



## AGROTÓXICOS EM ÁGUA DO RIO E ÁGUA TRATADA NO MUNICÍPIO DE ENCANTADO, RS

*PESTICIDES IN WATER OF THE RIVER NA WATER FOR HUMAN CONSUPTION IN  
ENCANTADO, RS*

DOI: <https://doi.org/10.24979/ambiente.v14i2.967>

*Elenice Andréa Kronbauer - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul <https://orcid.org/0000-0002-3397-7067>*

*Elaine Biondo - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul <https://orcid.org/0000-0001-7793-9700>*

*Cândida Zanetti - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul <https://orcid.org/0000-0002-0145-3859>*

*Eliane Maria Kolchinski - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul <https://orcid.org/0000-0002-1009-8000>*

**Resumo:** Os atuais sistemas de produção intensiva de alimentos, com uso de poucas cultivares em extensos monocultivos, associado ao uso intenso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, vem contaminando recursos naturais, especialmente os recursos hídricos, modificando suas características e, conseqüentemente gerando desequilíbrio ambiental e na saúde humana. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar água tratada e não tratada do rio Taquari na cidade de Encantado/RS, durante o período de verão e inverno, com intuito de verificar a presença de princípios ativos de agrotóxicos. O método de pesquisa compreendeu duas etapas de coleta de água, na safra de verão e inverno, e posterior análises no Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria (LARP/UFSM). Os resultados mostram a presença dos seguintes princípios ativos atrazina em água tratada e não tratada, o qual é um herbicida utilizado principalmente em lavouras de milho na região; em água não tratada foi identificado imidacloprido e clorpirifós, inseticidas utilizados em culturas de soja, fumo, milho, trigo e citros; carbendazim, fungicida empregado no controle de doenças em cereais e frutas e tebuconazol, fungicida empregado nas culturas de grãos. Pode-se considerar que, embora a quantidade de resíduo tenha ficado abaixo do limite máximo permitido (LMP) de segurança estabelecido pela legislação brasileira atual, não é possível assegurar baixos riscos para a saúde humana e ambiental, pois os agrotóxicos têm comprovadamente efeitos agudos e crônicos, agravados pela constante exposição aos mesmos, sendo a reflexão atual e apropriada, bem como sugere-se a continuidade das pesquisas e análises.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, legislação; saúde humana; impacto ambiental.

**Abstract:** Current systems of intensive food production, with the use of few cultivars in extensive monocultures, associated with the intense use of pesticides and chemical fertilizers, have been contaminating natural resources, especially water resources, modifying their characteristic end, consequently, generating environmental and health imbalances human. Thus, the present study aimed to analyze treated and untreated water from the Taquari River in the city of Encantado / RS, during the summer and winter, in order to verify the presence of active ingredients of pesticides. The research method comprised two stages water collection, in the summer and winter harvest, and subsequent analyzes at the Laboratory of Analysis of Pesticide Residues at the Federal University of Santa Maria (LARP / UFSM). The results show the presence of the following active ingredients atrazine in treated and untreated water, which is a herbicide used mainly in corn crops in the region; in untreated water, imidacloprid and chlorpyrifos, insecticides used in soy, tobacco, corn, wheat and citrus crops were identified; carbendazim, a fungicide used to control diseases in cereals and fruits, and tebuconazole, a fungicide used in grain crops. It can be considered that, although the amount of waste has remained below the maximum permitted limit (LMP) of safety established by the current Brazilian legislation, it is not possible to ensure low risks to human and environmental health, since pesticides have proven to have acute and chronic, aggravated by constant exposure, and the reflection is current and appropriate, as well as suggesting the continuity of research and analysis.

**Keywords:** sustainability; legislation; human health; environmental impact.

## INTRODUÇÃO

O Brasil um dos maiores produtores de grãos (EMBRAPA, 2019) e o maior consumidor de agrotóxicos do mundo (INCA, 2015; IBGE, 2019) isto se deve ao fortalecimento da agricultura convencional intensiva em uso de solo, alta carga de insumos, especialmente agrotóxicos, fertilizantes químicos e sementes transgênicas (PIGNATI *et al.*, 2017). O uso de agrotóxicos vem causando impactos ambientais graves, como a contaminação dos recursos hídricos, redução da agrobiodiversidade, além de problemas em saúde pública, devido as intoxicações agudas e crônicas de agricultores familiares e consumidores causadas pelos agrotóxicos (GILSON *et al.*, 2020).

No Brasil, entre 2016 e 2020 foram registrados 1.947 agrotóxicos salientando-se que somente no ano de 2019 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), liberou mais de 474 princípios ativos (LUCAS *et al.*, 2020; COSTA e LUCAS, 2021). Segundo dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) foram vendidas 541,8 mil toneladas de princípios ativos em 2017, ou seja, o consumo nacional de ingredientes ativos subiu de 3,2 kg/ha em 2005 para 6,7 kg/ha em 2014. Embora o uso de agrotóxicos seja mais acentuado em culturas que são *commodities*, os dados mostram que o uso tem aumentado na agricultura familiar (VALADARES, ALVES e GALIZA, 2020). Conforme os autores, em 2006, 29% dos estabelecimentos familiares no Brasil usavam agrotóxicos e a proporção aumentou para 36%, em 2017.

Os dados são alarmantes, considerando que os agrotóxicos, pulverizados sobre culturas deixam resíduos, os quais além de causarem diversos sintomas agudos e crônicos, também contaminam o ar, solo, lençóis freáticos e toda diversidade biológica, reduzindo e contaminando nossos recursos naturais e alimentares, recursos prioritários para o futuro da sustentabilidade na produção de alimentos (CASSAL *et al.*, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015; PIGNATI *et al.*, 2017; GOMES; SILVA; SANTOS, 2020; RIQUINHO *et al.*, 2020).

Entre os recursos naturais mais contaminados destacam-se os recursos hídricos. Devido a facilidade no deslocamento dos agrotóxicos das áreas cultivadas até as águas superficiais como os rios, poços, córregos

e riachos, através da água das chuvas que atingem também as águas subterrâneas, pelo processo de lixiviação, o que segundo Ribeiro *et al.* (2007) ocorre devido ao papel desempenhado pelos recursos hídricos que agem como integradores dos ciclos biogeoquímicos.

