedimentos para a adequada lavagem de embalagens rígidas vazias de agrotóxicos que armazenavam formulações miscíveis ou dispersáveis em água, classificadas como embalagens não-perigosas, para fins de manuseio, transporte e armazenagem (BRASIL, 1997).

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA n. 465/2014 regulamenta no Brasil os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias ou contendo resíduos, de agrotóxicos e seus ingredientes ativos (BRASIL, 2014)

Entretanto, mesmo com a existência das normas e resoluções mencionadas, verifica-se, ainda que essas legislações que estão em vigor no Brasil não regulamentam a avaliação toxicológica e a descrição dos ingredientes ativos de agrotóxicos nos rótulos dos produtos formulados (HESS, 2018). E, conseqüentemente pode resultar em perigo à saúde humana, aos animais e ao ambiente, tendo em vista que essas substâncias usadas nas formulações de agrotóxicos são tóxicas (HESS, 2018).

Ainda, é de preocupação pública as propostas de Projeto de Lei (PL) no Congresso Nacional, entre eles o PL n. 6.299/2002 também denominado Pacote do Veneno, que se encontra em tramitação no Congresso Nacional, especificamente no Plenário da Câmara dos Deputados para a sua aprovação (BRASIL, 2018a).

Além disso, a proposta PL n. 6.299/2002 prevê a alteração da terminologia agrotóxicos para a palavra “fitossanitário” e “produtos de controle ambiental” com o propósito de ocultar a toxicidade do produto como se fossem meramente insumos agrícolas (ABRASCO, 2018; MPF, 2018). Além de ser inconstitucional essa ocultação, pois a constituição Federal veda retrocessos ambientais e determina adoção de políticas que visam reduzir riscos de doenças (ABRASCO, 2018; MPF, 2018). Portanto não se pode negar o perigo e toxicidade desses produtos levando em consideração os estudos científicos que já comprovaram doenças ocasionadas pelo uso dessas substâncias (ABRASCO, 2018; MPF, 2018).

O referido projeto de lei também altera a análise de “identificação do perigo” dos agrotóxicos quanto às doenças crônicas não transmissíveis e do câncer, para que seja realizada

apenas a “análise de riscos” dos agrotóxicos (INCA, 2018). A análise do perigo diz respeito à propriedade inerente do agrotóxico com capacidade de causar efeitos tóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente, enquanto o risco é a probabilidade de ocorrer efeito tóxico para a saúde humana e o meio ambiente (BRASIL, 2018a, FIOCRUZ, 2018; INCA, 2018; MPF, 2018).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) já se manifestou contrária a aprovação do referido projeto que retira da Agência o poder de veto na decisão final quanto ao registro ou não de determinada substância (BRASIL, 2018a).

Na Lei vigente de agrotóxicos, a ANVISA/Ministério da Saúde é o responsável pelo procedimento de avaliação toxicológica, por fixar o limite máximo de resíduos permitido nos alimentos, bem como avaliar se os agrotóxicos e seus princípios ativos oferecem riscos à saúde humana (BRASIL, 2018a). Já a avaliação de periculosidade ambiental fica a cargo do IBAMA/Ministério do Meio Ambiente, enquanto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), trabalha com a avaliação da eficiência agronômica e registro final dos agrotóxicos (BRASIL, 2018a; MPF, 2018). Com a PL n. 6.299/2002 serão excluídos os órgãos responsáveis por avaliar os impactos sobre a saúde e o meio ambiente da avaliação e do processo de registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins (BRASIL, 2018a; INCA, 2018; MPF, 2018).

A fim de garantir a segurança alimentar ao consumidor foi criado o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) que está vinculado atualmente ao Ministério da Saúde, através da ANVISA, que é responsável por avaliar a quantidade de agrotóxicos, ingredientes ativos e afins dos vegetais (BRASIL, 2019). Já o Projeto de Lei n. 6.299/2002 visa retirar essa função que vem sendo realizado pela ANVISA e torná-la de competência do setor da agricultura (BRASIL, 2018a, FIOCRUZ, 2018).

Outro fator negativo do PL n. 6.299/2002 refere-se aos procedimentos de análise para fins de registro de agrotóxicos ainda não certificados no Brasil, os quais passariam a ser averbados se o produto em questão já tenha uso autorizado em países participantes da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE), sem necessitar uma avaliação de critérios como semelhança climática, demográfica e epidemiológica dos países da OCDE adotados como referência (MPF, 2018).

O referido PL n. 6.299/2002 prevê exceções quanto a possibilidade do uso de agrotóxico sem a necessidade da receita emitida por agrônomo, além disso, o mesmo PL exclui a responsabilização penal prevista na lei n. 7.802/89, e as respectivas infrações são substituídas pelo já existente crime de destinação de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos e pela

produção, armazenagem, transporte, importação, utilização ou comercialização de substâncias não registradas ou não autorizadas (ABRASCO, 2018). Com isso, a tutela do Meio Ambiente fica ineficiente, pois deixa de existir sanção penal em relação a condutas e atividades consideradas lesivas, entre elas, a aplicação sem receituário agrônomo, fora dos parâmetros da bula ou fora dos limites determinados para pulverização terrestre ou aérea (MPF, 2018). Ressalta-se que de acordo com o princípio da precaução o ônus da prova deve ser invertido, isto é, a empresa fabricante de agrotóxico deve assumir a responsabilidade de provar a inexistência nociva de tais substâncias a serem introduzidas no mercado (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Portanto, o PL em comento viola o princípio da precaução que tem como objetivo impedir que determinada substância seja reproduzida e utilizada enquanto perdurar o desconhecimento científico dos danos graves ou irreversíveis que esta substância possa ocasionar à saúde e ao meio ambiente (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Convém destacar, que é necessária a atualização da lei n. 7.802/89, em vigor no Brasil, especialmente pelo fato de ser considerada antiga, no entanto, não ao ponto de alterar as questões comentadas que podem afetar a saúde humana e/ou ambiental (ABRASCO, 2018; MPF, 2018).

Dessa forma, fica evidente o objetivo deste Projeto de Lei em tentar desregulamentar a Lei de Agrotóxicos com pensamento voltado somente ao lucro e sem olhar para o retrocesso dos direitos à saúde humana, animal e ao meio ambiente, já adquiridos (ALMEIDA *et al.*, 2015; ZANUTO; CABRAL, 2020). A partir de todos esses fatos negativos elencados, há entendimento de que esse Projeto de Lei é inconstitucional, pois viola o direito a uma vida digna e ambiente saudável (ABRASCO, 2018; MPF, 2018).

Quanto à regulamentação do uso de agrotóxicos na agricultura, além da legislação Federal, os Estados e o Distrito Federal também tem competência para legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos (BRASIL, 1989). E, os municípios podem possuir leis específicas sobre a utilização e armazenamento dos agrotóxicos (BRASIL, 1989).

Com relação às legislações estaduais sobre os agrotóxicos, Santa Catarina vinha se destacando como um dos primeiros estados brasileiros ao promulgar um projeto de Lei Estadual n. 17.720/2019 que definia a cobrança de ICMS sobre a comercialização de agrotóxicos, conforme a toxicidade do produto (SANTA CATARINA, 2019a). Todavia, esse projeto já foi suspenso pela assembleia legislativa do Estado que sancionou a Medida Provisória n. 226/2019 que mantém a isenção de tributos sobre a comercialização de agrotóxicos até a data de 31 de

dezembro do corrente ano (SANTA CATARINA, 2019b). E, por fim em data de 11/12/2019 foi sancionada a Lei nº 17.820/2019 que isenta do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) as operações internas com insumos agropecuários (SANTA CATARINA, 2019c).

O Ceará foi o primeiro estado brasileiro a proibir a pulverização aérea de agrotóxicos a partir da Lei Zé Maria do Tomé que decorre da resistência do ambientalista José Maria Filho morto no ano de 2010 por denunciar a pulverização na Chapada do Apodi, município de Limoeiro do Norte (LAVOR, 2019).

Os municípios de Abelardo Luz (SC), Cascavel (PR) e Jataí (GO) não proibiram pulverização aérea de agrotóxicos em sua totalidade, mas buscaram restringir esse método de aplicação de agrotóxicos próximo a escolas, moradias e unidades de saúde (LAVOR, 2019). O município de Abelardo Luz (SC) promulgou a Lei n.1.454/01 que restringe a pulverização aérea de agrotóxicos num raio de 2km do perímetro urbano e o município de Jataí (GO) por meio da criação da Lei n.3.746/15 veda aplicação aérea de agrotóxicos num raio de 1km das áreas urbanas e adota critérios meteorológicos para aplicação (SINDAG, 2018). Outro avanço recente foi a sanção da Lei n. 10.628/2019 que proíbe no município de Florianópolis (SC) o uso e armazenamento de agrotóxicos na produção agrícola, pecuária ou extrativista na parte insular do município, sob pena de advertência e/ou multa (FLORIANÓPOLIS, 2019).

3.2 Principais impactos dos agrotóxicos ao ambiente e a saúde

Apesar das prerrogativas previstas nas legislações nacionais e internacionais, o uso excessivo dos agrotóxicos na agricultura é um fator de risco à saúde humana e animal e ao meio ambiente nos seus diferentes compartimentos como solo, ar e a água (CARNEIRO *et al.*, 2015; NICOLOPOULOU-STAMATI *et al.*, 2016). Ou seja, a essência dos agrotóxicos é tóxica, pois tem como finalidade matar seres vivos denominados como pragas nas plantações (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Segundo o dossiê da ABRASCO, apenas parte dos agrotóxicos pulverizados são retidos nas plantas, mesmo quando realizada a calibração dos equipamentos, aplicação dos agrotóxicos em temperatura e ventos dentro dos padrões estabelecidos, outra parte dos agrotóxicos aplicado nas lavouras se dispersa na atmosfera, os quais podem infiltrar no solo e águas superficiais, sendo lixiviados para lençóis freáticos e aquíferos (CARNEIRO *et al.*, 2015).

O descarte irregular de embalagens de agrotóxicos também é um dos principais meios de contaminação do meio ambiente (MORELLO *et al.*, 2019; PEDROSO *et al.*, 2020). Uma pesquisa realizada por Morello *et al.* (2019) com 82 agricultores de duas áreas rurais de um município de Santa Catarina, a partir de questionários acerca do descarte de resíduos de agrotóxicos em pomares de maçã, mostrou que 85,5% dos entrevistados procedem o manejo adequado das embalagens vazias, entregando nos locais de coleta, já os demais descartam as embalagens desses ingredientes ativos de modo irregular, jogando as mesmas ao ar livre ou queimando (MORELLO *et al.*, 2019). Além disso, 20,7% dos entrevistados que fazem o processo de devolução deixam as embalagens ao ar livre de forma exposta a contaminação das pessoas e animais até o momento de realizar a devolução (MORELLO *et al.*, 2019).

No estudo realizado com 79 agricultores do Planalto Catarinense (Brasil) foi possível constatar que quase metade desses produtores rurais transportam os agrotóxicos em carro fechado com outros produtos, e com relação ao armazenamento eles não possuem um local exclusivo para agrotóxicos (PEDROSO *et al.*, 2020). Ainda, foi possível verificar que 26,6% dos entrevistados não recebem assistência técnica, 25,3% adquirem agrotóxicos sem prescrição e 5,1% não fazem logística reversa de embalagens vazias (PEDROSO *et al.*, 2020).

Segundo as autoras Morello *et al.* (2019) e Pedroso *et al.* (2020), é necessário orientação aos agricultores quanto a importância do descarte adequado das embalagens de agrotóxicos e uma fiscalização regular pelo órgão competente conforme preceitua a legislação vigente.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) tem evidenciado contaminação por agrotóxicos em alimentos (BRASIL, 2016; BRASIL, 2019). Dentre os alimentos monitorados entre o período de 2013 a 2015 está o milho (fubá), arroz e trigo (BRASIL, 2016). A agência ao monitorar amostras de milho (fubá) entre o período de 2013 a 2015 identificou sete diferentes agrotóxicos, entre eles, pirimifós-metílico, diclorvós com concentração inferior ao LMR, mas pendimetalina com concentração acima do LMR (BRASIL, 2016). Ainda, foi detectado diclorvós, agrotóxico não permitido no cultivo de milho (BRASIL, 2016). Em amostras de arroz, foram encontrados 33 agrotóxicos, entre eles, tebuconazol, pirimifós-metílico e cipermetrina (BRASIL, 2016). Foram detectados também os agrotóxicos cipermetrina e tebuconazol com concentrações acima do LMR, além de 13 princípios ativos não permitidos para a cultura de arroz (BRASIL, 2016). Da mesma forma, foram encontrados 17 agrotóxicos no trigo, entre eles, os ativos pirimifós-metílico, bifentrina, fenitrotiona e clorpirifós, quatro substâncias não autorizadas para a cultura e o agrotóxico clorpirifós-metílico sem registro no Brasil (BRASIL, 2016).

Já no monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos no ciclo 2017/2018 foi monitorado dentre os cereais apenas o arroz, que apresentou nas amostras 23 agrotóxicos, entre eles, tebuconazol, triciclazol e glifosato (BRASIL, 2019). Foi detectado também o agrotóxico piraclostrobina com concentrações acima do LMR, além de sete princípios ativos não permitidos para a cultura de arroz, como é o caso dos agrotóxicos captana, clotianidina e fenpropatrina (BRASIL, 2019).

No estado de Santa Catarina há o programa Alimento sem Risco – PASR que visa fiscalizar e combater o uso irregular e indiscriminado de agrotóxicos (SANTA CATARINA, 2021). O PASR é uma parceria da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC, MPSC, entre outros, que busca garantir uma alimentação segura à população quanto ao uso indevido de agrotóxicos nos alimentos vegetais (SANTA CATARINA, 2021). O PASR constatou entre os anos de 2011 e 2016 um aumento de produtos com resíduos de agrotóxicos, pois no ano de 2011 verificou-se que 35% dos alimentos analisados possuíam resíduos de agrotóxicos, já em 2016 foi detectada uma média de 50% dos alimentos analisados com resíduos de agrotóxicos (MPSC, 2021).

O consumo de agrotóxico pode ocasionar diversos efeitos na saúde humana, como levar ao óbito ou a intoxicação aguda ou crônica das pessoas expostas direta e indiretamente a tais ingredientes ativos (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Convém mencionar ainda que no Relatório Nacional de Vigilância de populações expostas aos ingredientes ativos, entre os estados que tiveram maior número de casos de intoxicação aguda conforme notificação SINAN – Brasil (2007-2015) está São Paulo, Minas Gerais e Paraná totalizando 41.049 dos casos de intoxicação notificados no país (BRASIL, 2018b). Além disso, no ano de 2017 foi constatado um percentual de 34,62% de óbito decorrentes de intoxicação provenientes do uso desses ingredientes ativos na agricultura (SINITOX, 2017).

No estudo realizado por Corcino *et al.*, 2019 sobre o impacto do uso dessas substâncias na saúde humana no Vale do São Francisco, no qual foram entrevistados 339 trabalhadores rurais do sexo masculino e residentes nos perímetros irrigados dos municípios de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, mostrou que 9% da população estudada já sofreu intoxicação, porém somente um percentual inferior a 7% buscou atendimento especializado.

No estado de Santa Catarina verificou-se no ano de 2018 que os municípios Rio do Campo (18 casos de intoxicações), Joinville (12 casos de intoxicações), Ibirama (11 casos de intoxicações), Itaiópolis (11 casos de intoxicações) e a Capital Florianópolis (10 casos de intoxicações), estão entre os municípios com maior número de notificações de intoxicação exógena por ingredientes ativos (SANTA CATARINA, 2019d).