De acordo com Zini (2016), os agrotóxicos presentes na água são considerados micropoluentes e, mesmo em baixas concentrações, dão características de toxicidade a água. Neste sentido, a ingestão diária de água contaminada mesmo em pequenas quantidades, pode provocar diversas doenças graves, principalmente pela exposição e acúmulo de resíduos nos tecidos humanos, e a exposição continuada, poderá causar a contaminação crônica, isto é devido ao fato de que as estações de tratamento de água do tipo convencional, não possuem processos para eliminação total de agrotóxicos (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009; FERNANDES NETO, 2010; ZINI, 2016; BOMBARDI, 2017).

Outro fator desfavorável quanto ao uso de agrotóxicos é a falta de controle e fiscalização, facilitada pela falta de políticas adequadas a real situação de uso dos agrotóxicos, bem como de informações corretas quanto aos impactos ambientais, sociais e econômicos. O Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002) em seu Art. 31 proíbe o registro de princípios ativos de agrotóxicos que causam algum malefício ou risco ao meio ambiente e a saúde pública, de acordo com critérios utilizados pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) e conforme prevê a Portaria da Secretaria Nacional da Vigilância Sanitária nº 03, de 16 de janeiro de 1992 (BRASIL, 1992). Porém, diversos estudos mostram que os agrotóxicos liberados causam efeitos nocivos à saúde humana e aos recursos ambientais como a água subterrânea e potável. Neste contexto, observa-se também um manuseio inadequado dos produtos em nível de campo. Sasso *et al.* (2021) estudando os efeitos da exposição aos agrotóxicos de produtores de vegetais no Rio Grande do Sul, constataram que estes são aplicados sem os critérios recomendados para o manuseio, inclusive misturando diferentes tipos de agrotóxicos. O Receituário Agrônomo, de acordo com Vaz (2006), se tornou de certa forma uma obrigatoriedade burocrática, perdendo o propósito que é, a análise e o acompanhamento de um profissional habilitado na área agrônoma, desde a visita à propriedade, até a necessidade de uso e

informações técnicas dos produtos, principalmente pela ausência de maior fiscalização e controle.

Os limites máximos de resíduos e os subsídios fiscais sobre as transações comerciais favorecem o descontrole no uso de agrotóxicos. Além dos limites serem superiores aos estabelecidos pela legislação europeia, por exemplo. A legislação brasileira estabelece que o limite máximo de resíduos em cada amostra de água ou alimento, seja muito superior ao de países da Europa, e com até dez princípios ativos diferentes, se estes estiverem abaixo dos limites máximos estabelecidos por lei, considerando portanto, que não representam risco algum a saúde humana, o que vem sendo questionado atualmente por órgãos competentes e publicados em diferentes artigos científicos (PORTUGAL; SILVA, 2020; GOMES, SILVA; SANTOS, 2020; LUCAS *et al.*, 2020; SASSO *et al.*, 2021). A redução na cobrança de impostos é um facilitador para a aquisição do produto, com desoneração de impostos que chega a 25%, como constatado pelo próprio Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) (VALADARES, ALVES e GALIZA, 2020).

O Rio Grande do Sul, segundo relatório de dados da Secretaria de Vigilância em Saúde do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2019), é um dos mais atingidos em termos de uso de agrotóxicos e saúde do trabalhador. Sasso *et al.* (2020) constataram que no Rio Grande do Sul, são homens, entre 23 e 39 anos, brancos e residentes em zona rural com maior tendência à intoxicação com pesticidas, sendo as microrregiões Norte e dos Vales que apresentam maior número de notificações.

Os sintomas mais frequentes quando da exposição crônica aos agrotóxicos, são alterações genéticas, imunológicas, malformação congênita, danos ao sistema nervoso, respiratório, hematopoiético, trato intestinal, reprodutivo, endócrino, pele, olhos, além de reações alérgicas e alterações comportamentais (SILVA, 2008).

Em relação as notificações médicas dos efeitos agudos causados pelos agrotóxicos ainda são escassas, no entanto, desde 2011 tornou-se obrigatória a notificação de agravos por agrotóxicos no Rio Grande do Sul. Em 2012 havia 1,56 casos para 100 mil habitantes, e em 2018, 7,08 casos para cada 100 mil habitantes (RIO GRANDE DO SUL, 2019)

diminuindo as subnotificações, e atingindo a meta do Plano Estadual de Saúde (2016-2019) de alcançar seis notificações para cada 100 mil habitantes.

Pesquisas em diferentes regiões do Estado tem comprovado a presença de agrotóxicos no solo, em recursos hídricos e na água de consumo humano, em alguns casos em níveis acima do estabelecido nos Valores Máximos Permitidos (GRÜTZMACHER *et al.*, 2008; MARCHESAN *et al.*, 2010; RUBBO; ZINI, 2017; LUCAS *et al.*, 2020).

De acordo com Agostini (2017) no Vale do Taquari, os recursos hídricos incluídos na Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas recebem altas cargas de efluentes industriais, esgoto doméstico e agrotóxicos dos municípios da região. O rio Taquari-Antas, inserido na Bacia Hidrográfica Taquari – Antas, tem um percurso de 530 km, da sua nascente em São José dos Ausentes e desemboca no Rio Jacuí (SEMA, 2019). Em seu percurso apresenta diversas atividades, como a produção extensiva de gado, concentração industrial e grande diversidade de cultivos agrícolas que acabam proporcionando problemas pelo uso de insumos químicos como fertilizantes e agrotóxicos, erosões, turbidez e assoreamentos. Suas águas são utilizadas para o consumo humano através do abastecimento público, irrigação, bebedouros de animais, navegação e pesca comercial, lazer e, também, geração de energia elétrica (FEPAM 2019).

O consumo de agrotóxicos na região não é tão expressivo como nas regiões do Estado com produção agrícola mais intensa, no entanto, diante do número expressivo de pequenas propriedades e da forma de aplicação, há exposição dos agricultores familiares e suas famílias, o que desencadeia diversos problemas sociais e ambientais. No Vale do Taquari, diversas entidades regionais, como a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), Unidade em Encantado, Articulação em Agroecologia do Vale do Taquari (AAVT), Colegiado de Desenvolvimento Territorial do Vale do Taquari (CODETER/VT), vem atuando na questão da segurança alimentar e nutricional e sustentabilidade na produção de alimentos, e em 2016 foi realizada Audiência Pública para discutir o impacto do uso de agrotóxicos na região promovida pelo Fórum Gaúcho de Combate ao Impacto do Uso de Agrotóxicos (KRONBAUER, 2019).

Um estudo sobre a utilização e intoxicações causadas pelos agrotóxicos em três municípios do Vale do Taquari, foi publicado por Souza *et al.* (2011). No estudo, em que foram entrevistados 298 indivíduos, e aplicadas cerca de 100 entrevistas em cada município, foi observado que dos entrevistados 64,4% exerciam atividades rurais, e destas 84% tinham contato com agrotóxicos. Além disto, 63,8% eram mulheres e, destes, 61,6% relataram contato com agrotóxicos. Os autores supracitados concluíram que os dados obtidos corroboram com outros estudos que mostram a necessidade de realização de projetos promotores de educação e de saúde entre população em contato com o agrotóxico. Para a mesma região, Gregory *et al.* (2015) em estudos com descendentes de imigrantes alemães constataram que são utilizados agrotóxicos para realização de capina química nas propriedades, no entanto não os utilizam nas hortas domésticas, por reconhecerem os efeitos prejudiciais que causam à saúde.

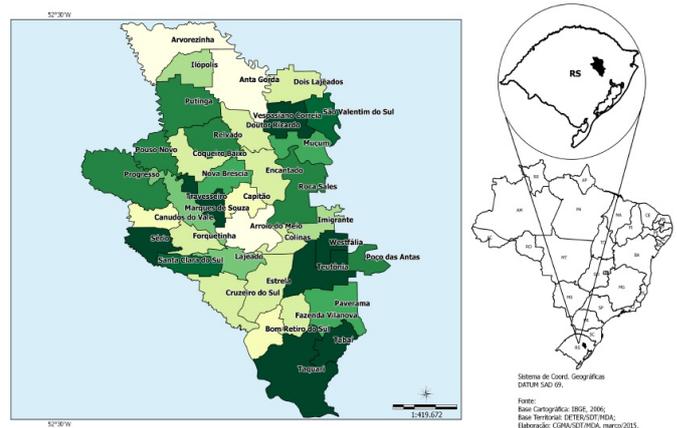
O município de Encantado, área de estudo, no ano de 2017, foram cultivados 1.987 hectares de área plantada com lavouras temporárias, com destaque para os cultivos de milho, soja e mandioca, além da produção animal, onde cerca de 25% do PIB municipal vem da produção de suínos, aves e gado leiteiro (SEBRAE, 2019; IBGE, 2019). Assim, muito de insumos químicos com agrotóxicos e fertilizantes são utilizados na região para a produção destas culturas.

Com base no acima exposto, a presente pesquisa objetivou analisar água tratada e não tratada do rio Taquari, na cidade de Encantado, durante o período de verão e inverno, com intuito de verificar a presença de princípios ativos de agrotóxicos. O estudo realizado se propôs a analisar qualidade da água de recurso hídrico e água destinada ao consumo humano e o seu padrão de potabilidade para substâncias químicas, os agrotóxicos, os quais representam risco para a saúde humana e ambiental (BRASIL, 2017).

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas na cidade de Encantado, Vale do Taquari, RS (Figura 1), sendo realizadas as coletas durante a safra de verão, em 29 de janeiro de 2019, período de cultivo de soja e milho e uma amostra em uma safra de inverno, em 22 de agosto de 2019, época de cultivo de trigo.

**Figura 1:** Localização da cidade de Encantado, no Território Rural do Vale do Taquari, RS.



Fonte: Kolchinski *et al.* (2017)

Foram analisadas amostras de água não tratada e tratada, totalizando três diferentes pontos: água na superfície do rio, a 20 cm; água de fundo do rio e água tratada para consumo humano na Estação de Tratamento de Afluentes da Companhia Riograndense de Saneamento (Corsan) (Figura 2), todos em triplicata. A definição dos pontos de coleta das amostras foi baseada na NBR 9897 (ABNT, 1987).

**Figura 2:** Localização da Estação de Tratamento da Corsan - Encantado - RS.



Fonte: Google, 2019.

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticida (LARP-UFSM). O método utilizado para extração de resíduos foi a determinação de resíduos de pesticidas empregando extração em fase sólida (SPE) associada a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em série (LC-MS/MS), de acordo com os métodos validados e realizados no LARP-UFSM. Jardim (2010) destaca que esta técnica é uma das mais utilizadas neste tipo de análise, quando o analito, que no caso são os princípios ativos dos agrotóxicos, são compostos que ocorrem em baixas concentrações.

Para Zini (2016) a técnica utilizada em fase sólida é mais indicada, pois, além de maior disponibilidade de equipamentos, tem menor tempo de análise e de uso do solvente, o que pode evitar a formação de emulsões, e maior eficiência nos processos de seletividade e na concentração do analito.

Os herbicidas Glifosato® e Paraquat® não estavam sendo analisados pelo laboratório LARP nos períodos da análise, pois os equipamentos necessários para análise não estavam disponíveis. Portanto, os resultados aqui apresentados, não contemplam agrotóxicos como o glifosato, amplamente utilizado na região, indicando a necessidade de novas análises que incluam este princípio ativo.

As análises realizadas foram subsidiadas com recursos da aprovação do projeto “Constituição de Núcleos em Agroecologia e Produção Orgânica no Território Rural Vale do Taquari, RS”, aprovado na Chamada MCTIC/MAPA/MECSEAD – Casa Civil/CNPq nº 21/2016, Processo 402848/2017-9. do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPq).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão identificados os princípios ativos detectados nas amostras de água coletadas durante o verão, sendo eles o herbicida atrazina, os inseticidas imidacloprido e clorpirifós e os fungicidas carbendazim e tebuconazol. Nas lavouras de trigo e milho utiliza-se herbicidas, inseticidas e fungicidas, os dois últimos também são pulverizados nas culturas de citros. O glifosato, cujo uso é bastante difundido em diversas culturas na região, não foi quantificado pelo laboratório.