Um estudo realizado em um município Serra Catarinense (Brasil), com agricultores que cultivam maçãs, mostrou que dentre 82 agricultores entrevistados 13 destes sofreram intoxicação decorrente do uso de ingredientes ativos e seis tiveram acompanhamento médico (OLIVEIRA, 2018). Ainda, 40 agricultores relataram terem sentido sintomas como dor de cabeça, tontura, depressão e náuseas/vômito após exposição ao mancozebe e o fenitrotona (OLIVEIRA, 2018).

No estudo feito em outro município da Serra Catarinense (Brasil) com 80 trabalhadores rurais constatou-se que 23,75% já sofreram intoxicação por agrotóxico e 15% relataram sentir dois ou mais sintomas de intoxicação durante a aplicação (PRADO *et al.*, 2021). Ainda, foi possível verificar que 25% dos entrevistados têm ou já teve depressão, estando diretamente associada à ocorrência de depressão e os casos de intoxicação (PRADO *et al.*, 2021).

Quanto a casos de intoxicação no estado de Santa Catarina, em pesquisa realizada por Evaristo (2019), em entrevistas com 79 agricultores de ambos os sexos em um município da região Serrana de Santa Catarina, população na faixa etária de 41 a 60 anos, que cultivam grãos de feijão, milho e soja, foi possível identificar que 21,5% dos agricultores já se intoxicaram pela exposição a agrotóxicos.

Em pesquisa com base em dados oficiais publicados no site Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Centro de Informações e Assistência Toxicológica de Santa Catarina (CIATox/SC) no período de 2005 a 2017, constatou-se no estado de Santa Catarina a predominância de intoxicação por ingredientes ativos em adultos na faixa etária de 20 a 59 anos (SILVA *et al.*, 2019). Logo em seguida, as crianças (0-9 anos) apresentaram o segundo maior número de casos notificados de intoxicação por agrotóxicos no estado, existindo uma correlação entre os casos de intoxicação destas com o número de ingredientes ativos registrados no Brasil (SILVA *et al.*, 2019).

A exposição aos agrotóxicos pode provocar malformações congênitas da população exposta (DUTRA; FERREIRA, 2019). Os pesquisadores a partir de informações dos nascidos vivos com anomalias (Sinasc/Ministério da Saúde) de 2000 a 2016 mostraram que as microrregiões dos estados brasileiros considerados os maiores produtores de grãos apresentaram as taxas mais elevadas de anomalias congênitas, que por vez podem estar diretamente associadas à exposição da população aos ingredientes ativos usados no cultivo das *commodities* agrícolas.

Os ingredientes ativos captafol, DDT, diazinon, glifosato, dibrometo de etileno e malationa são considerados os principais responsáveis pelo desenvolvimento de carcinogenicidade humana (COCCO, 2018). Ainda, em relatos dos usuários desses ingredientes

ativos foi possível constatar a manifestação das doenças crônicas como asma e bronquite, imunossupressão e doenças neurodegenerativas (COCCO, 2018).

Em estudo realizado por Martin *et al.*, (2018) identificou-se que o uso de agrotóxicos na agricultura tem colaborado no desencadeamento de câncer de cólon e aos óbitos decorrentes da doença. Uma vez que, os óbitos por câncer de cólon tiveram um aumento significativo nas regiões sudeste, sul e demais regiões do Brasil por mais de uma década, associada aos quantitativos de agrotóxicos vendidos no mesmo período (MARTIN *et al.*, 2018).

Os pesquisadores Attaullah *et al.*, (2018) encontraram concentrações mais elevadas de agrotóxicos organoclorados (nível médio de 2,041 mg/kg de agrotóxicos) em amostras de soro de pessoas diagnosticadas com câncer de mama quando comparadas com pessoas saudáveis. Os autores destacaram a presença do agrotóxico endossulfam com uma concentração média de 0,214 mg/kg nas pessoas com câncer e 0,166 mg/kg no grupo saudável, seguido pelo agrotóxico 4,4-DDE, com uma concentração média de 0,131 mg/kg nas pessoas com câncer e 0,019 mg/kg nas pessoas saudáveis (ATTAULLAH *et al.*, 2018). Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que os agrotóxicos organoclorados foram associados positivamente ao risco de vários tipos de câncer em humanos.

Também, tem constatado nos estudos que o consumo de água subterrânea com maior teor de organoclorados podem contribuir para o aumento do risco de diabetes, especificamente como a diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (TYAGI *et al.*, 2021). Pois, no presente estudo foi possível identificar que dos indivíduos recrutados que consumiram água subterrânea contaminada, 42% tinham DM2, 38% pré-diabetes e os 20% restantes foram considerados normais (TYAGI *et al.*, 2021).

Em revisão sistemática e de meta-análise feita por Han, Kim e Song (2019) acerca dos agrotóxicos de uso agrícola mostrou que a exposição a essas substâncias foi associada positivamente com o câncer de tireoide, ou seja, a exposição a herbicidas e outros agrotóxicos de uso agrícola correspondem a um risco para o desenvolvimento de câncer de tireoide.

Ainda, em estudo preliminar realizado por Zeigelboim *et al.* (2019) com 15 trabalhadores do sexo masculino encaminhados pelo Sindicato dos Funcionários Federais da Saúde, Trabalho, Seguridade Social e Ação Social, Brasil, expostos a agrotóxicos organofosforados e piretróides foi possível identificar tontura (73,4%), dor de cabeça (60%) e formigamento nas extremidades (53,4%) dentre os sintomas neurológicos mais relatados. Já com relação aos sintomas clínicos destacaram-se ansiedade (26,7%) e zumbido (20%) (ZEIGELBOIM *et al.*, 2019).

Na pesquisa experimental realizada com girinos (*Physalaemus cuvieri* e *Rhinella*

icterica) foi possível identificar o efeito da toxicidade aguda do glifosato no comportamento e morfologia de girinos, os quais apresentaram alterações morfológicas quanto ao peso e comprimento (ALMEIDA; RODRIGUES; IMPERADOR, 2019). Os pesquisadores ainda constataram que os girinos *P. cuvieri* foram mais prejudicados, entretanto, ambos estão sujeitos à mortalidade quando o glifosato contém em sua formulação o surfactante POEA.

Outro experimento realizado pela Escola de Medicina da Universidade Tokai, Kanagawa, Japão em camundongos mostrou que o agrotóxico acetamiprido interfere no sistema nervoso e no sistema reprodutivo (TERAYAMA *et al.*, 2018). Constatou-se durante o estudo que camundongos na fase adulta são mais sensíveis ao agrotóxico acetamiprido que os camundongos filhotes (TERAYAMA *et al.*, 2018).

3.3 Contaminação da água por agrotóxicos

Os agrotóxicos podem contaminar as águas superficiais (rios, riachos) e subterrâneas por meio da lixiviação, escoamento superficial e infiltração no solo, além da contaminação direta pela deriva dos agrotóxicos durante as aplicações (CARNEIRO *et al.*, 2015; HESS, 2018; SCHREIBER *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2019). A contaminação das águas por agrotóxicos ocorre especialmente onde predominam plantações de arroz, cana-de-açúcar, soja, milho, fruticultura, entre outras atividades agrícolas (CHAU *et al.*, 2015; MATIAS; TAMANAHA, 2016; ACAYABA, 2017).

Vários estudos têm quantificado agrotóxicos na água superficial e de consumo humano em várias regiões do mundo. Por exemplo, um estudo realizado em seis estações de tratamento de água potável de áreas rurais do sul de Ontário no Canadá evidenciou a presença dos agrotóxicos tiametoxam, clotianidina e imidaclopride em água não tratada (SULTANA *et al.*, 2018). O tiametoxam foi encontrado em uma amostra de água para consumo humano não tratada (concentração média de $0,28 \mu\text{g L}^{-1}$), com valor superior ao limite máximo permitido (LMP) em certas jurisdições e pela diretiva da União Europeia (LMP $<0,1 \mu\text{g L}^{-1}$) para água destinada ao consumo humano (SULTANA *et al.*, 2018).

No rio Sagami em Kanagawa no Japão foi encontrado neonicotinóides, tefuril-triona, tebuconazol e bromacil, sendo que estes dois últimos estavam presentes na água mesmo não sendo período de aplicação dos agrotóxicos (SATO *et al.*, 2016).

Um estudo realizado em águas superficiais no município de Iguatu, Ceará identificou elevado potencial de contaminação das águas por atrazina, plicoram e clorpirifós provenientes da utilização dos mesmos nas atividades agrícolas (PINHEIRO *et al.*, 2017). Enquanto os agrotóxicos lambda cialotrina, clorpirifós e paraquate apresentaram elevado potencial de

contaminação do sedimento (PINHEIRO *et al.*, 2017).

Na avaliação da contaminação por agrotóxicos em mananciais de municípios da Região Sudoeste do Paraná/Brasil dos 29 compostos analisados, atrazina, epoxiconazol, fipronil, iprodiona, malationa, penoxsulam, simazina e tebuconazol apresentaram valores acima do limite de quantificação do método (LQM) com concentrações que variaram de 0,005 a 1,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ (VIEIRA *et al.*, 2017). Ao comparar o LQM das substâncias analisadas verifica-se que estão dentro do limite máximo permitido pela portaria de potabilidade de água n. 2.914/2011 do Ministério da Saúde (VIEIRA *et al.*, 2017). No entanto, quando se compara com a legislação da União Europeia duas amostras não estariam de acordo com os padrões de potabilidade da água, pois a atrazina apresentou níveis superior ao permitido (VIEIRA *et al.*, 2017).

No monitoramento dos agrotóxicos no rio Camboriú/SC, em todo o período de safra de arroz no ano de 2016, foi possível identificar o carbofurano com concentração de 0,058 $\mu\text{g L}^{-1}$, porém dentro do valor máximo permitido pela Portaria de Potabilidade da Água (MATIAS; TAMANAHA, 2016). Além disso, foram detectados agrotóxicos que não constam na portaria de potabilidade da água como o quinclorac (MATIAS; TAMANAHA, 2016).

Em pesquisa realizada por Hess (2019) em águas subterrâneas e superficiais de 100 municípios que compõem a Grande Florianópolis, Oeste, Sul, Vale do Itajaí, Norte e Serra do estado de Santa Catarina/Brasil constatou em 22 municípios a presença de 17 agrotóxicos, sendo que a atrazina, simazina, bromopropilato, metalacloro, permetrina, propargite e propiconazol com concentrações dentro dos padrões estabelecidos na consolidação n. 05/2017 do Ministério da Saúde, mas proibidos na União Europeia (HESS, 2019).

Assim, para minimizar a contaminação das águas por agrotóxicos há necessidade de conscientização dos agricultores quanto ao uso e manejos de agrotóxicos na área rural próximo aos ambientes aquáticos, além de implementar novas tecnologias no atual sistema de tratamento da água afim remover os agrotóxicos antes da água chegar ao consumo da população (CHAU *et al.*, 2015; CONTE *et al.*, 2017; SHARMA *et al.*, 2019). Os agrotóxicos também devem ser objeto de fiscalização e monitoramento, pois em elevadas concentrações são altamente tóxicos à saúde humana, animal e ainda causam desequilíbrio no meio ambiente (CHAU *et al.*, 2015).

Uma das formas de controle, é a normatização a partir das portarias de potabilidade da água que além de estabelecerem os procedimentos de controle e de vigilância, também determinam o padrão de potabilidade e de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2012).

3.4 Portarias de Potabilidade da Água para consumo humano e sua relação com saúde coletiva

A contaminação da água por agrotóxico vem ocorrendo de forma acelerada preocupando a Organização Mundial de Saúde e Organização Pan-Americana da Saúde, instituições que enfatizam o elo entre os Ministérios da Saúde, Agricultura e Meio Ambiente para evitar a exposição das pessoas aos agrotóxicos por meio de alimentos, água ou ambientes contaminados e, conseqüentemente diminuir os casos de intoxicações e doenças associadas aos agrotóxicos (OPAS, 2018).

Assim, a ONU dentre os 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) listados na Agenda 2030 que envolve aspectos econômicos, sociais e ambientais, elenca a meta de melhorar a qualidade da água a partir da redução da poluição, por meio da eliminação de despejo de esgoto e diminuição da liberação de agrotóxicos e materiais perigosos, além de colaborar no avanço da reciclagem e reutilização segura dos produtos (OPAS, 2018).

Para nortear os países, a Organização Mundial da Saúde possui diretrizes com parâmetros mínimos de qualidade da água para consumo humano. A OMS também estabelece nas diretrizes de 2011 os parâmetros de qualidade da água para consumo, dentre estes valores máximos permitidos (VMP) de agrotóxicos na água potável (WHO, 2011).

A potabilidade da água para consumo humano é determinada por meio de um rigoroso controle e vigilância dos padrões de qualidade da água estabelecidos por meio de documentos regulatórios sejam decretos, leis, portarias ou diretivas de cada país.

Dentre os países selecionados para o presente estudo, a Alemanha, França e Itália seguem a Diretiva 91/414/EEC de 1993 estabelecida e revisada pela Comissão Europeia. Na UE há a Diretiva 2000/60/EC e a 80/778/EEC que regulamenta a água potável (COUNCIL DIRECTIVE, 1980). A França também possui o Decreto de 11 de janeiro de 2007 que estabelece os limites e referências de qualidade da água bruta e da água tratada destinados ao consumo humano presente nos artigos R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 e R. 1321-38 do Código de Saúde Pública (FAFEOHS, 2007). Já a Alemanha possui a Portaria sobre a qualidade da água para uso humano (Regulamentação da Água Potável – TrinkwV 2001) (GERMANY, 2001). E, a Itália tem o Decreto Legislativo n. 31, datado em 02 de fevereiro de 2001, que visa garantir a aplicação da Diretiva 98/83 / CE da União Europeia no que diz respeito à qualidade da água destinada ao consumo humano (EUROPEAN COMMISSION, 2017; FAO, 2001).

No Japão existe a Portaria do Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-Estar n. 101 estabelecida em 30 de maio de 2003 que regulamenta a potabilidade da água no país (JICA,

2017).

Já a China a última publicação das normas para qualidade da água potável foi realizada em 2006 (GB 5749-2006), a qual aumentou de 5 para 53 compostos orgânicos com risco toxicológico (CHINA, 2006). Convém destacar que somente em 1º de julho de 2012 a norma entrou em vigor oficialmente na China (QU *et al.*, 2012).

Na Índia os padrões de potabilidade da água para consumo humano foram estabelecidos nas especificações do *Bureau of Indian Standards* (IS-10500:2012) (INDIA, 2012). Diferentemente dos outros países em comento, na Índia a regulamentação quanto aos padrões da potabilidade da água é estabelecida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (USEPA) que colabora na implementação da Lei da Água Potável Segura junto ao país indiano (USA, 2021). Com isso, é estabelecida a Lei da Água Limpa que incluem na Índia o Programa de Controle da Poluição da Água, com assistência financeira da USEPA aos estados e tribos elegíveis e agências interestaduais a fim promover programas que visem à prevenção, redução e eliminação da poluição da água (USA, 2021). A Lei da Água Limpa também regulamenta padrões de qualidade da água na Índia e dispõe a respeito da delegação às autoridades indianas a realizarem implementações quanto aos padrões de qualidade de água aprovados pela EPA (USA, 2021).

No Canadá as Diretrizes para a Qualidade da Água Potável de 2020 definem contaminantes microbiológicos, químicos e radiológicos, bem como, estabelecem as características físicas da água, como sabor e odor e os respectivos VMPs de agrotóxicos na água de consumo humano (CANADA, 2020).