Os princípios ativos na água do rio Taquari e as quantidades detectadas indicam o uso intenso de agrotóxicos nas lavouras da região, muitas das quais situadas bem próximas ao rio. No entanto, cabe salientar que a quantificação destas moléculas pode ser influenciada por diferentes fatores, como a temperatura da água e o pH (BOUDINA *et al.*, 2003), bem como é importante ressaltar, como citado por Silva, Zini e Garibotti (2016), que a detecção das substâncias químicas também é influenciada pela representatividade das amostras.

**Tabela 1:** Princípios ativos de agrotóxicos identificados em microgramas por Litro (ug/L-1) nas amostras coletadas na superfície do rio Taquari, no fundo do rio Taquari e de água tratada para consumo humano coleta em 29 de janeiro de 2019 (verão), Encantado, RS.

Média da concentração de princípios ativos de agrotóxicos analisados (ug/L <sup>-1</sup> )	Água de superfície do rio	Água de fundo do rio	Água Tratada para consumo
Atrazina	0,074	0,076	0,043
Carbendazim	0,044	0,045	n.d.
Imidacloprido	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Tebuconazol	<LOQ	<LOQ	n.d.

**Fonte:** LARP. Janeiro de 2019.

**Legenda:** < LOQ- limite mínimo de quantificação - n.d. não detectado.

Nas amostras analisadas e coletadas durante o período de inverno, foram detectados o herbicida atrazina e o inseticida clorpirifós (Tabela 2).

**Tabela 2:** Princípios ativos de agrotóxicos identificados em microgramas por Litro (ug/L) nas amostras nas amostras coletadas na superfície do rio Taquari, no fundo do rio Taquari sem tratamento e água tratada para consumo, coleta em 22 de agosto de 2019 (inverno), Encantado, RS.

Média de três amostras de concentração de substâncias analisadas em µg L <sup>-1</sup>	Água de Superfície do Rio	Água do fundo do Rio Taquari	Água tratada para consumo
Atrazina	<LOQ	0,029	0,027
Clorpirifós	0,066	n.d.	n.d.

**Fonte:** LARP. agosto de 2019.

**Legenda:** < LOQ- limite mínimo de quantificação - n.d. não detectado.

As coletas no período de verão (Tabela 1) foram realizadas durante um período de chuvas acima do padrão normal, com acúmulo para o mês de 182,8 mm (ANA, 2019), estando a vazão do rio também alta (652,38 m<sup>3</sup>/s). Já no período do inverno (Tabela 2) as chuvas apresentaram-se bem abaixo do esperado para a estação, com acumulado no mês de agosto de 54,4 mm (ANA, 2019). Zini (2016) destaca como sendo ideal para identificar a presença de agrotóxicos, a realização de análises após o período de chuvas, pelo deslocamento destes até os recursos hídricos. Braga (2014) considera que o aumento da vazão pode provocar aumento na turbidez da água decantada, o que é explicado pelo fato de que a vazão maior, aumenta a velocidade de escoamento horizontal do decantador, provocando um maior arraste de flocos (formados durante o tratamento convencional da água para consumo), porém esta pesquisa não tem enfoque sobre a questão do tratamento dos resíduos químicos na Estação de tratamento de afluentes.

Constatou-se que a atrazina foi identificada em todas as amostras coletadas no período do verão e de inverno (Tabela 1 e Tabela 2). O carbendazim foi

encontrado na coleta do verão na água de superfície e de fundo, não sendo detectado na água para consumo humano (Tabela 1). Imidacloprido e o tebuconazol estavam presentes em quantidades baixas nas amostras coletadas no verão.

A atrazina foi detectada nos três pontos de coleta e nas nove amostras, com variações entre 0,036 e ug/L e 0,076 ug/L, estando abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira que é de 2 ug/L, de acordo com Portaria n° 5/2017 (BRASIL, 2017). Este herbicida está proibido na União Europeia desde 2004, embora tenha sido o sexto agrotóxico mais comercializado no Brasil no ano de 2017 (BOMBARDI, 2017). Rubbo e Zini (2017), encontraram atrazina em quantidades 2,5 vezes o valor máximo permitido (4,95 µg/L) em uma amostra de água no município de Venâncio Aires. De acordo com Silva e Azevedo (2008), este princípio ativo faz parte do grupo das triazinas, tem forte capacidade contaminante da água em virtude das características de solubilidade baixa para moderada, o qual facilita a escoação e a infiltração na matéria orgânica e na argila, poluindo águas superficiais e subterrâneas, principalmente pelos córregos e riachos.

O herbicida atrazina está relacionado a uma série de malefícios ambientais associados ao período residual, que pode afetar outras culturas (BRIGHENTI *et al.*, 2002) e a degradação microbiana no solo, considerada bem mais rápida com a aplicação do herbicida do que sem, principalmente se aplicado de forma incorreta (JABLONOWSKI *et al.*, 2010), além dos efeitos danosos a saúde humana e de outros organismos. Encontra-se na Lista Internacional de Pesticidas Altamente Perigosos da *Pesticide Action Network* (PAN), inclusa pela União Europeia (EU) como pesticida com propriedades desreguladoras endócrinas. Em virtude destas anomalias, a UE decidiu excluir os ingredientes autorizados e ativos que possuem estas propriedades por meio do Regulamento 1107/2009/CE (PAN, 2018). Carmo *et al.* (2013) destacam o risco de contaminação de atrazina pelas redes de água para consumo humano e a capacidade de toxicidade crônica, ressaltando a importância de um acompanhamento sobre os resíduos deste pesticida. Segundo o INCA (2019), a atrazina está associada a Linfomas não Hodgkin que é um tipo de câncer com origem nas células do sistema linfático.

Riquinho *et al.* (2020) analisaram dados da Secretaria de Vigilância em Saúde do Rio Grande do Sul (SEV) e SISAGUA e correlacionaram dados de comercialização e doenças relacionadas aos resíduos de agrotóxicos utilizados. Os autores identificaram a presença atrazina na água de beber em 19 municípios do Rio Grande do Sul, em três deles em concentrações acima do estabelecido pela Portaria n° 5/2017 (BRASIL, 2017), e citam correlação estatística de doenças do sistema genitourinário com o consumo de água contaminada com o pesticida atrazina.