Por vez, nos EUA a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - USEPA é a instituição responsável pelos padrões nacionais primários de potabilidade da água, promulgado em 2004 e com abrangência nacional e regional (USA, 2020). Convém destacar a existência da Lei Federal dos EUA denominada Lei da Água Potável Segura que se encontra em vigor desde 1974, alterada por emendas, e que compreende todas as águas ou potencialmente projetadas para uso potável, seja de fontes subterrâneas ou acima do solo (USA, 2020). Por vez os Regulamentos Nacionais de Água Potável Primária nos EUA foram criados para garantir a potabilidade da água para consumo, estabelecendo padrões mínimos de ingredientes ativos de agrotóxicos (USA, 2009).

A Argentina tem como Lei regulamentadora quanto a potabilidade da água para consumo humano o Código Alimentar Argentino (CAA) do ano de 1994 que compreende o território nacional e regional, alterado pela Resolução Conjunta do Código de Alimentos da Argentina (68/2007 e 196/2007) (ARGENTINA, 2007).

No Brasil, somente em 09 de março de 1977 entrou em vigor o Decreto nº 79.367 que estabeleceu as normas e padrão de potabilidade de água, bem como instituiu competência ao Ministério da Saúde para estabelecer as Normas de Potabilidade da Água (BRASIL, 1977). Entretanto, somente depois de 13 anos do referido Decreto que o Ministério da Saúde, em data de 19 de janeiro de 1990 publicou a sua primeira portaria denominada Portaria MS nº 36/1990 que tratou a respeito da potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 1990). Esta foi revogada com a entrada em vigor da Portaria MS nº 1.469/2000 (revogada) em data de 29 de dezembro de 2000 e trouxe em seu bojo, além do padrão de potabilidade da água, também procedimentos e responsabilidades sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2000a).

Em 25 de março de 2004 passou a vigorar a Portaria MS nº 518/2004 (revogada) que alterou somente a transferência de competências da Funasa (Fundação Nacional de Saúde) para a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) e quanto à prorrogação no prazo, possibilitando que as instituições ou os órgãos ao qual a Portaria se aplicava e, assim promovessem as adequações e, conseqüentemente cumprissem os requisitos (BRASIL, 2004).

Ainda no intervalo entre as portarias do Ministério da Saúde, entrou em vigor o Decreto nº 5.440, em data de 4 de maio de 2005 que trouxe definições e procedimentos a respeito do controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e instituiu meios para divulgação de informação ao consumidor da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2005).

Já em 12 de dezembro de 2011, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 2.914, que revogou a portaria anterior com base nos avanços do conhecimento técnico-científico, as experiências internacionais e as recomendações da 4ª Edição dos Guias de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde (BRASIL, 2011; WHO, 2011), que tratam dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade de acordo com o contexto brasileiro (BRASIL, 2011). Em 2017 o Ministério da Saúde publicou a Consolidação nº 05 das normas existentes das ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 2017). Esta consolidação não modificou a Portaria nº 2.914/2011, apenas inseriu-a na íntegra como anexo XX (BRASIL, 2017). Atualmente, está em vigor no Brasil a Portaria GM/MS n. 888/2021, publicada no Diário Oficial da União em data de 4 de maio de 2021 alterando o número de agrotóxicos monitorados na água para consumo humano e os respectivos VMP (BRASIL, 2021c).

Desse modo, é de grande relevância analisar as portarias de potabilidade da água dos países mais consumidores de agrotóxicos a fim de comparar os ingredientes ativos e respectivos limites máximos permitidos, para melhor entender num processo interdisciplinar os impactos adversos ao meio ambiente e à saúde humana. A seguir será apresentado o artigo científico oriundo dos resultados da presente dissertação conforme preconiza o regimento do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DAS PORTARIAS DE POTABILIDADE QUANTO AOS AGROTÓXICOS

RESUMO

O elevado uso de agrotóxicos na agricultura tem ocasionado contaminação ambiental, em especial dos recursos hídricos. O objetivo foi analisar os padrões de potabilidade da água para abastecimento humano quanto aos agrotóxicos permitidos nos países considerados os maiores consumidores em dólar investido na compra e no comércio destes produtos químicos. Entre eles estão: Brasil, Estados Unidos, China, Japão, França, Alemanha, Canadá, Argentina, Índia e Itália. Além disso, foi incluído as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS). Trata-se de um estudo descritivo e documental, com abordagem quantitativa e coleta de dados em regulamentações disponibilizadas em sites oficiais governamentais dos países e da OMS. O número de agrotóxicos e os valores máximos permitidos (VMP) diferem entre os dez países e ao estabelecido pela OMS. No Brasil são monitorados quarenta agrotóxicos, número similar ao USA, Canadá, China e OMS, porém com VMP distintos, que variam entre 0,03µg/L e 500µg/L. No Brasil, doze agrotóxicos monitorados também estão nos documentos regulatórios da OMS, quatorze no Japão, sete nos EUA, onze no Canadá, cinco na Índia, China e na Argentina. Ao comparar a portaria do Brasil com a da União Europeia (UE) apenas para Aldrin+Dieldrin os valores são iguais, para os demais agrotóxicos são permitidas quantidades entre 2 e 5000 vezes a mais na água consumida pelos brasileiros. Apesar da atualização da portaria brasileira que elevou para 40 ingredientes ativos monitorados na água de consumo humano, os mesmos representam apenas 8% do total de ingredientes ativos registrados para uso agrícola no Brasil. Além disso, a portaria brasileira vigente não estabelece valor total para a mistura de agrotóxicos na água, apenas limites individuais, que somando pode chegar a 1.677,13µg/L, enquanto nos padrões da UE (padrão da potabilidade da água mais restritiva) é de 0,5 µg/L. O estudo mostrou discrepâncias entre os padrões da potabilidade da água entre os países e OMS quanto ao número e VMP de agrotóxicos na água de consumo humano, assim, seria fundamental uma padronização mundial nas regulamentações de potabilidade da água, com foco na promoção da saúde e no risco a exposição.

Palavras-chaves: Agrotóxicos. Agroquímico. Saúde ambiental e humana. Legislação de potabilidade.

INTRODUÇÃO

Inúmeros contaminantes gerados por diferentes atividades antropogênicas chegam as águas superficiais e subterrâneas, o que tem comprometido a qualidade da água e ocasionado efeitos adversos na biodiversidade e na saúde da população. Dentre os contaminantes dos ecossistemas aquáticos destacam-se os agrotóxicos de uso agrícola, especialmente onde predominam plantações de arroz, cana-de-açúcar, soja, milho, fruticultura, entre outras culturas (CHAU *et al.*, 2015; MATIAS; TAMANAHA, 2016; ACAYABA, 2017).

No mundo foram utilizados em 2018 cerca de 4,1 milhões de toneladas de agrotóxicos, o que representou um aumento de 33,4% nos últimos 20 anos (FAO, 2018). Entre os países que mais consomem agrotóxicos em termos de dólar investido na compra e no comércio estão o Brasil, em primeiro lugar desde o ano de 2008, Estados Unidos, China, Japão, França, Alemanha, Canadá, Argentina, Índia e Itália (McDOUGALL, 2013; CARNEIRO *et al.*, 2015; VELINI, 2018). Atualmente, os Estados Unidos e a Comissão Europeia listam cerca de 500 ingredientes ativos aprovados para uso no país, abrangendo 18 classes de agrotóxicos, sendo os principais os herbicidas, inseticidas e os fungicidas (MAGGI *et al.*, 2019). No Brasil, atualmente há registro de 499 ingredientes ativos (BRASIL, 2021a) e em 2020 foram registrados no total 493 produtos formulados, sendo 10 novos ingredientes ativos (BRASIL, 2021b).

Somente em 2019 foram comercializadas 620.537,98 toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos no Brasil, sendo o glifosato e seus sais o mais vendido, ultrapassando 217 mil toneladas/ano, seguido pelo 2,4-D, com vendas acima de 52 mil toneladas/ano e mancozebe com valor superior a 49 mil toneladas/ano (BRASIL, 2021c). Os herbicidas glifosato e o 2,4 D são usados nas monoculturas transgênicas de soja e milho que estão em expansão no Brasil (CARNEIRO *et al.* 2015; BOMBARDI, 2017; CALDAS, 2019).

Parte dos agrotóxicos pulverizados nas plantas, mesmo quando realizada a calibração dos equipamentos, aplicação dos agrotóxicos em temperatura e vento dentro dos padrões estabelecidos, é dispersado na atmosfera, os quais podem infiltrar no solo e águas superficiais, sendo lixiviados para lençóis freáticos e aquíferos, além de contaminar a população humana via exposição direta ou indireta (CARNEIRO *et al.*, 2015, MELO; MARQUES, 2016; SOARES; FARIA; ROSA, 2016; FERREIRA *et al.*, 2018; AGOSTINETTO *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2020; PRADO *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2021a).

Altas concentrações de agrotóxicos herbicidas, fungicidas e inseticidas têm sido quantificadas em águas superficiais e subterrâneas em todo o mundo (HESS, 2019; MELIN *et*

al., 2020; SOUZA *et al.*, 2020; BARAN; SURDYK; AUTERIVES, 2021). Em uma revisão sistemática incluindo estudos realizados entre 2012 e 2019 em várias partes do mundo mostrou altas concentrações em águas superficiais de diuron (0,03-22,770 ng/L⁻¹), do inseticida dimetoato (0,57 a 61.200 ng/L⁻¹) e do fungicida carbendazim (0,04 a 2,239 ng/L⁻¹) (SOUZA *et al.*, 2020). Na revisão sistemática realizada por Pietrzak *et al.* (2019) com 73 estudos de 21 países, constatou-se que os agrotóxicos imidaclopride, acetamipride e tiametoxam foram os mais frequentemente encontrados em águas superficiais, subterrâneas e em efluentes de estações de tratamento de esgoto, associado ao seu uso generalizado na agricultura.

Em bacias hidrográficas de países asiáticos, onde o cultivo de arroz é comum, foram observadas a presença de agrotóxicos na água de consumo humano (KAMATA; MATSUI; ASAMI, 2020), em recursos hídricos na China (HE *et al.*, 2019; ZHOU *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2021b) e no norte da Índia (ARISEKAR *et al.*, 2021; TYAGI *et al.*, 2021). A contaminação da água por agrotóxicos também é um problema nos países europeus, tendo sido constatada na Alemanha (TAUCHNITZ *et al.*, 2020), na França (CHEN *et al.*, 2019; MELIN *et al.*, 2020; BARAN; SURDYK; AUTERIVES, 2021; COR *et al.*, 2021) e na Itália (ROUSIS *et al.*, 2017; TRIASSI *et al.*, 2019).

Estudos também tem registrado ingredientes ativos na água de consumo humano em países da América do Norte e do Sul, como USA (FISHER *et al.*, 2021), Argentina (GONÇALVES *et al.*, 2020; PÉREZ *et al.*, 2021) e no Brasil (SCHLEDER *et al.*, 2017; HESS, 2019; HIGA *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2020; BROVINI *et al.*, 2021).

A exposição aos agrotóxicos pode provocar efeitos negativos na saúde humana, como a intoxicação aguda ou crônica e levar à óbito (AGOSTINETTO *et al.*, 2020; CARNEIRO *et al.*, 2015; HESS, 2018; PRADO *et al.*, 2021). No Brasil, pesquisa tem identificado intoxicação por agrotóxicos em trabalhadores rurais e em seus familiares, com associação significativa entre ocorrência de depressão e casos de intoxicação por agrotóxicos (PRADO *et al.*, 2021).

A presença de agrotóxicos nos recursos hídricos pode causar disfunção endócrina, oxidativa, estresse, problemas do sistema imunológico e neurológico e alterações cromossômicas, entre outros efeitos que podem ser mais graves em mulheres grávidas e crianças (SOUZA *et al.*, 2020). As misturas dos agrotóxicos no meio aquático ainda é complexa de mensurar, e pode ocasionar efeitos sinérgicos (SOUZA *et al.*, 2020). A exposição direta ou indireta por agrotóxicos também pode danificar o DNA humano por influenciar o sistema imunológico (RAMOS *et al.*, 2021). A presença de agrotóxicos organoclorados na água associada a exposição humana a esses poluentes eleva o risco de diabetes mellitus tipo 2, pois

afetam a homeostase da glicose (CARVALHO *et al.*, 2019; TYAGI *et al.*, 2021).

A Organização Mundial da Saúde-OMS e cada país estabelecem recomendações e diretrizes sobre os parâmetros mínimos de qualidade da água para consumo humano, com base nos avanços do conhecimento técnico-científico e as experiências internacionais (WHO, 2011). As diretrizes da OMS trazem uma relação dos agrotóxicos com valores considerados aceitáveis na água de consumo humano (WHO, 2011). Além disso, dentre os 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU está a meta de melhorar a qualidade da água a partir da redução da poluição, por meio da eliminação de despejo de esgoto e diminuição da liberação de agrotóxicos e materiais perigosos (UNO, 2015). Apesar das prerrogativas previstas nas legislações nacionais e internacionais o uso excessivo dos agrotóxicos na agricultura é um fator de risco à saúde humana, animal e ao meio ambiente nos seus diferentes compartimentos como solo, ar e a água (CARNEIRO *et al.*, 2015; NICOLOPOULOU-STAMATI *et al.*, 2016). Assim, este estudo visa analisar e comparar as portarias de potabilidade de água dos países que mais consomem agrotóxicos quanto à presença e concentrações permitidas de agrotóxicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo documental, com abordagem quantitativa, onde foi levantado dados sobre os ingredientes ativos de agrotóxicos descritos nas portarias de potabilidade da água para consumo humano dos países que mais consomem agrotóxicos.

Foram selecionados para este estudo os países considerados os maiores consumidores de agrotóxicos em nível mundial, quanto ao valor investido no comércio destes químicos, sendo eles Brasil, Estados Unidos, China, Japão, França, Alemanha, Canadá, Argentina, Índia e Itália (McDOUGALL, 2013; CARNEIRO *et al.*, 2015; VELINI, 2018).

Para a inclusão dos 10 países no estudo foram adotados os seguintes critérios: países que possuem leis/portarias para regulamentação de potabilidade da água para consumo humano, com documentos oficiais publicados na internet com acesso livre e gratuito.

Entre os meses de agosto de 2019 a dezembro de 2020 foram levantadas, a partir do uso da internet, as portarias e documentos oficiais dos governos que regulamentam a potabilidade da água para consumo humano. Para isso, usou-se os descritores “drinking water and ordinance” seguido pelo nome do país.

Leis, portarias e diretrizes que regulamentam a potabilidade da água para consumo humano foram encontradas em sites governamentais (ministério/departamento da saúde e meio ambiente) dos 10 países selecionados e da Organização Mundial da Saúde (Tabela 1), que são

as fontes primárias de dados. Dentre eles, a Alemanha, França e Itália fazem parte da União Europeia e possuem uma legislação única que norteia os parâmetros mínimos de qualidade da água para consumo humano, com algumas especificações próprias de cada país (Tabela 1).

Tabela 1. Portarias de potabilidade da água nos países que mais consomem (em valor investido no comércio) agrotóxicos no mundo.

Ranking no uso de agrotóxicos	Países	Portaria Vigente	Ano da Publicação	Autor
1	Brasil	Portaria n. 888	2021	BRASIL, 2021
2	USA	Regulamentos Nacionais de Água Potável Primária	2009	USA, 2009
3	China	Padrão Nacional da qualidade da água potável da República Popular da China GB 5749	2006	CHINA, 2006
4	Japão	Portaria do Ministério sobre Padrões de Qualidade da Água	2003	JAPAN, 2003
5	França	Resolução legislativa do Parlamento Europeu	2019	UE, 2020
6	Alemanha	Resolução legislativa do Parlamento Europeu	2019	UE, 2020
7	Canadá	Diretrizes para a Qualidade da Água Potável no Canadá	2020	CANADA, 2020
8	Argentina	Resolução Conjunta SRYGR y SAB N° 34/2019	2019	ARGENTINA, 2019
9	Índia	Padrão indiano Água Para Beber - Especificação (Segunda revisão)	2012	INDIA, 2012
10	Itália	Resolução legislativa do Parlamento Europeu	2019	UE, 2020
11	OMS	Diretrizes para qualidade de água potável - 4ª ed.	2011	WHO, 2011

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Posteriormente, foram extraídas dos documentos oficiais informações quanto ao ano de publicação e vigência dos documentos regulatórios, número de ingredientes ativos permitidos nas legislações e as concentrações máximas permitidas, entre outras variáveis.