O carbendazim, encontrado nas amostras coletadas na superfície e fundo do rio, ficou abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira, no entanto a exposição prolongada pode estar associada ao aparecimento de câncer (GRISOLIA, 2005; SILVA, 2014). Segundo Farag (2011), este fungicida está associado a malformações congênitas e mortes fetais (efeito teratogênico), bem como a efeitos mutagênicos. Curti (2014) relata que em doses acima do limite permitido por lei, pode causar infertilidade e problemas nos testículos.

O tebuconazol está relacionado com a ocorrência de malformações em células animais, tanto *in vivo* quanto *in vitro* (MENEGOLA *et al.*, 2013). Entre as advertências para formulações comerciais à base dessas moléculas, consta que é perigoso para organismos aquáticos, além de recomendação de proibição da aplicação em terrenos agrícolas adjacentes a cursos de água (LUCAS *et al.*, 2020).

Do grupo dos organofosforados, o clorpirifós foi detectado nas amostras coletadas no inverno, somente nas águas superficiais (Tabela 2). É utilizado como inseticida, fungicida e acaricida, deixando traços nos alimentos no qual é aplicado, tendo sido proibido em países da União Europeia. Especialistas apontam este princípio ativo como altamente danosos ao organismo humano, estando associado a alterações e distúrbios hormonais, mal de Parkinson, déficits intelectuais, bem como deficiência mental irreversível em fetos (LEE *et al.*, 2007; DHILLON *et al.*, 2008; FREIRE e KOIFMAN, 2012; MASTAFALO e ABDOHALLI, 2018).

A identificação destes princípios ativos está diretamente relacionada com a ampla utilização de agrotóxicos em culturas como soja, milho, fumo e arroz, principalmente quando estes cultivos são

realizados próximos às margens dos rios (CARNEIRO *et al.*, 2015; LUCAS *et al.*, 2020).

No entanto, mesmo com dados relevantes sobre os efeitos crônicos dos agrotóxicos sobre saúde humana, há grandes dificuldades de se iniciar um debate sobre os limites máximos aceitáveis em água previsto na atual legislação brasileira. Os valores máximos permitidos dos ingredientes ativos (IA) são na grande maioria elevados ou autorizados no Brasil, conforme Portaria n° 5/2017 (BRASIL, 2017) dentre os cerca de 470 ingredientes ativos de agrotóxicos autorizados no Brasil em 2019, somente 27 seguem padrão da potabilidade para valores máximos permitidos, como estabelecido na Portaria supracitada.

O Rio Grande do Sul, em virtude de suas características particulares de clima e produção agrícola, tem Portaria própria sobre água, tendo sido acrescentado mais 46 compostos aos parâmetros de padrão da potabilidade e controle de vigilância da qualidade de água para consumo humano, vinculados às diretrizes da atual portaria SES RS 320/2014 (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Cabe destacar que o Rio Grande do Sul, pela alta produção e modelo agrícola, representando aproximadamente 17% do que é produzido em nível nacional, apresenta uso intenso de agrotóxicos, sendo de extrema necessidade um maior controle e monitoramento de resíduos de agrotóxicos (INFORMATIVO VIGISOLO, 2019).

A questão que se pretende discutir é se há Limite Máximo Permitido (LMP) que seja seguro ou até onde é seguro? Todas as substâncias encontradas nesta pesquisa ficaram abaixo do LMP, previstos na legislação, de acordo com a Portaria n° 5/2017 (BRASIL, 2017). No entanto, o limite máximo permitido em água e alimentos vem sendo amplamente questionados por ambientalistas, pesquisadores, profissionais da saúde e agricultores que produzem de forma sustentável, baseados no fato de que LMP para estes mesmos agrotóxicos são muitas vezes menores na União Europeia, quando comparados com os limites brasileiros.

O principal questionamento sobre os parâmetros dos Limites Máximos Permitidos (LMP) adotados para resíduos de agrotóxicos em água na legislação brasileira é, o *por quê*, dos mesmos estarem acima dos valores da Diretiva da Comunidade Europeia, por exemplo, a qual toma por base,

questões de saúde pública na metodologia de avaliação de riscos, e que deveriam ser levadas em conta também aqui no Brasil. Na União Europeia, considera-se não somente o agrotóxico, cujo LMP é 0,1 µg/L (microgramas por litro), com a exceção de Aldrin®, Dieldrin®, Heptacloro® e Heptacloro epóxido® o qual é 0,03 µg/L, mas também a associação de agrotóxicos, ou seja quantidades de agrotóxicos totais na amostra, cujo limite é 0,50 µg/L, não sendo possível ultrapassar este valor (MARQUES, 1996; FERNANDES NETO e SARCINELLI, 2009; FERNANDES NETO, 2010). Isso deveria ser adotado também pelo Brasil, considerando que em muitas culturas são utilizadas combinações de diferentes princípios ativos (WEISSHEIMER, 2018). A legislação brasileira na Portaria n°5 de 2017 (BRASIL, 2017), apresenta para cada um dos 27 agrotóxicos que são analisados, um limite máximo permitido para amostras de água e alimentos. Assim, somando todos os limites permitidos para cada um dos agrotóxicos monitorados, a mistura de substâncias na nossa água, calculado LMP para agrotóxico total, pode chegar a 1.353 µg/L, considerando a diversidade de princípios ativos de agrotóxicos utilizados, como citado anteriormente, faz soar um alarme. Ou seja, o valor equivale a 2.706 vezes o limite estabelecido na Diretiva da União Europeia. (ARANHA; ROCHA, 2019).

Cabe destacar que pesquisas mostram que os agrotóxicos, especialmente no interior do estado do RS são utilizados sem muito rigor quanto as doses, além da utilização de mais de três princípios ativos ao mesmo tempo (SASSO *et al.*, 2021)

Outro agravante relacionado à discussão são os agrotóxicos proibidos em outros países, como os da União Europeia, como por exemplo a atrazina, que no Brasil são liberados. Segundo Carneiro *et al.* (2015) são pelo menos 22 agrotóxicos proibidos, mas liberados no Brasil. Segundo Fábio, Freitas e Aranha (2020) são 41 tipos diferentes de agrotóxicos proibidos dentro do bloco europeu, mas autorizados para fabricação e exportação. Dentre os motivos que levaram a União Europeia a proibi-los estão evidências sobre sua relação com infertilidade, malformações de bebês, câncer, contaminação da água e toxicidade para animais, como as abelhas. De acordo com os mesmos autores, a organização não governamental *Pesticide Action Network* analisou testes feitos em 770 frutas, legumes e grãos vendidos

pelo Brasil à Europa em 2018, desses, 97 apresentaram agrotóxicos proibidos ou de uso restrito na União Europeia.