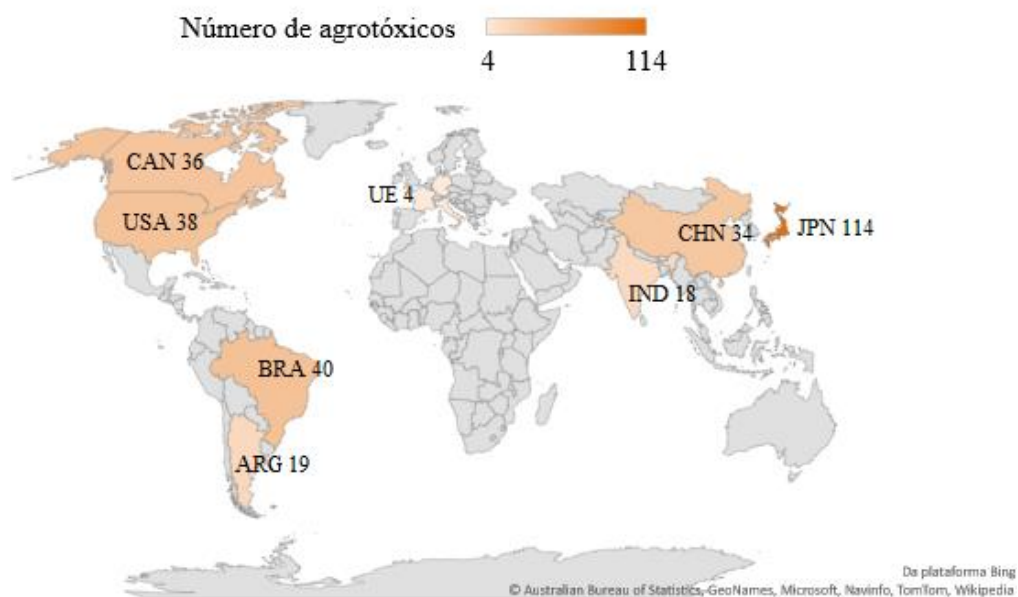
Dentre os documentos oficiais encontrados, a portaria do Japão foi a única que não apresentava versão em inglês, assim foi usada a ferramenta on-line *Google Translate* para traduzir os documentos para o inglês.

Após o levantamento dos documentos regulatórios de potabilidade da água, os dados dos princípios ativos de agrotóxicos foram tabulados e organizados em planilha do Programa do *Microsoft Excel*. Os resultados foram apresentados em figuras e tabelas.

RESULTADOS

Ao comparar o número de agrotóxicos nos documentos de potabilidade da água para consumo humano observou-se que o número de ingredientes ativos diferiu entre os 10 países e em relação ao estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Figura 1). A Alemanha, França e Itália fazem parte da União Europeia, assim adotou-se nesse estudo a resolução legislativa do parlamento Europeu para os três países. Essa resolução estabelece valores máximos permitidos para agrotóxicos orgânicos e valores totais de agrotóxicos, não denominando os respectivos ingredientes ativos, exceto para aldrina, dieldrin, epóxido de heptacloro e heptacloro, em função disso não foi possível fazer algumas comparações quanto ao número de agrotóxicos listados na UE com os demais países (Figura 1).

Figura 1. Número de agrotóxicos presentes nas portarias de potabilidade da água dos países mais consumidores de agrotóxicos.



* A resolução legislativa do parlamento Europeu não lista a denominação dos ingredientes ativos que devem ser monitorados, exceto para aldrina, dieldrin, epóxido de heptacloro e heptacloro.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O Japão é o país que elenca o maior número de agrotóxicos (114) que devem ser monitorados na água potável distribuída à população, e nos padrões de potabilidade da Índia (18 ingredientes ativos) e Argentina (19) constam o menor número de agrotóxicos (Figura 1). Além disso, nos padrões de potabilidade da água para consumo humano do Brasil são elencados 40 agrotóxicos, no USA 38, no Canadá 36, na China 34 e na OMS são estabelecidos 31 agrotóxicos.

Ao comparar os agrotóxicos estabelecidos nos padrões da OMS e dos países estudados, constatou-se que o Brasil com a nova portaria de potabilidade de água em vigor é o país que tem em comum com a OMS o maior número de agrotóxicos monitorados, totalizando 12, em seguida os EUA e o Japão com 10 agrotóxicos (Tabela 2). Para a União Europeia (Alemanha, França e Itália) não é possível fazer comparações, pois na mesma não são listados os ingredientes ativos que devem ser monitorados, estabelecem apenas o valor máximo para agrotóxicos orgânicos e para o total de agrotóxicos.

Outro avanço da atual portaria do Brasil foi a diminuição dos valores máximos permitidos do diuron de 90µg/l para 20µg/l e o mancozebe (180µg/l) foi alterado para mancozebe + ETU (8µg/l), bem como do metamidofós (12µg/l) para metamidofós + acefato (7µg/l).

Dos 40 agrotóxicos que constam na portaria vigente do Brasil, 14 também constam no Japão, 11 no Canadá, 07 nos EUA, 05 na Índia, China e na Argentina (Tabela 2). Dos 40 agrotóxicos estabelecidos na portaria brasileira 18 não constam nos padrões de potabilidade da água dos demais países selecionados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores Máximos Permitidos de ingredientes ativos de Agrotóxicos (µg/L) na água de consumo humano nos países que mais consomem agrotóxicos no mundo (em termos de valor investido no comércio destes químicos).

Princípios Ativos	Brasil	OMS	Argentina	Canadá	China	EUA	Índia	Japão	Alemanha, França e Itália (UE)*
2,4 D	30	30	100	100	30	70	30	20	
Alachlor	20	20				2	20	30	
Aldicarbe+ Aldicarbesulfona+ Aldicarbesulfóxido	10								
Aldrin									0,03
Aldrin+Dieldrin	0,03	0,03	0,03				0,03		
Ametrina	60								
Atrazina				5	2	3	2	10	
Atrazina +S-Clorotriazinas	2	100							
Carbendazim	120								
Carbofurano	7	7		90	7	40		5	
Ciproconazol	30								
Clordano	0,2	0,2	0,3			2			
Clorotalonil	45				10			50	
Clorpirifós+clorpirifós-oxon	30								
DDT			1		1		1		

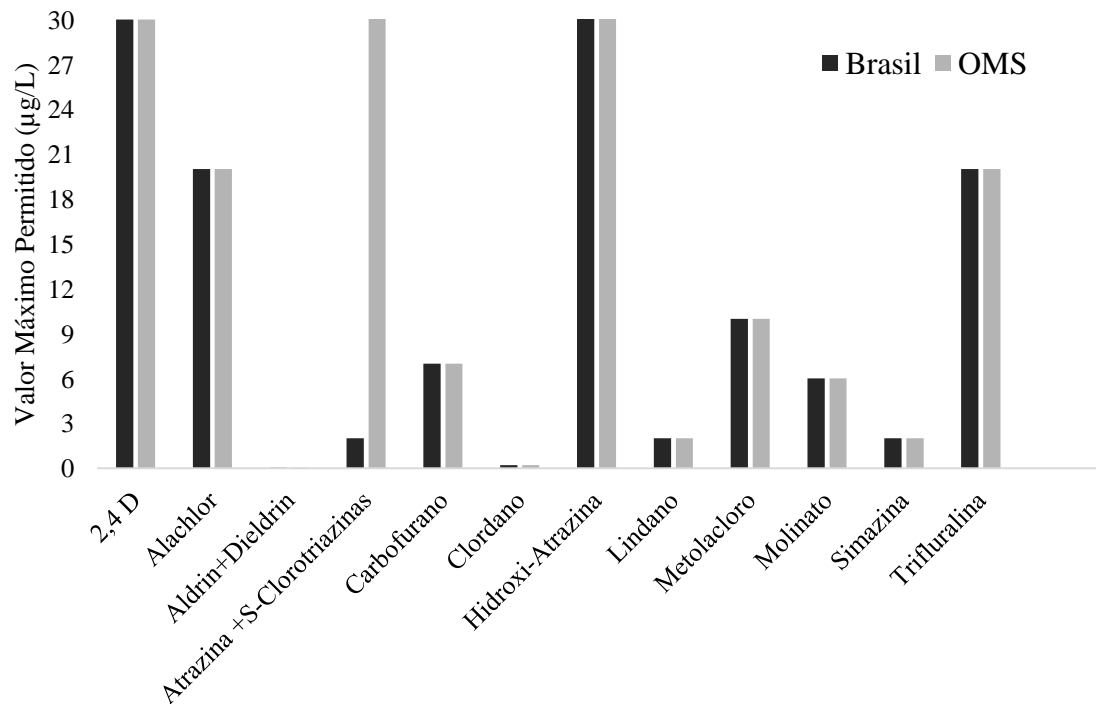
DDT+DDD+DDE	1						
Difenoconazol	30						
Dimetoato + ometoato	1,2						
Diuron	20		150			20	
Epoxiconazol	60						
Fipronil	1,2					0,5	
Flutriafol	30						
Glifosato+AMPA	500						
Glifosato			280	700	700		2000
Hidroxi-Atrazina	120	200					
Lindano	2	2	3		2	0,2	2
Malationa	60		35	190	250	190	700
Mancozebe+ETU	8						
Metamidofós+Acefato	7						
Metolacoloro	10	10		50			
Metribuzim	25			80			30
Molinato	6	6					5
Paraquate	13			7			5
Picloram	60			190		500	
Profenofós	0,3						
Propargito	30						
Protioconazol+ProticonazolDestio	3						
Simazina	2	2		10		4	3
Tebuconazol	180						
Terbufos	1,2			1			
Tiametoxam	36						
Tiodicarbe	90						80
Tiram	6						20
Trifluralina	20	20		45			60

*União Europeia adota 0,1 µg/l para cada agrotóxico orgânico e 0,5 µg/l para o somatório de todos os agrotóxicos.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Dos 12 agrotóxicos da portaria brasileira em comum ao estabelecido nas diretrizes de potabilidade da qualidade da água para consumo humano da OMS, a maioria desses agrotóxicos possuem os mesmos valores máximos permitido (VMP), exceto para atrazine+chloro-striazine metabolites e hidroxiatrazina, que o Brasil estabelece um valor 50 vezes inferior que a OMS (Figura 2).

Figura 2. Valores máximos permitido ($\mu\text{g/L}$) de agrotóxicos comuns aos documentos regulatórios para água de consumo humano do Brasil e da OMS.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Resolução legislativa do Parlamento Europeu estabelece que o limite máximo para qualquer agrotóxico seja de $0,1\mu\text{g/L}$, além disso estabelece que a soma total da quantidade de agrotóxicos na água não ultrapasse $0,5\mu\text{g/L}$ e no caso de aldrina, dieldrin, epóxido de heptacoloro e heptacoloro o valor paramétrico é de $0,03\mu\text{g/L}$. Já no Brasil os VMP de agrotóxicos na água variam entre $0,03\mu\text{g/L}$ e $500\mu\text{g/L}$. Apenas para Aldrin+Dieldrin os valores são iguais ao da UE, para os demais ingredientes ativos são permitidas quantidades entre 2 e 5000 vezes a mais na água consumida pelos brasileiros. Na tabela 3 pode-se observar os valores de VMP da portaria de potabilidade Brasileira e os previstos para qualquer agrotóxico monitorado na água potável dos países da União Europeia.

Tabela 3. Valor máximo permitido dos agrotóxicos ($\mu\text{g/l}$) nos padrões de potabilidade da água do Brasil e da União Europeia para consumo humano.

Princípios Ativos	Brasil	UE	Número de vezes a mais no Brasil
2,4 D	30	0,1	300
Alachlor	20	0,1	200
Aldicarbe+Aldicarbesulfona+Aldicarbesulfóxido	10	0,1	100

Aldrin+Dieldrin	0,03	0,03	0
Ametrina	60	0,1	600
Atrazina +S-Clorotriazinas	2	0,1	20
Carbendazim	120	0,1	1200
Carbofurano	7	0,1	70
Ciproconazol	30	0,1	300
Clordano	0,2	0,1	2
Clorotalonil	45	0,1	450
Clorpirifós+clorpirifós-oxon	30	0,1	300
DDT+DDD+DDE	1	0,1	10
Difenoconazol	30	0,1	300
Dimetoato + ometoato	1,2	0,1	12
Diuron	20	0,1	200
Epoxiconazol	60	0,1	600
Fipronil	1,2	0,1	12
Flutriafol	30	0,1	300
Glifosato+AMPA	500	0,1	5000
Hidroxi-Atrazina	120	0,1	1200
Lindano	2	0,1	20
Malationa	60	0,1	600
Mancozebe+ETU	8	0,1	80
Metamidofós+Acefato	7	0,1	70
Metolacoloro	10	0,1	100
Metribuzim	25	0,1	250
Molinato	6	0,1	60
Paraquate	13	0,1	130
Picloram	60	0,1	600
Profenofós	0,3	0,1	3
Propargito	30	0,1	300
Protioconazol+ProticonazolDestio	3	0,1	30
Simazina	2	0,1	20
Tebuconazol	180	0,1	1800
Terbufos	1,2	0,1	12
Tiametoxam	36	0,1	360
Tiodicarbe	90	0,1	900
Tiram	6	0,1	60
Trifluralina	20	0,1	200

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Brasil e Argentina possuem apenas cinco agrotóxicos em comum listados nos padrões de potabilidade da água para consumo humano, são eles: 2,4-D, aldrin+dieldrin, clordano, lindano e malationa (Tabela 2). Somente para o aldrin+dieldrin (0,03 µg/L) é adotado o mesmo valor máximo permitido (VMP) na água de consumo humano nos dois países. A Argentina estabelece VMP para 2,4-D (100 µg/L), clordano (0,3 µg/L) e lindano (3 µg/L) superior ao

estabelecido pela OMS e aos valores adotados na portaria brasileira. Já o VMP de malationa no Brasil (60 µg/L) é superior ao estabelecido pela regulamentação argentina (35µg/L), e não tem previsão nas diretrizes da OMS.

Brasil e Canadá possuem 11 agrotóxicos em comum nos padrões de potabilidade da água para consumo humano, sendo eles: 2,4-D, carbofurano, diuron, malationa, metolacoloro, metribuzin, paraquate, picloram, simazina, terbufos e trifluralina (Tabela 2). Entretanto, os dois países não estabelecem os mesmos VMP desses agrotóxicos, tendo a diretriz do Canadá valores máximos permitidos superiores ao estabelecido pela portaria brasileira (Tabela 2). Somente os agrotóxicos paraquate e terbufos apresentam VMP na portaria do Brasil superior a diretriz do Canadá. Todavia, o diuron, malationa, metribuzin, paraquate, picloram e terbufos não constam na diretriz da OMS.

Os padrões de potabilidade da água para consumo humano do Brasil e China possuem apenas cinco agrotóxicos em comum na água para consumo humano, são eles: 2,4-D, carbofurano, clorotalonil, lindano e malationa (Tabela 2). Ainda, convém destacar que para os agrotóxicos clorotalonil e malationa são adotados VMP diferentes na água de consumo humano desses países. O clorotalonil e malationa não constam nas diretrizes da OMS.

Os EUA e o Brasil estabelecem apenas sete agrotóxicos em comum nos seus padrões de potabilidade da água para consumo humano, são eles: 2,4-D,alachlor, carbofurano, clordano, lindano, picloram, simazina (Tabela 2). Os VMP desses agrotóxicos diferem nos padrões de potabilidade do EUA e do Brasil, com o VPM doalachlor e lindano superior no Brasil (Tabela 2). Por outro lado, é possível verificar nos padrões dos EUA que os agrotóxicos 2,4-D, carbofurano, clordano e simazina possuem o VMP superior ao estabelecido pela OMS e pela portaria vigente do Brasil. E, em relação ao picloram, não contemplado nas diretrizes da OMS, os EUA como o Brasil preveem VMP de 500 µg/L e 60µg/L, respectivamente.

O Brasil e a Índia têm cinco agrotóxicos em comum nos padrões de potabilidade da água para consumo humano, são eles: 2,4-D,alachlor, aldrin+dieldrin, lindano e malationa (Tabela 2). Os dois países adotam os mesmos VMP para esses agrotóxicos, com exceção do agrotóxico malationa que na Índia é permitido 190µg/L (VMP), enquanto no Brasil se admite 60µg/L (VMP). Além disso, o agrotóxico malationa não consta nas diretrizes da OMS.

O Japão e o Brasil regulamentam 14 agrotóxicos em comum nos padrões de potabilidade da água para consumo humano, são eles: 2,4-D,alachlor, carbofurano, clorotalonil, diuron, fipronil, malationa, metribuzin, molinato, paraquate, simazina, thiodicarb, thiram e trifluralina (Tabela 2). Os dois países não adotam os mesmos VMP desses agrotóxicos, sendo os VMP no Japão são maiores (para 8 dos 14) quando comparados com a portaria brasileira,

com exceção dos agrotóxicos 2,4 D, carbofurano, fipronil, molinato, paraquate e thiodicarb (Tabela 2). Somente para o agrotóxico diuron ($20\mu\text{g/L}$) é estabelecido o mesmo VMP nos padrões da água pra consumo humano do Japão e do Brasil.

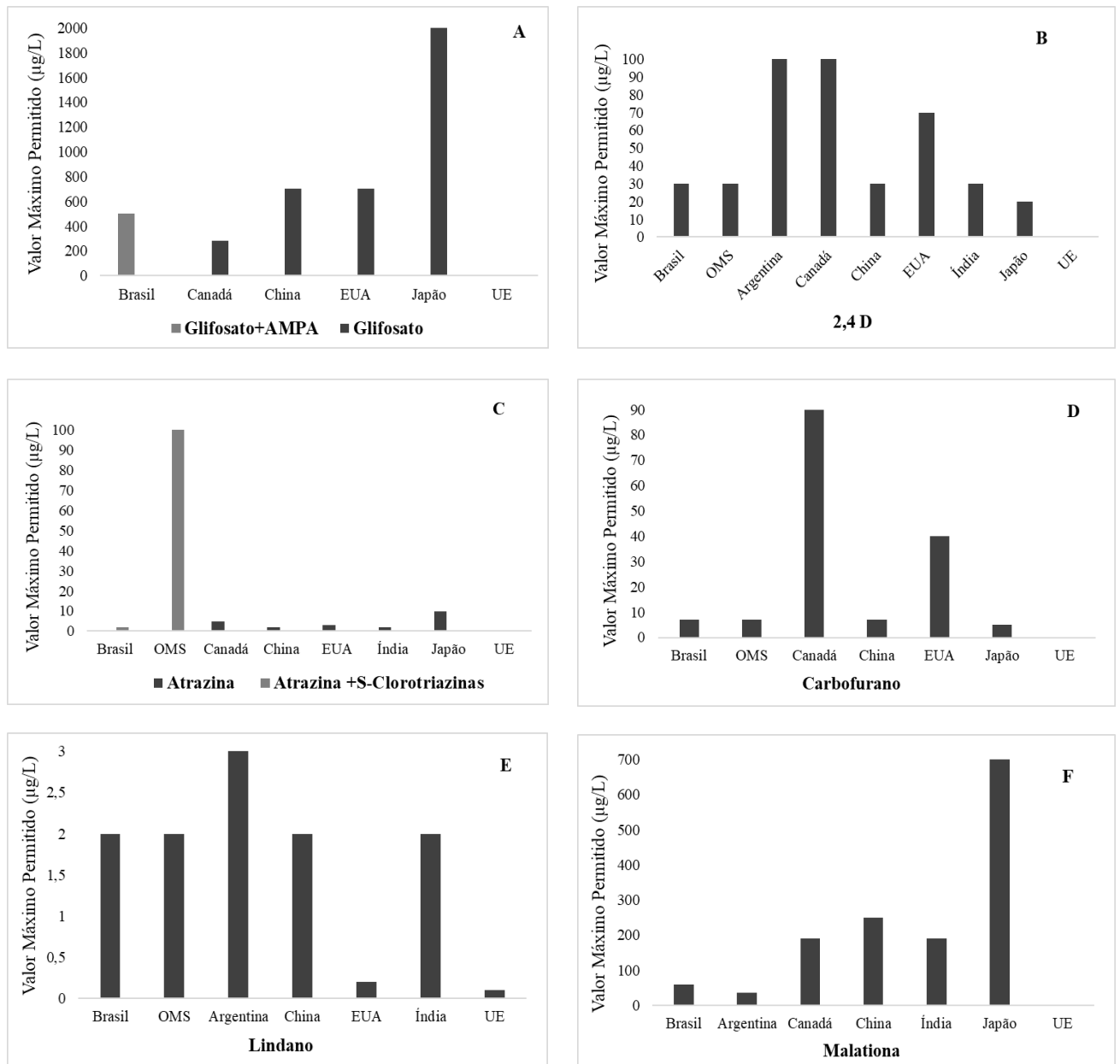
Comparações dos valores máximos permitidos (VMP) dos agrotóxicos mais comuns entre os padrões de potabilidade de água dos países estudados e OMS pode ser observado na Figura 3. O maior VMP de glifosato é permitido nos padrões de potabilidade da água para consumo humano estabelecidos pelo Japão ($2000\mu\text{g/l}$), seguido pela China ($700\mu\text{g/l}$), USA ($700\mu\text{g/l}$) e o Brasil ($500\mu\text{g/l}$) (Figura 3A).

O 2,4 D está contemplado em todos os padrões de potabilidade da água para consumo humano dos países investigados e OMS. Porém os valores máximos permitidos são distintos entre os países e OMS, com os maiores valores encontrados na Argentina ($100\mu\text{g/l}$) e Canadá ($100\mu\text{g/l}$), seguido pelos USA ($70\mu\text{g/l}$) (Figura 3B).

Os maiores VMP do herbicida atrazina foram encontrados para o Japão ($10\mu\text{g/l}$) e Canadá ($5\mu\text{g/l}$) (Figura 3 C).

Outros agrotóxicos presentes na maioria dos padrões de potabilidade da água para consumo humano dos países analisados são o carbofurano, lindano e malationa (ambos presentes em seis países), sem considerar os três países da UE. O carbofurano é um inseticida previsto nos padrões de potabilidade da água do Brasil, Canadá, China, EUA, Japão e OMS, sendo os maiores valores de VMP no Canadá ($90\mu\text{g/l}$) e USA ($40\mu\text{g/l}$) (Figura 3 D). E, o inseticida lindano tem valores muito menores no EUA ($0,2\mu\text{g/l}$) (Figura 3 E). Já com relação ao acaricida/inseticida malationa o VMP mais elevado está nos padrões do Japão ($700\mu\text{g/l}$) (Figura 3 F). Ressalta-se que nos padrões de potabilidade da água para consumo humano dos países selecionados da União Europeia, o VMP dos ingredientes ativos de agrotóxicos é de $0,1\mu\text{g/L}$, ou seja, são os menores valores observados entre todos os padrões analisados.

Figura 3. Valores máximos permitidos dos principais agrotóxicos usados no Brasil e que estão presentes nos padrões de potabilidade da água para consumo humano dos países selecionados para o estudo e Organização Mundial da Saúde.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

DISCUSSÃO

A portaria brasileira de potabilidade da água de consumo humano foi atualizada em 2021, aumentando de 27 para 40 agrotóxicos que devem ser monitorados na água potável. O Brasil não fazia alterações desde a portaria n. 2.914/2011, pois a Consolidação n. 5/2017 manteve os mesmos agrotóxicos e limites máximos permitidos previstos na portaria de 2011.

Nesses 10 anos a portaria se manteve igual no número de ingredientes ativos monitorados, porém foram registrados no Brasil de 2011 até a data atual 33 novos ingredientes ativos para uso nas atividades agrícolas (BRASIL, 2021b).

A nova portaria obriga as companhias de abastecimento de água a monitorar 19 novos ingredientes ativos, no entanto, deixa a obrigatoriedade de monitorar os agrotóxicos endosulfan, endrin, parationa metílica, pendimetalina e permetrina, sendo que esses dois últimos ainda são de uso autorizado nas atividades agrícolas do Brasil, os demais já foram banidos no país. Apesar do avanço da atual portaria em aumentar o número de agrotóxicos, que passa a monitorar números similares de agrotóxicos aos da OMS, USA, Canadá e China, os mesmos representam apenas 8% dos agrotóxicos registrados (499 ingredientes ativos) para uso na agricultura no Brasil. Somente em 2020 foram concedidos um total de 493 registros de novos produtos formulados, sendo que destes 10 são novos ingredientes ativos no país (BRASIL, 2021b).

Ressalta-se que o metamidofós e o paraquate já foram proibidos no Brasil pela Anvisa devido a nocividade à saúde humana, sendo que o metamidofós está associado a doenças neurotóxicas, imunotóxicas e provoca toxicidade sobre o sistema endócrino, reprodutor e desenvolvimento embriofetal (BRASIL, 2011a). O paraquate teve o seu uso proibido em virtude de existir evidências científicas relativo ao potencial mutagênico e a doença de parkinson (BRASIL, 2017a). Esses agrotóxicos permaneceram na portaria de potabilidade da água vigente, pois são moléculas que persistem no ambiente, e podem acumular no solo e na água.

Os agrotóxicos dicloreto de paraquate, enxofre e acefato não constam na atual portaria de potabilidade da água brasileira, apesar de estarem entre os 10 agrotóxicos mais usados nas atividades agrícolas no Brasil. Ressalta-se que destes agrotóxicos o acefato e o dicloreto de paraquate já estão banidos na União Europeia desde 2003 e 2009, respectivamente (BOMBARDI, 2017). Nos padrões de potabilidade da água para consumo humano analisadas constatou-se que apenas o Canadá traz a obrigatoriedade de monitorar o dicloreto de paraquate e o Japão o acefato.

As comparações mostraram que os valores máximos permitidos de agrotóxicos estabelecidos diferem muito entre os documentos que regulam o padrão de potabilidade da água dos países analisados e as diretrizes da OMS. A fim de diminuir a exposição da população aos agrotóxicos pela água de consumo, deve-se também reduzir os valores do limite máximo permitido pelas atuais legislações dos países seguindo o exemplo da UE, além de fomentar penalidades mais severas quanto ao uso e comercialização irregular na agricultura (AGARWAL *et al.*, 2015; CHAU *et al.*, 2015).

Na portaria brasileira não é definido um limite máximo para o total dos agrotóxicos na água potável, deste modo, somando-se os valores dos 40 agrotóxicos presentes na portaria é permitido legalmente 1677,13 ($\mu\text{g/L}$) de um coquetel de agrotóxicos na água potável dos brasileiros. Além dos resíduos dos demais agrotóxicos usados nas atividades agrícolas que podem estar presentes na água e que não são monitorados.

A mistura dos agrotóxicos na água pode ser mais tóxica que os compostos individuais, tanto na água para consumo humano como nos corpos d'água, tendo em vista que o ser humano além de consumir a água contaminada por agrotóxicos pode também consumir animais aquáticos contaminados por agrotóxicos (SOUZA *et al.*, 2020).

Ao avaliar efeitos tóxicos individuais e sinérgicos de agrotóxicos realizados com peixe-zebra e tilápia do Nilo os pesquisadores mostraram que há efeito sinérgico na combinação dos agrotóxicos (FAN *et al.*, 2021; MARINS *et al.*, 2021). Dessas misturas sinérgicas têm sido detectados na água os inseticidas inibidores da colinesterase (organofosforados), fungicidas triazólicos, herbicidas triazínicos e inseticidas piretróides, que são tóxicos e afetam a saúde humana (HERNÁNDEZ; GIL; LACASAÑA, 2017). Percebe-se que os componentes individuais de uma mistura influenciam a toxicidade uns dos outros e a soma dos componentes individuais comprometem os processos metabólicos e moleculares dos agrotóxicos individuais, ocasionando a biotransformação dos agrotóxicos (HERNÁNDEZ; GIL; LACASAÑA, 2017).

No estado de Santa Catarina, sul do Brasil, foi constatado a presença de diversos agrotóxicos na água de abastecimento público para consumo humano em 22 municípios, entre eles, atrazina, simazina, bromopropilato, metalacloro, permetrina, propargite, propiconazol que são banidos na União Europeia por serem considerados prejudiciais à saúde humana (HESS, 2019; MPSC, 2019b). No entanto, ressalta-se que todos os ingredientes ativos encontrados estavam dentro dos limites máximos permitidos previstos na Consolidação n. 5/2017 (HESS, 2019). No estudo realizado por HESS (2019) foram registradas sete substâncias diferentes na água do município Rio do Sul-SC, e outras 13 cidades apresentaram mais de um princípio ativo simultaneamente.

Ao comparar os valores máximos permitidos de agrotóxicos na portaria da potabilidade da água brasileira com a regulamentação da UE observa-se que no Brasil é permitido uma quantidade de glifosato na água de consumo humano 5.000 vezes maior que na regulamentação da UE (BOMBARDI, 2017). O glifosato um dos agrotóxicos mais utilizados nas atividades agrícolas no mundo e no Brasil está listado nos padrões de potabilidade da água do Brasil, Japão e EUA em elevados valores, mesmo constatando no próprio teor da respectiva regulamentação dos países os riscos à saúde, decorrentes do consumo da água contaminada por glifosato, entre

eles, problemas renais, dificuldades reprodutivas e pode estar relacionado ao ganho de peso corporal (USA, 2009; CANADA, 2020).

Além disso, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer na avaliação realizada em março de 2015 concluiu que o glifosato é provavelmente carcinogênico para humanos (IARC, 2016). O agrotóxico 2,4 D na portaria de potabilidade brasileira tem um valor de 300 vezes maior quando comparado à regulamentação da UE e a atrazina 20 vezes (BOMBARDI, 2017).

No geral, entre os efeitos do consumo de água contaminada por agrotóxicos na saúde humana, destacam-se problemas no fígado e no sistema nervoso central, incluindo dores de cabeça, tonturas, irritabilidade, depressão e movimentos musculares involuntários; afeta os sistemas cardiovascular e reprodutivo; causa problemas nos olhos, rins, baço, anemia, perda auditiva e estão diretamente relacionados à desregulação endócrina e ao aumento do risco de desenvolvimento de câncer (USA, 2009; IARC, 2016; DUTRA; SOUZA, 2017; MURAKAMI *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2018; CANADA, 2020; PRADO *et al.*, 2021).

Vale ressaltar que o Brasil é um país tropical, cujas condições climáticas favorecem um maior número de safras agrícolas por ano em comparação aos países europeus e a ocorrência de pragas agrícolas, fator que contribui para uso elevado de agrotóxicos no país no sistema convencional de produção (VASCONCELOS, 2018; BRAGA *et al.*, 2020). Aliado, as poucas iniciativas e incentivos governamental para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável e métodos alternativos de produção. Salienta-se que o Brasil é um *hotspot* em biodiversidade, cujos inimigos naturais de pragas agrícolas podem contribuir para o controle natural e biológico das espécies indesejadas, reduzindo o uso de agrotóxico ao adotar modelos de produção agrícolas mais sustentáveis e saudáveis. É fundamental desenvolver estratégias de produção sustentável no campo, assim como promover fiscalizações para cumprimentos das legislações vigentes, capacitações e incentivos financeiros aos agricultores, para a conservação dos recursos hídricos.