Um maior controle e o aprofundamentos dos efeitos no ambiente e na saúde humana de cada substância química disponibilizada para a utilização nas lavouras agrícolas deveriam ser realizados no Brasil. Associado a isto, alguns parâmetros da legislação atual também deveriam ser modificados, como por exemplo, a proibição de produtos cujo uso é proibido em outros países, principalmente em países onde estes produtos foram produzidos, e analisar com maior cautela o limite máximo permitido de resíduos em alimentos e água. Porém, há dificuldades no que se refere à regulamentação do uso de agrotóxicos, pois há políticas de interesse que estão relacionadas.

De um lado, o grupo da bancada ruralista que defende fortemente a agricultura patronal, a qual vê como uma necessidade o uso de agrotóxicos para haver produção e produtividade, e do outro lado, agricultores familiares e grupos que estão associados aos movimentos que buscam produção de alimentos em bases ecológicas e que buscam o cuidado com o ambiente e todas as suas interações, entendendo que precisamos dele para nossa sobrevivência e para a produção de alimentos, buscando alternativas de produção que conserve os recursos naturais. Dias *et al.* (2018) ressaltam que a pressão da bancada ruralista tem forte apoio político, o qual aprova Projetos de Lei (PLs) que flexibilizam o uso de agrotóxicos e tem interesses somente financeiros, agravando aspectos ambientais e sociais. O autor ainda destaca como exemplo a diminuição nos valores destinados a Programas Sociais que estão ligados à agricultura familiar oriundos principalmente da agricultura de base ecológica.

A grande dificuldade que ocorre tanto com alimentos e com a água, é o fato de não ser visível o acúmulo de substâncias químicas em nosso organismo, o que torna mais difícil quantificar o grau de contaminação e os efeitos danosos que cada agrotóxico pode causar a saúde humana. Fernandes Neto e Sarcinelli (2009) destacam ser um grande fator de preocupação, pois, a ingestão contínua, mesmo em quantidades pequenas, caracteriza-se como um problema crônico, de difícil constatação. Zini (2016), também faz esse apontamento, em relação a contaminação de recursos hídricos, como sendo um problema de difícil identificação pelo fato de aparecer

somente com o passar dos tempos, se configurando em efeito crônico.

Mesmo que as substâncias detectadas nas amostras tenham ficado abaixo do limite permitido por lei, não sabemos o quanto podemos acumular ao longo da vida o que segundo Previde e Giolo Junior (2017) caracteriza-se como intoxicação silenciosa, que afeta trabalhadores e consumidores. No entanto, os efeitos agudos também são preocupantes, principalmente na forma de avaliação, pois, os experimentos para caracterizar e definir os efeitos contrários à saúde humana e as doses de toxicidade são realizados com animais. Neste sentido, Freitas (2002), chama a atenção sobre aspectos como, a diferença de suscetibilidade entre um animal e o ser humano, a diferença do próprio ser humano, uns mais sensíveis que os outros e a diferença entre expor um animal a dose alta e os efeitos a doses baixas no ser humano (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009). Considerando à proteção da saúde humana, não há concentrações seguras para a ingestão de agrotóxicos. Além da água potável, devem ser consideradas outras vias de ingestão de agrotóxicos expõem diariamente as populações humanas, como os alimentos, por exemplo. Portanto, qualquer concentração, mesmo que seja em nível traço, é significativa, quando se trata de saúde humana (LUCAS *et al.*, 2020).

Quanto às análises efetuadas na Estação de Tratamento de Água da cidade de Encantado, RS, as mesmas seguem os parâmetros da atual Portaria nº 5, de 28 de setembro de 2017 (BRASIL, 2017), sendo que as análises para pesticidas são semestrais, de água bruta, tratada e de rede, realizadas pela Corsan de Porto Alegre. Pelo fato do ETA de Encantado ser do tipo convencional, não realiza tratamento específico para remoção de agrotóxicos.

Pelo processo convencional dificilmente ocorre a remoção de agrotóxicos, necessitando de tecnologias especiais com filtração, como membranas de nanofiltração, osmose inversa e adsorção com carvão ativado granulado, consideradas técnicas pouco usuais nas Estações de Tratamento de Água (ETA) do tipo convencional (BILA; DEZOTTI, 2007; MARCHESAN, 2010).

A restrição para efetuar um número maior de análises e de ter um banco de dados sobre resíduos de agrotóxicos em água, se deve principalmente ao custo

financeiro das análises. Se tomarmos como base a legislação, Encantado, está entre as cidades que realizam as análises semestrais sobre resíduos químicos de agrotóxicos, porém, não disponibilizadas ao público. No entanto, se pensarmos de modo geral, existe muitos recursos hídricos usados que não fazem parte da água das estações de tratamento, como os de fonte natural que não entram nas análises, sem falar das cidades as quais não são atendidas pelo programa de análises semestrais.

## CONCLUSÃO

Os princípios ativos de agrotóxicos detectados na água de rio e água tratada foram o herbicida atrazina, os inseticidas imidacloprido e clorpirifós e os fungicidas carbendazim e tebuconazol. Todos os princípios ativos detectados estavam dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira, no entanto não é possível afirmar que não há risco à saúde humana, considerando que a água é consumida diariamente, em quantidades consideráveis, podendo levar aos efeitos crônicos dos agrotóxicos, amplamente discutidos em literatura especializada. Cabe destacar também que o uso destes agrotóxicos constantemente e sem os devidos cuidados causa efeitos danosos na diversidade biológica existente em ecossistemas aquáticos e terrestres, gerando desequilíbrio ambiental e a contaminação dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

AGOSTINI, Cíntia. Plano estratégico de Desenvolvimento do Vale do Taquari 2015-2030. Lajeado: Editora Univates, 1° ed., 2017. 220p.

ANA Agência Nacional das Águas. Séries Históricas de Estações. Hidroweb Brasília, DF, 2019. Disponível em: < [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/fale\\_conosco.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/fale_conosco.jsf)>. Acesso em 20 de ago. de 2019

ARANHA, Ana; ROCHA, Luana. “Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios – consulte o seu. Agência Pública/Repórter Brasil, 2019. Disponível em: <https://apublica.org/2019/04/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios-consulte-o-seu/>. Acesso em: 06 out 2020.