Tendo em vista a necessidade de regular e monitorar todos os agrotóxicos usados na agricultura brasileira com potencial ocorrência na água potável, é necessário que cada estado ou região identifique os ingredientes ativos de uso prioritário em sua região e os inclua em programas de monitoramento regional nos mananciais de captação e nas estações de tratamento da água (BARBOSA; SOLANO; UMBUZEIRO, 2015). Isso já é estabelecido pela diretiva da UE (2021) que encarrega os Estados-Membros de identificar os agrotóxicos perigosos e relevantes que devem ser monitorados na água para consumo humano, cuja presença é provável numa determinada bacia ou reservatório para abastecimento de água (UE, 2020).

No Brasil, a portaria relata a necessidade de realizar análises semestrais de agrotóxicos no ponto de captação em manancial superficial e subterrâneo, além de fazer uma avaliação dos agrotóxicos usados na agricultura na área da bacia hidrográfica (BRASIL, 2021d). Porém, a portaria não diz quais as estratégias metodológicas que devem ser adotadas para determinar os agrotóxicos usados nas áreas do entorno dos mananciais, quais agrotóxicos deveriam ser mensurados e monitorados nas áreas de captação, bem como, não há ampla divulgação da base de dados com os resultados do monitoramento de agrotóxicos. Já a Comissão da UE com base nos dados comunicados pelos Estados-Membros, alimenta uma base de dados de agrotóxicos e seus metabolitos relevantes tendo em conta a sua possível presença na água destinada ao consumo humano (UE, 2020).

CONCLUSÃO

Em suma, este estudo evidencia que os valores máximos permitidos de agrotóxicos na água de consumo humano divergem muito entre os países analisados, portanto, é primordial padronizar esses valores entre os países numa regulamentação única, com valores mais baixos, semelhantes aos da União Europeia. Apesar do avanço da atual portaria do Brasil, que passa a monitorar números similares de agrotóxicos aos da OMS, USA, Canadá e China, os mesmos representam apenas 8% dos agrotóxicos registrados para uso na agricultura no Brasil. Além disso, a portaria brasileira não reduziu o limite máximo permitido de agrotóxicos com quantidades consideradas elevadas na água, como é o caso do glifosato, bem como, também não estabelece valor total para a mistura de agrotóxicos na água, apenas limites individuais, que pode chegar cerca de 3.500 vezes a mais que a UE que possui uma portaria mais restritiva.

REFERÊNCIAS DO ARTIGO

ABRASCO (Brasil). DOSSIÊ CIENTÍFICO E TÉCNICO contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.229/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA. Rio de Janeiro, 2018. 183 p. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/site/wp-content/uploads/2018/05/Dossi%C3%AA_PL-Veneno_PL-PNARA_Final-1.pdf. Acesso em: 22 maio 2021.

AGOSTINETTO, L. *et al.* O uso dos agrotóxicos e a exposição humana e ambiental. In: GINDRI, D. M.; MOREIRA, P. A. B.; VERISSIMO, M. A. A. (org.). Sanidade Vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável. Florianópolis: Cidasc, 2020. p. 182-240.

AGARWAL, A. *et al.* Pesticide residue in water-a challenging task in India. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 187, n. 2, p.1-21, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-015-4287-y>. Acesso em: 17 nov. 2019.

ARGENTINA. Comissão do Ambiente, da Saúde Pública e da Segurança Alimentar. *Resolución Conjunta SRYGR y SAB N° 34/2019*. 2019.

ARISEKAR, U. *et al.* Pesticides contamination in the Thamirabarani, a perennial river in peninsular India: the first report on ecotoxicological and human health risk assessment. *Chemosphere*, v. 267, p. 129251, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129251>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BARAN, N.; SURDYK, N.; AUTERIVES, C. Pesticides in groundwater at a national scale (France): impact of regulations, molecular properties, uses, hydrogeology and climatic conditions. *Science of the Total Environment*, p. 148137, 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148137>. Acesso em: 06 ago. 2021.

BARBOSA, Auria M. C.; SOLANO, Marize de L. M.; UMBUZEIRO, Gisela de A.. Pesticides in Drinking Water – The Brazilian Monitoring Program. *Frontiers In Public Health*, v. 3, p. 1-10, 2015. Frontiers Media SA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2015.00246>. Acesso em: 06 ago. 2021.

BOMBARDI, L. M. Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia. 2017. 296 p. Disponível em: <http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

BRAGA, A. R. C. *et al.* Global health risks from pesticide use in Brazil. *Nature Food*, v. 1, n. 6, p. 312-314, 2020. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s43016-020-0100-3>. Acesso em: 09 ago. 2021.

BRASIL. Resolução-RDC n. 1, de 14 de janeiro de 2011. Regulamento técnico para o ingrediente ativo Metamidofós em decorrência da reavaliação toxicológica. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2011a, n. 11*. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=56&data=17/01/2011>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Resolução-RDC n.190, de 30 de novembro de 2017. Altera a Resolução da Diretoria Colegiada n. 177, de 21 de setembro de 2017, que dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo Paraquate em produtos agrotóxicos no país e sobre as medidas transitórias de mitigação de riscos. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017a, n. 230*. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/649195/do1-2017-12-01-resolucao-rdc-n-190-de-30-de-novembro-de-2017-649191. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Monografias de agrotóxicos*. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicos>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Informações Técnicas: Registros concedidos - 2005 - 2021. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BRASIL. Ibama. Ministério do Meio Ambiente. Relatórios de comercialização de agrotóxicos. 2021c. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#hist-comercializacao>. Acesso em: 22 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n. 888, de 04 de maio de 2021. DF: 2021d.

BROVINI, E. M. *et al.* Three-bestseller pesticides in Brazil: freshwater concentrations and potential environmental risks. *Science of the Total Environment*, v. 771, p. 144754, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144754>. Acesso em: 05 jun. 2021.

CALDAS, E. D. Toxicological Aspects of Pesticides. *Sustainable Agrochemistry*, p.275-305, 2019. Springer International Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-17891-8_9. Acesso em: 05 jun. 2021.

CANADA. Committee on Health and the Environment. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. 2020.

CARNEIRO, F. F. *et al.* (Org.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro; São Paulo: Epsjv; Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 06 jun. 2019.

CARVALHO, A. P. G. C. *et al.* Detecção de pesticidas organoclorados na água e a associação da exposição humana à esses poluentes com o risco de diabetes mellitus tipo 2. *Revista Destaques Acadêmicos*, v. 11, n. 3, p. 71-83, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v11i3a2019.2171>. Acesso em: 22 maio 2021.

CHAU, N. D. G. *et al.* Pesticide pollution of multiple drinking water sources in the Mekong Delta, Vietnam: evidence from two provinces. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, n. 12, p.9042-9058, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-014-4034-x>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CHEN, N. *et al.* Transfer and degradation of the common pesticide atrazine through the unsaturated zone of the Chalk aquifer (Northern France). *Environmental Pollution*, v. 255, p. 113125, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113125>. Acesso em: 22 maio 2021.

CHINA. Ministry of Health of China. National standard of the people's republic of China GB 5749-2006. 2006.

COR, F. L. *et al.* Occurrence of pesticides and their transformation products in headwater streams: contamination status and effect of ponds on contaminant concentrations. *Science of the Total Environment*, v. 788, p. 147715, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147715>. Acesso em: 20 abr. 2021.

COSTA, L. F.; PIRES, G. L. P. Análise histórica sobrea agricultura e o advento do uso de

agrotóxicos no Brasil. 2016. Disponível em:

<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/viewFile/5433/5164>. Acesso em: 20 abr. 2019.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. DE. Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 13, n. 24, p. 127 - 140, 2017.

FAN, R. *et al.* Individual and synergistic toxic effects of carbendazim and chlorpyrifos on zebrafish embryonic development. *Chemosphere*, v. 280, p. 130769, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130769>. Acesso em: 27 jul. 2021.

FERREIRA, V. B. *et al.* Estimativa de ingestão de agrotóxicos organofosforados pelo consumo de frutas e hortaliças. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 26, n. 2, p.216-221, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x201800020095>. Acesso em: 27 jul. 2021.

FISHER, I. J. *et al.* Pesticides and their degradates in groundwater reflect past use and current management strategies, Long Island, New York, USA. *Science of the Total Environment*, v. 752, p. 141895, jan. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141895>. Acesso em: 27 jul. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Pesticides Use. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Acesso em: 03 jun. 2021.

GONÇALVES, C. *et al.* Ecological impacts of pesticides on *Astyanax jacuhiensis* (Characiformes: characidae) from the uruguay river, brazil. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, v. 205, p. 111314, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111314>. Acesso em: 27 jul. 2021.

HE, J. *et al.* Comparative analysis of freshwater species sensitivity distributions and ecotoxicity for priority pesticides: implications for water quality criteria. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, v. 176, p. 119-124, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.03.087>. Acesso em: 03 jun. 2021.

HERNÁNDEZ, A. F.; GIL, F.; LACASAÑA, M. Toxicological interactions of pesticide mixtures: an update. *Archives of Toxicology*, v. 91, n. 10, p. 3211-3223, 2017. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-017-2043-5>. Acesso em: 10 ago. 2021.

HESS, S. C. (Org.). *Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil*. São Paulo: Outras Expressões, 2018, p. 344. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/187660/LIVRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 jun. 2019.

HESS, S. C. Parecer técnico n. 01/2019. 2019. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/noticias/levantamento-do-mpsc-aponta-que-22-municipios-do-estado-recebem-agua-com-agrotoxicos>. Acesso em: 23 nov. 2019.

HIGA, L. E. *et al.* On the subject of water quality in the Americas: Argentina. In: KATHERINE VAMMEN. *Water Quality in the Americas: Risks and Opportunities*. Ianas-

iap; 2019. p. 57-76. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Martin_Forde/publication/331839012_Water_Quality_in_the_America. Acesso em: 13 maio 2019.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). World Health Organization. Q&A on Glyphosate. 2016.

INDIA. Drinking Water Sectional Committee. Indian Standard Drinking Water — Specification (Second Revision). 2012.

JAPAN. Ministry of Health, Labor and Welfare. Outline of examination in reviewing water quality standards. 2003. Disponível em:

<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/konkyo0303.html>. Acesso em: 18 ago. 2021.

KAMATA, M.; MATSUI, Y.; ASAMI, M. National trends in pesticides in drinking water and water sources in Japan. *Science of the Total Environment*, v. 744, p. 140930, 2020.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140930>. Acesso em: 22 maio. 2021.

LIMA, J. A. M. C. *et al.* “Modern agriculture” transfers many pesticides to watercourses: a case study of a representative rural catchment of southern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 10, p. 10581-10598, 2020. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-06550-8>. Acesso em: 28 jul. 2021.

MAGGI, F. *et al.* PEST-CHEMGRIDS, global gridded maps of the top 20 crop-specific pesticide application rates from 2015 to 2025. *Scientific Data*, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2019.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41597-019-0169-4>. Acesso em: 22 maio. 2021.

MARINS, A. T. *et al.* Environmentally relevant pesticides induce biochemical changes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Ecotoxicology*, v. 30, n. 4, p. 585-598, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-021-02368-8>. Acesso em: 26 maio. 2021.

MCDOUGALL, P. Industry Overview - Market. 2013.

MELIN, J. *et al.* How to select relevant metabolites based on available data for parent molecules: case of neonicotinoids, carbamates, phenylpyrazoles and organophosphorus compounds in French water resources. *Environmental Pollution*, v. 265, p. 114992, 2020.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114992>. Acesso em: 15 maio. 2021

MELO, J. A. T.; MARQUES, G. O. P. Os benefícios fiscais para os agrotóxicos: um debate acerca de sua (in) constitucionalidade a partir do Estado de Direito Ambiental e da ordem pública ambiental. *Periódico Científico e Cultural Anual do Curso de Direito da Faculdade 7 de Setembro*, v. 13, n. 1, p.84-101, 2016. Disponível em:

<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/42-67-1-sm.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA-MPSC. Levantamento do MPSC aponta que 22 municípios do estado recebem água com agrotóxicos. 2019b. Disponível em:

<https://www.mp.sc.br/noticias/levantamento-do-mpsc-aponta-que-22-municipios-do-estado-recebem-agua-com-agrotoxicos>. Acesso em: 05 jul. 2019.

MURAKAMI, Y. *et al.* Intoxicação crônica por agrotóxicos em fumicultores. *Saúde em Debate*, v. 41, n. 113, p. 563-576, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201711317>. Acesso em: 28 jul. 2021.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P. *et al.* Chemical Pesticides and Human Health: the Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Frontiers in Public Health*, v. 4, p.1-8, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>. Acesso em: 28 jul. 2021.

OLIVEIRA, S. V. Aquisição e manuseio de agrotóxicos em cultivo de maçã: possíveis casos de intoxicação na Serra Catarinense. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense, Universidade do Planalto Catarinense, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.uniplaclages.edu.br/biblioteca/repositorio/000000/000000f8.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

PÉREZ, D. J. *et al.* Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, v. 263, p. 128061, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128061>. Acesso em: 12 jun. 2021.

PIETRZAK, D. *et al.* Pesticides from the EU First and Second Watch Lists in the Water Environment. *Clean – Soil, Air, Water*, v. 47, n. 7, p. 1800376, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/clen.201800376>. Acesso em: 15 jul. 2021.

PRADO, J. A. F. *et al.* Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos. *Gaia Scientia*, v. 15, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/56075>. Acesso em: 10 jun. 2021.

RAMOS, J. S. A. *et al.* Multi-biomarker responses to pesticides in an agricultural population from Central Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 754, p. 141893, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141893>. Acesso em: 27 jul. 2021.

ROUSIS, N. I. *et al.* Monitoring a large number of pesticides and transformation products in water samples from Spain and Italy. *Environmental Research*, v. 156, p. 31-38, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.013>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SCHLEDER, A. A. *et al.* Avaliação da ocorrência de NO₃⁻, coliformes e atrazina em um aquífero cárstico, Colombo, PR. *RBRH*, v. 22, e20, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.0117160452>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 2, p.277-284, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016139118>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SOUZA, R. M. *et al.* Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: a review. *Process Safety And Environmental Protection*, v. 135, p. 22-37, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2019.12.035>. Acesso em: 26 jul. 2021.

TARGINO, I. F. Sistema de baixo custo para monitoramento da qualidade da água em

cisternas. 2021. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021. Disponível em:
<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/20403>. Acesso em: 09 ago. 2021.

TAUCHNITZ, N. *et al.* Assessment of pesticide inputs into surface waters by agricultural and urban sources - A case study in the Querne/Weida catchment, central Germany. *Environmental Pollution*, v. 267, p. 115186, 2020. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115186>. Acesso em: 26 jul. 2021.

TRIASI, M. *et al.* Ecological risk and estimates of organophosphate pesticides loads into the Central Mediterranean Sea from Volturno River, the river of the “Land of Fires” area, southern Italy. *Science of the Total Environment*, v. 678, p. 741-754, 2019. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.202>. Acesso em: 26 jul. 2021.

TYAGI, S. *et al.* High levels of organochlorine pesticides in drinking water as a risk factor for type 2 diabetes: a study in north india. *Environmental Pollution*, v. 271, p. 116287, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116287>. Acesso em: 26 jul. 2021.

United Nations Organization – UNO. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 2015. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 10 out. 2021.