BILA, Daniele Maia; DEZOTTI, Márcia.

Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. Química nova, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 651, 2007.

BOMBARDI, Larissa Meis. Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Européia. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária, FFLCH, USP, 2017. (Revisado em julho de 2019).

BOUDINA, A. *et al.* Photochemical behaviour of carbendazim in aqueous solution. Chemosphere, Oxford, v. 50, n. 5, p. 649-655, 2003.

BRAGA, Fernando Pinto. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água do município de Juiz de Fora-MG. 2014. Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SNVS nº 03, de 16 de janeiro de 1992: Ratifica as " Diretrizes e orientações referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins-nº 1, de 09/12/91". Disponível em: < [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1992/prt0003\\_16\\_01\\_1992.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1992/prt0003_16_01_1992.html)>

Acesso em 26 jun 2021.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2017.

BRIGHENTI, Alexandre Magno *et al.* Persistência e fitotoxicidade o herbicida atrazina aplicado na cultura do milho sobre a cultura do girassol em sucessão. Planta Daninha, Viçosa, v.20, n.2, p.291-297, 2002.

CARMO, Diego. Almeida. *et al.* Comportamento ambiental e toxidade dos herbicidas atrazina e simazina. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 8 n. 1, p. 133-143, 2013.

CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* (Org.) DOSSIÊ ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular: Rio de Janeiro/São Paulo, 2015. 615 p.

CASSAL, Vivian Brusius *et al.* Agrotóxicos: uma revisão das suas consequências para a saúde pública. REGET/UFSM, Santa Maria, v.18, n.1, p.437-445, 2014.

COSTA, João Paulo Reis; LUCAS, Evandro de Oliveira. Leite e agrotóxicos: uma mistura que não

- deveria combinar. Brasil de Fato, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/02/11/artigo-leite-e-agrotoxicos-uma-mistura-que-nao-deveria-combinar>. Acesso em: 21 mai. 2021.
- CURTI, Suzana Moreira Muniz. Desenvolvimento de um método analítico para quantificação de resíduos de carbendazim em sucos de laranjas. Desenvolvimento de um método analítico para quantificação de resíduos de carbendazim em sucos de laranjas. 2014. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.
- DHILLON, Amanpreet S. *et al.* Pesticide/ Environmental exposures and Parkinson's disease in east Texas, *Journal of Agromedicine, United Kindong*, vol.13, n.1, 37-48, 2008.
- DIAS, Alexandre Pessoa *et al.* Agrotóxicos e saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2018. 120 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja em números (safra 2018/19). Londrina, PR, jun. 2019. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 13 de set. de 2019.
- FABIO, André Cabette, FREITAS, Hélen, ARANHA, Ana. Brasil é o 2º maior comprador de agrotóxicos proibidos na Europa, que importa alimentos produzidos com estes químicos. Agência Pública/ Repórter Brasil, 2020. Disponível em < <https://apublica.org/2020/09/brasil-e-2o-maior-comprador-de-agrotoxicos-proibidos-na-europa-que-importa-alimentos-produzidos-com-estes-quimicos/>>. Acesso em 10 nov 2020.
- FARAG, Amina *et al.* Developmental Toxicity of Fungicide Carbendazim in Female Mice. *Birth Defects Research Part B, Developmental and Reproductive Toxicology, United Kindong*, 92, 122-130, 2011.
- FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS. Qualidade Ambiental. Rio Taquari & Antas. Porto Alegre, RS, 2019. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/taquariantas.asp>. Acesso em 22 set. 2019.
- FERNANDES NETO, Maria de Lurdes. Norma Brasileira de Potabilidade de Água: Análise dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco. 2010. Tese (Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.
- FERNANDES NETO, Maria de Lurdes; SARCINELLI, Paula de Novaes. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. *Engenharia Sanitária Ambiental, Rio de Janeiro*, v.14, n.1, p.69-78, 2009.
- FREIRE, Carmen, KOIFMAN, Sérgio. Pesticide exposure and Parkinson's diseases: epidemiological evidence of association, *NeuroToxicology*, 33, 947-971, 2012.
- FREITAS, Carlos Machado de. Avaliação de riscos como ferramenta para a vigilância ambiental em saúde. *Inf. Epidemiol. Sus, Brasília*, v.11, n.4, p.227-239, 2002.
- GILSON, Italo Kael *et al.* Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: uma discussão sobre uso e a classificação toxicológica. *Brazilian Journal of Development. São José dos Pinhais, PR*, v.6, n° 7, p.49468 – 49479, 2020.
- GOMES, Anne Miriam da Silva; SILVA, Janimara Marques da; SANTOS, Claudimary Bispo dos. O uso indiscriminado de agrotóxicos e suas consequências na saúde humana e no ambiente: revisão bibliográfica. *Diversitas Journal, Alagoas*, v. 5, n.3, p.1691-1706, 2020.
- GOOGLE. Google Maps. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-29.4715565,-51.9512035,11z>>. Acesso em 19 fev. 2019.
- GREGORY, Julia Leite *et al.* O uso de agrotóxicos por parte de descendentes de alemães em áreas rurais da região do Vale do Taquari, RS. In: SALÃO DE ENSINO E DE EXTENSÃO, XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA,10, Santa Cruz do Sul, Anais...,Santa Cruz do Sul: Unisc, 2015.
- GRISOLIA, Cesar Koppe Agrotóxicos: mutações, reprodução & câncer; riscos ao homem e ao meio ambiente, pela avaliação de genotoxicidade, carcinogenicidade e efeitos sobre a reprodução. Brasília: Ed. UnB, 2005.
- GRUTZMACHER, Douglas D. *et al.* Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.12, n.6, p.632-637, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n6/v12n06a10.pdf>. Acesso em 22 nov. 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística Censo Agropecuário: resultados definitivos 2017. Rio

- de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 24 out. 2020.
- INCA. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos. MS, 2015. Disponível em: < <https://www.inca.gov.br/publicacoes/notas-tecnicas/posicionamento-do-incaacerca-dos-agrotoxicos>>. Acesso em 18 de outubro de 2019.
- INFORMATIVO VIGISOLO. Porto Alegre, v.2, n. 8, p. 1-6, 2019. Disponível em: < <https://www.cevs.rs.gov.br/informativo-vigisolo-2019>>. Acesso em 18 set 2020.
- JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes. Extração em fase sólida: fundamentos teóricos e novas estratégias para preparação de fases sólidas. *Scientia Chromatographica*, São Carlos, v. 2, n. 1, p. 13-25, 2010.
- JABLONOWSKI, Nicolai. D. *et al.* Metabolism and persistence of atrazine in several field soils with different atrazine application histories. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* v. 58, p. 12869-12877, 2010.
- KOLCHINSKI, Eliane *et al.* Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável do Vale do Taquari. 1 ed. Encantado: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 50 p, 2017.
- KRONBAUER, Elenice Andrea. Análise de resíduos de agrotóxicos em recursos hídricos e água para consumo humano em Encantado, RS. 2019. Monografia (Especialização em Agroecologia e Produção Orgânica) Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade em Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2019. 91f.
- LEE, Won Jein *et al.* Mortality among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the agricultural health study. *Environmental Health Perspectives*, Durhan, v.115, n.4, 528-534, 2007.
- LUCAS, Evandro de Oliveira *et al.* Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Research, Society and Development* São José dos Pinhais, PR, v.9, n.9, e242997128, 2020.
- MARQUES, Jeanine Ferreira. Pesticidas na água potável: padrões de qualidade e princípio de precaução na legislação europeia. *Caderno CRH*, Salvador, n. 24/25, p. 269-285, jan./dez. 1996.
- MARCHESAN, Enio *et al.* Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 5, p.1053-1059, maio. 2010.
- MOSTAFALOU, Sara, ABDOLLAHI, Mohammad. The link of organophosphorus pesticides of with neurogenerative na neurodevelopmental diseases based on evidences and mechanisms. *Toxicology*, v. 409, 44-52, 2018. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30053494/>>. Acesso 19 set 2019.
- MENEGOLA, Elena *et al.* Effects of mixtures of azole fungicides in postimplantation rat whole-embryo cultures. *Archives Toxicology*, v. 87, n.11, 1989-1997, 2013. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23552852/>>. Acesso em 19 set 2019.
- PAN International list of highly hazardous pesticides. NETWORK, Pesticide Action. 2018. Disponível em: [http://www.pan-germany.org/download/PAN\\_HHP\\_List.pdf](http://www.pan-germany.org/download/PAN_HHP_List.pdf). Acesso em 10 out. 2019.
- PIGNATI, Wanderlei Antonio *et al.* Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta pra a vigilância em saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p. 3281-3293, 2017.
- PREVIDE, Renato Maso; JUNIOR, Cildo Giolo Agrotóxicos: ineficiência da governança aberta ou interesse no obstáculo à informação? *Revista Eletrônica da Faculdade de Direito de Franca*, v. 11, n. 1, 2017.
- PORTUGAL, Taillany Rodrigues; SILVA, Livia Maria da Costa. Análise do aumento dos registros de agrotóxicos e afins e as consequências para os recursos hídricos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v.3, n.3, p. 1183-1196, 2020.
- RIBEIRO, Maria Lúcia *et al.* Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas. *Química Nova*, São Paulo, v.30, n.3, p. 688-694, 2007.
- RIO GRANDE DO SUL. Portaria SES RS no 320, de 28 de abril de 2014. Estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no RS. Porto Alegre, RS, 2014.
- RIO GRANDE DO SUL. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. 2019. Disponível em : <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/20163952-informativo->

- vigiagua-v-3-n-2-agosto-de-2019.pdf. Acesso em: 20 nov. 2020.
- RIQUINHO, Deise Lisboa *et al.* Mortality rate and water contamination by atrazine in Rio Grande do Sul State: na ecological study. *International Journal of Development Research* 10, (07), 38235-38240.
- RUBBO, Juliane Pastorello.; ZINI Luciano Barros. Avaliação dos controles de agrotóxicos na água para consumo humano dos sistemas de abastecimento de água do Rio Grande do Sul em 2016. *Boletim da Saúde*, Porto Alegre, vol. 26, n.1, p.17-27, 2017.
- SASSO, Eloisa Lovisson *et al.* Análise espaço-temporal de intoxicação por pesticidas no Rio Grande do Sul. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.37, n.2, e26660, 2020.
- SASSO, Eloisa Lovisson *et al.* Occupational exposure of rural workers to pesticides in a vegetable-producing region in Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, Switzerland, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12444-5>
- SEBRAE. Serviço de Apoio às Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul. Perfil das Cidades Gaúchas: Encantado. Porto Alegre, 2019. 21 p.
- SILVA, Thaís Reis da, AZEVEDO, Débora de Almeida. Monitoramento de atrazina, simazina e seus metabólitos no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, Alagoas. In: 31ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31, 2008. Águas de Lindóia. Resumos. São Paulo: SBQ, 2008.
- SILVA, Renato César da. Avaliação do Potencial Carcinogênico do Carbendazim e seus metabólitos. 2014. Mestrado (Mestrado em Química), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.106 f.
- SILVA, Julce Clara da; ZINI, Luciano Barros; GARIBOTTI, Vanda. Resíduos de Agrotóxicos na Água para Consumo Humano no Rio Grande do Sul. *Boletim Epidemiológico*, Porto Alegre, v. 18, n. 1-2, p. 5-10, mar./jun. 2016.
- SOUZA, Andressa de *et al.* Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a população rural Vale do Taquari, (RS, Brasil). *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.16, n.08, p.3519-3528, 2011.
- UNIÃO EUROPEIA. Directiva 98/83/CE do Conselho de 3 de novembro de 1998 relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:pt:pdf> . Acesso em: 06 set. 2019.
- VALADARES, Alexandre; ALVES, Fabio; GALISA, Marcelo. O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017. Nota Técnica, n° 65, IPEA, Brasília, 2020. 42p.
- VAZ, Paulo Afonso Brum. O Direito Ambiental e os agrotóxicos: responsabilidade civil, penal e administrativa. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2006.
- ZINI, Luciano Barros. Contaminação de agrotóxicos na água para consumo humano no RS: avaliação de riscos, desenvolvimento e validação de método empregando SPE e LC-MS/MS. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.