UNIÃO EUROPEIA - UE. Diretiva (UE) 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. 2020.

UNITED STATES OF AMERICA - USA. United States Environmental Protection Agency (EPA). National Primary Drinking Water Regulations. 2009.

VASCONCELOS, Y. Agrotóxicos na berlinda. *Pesquisa Fapesp*, p. 18-27, 2018. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4983997/mod_resource/content/1/Vasconcelos_2018_Agrot%C3%B3xicos%20na%20berlinda.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

VEIGA, D. P. B. O impacto do uso do solo na contaminação por agrotóxicos das águas superficiais de abastecimento público. 2017. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.6.2017.tde-17052017-171544. Acesso em: 09 ago. 2021.

VELINI, E. D. PNARA – Política Nacional de Redução dos Agrotóxicos. São Paulo: Unesp, 2018. 38 slides, color. Disponível em:
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/55a-legislatura/pl-6670-16-politica-nacional-reducao-agrotoxicos-2/documentos/audiencias-publicas/EdivaldoPNARAEDVelini13_08_2018.pdf&ved=2ahUKEwj4yLPE3a3iAhWOK7kGHZP4CSw4FBAWMAZ6BAGGEAE&usq=AOvVaw2G_Mdgcgb_h5hj6WEacEdN. Acesso em: 21 maio 2019.

ZHOU, Y. *et al.* Occurrence, source and ecotoxicological risk assessment of pesticides in

surface water of Wujin District (northwest of Taihu Lake), China. *Environmental Pollution*, v. 265, p. 114953, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114953>. Acesso em: 26 jul. 2021.

WANG, F. *et al.* Accumulation, distribution and removal of triazine pesticides by *Eichhornia crassipes* in water-sediment microcosm. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, v. 219, p. 112236, 2021a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112236>. Acesso em: 26 jul. 2021.

WANG, T *et al.* Occurrence, spatiotemporal distribution, and risk assessment of current-use pesticides in surface water: a case study near taihu lake, china. *Science of the Total Environment*, v. 782, p. 146826, 2021b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146826>. Acesso em: 27 jul. 2021.

World Health Organization - WHO. Fourth Edition Guidelines for Drinking-water Quality. 2011. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 18 ago. 2021.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

Entre os padrões de potabilidade da água analisados, o Brasil adota o maior número de ingredientes ativos e valores máximos similar a diretiva da Organização Mundial da Saúde, no entanto a regulamentação é mais flexível que a União Europeia, principalmente ao permitir valores de agrotóxicos mais elevados na água. Além disso, o Brasil tem atualmente 499 agrotóxicos de uso autorizado para as atividades agrícolas, mas lista apenas 40 agrotóxicos para ser monitorado na água. Ressalta-se que seria importante incluir na portaria da água de consumo humano todos os agrotóxicos mais comercializados no país, como é o caso do acefato (ausente na portaria vigente) que ocupa a 4^o posição dentre os agrotóxicos mais vendidos no Brasil no ano de 2019, além de estudos científicos e INCA mostrarem a sua associação com leucemias, linfomas não Hodgkin e pâncreas. Outra possibilidade seria o monitoramento pelas estações de tratamento de água de todos os agrotóxicos usados no entorno da bacia de captação da água, porém isso demandaria um sistema de vigilância da qualidade da água com maior controle, fiscalização e transparências das informações.

Ao mesmo tempo, percebe-se a necessidade da intensificação de ações de fiscalização pelos órgãos de fiscalização e controle com aplicação de penalidades aos infratores, por exemplo, quando se tratar de pulverização próximo aos recursos hídricos. Bem como, também encaminhar aos órgãos de repressão, as ocorrências de detecções de agrotóxicos banidos ou não registrados em circulação no país para que sejam investigados os casos de comércio ilegal e irregular de agrotóxicos.

Os resultados levantados pela presente pesquisa podem colaborar com a proposição de melhorias nas políticas públicas voltadas para aos padrões de potabilidade da água, visto se tratar de um tema de relevância social.

Assim, esta dissertação pode contribuir para a disseminação do conhecimento e conscientização da população acerca da importância do monitoramento e fiscalização de agrotóxicos na água de consumo humano. Além de promover a discussão para o estabelecimento de valor máximo para o quantitativo total de agrotóxicos na água potável, bem como orientar as pessoas sobre os riscos à saúde.

Com relação ao campo científico este estudo visa fomentar discussões acerca da regulamentação vigente brasileira, pois ao analisar as portarias de potabilidade água para abastecimento humano, verifica-se que ainda são poucos os agrotóxicos monitorados na

portaria brasileira, com valor máximo permitido ainda considerados altos quando comparados a União Europeia.

Há de se ponderar na análise a notória discrepância observada entre os padrões de potabilidade dos países desenvolvidos quando comparado aos subdesenvolvidos com relação ao número de agrotóxicos listados e os valores máximos permitidos desses produtos. Por outro lado, é de suma importância ressaltar que essas normativas de qualidade da água trazem em seu bojo os possíveis riscos à saúde, decorrentes do consumo da água contaminada por agrotóxicos, entre eles, problemas renais, dificuldades reprodutivas e pode estar relacionado ao ganho de peso corporal. A partir desses resultados foi possível constatar a relevância do conhecimento no âmbito jurídico e nas diversas áreas a respeito dos padrões de potabilidade da água na garantia de resguardar direitos como a saúde e a vida digna, pois os efeitos nocivos dessas substâncias à saúde humana são preocupantes.

Não se pretendeu esgotar toda análise das portarias de potabilidade da água dos países mais consumidores de agrotóxicos, mas realizar uma comparação reflexiva sobre o tema, bem como estimular pesquisas futuras sob outras óticas e abordagens, para num processo interdisciplinar garantir água potável de qualidade e conseqüentemente uma vida saudável.

6. REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO

- ABRASCO (Brasil). DOSSIÊ CIENTÍFICO E TÉCNICO contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.229/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA. Rio de Janeiro, 2018. 183 p. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/site/wp-content/uploads/2018/05/Dossi%C3%AA_PL-Veneno_PL-PNARA_Final-1.pdf. Acesso em: 22 maio 2021.
- ACAYABA, R. D. Ocorrência de agrotóxicos usados na cana-de-açúcar em corpos d'água do Estado de São Paulo. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/322582>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- AGOSTINETTO, L. *et al.* O uso dos agrotóxicos e a exposição humana e ambiental. In: GINDRI, Diego Medeiros; MOREIRA, Patricia Almeida Barroso; VERISSIMO, Mario Alvaro Aloisio (org.). Sanidade Vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável. Florianópolis: Cidasc, 2020. p. 182-240.
- ALMEIDA, M. D. *et al.* A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do projeto de lei nº 3.200/2015. Cadernos de Saúde Pública, v. 33, n. 7, p. 1-11, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00181016>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- ALMEIDA, P. R.; RODRIGUES, M. V.; IMPERADOR, A. M. Toxicidade aguda (LC50) e efeitos comportamentais e morfológicos de formulado comercial com princípio ativo glifosato em girinos de *physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) e *rhinella icterica* (Anura, Bufonidae). Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 6, p.1115-1125, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019166886>. Acesso em: 15 jan. 2020.
- ARGENTINA. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Secretaría de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Código Alimentario Argentino: Resolución Conjunta 68/2007 y 196/2007. 2007. Disponível em: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/125000-129999/128630/norma.htm>. Acesso em: 27 fev. 2020.
- ATTAULLAH, M. *et al.* Serum organochlorine pesticides residues and risk of cancer: A case-control study. Saudi Journal of Biological Sciences, v. 25, n. 7, p.1284-1290, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.10.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X17302735>. Acesso em: 25 set. 2019.
- BARAN, N.; SURDYK, N.; AUTERIVES, C. Pesticides in groundwater at a national scale (France): impact of regulations, molecular properties, uses, hydrogeology and climatic conditions. Science of the Total Environment, p. 148137, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148137>. Acesso em: 06 ago. 2021.
- BATISTA, S. C. P. *et al.* As dificuldades dos agricultores familiares na produção orgânica na feira agroufam de Manaus, AM. Terceira Margem Amazônia, v. 6, n. 14, p. 9-15, 27 nov.

2020. Revista Terceira Margem Amazonia. Disponível em: <https://doi.org/10.36882/2525-4812.2020v6i14p9-15>. Acesso em: 15 out. 2021.

BOMBARDI, L. M. Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia. 2017. 296 p. Disponível em: <http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

BRASIL. Decreto nº 79.367, de 09 de março de 1977. Brasília, DF, 09 mar. 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm. Acesso em: 31 jan. 2020.

BRASIL. ABNT NBR 13968:1997. Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem. 1997. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3349>. Acesso em: 31 ago. 2021.

BRASIL. Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 06 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Aprova normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano em todo o território nacional. DOU, Brasília: 23 jan. 1990, Seção I, p. 1651-1654.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 1.469, de 29 dez. 2000a. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 22 fev. 2001. Seção 1.

BRASIL. Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000. Brasília, DF. 2000b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19974.htm. Acesso em: 06 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. (Série E, Legislação em Saúde).

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 04 de maio de 2005. Brasília, DF, 04 maio 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm. Acesso em: 31 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Perguntas e respostas sobre a Portaria MS nº 2.914/20. 2012. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/setembro/30/perguntas-e-respostas-sobre-a-portaria-ms-n-2-914.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA n. 465, de 5 de Dezembro de 2014. 2014. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/270714/>. Acesso em: 28 jan. 2020

BRASIL. Anvisa. Gerência-geral de Toxicologia. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos PARA: Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015. 2016. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8. Acesso em: 11 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. 2017.

BRASIL. Anvisa. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Agrotóxicos: Anvisa é contrária ao PL 6299/02. 2018a. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-ao-pl-6299-02-219201?p_auth=6biu6e5b&inheritRedirect=false. Acesso em: 11 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. 2018b. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Anvisa. Gerência-geral de Toxicologia. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos PARA: Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2017 a 2018. 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/5715299/Programa+de+An%C3%A1lise+de+Res%C3%Aduos+de+Agrot%C3%B3xicos+-+Relat%C3%B3rio+2017+e+2018/93bb4ad2-b1fb-4bc8-9035-dab30193b662>. Acesso em: 08 mar. 2019.

BRASIL. Ibama. Ministério do Meio Ambiente. Relatórios de comercialização de agrotóxicos. 2021a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#hist-comercializacao>. Acesso em: 22 agos. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Água. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/agua>. Acesso em: 06 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS n. 888, de 04 de maio de 2021. DF: 2021c.

BRASIL. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Perfil do Agronegócio Mundial. 2021d. Disponível em: [http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_mundial_julho_2021\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_mundial_julho_2021[1].pdf). Acesso em: 31 ago. 2021.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2020/21. Brasília, DF, v. 8, n. 10. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 31 ago. 2021.

BROVINI, E. M. et al. Three-bestseller pesticides in Brazil: freshwater concentrations and potential environmental risks. *Science of the Total Environment*, v. 771, p. 144754, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144754>. Acesso em: 05 jun. 2021.

CALDAS, E. D. Toxicological Aspects of Pesticides. *Sustainable Agrochemistry*, p.275-305, 2019. Springer International Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-17891-8_9. Acesso em: 02 set. 2020.

CANADA. Committee on Health and the Environment. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. 2020.

CANADA. Government of Canada. Checklist of Labelling Requirements. 2009. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/consumer-product-safety/pesticides-pest-management/public/protecting-your-health-environment/pest-control-products-acts-and-regulations-en.html>. Acesso em: 28 set. 2019.

CARNEIRO, F. F. *et al* (Org.). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro; São Paulo: Epsjv; Expressão Popular, 2015. Cap. 1. p. 45-87. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 06 jun. 2019.

CHAU, N. D. G. *et al*. Pesticide pollution of multiple drinking water sources in the Mekong Delta, Vietnam: evidence from two provinces. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, n. 12, p.9042-9058, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-014-4034-x>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CHINA. Ministry of Health of China. National standard of the people's republic of China GB 5749-2006. 2006. Disponível em: <https://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/International%20handel/Eksport/Lande/Kina/GB%205749-2006%20Standards%20for%20Drinking%20Water%20Quality.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

COCCO, P. Cancer and other chronic degenerative diseases following long term exposure to pesticides. *Rural Health: Agriculture, Pesticides and Organic Dusts*, p.468-469, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2018-icoabstracts.1332>. Acesso em: 24 set. 2019.

CONTE, F. A. *et al*. Uso De Agrotóxicos e Perfil dos Agricultores da Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Terceiro Incluído*, v. 7, n. 1, p.91-98, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/teri.v7i1.43321>. Acesso em: 15 nov. 2019.

CORCINO, C. O. *et al*. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 8, p.3117-3128, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232018248.14422017>. Acesso em: 25 jan. 2020.

COSTA, L. F.; PIRES, G. L. P. Análise histórica sobre a agricultura e o advento do uso de agrotóxicos no Brasil. 2016. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/viewFile/5433/5164>. Acesso em: 20 abr. 2019.

COUNCIL DIRECTIVE. Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption. 1980. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c0ad00db-b82c-46ab-af4b-4691225fbd6d/language-en>. Acesso em: 10 mar. 2020

DERBALAH, A. *et al.* Temporal trends in organophosphorus pesticides use and concentrations in river water in Japan, and risk assessment. *Journal of Environmental Sciences*, v. 79, p.135-152, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2018.11.019>. Acesso em: 22 abr. 2019.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Tendência de malformações congênitas e utilização de agrotóxicos em commodities: um estudo ecológico. *Saúde em Debate*, v. 43, n. 121, p.390-405, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201912108>. Acesso em: 24 fev. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Grãos, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/graos>. Acesso em: 10 set. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. Decree transposing Commission Directive (EU) 2015/1787 amending Annexes II and III to Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption transposed with Legislative Decree No 31 of 2 February 2001. 2017. Disponível em: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/en/search/?trisaction=search.detail&year=2017&num=30>. Acesso em: 10 mar. 2020.

EUROPA. Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 2009/128/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. 2009. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj>. Acesso em: 10 set. 2019.

EVARISTO, A. Caracterização da saúde de agricultores em um município da serra catarinense e a sua relação com a exposição aos agrotóxicos. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense, Universidade do Planalto Catarinense, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.uniplaclages.edu.br/biblioteca/repositorio/000001/00000184.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

FERREIRA, V. B. *et al.* Estimativa de ingestão de agrotóxicos organofosforados pelo consumo de frutas e hortaliças. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 26, n. 2, p.216-221, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x201800020095>. Acesso em: 27 jul. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Italy Legislative Decree No. 31 implementing Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. 2001. Disponível em: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC031038>. Acesso em: 10 mar. 2020.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei nº 10.628, de 08 de outubro de 2019. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2019/1063/10628/lei-ordinaria->

n-10628-2019-institui-e-define-como-zona-livre-de-agrotoxicos-a-producao-agricola-pecuaria-extrativista-e-as-praticas-de-manejo-dos-recursos-naturais-no-municipio-de-florianopolis. Acesso em: 15 nov. 2019.

FONSECA, J. *et al.* Poluição da água e solo por agrotóxicos. *Revista Científica e-Localização*, v. 1, n. 15, p. 25, 2019. Disponível em: <http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Localizacao/article/view/183>. Acesso em: 12 jul. 2021.

FRENCH AGENCY FOR FOOD ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH SAFETY (FAFEOHS). Guidelines for safety assessment of adhesives used in installations for the production and distribution of water intended for human consumption. 2007. Disponível em: <https://www.anses.fr/en/system/files/EAUX-Ra-LDadhesifsEN.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ (FIOCRUZ). Nota técnica: Análise do Projeto de Lei n. 6.299/2002 – Fiocruz. In: Abrasco; ABA (Brasil). Dossiê Científico e Técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.229/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA. 2018. p. 12-37. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Documents/DISSERTAÇÃO/DOSSIE_NOVO_26_JULHO_Final-compressed2.pdf. Acesso em: 8 mar. 2020.

GABOARDI, S. C.; CANDIOTTO, L. Z. P.; RAMOS, L. M. Perfil do uso de agrotóxicos no sudoeste do Paraná (2011 – 2016)/ Profile of pesticides use in the southwest of Paraná (2011-2016). *Revista Nera*, n. 46, p. 13-40, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.47946/rnera.v0i46.5566>. Acesso em: 31 ago. 2021.

GERMANY. Ordinance on the quality of water intended for human consumption. Regulation of drinking water. 2001. Disponível em: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/E/Englische_Dateien/Drinking_Water_Ordinance.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

GONÇALVES, M. S.. Uso sustentável de pesticidas. Análise comparativa entre a União Europeia e o Brasil. 2016. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências do ambiente, Biologia vegetal, Universidade de Lisboa Faculdade de ciências, 2016. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/23971/1/ulsd072867_td_Marcia_Goncalves.pdf. Acesso em: 07 mar. 2020.

HAN, M. A.; KIM, J. H.; SONG, H. S. Persistent organic pollutants, pesticides, and the risk of thyroid cancer. *European Journal of Cancer Prevention*, v. 28, n. 4, p.344-349, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/cej.0000000000000481>. Acesso em: 25 set. 2019.

HESS, S. C. (Org.). *Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil*. São Paulo: Outras Expressões, 2018. 344 p. Disponível em: https://www.forumat.net.br/at/sites/default/files/arq-paginas/poluicao_e_doencas_no_brasil.pdf#page=125. Acesso em: 24 jan. 2020.

HESS, S. C. Parecer técnico n. 01/2019. 2019. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/noticias/levantamento-do-mpsc-aponta-que-22-municipios-do-estado-recebem-agua-com-agrotoxicos>. Acesso em: 23 nov. 2019.

- HIGA, L. E. *et al.* On the subject of water quality in the Americas: Argentina. In: Katherine Vammen. *Water Quality in the Americas: Risks and Opportunities*. Ianas-iap; Unesco, 2019. p. 57-76. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Martin_Forde/publication/331839012_Water_Quality_in_the_America. Acesso em: 13 maio 2019.
- INDIA. Drinking Water Sectional Committee. *Indian Standard Drinking Water — Specification (Second Revision)*. 2012. Disponível em: <http://cgwb.gov.in/Documents/WQ-standards.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Nota pública acerca do posicionamento do Instituto Nacional de Câncer sobre o Projeto de Lei n. 6.299/2002. In: ABRASCO; ABA (Brasil). *Dossiê Científico e Técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.229/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA*. 2018. p. 38-42. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Documents/DISSERTAÇÃO/DOSSIE_NOVO_26_JULHO_Final-compressed2.pdf. Acesso em: 8 mar. 2020.
- INPEV (Brasil). *Histórico, contexto de atuação e representatividade do Sistema Campo Limpo*. 2019. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/sobre-sistema/>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA). *Japan's Experiences on Water Supply Development*. 2017. Disponível em: https://www.jica.go.jp/english/our_work/thematic_issues/water/c8h0vm0000ammj2q-att/activity_01.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.
- KAMATA, M.; MATSUI, Y.; ASAMI, M. National trends in pesticides in drinking water and water sources in Japan. *Science of the Total Environment*, v. 744, p. 140930, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140930>. Acesso em: 22 maio. 2021.
- LAVOR, T. (Brasil). *Abrasco. Municípios proibiram pulverização aérea de agrotóxicos*. 2019. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/outras-noticias/ecologia-e-meio-ambiente/antes-do-ceara-8-municipios-ja-haviam-proibido-pulverizacao-aerea-de-agrotoxicos/39600/>. Acesso em: 02 set. 2019.
- MARTIN, F. L. *et al.* Increased exposure to pesticides and colon cancer: Early evidence in Brazil. *Chemosphere*, v. 209, p.623-631, out. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.118>. Acesso em: 27 set. 2019.
- MATIAS, V. A.; TAMANAHA, M. S. Monitoramento dos agrotóxicos quinclorac e carbofuran no rio Camboriú, município de Camboriú, Santa Catarina. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 18, n. 1, p.30-45, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2016v18n1p30-45>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- MELIN, J. *et al.* How to select relevant metabolites based on available data for parent molecules: case of neonicotinoids, carbamates, phenylpyrazoles and organophosphorus compounds in French water resources. *Environmental Pollution*, v. 265, p. 114992, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114992>. Acesso em: 15 maio. 2021

MELO, J. A. T.; MARQUES, G. O. P. Os benefícios fiscais para os agrotóxicos: um debate acerca de sua (in) constitucionalidade a partir do Estado de Direito Ambiental e da ordem pública ambiental. *Periódico Científico e Cultural Anual do Curso de Direito da Faculdade 7 de Setembro*, v. 13, n. 1, p.84-101, 2016. Disponível em: <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/42-67-1-sm.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA-MPSC. Programa Alimento Sem Risco: Resultado das análises de agrotóxicos por ano (em%). 2021. Disponível em: <https://www.mp.sc.br/programas/programa-alimento-sem-risco>. Acesso em: 02 set. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL-MPF (Brasil). Nota técnica 4ª CCR n.º 1/2018 sobre o projeto de lei Nº 6.299/2002. 2018. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/pgr/documentos/4ccr_notatecnica_pl-6-299-2002_agrotoxico.pdf. Acesso em: 03 jul. 2019.

MORELLO, L. et al. Disposal of pesticide wastes in apple orchards in the south of Brazil and its compliance with current legislation. *Journal of Agricultural Science*; v.11, n.10, p.140-153, 2019.

NICOLOPOULOU-STAMATI, P. *et al.* Chemical Pesticides and Human Health: the Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Frontiers in Public Health*, v. 4, p.1-8, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>. Acesso em: 28 jul. 2021.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. Report of an OECD Survey on Risk Management/Mitigation Approaches and Options Related to Agricultural Pesticide use near Residential Areas. Series on Pesticides, No.78. Paris, 22-Jul-2014.

OLIVEIRA, S. V. Aquisição e manuseio de agrotóxicos em cultivo de maçã: possíveis casos de intoxicação na Serra Catarinense. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense, Universidade do Planalto Catarinense, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.uniplaclages.edu.br/biblioteca/repositorio/000000/000000f8.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE - OPAS. (Brasil). OPAS/OMS destaca importância da atuação conjunta dos setores da saúde, agricultura e meio ambiente na regulamentação de agrotóxicos. 2018. 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: 28 nov. 2019.

PEDROSO, D. O. *et al.* Manejo de agrotóxicos no cultivo de grãos e sua relação com a saúde e ambiente. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, p. 8399108282, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8282>. Acesso em: 31 ago. 2021.

PÉREZ, D. J. *et al.* Ecological risk assessment of current-use pesticides and biocides in soils, sediments and surface water of a mixed land-use basin of the Pampas region, Argentina. *Chemosphere*, v. 263, p. 128061, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128061>. Acesso em: 12 jun. 2021.

PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p.3281-3293, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>. Acesso em: 26 abr. 2019.

PINHEIRO, A. I. *et al.* Potencial de contaminação em águas superficiais pelo uso de agrotóxicos em Iguatu, Ceará. *Craibeiras de Agroecologia*, v. 1, n. 1, p.1-5, 2017. Disponível em: <http://seer.ufal.br/index.php/era/article/view/3561/2883>. Acesso em: 15 nov. 2019.

PLUTH, T. B.; ZANINI, L. A. G.; BATTISTI, I. D. E. Pesticide exposure and cancer: an integrative literature review. *Saúde em Debate*, v. 43, n. 122, p.906-924, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201912220>. Acesso em: 24 fev. 2020.

PRADO, J. A. F. *et al.* Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos. *Gaia Scientia*, v. 15, n. 1, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/56075>. Acesso em: 10 jun. 2021.

QU, W. *et al.* China's new national standard for drinking water takes effect. *The Lancet*, v. 380, n. 9853, p.8-8, 2012. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)61884-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(12)61884-4). Acesso em: 25 fev. 2020.

SALEH, I. A.; ZOUARI, N.; AL-GHOUTI, M. A. Removal of pesticides from water and wastewater: chemical, physical and biological treatment approaches. *Environmental Technology & Innovation*, v. 19, p. 101026, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eti.2020.101026>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SAMPAIO, S. R. *et al.* Agrotóxicos, sementes crioulas e soberania alimentar: uma reflexão sobre sua relação com os agricultores de Castro Alves/BA. *CBA - Agrotóxicos e Transgênicos*, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/6027>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTA CATARINA. Alesc. Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina. Lei n. 17.720 de 22 de março de 2019. 2019a. Disponível em: http://legislacao.sef.sc.gov.br/legtrib_internet/html/leis/2019/lei_19_17720.htm. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTA CATARINA. Alesc. Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina. Medida Provisória 226/2019 - Tramitações. 2019b. Disponível em: <http://www.alesc.sc.gov.br/legislativo/tramitacao-de-materia/MPV/00226/2019>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SANTA CATARINA. Alesc. Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina. Lei n. 17.820, de 9 de dezembro de 2019. 2019c. Disponível em: https://legislacao.sef.sc.gov.br/html/leis/2019/lei_19_17820.htm. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTA CATARINA. CIDASC; MPSC. Programa Alimento sem Risco - PASR. 2021. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/noticias/tv/programa-alimento-sem-risco-pasr>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTA CATARINA. Vigilância Sanitária do Estado de Santa Catarina. Programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. 2019d. Disponível em: <http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/saude-ambiental/vspea-vigilancia-em-saude-de-populacoes-expostas-a-agrotoxicos>. Acesso em: 25 jan. 2020.

SATO, M. *et al.* Survey of Pesticide Concentrations, Including Neonicotinoids, in the Sagami River, its Tributaries and Tap Water. *Journal of Japan Society on Water Environment*, v. 39, n. 5, p.153-162, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2965/jswe.39.153>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SCHLEDER, A. A. *et al.* Avaliação da ocorrência de NO₃⁻, coliformes e atrazina em um aquífero cárstico, Colombo, PR. *RBRH*, v. 22, e20, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.0117160452>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SCHREIBER, F. *et al.* Experimental methods to evaluate herbicides behavior in soil. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 1, p.71-85, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v17i1.540>. Acesso em: 02 ago. 2019.

SHARMA, A. *et al.* Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *Sn Applied Sciences*, v. 1, n. 11, p. 1-16, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVA, M. F. O. *et al.* Relação entre número de agrotóxicos registrados e casos de intoxicação em Santa Catarina. *Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da Uniarp*, [v. 8, n. 2, p.57-63, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/2107/1078>. Acesso em: 09 mar. 2020.

SILVÉRIO, A. C. P. *et al.* Assessment of primary health care for rural workers exposed to pesticides. *Revista de Saúde Pública*, v. 54, p.1-11, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054001455>. Acesso em: 24 fev. 2020.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA - SINDAG (BRASIL). Desafios da aviação agrícola brasileira. 2018. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/insumos-agropecuarios/2018/97aro/app_97ro_insumos_aviacao.pdf. Acesso em: 12 jan. 2020.

SINITOX (Brasil). Fiocruz. Óbitos Registrados de Intoxicação Humana por Agente Tóxico e Sexo. 2017. Disponível em: https://sinitox.icict.fiocruz.br/sites/sinitox.icict.fiocruz.br/files//Brasil13_0.pdf. Acesso em: 24 set. 2019.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 2, p.277-284, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016139118>. Acesso em: 24 fev. 2020.

SOUZA, R. M. *et al.* Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: a review. *Process Safety And Environmental Protection*, v. 135, p. 22-37, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2019.12.035>. Acesso em: 26 jul. 2021.

SOUZA, L. D.; SILVA, A. G. Influência do Uso de Imidacloprido na Qualidade das Águas e Sedimentos da Micro-bacia do Rio do Carmo. *Orbital - The Electronic Journal Of Chemistry*, v. 8, n. 4, p. 240-249, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v8i4.792>. Acesso em: 24 fev. 2021.

SULTANA, T. *et al.* Neonicotinoid pesticides in drinking water in agricultural regions of southern Ontario, Canada. *Chemosphere*, v. 202, p.506-513, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.108>. Acesso em: 23 nov. 2019.

TANG, Fiona H. M. *et al.* Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 206-210, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>. Acesso em: 01 ago. 2021.

TERAYAMA, H. *et al.* Effect of acetamiprid on the immature murine testes. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 28, n. 6, p.683-696, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2018.1504897>. Acesso em: 02 jan. 2020.

TYAGI, S. *et al.* High levels of organochlorine pesticides in drinking water as a risk factor for type 2 diabetes: a study in north india. *Environmental Pollution*, v. 271, p. 116287, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116287>. Acesso em: 26 jul. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA - USA. Environmental Protection Agency. EPA. Pesticides; Revised Fee Schedule for Covered Applications Under the Pesticide Registration Improvement Extension Act of 2018 (PRIA 4). *Federal Register*, v. 84, n. 190, p.52085-52104, 2019. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2019-10-01/pdf/2019-21117.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

UNITED STATES OF AMERICA - USA. United States Environmental Protection Agency (EPA). CFR Part 141: National Primary Drinking Water Regulations. 2020. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2007-title40-vol22/pdf/CFR-2007-title40-vol22-part141.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

UNITED STATES OF AMERICA - USA. United States Environmental Protection (EPA). Clean Water in Indian Country. 2021. Disponível em: <https://www.epa.gov/tribal/clean-water-indian-country#cwa>. Acesso em: 24 fev. 2021.

UNITED STATES OF AMERICA - USA. United States Environmental Protection. National Primary Drinking Water Regulations. 2009. Disponível em: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>. Acesso em: 27 fev. 2020.

VASCONCELOS, Y. Agrotóxicos na berlinda. *Pesquisa Fapesp*, p. 18-27, 2018. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4983997/mod_resource/content/1/Vasconcelos_2018_Agrot%C3%B3xicos%20na%20berlinda.pdf. Acesso em: 26 jul. 2021.

VELINI, E. D. PNARA – Política Nacional de Redução dos Agrotóxicos. São Paulo: Unesp, 2018. 38 slides, color. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/55a-legislatura/pl-6670-16-politica-nacional-reducao-agrotoxicos-2/documentos/audiencias-publicas/EdivaldoPNARAEDVelini13_08_2018.pdf&ved=2ahUKEwj4yLPE3a3iAhWOK7kGHZP4CSw4FBAWMAZ6BAgGEAE&usg=AOvVaw2G_Mdgcgb_h5hj6WEacEdN. Acesso em: 21 maio 2019.

VIEIRA, M. G. *et al.* Evaluation of Pesticide Contamination in the Water Sources of Southwest Parana Cities. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 5, p.1800-1812, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170105>. Acesso em: 28 jan. 2020.

VOGEL, G. €100 million German insect protection plan will protect habitats, restrict weed killers, and boost research. *Science*, p.1-1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaz4151>. Acesso em: 08 mar. 2020.

World Health Organization - WHO. Fourth Edition Guidelines for Drinking-water Quality. 2011. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 18 ago. 2021.

ZANUTO, L. C. R.; CABRAL, G. P. “Pacote do Veneno”: poder do agronegócio e violações aos direitos à saúde, à segurança alimentar e ao meio ambiente. *Revista Direito em Debate*, v. 29, n. 54, p. 91-105, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21527/2176-6622.2020.54.91-105>. Acesso em: 31 ago. 2021.

ZEIGELBOIM, B. S. *et al.* The importance of otoneurological evaluation in brazilian workers exposed to pesticides: a preliminary study. *International Archives of Otorhinolaryngology*, v. 23, n. 04, p.389-395, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1684009>. Acesso em: 18 jan. 2019.