

ANÁLISE DA PRESENÇA DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ

ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF PESTICIDE RESIDUES IN THE PUBLIC WATER SUPPLY OF THE ITAJAÍ-AÇÚ RIVER BASIN

Camila Schwarz Pauli¹

<https://orcid.org/0000-0002-6836-0075>

Fernanda Bet²

<https://orcid.org/0000-0002-7504-4118>

Ângela Maria Blatt Ortega³

<https://orcid.org/0000-0003-1602-1984>

Maria Pilar Serbent⁴

<https://orcid.org/0000-0002-7418-598X>

Submetido: 04/12/2024 / Aprovado: 26/11/2025 / Publicado: 06/09/2026.

Resumo

O uso de agrotóxicos em cultivos agrícolas pode resultar em fontes de contaminação dos corpos hídricos. Este estudo avaliou a presença de resíduos de agrotóxicos na água de abastecimento público da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, no período de 2018 a 2019 pelo Programa da Qualidade da Água Tratada do Centro de Apoio Operacional do Consumidor (CCO) do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC). Realizou-se um estudo descritivo e exploratório com base nos dados de monitoramento fornecidos pelo MPSC. Constatou-se a presença de resíduos de agrotóxicos em 16 municípios, sendo que Rio do Sul e Imbuia foram as cidades com maior variedade de compostos detectados na água. O princípio ativo 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) obteve o maior número de observações, a atrazina foi identificada em água oriunda de manancial subterrâneo, já o benomil e o metolaclo, destacaram-se por não estarem regulados no Brasil durante o período estudado. Devido ao potencial risco à saúde humana que os agrotóxicos representam, há necessidade de reavaliação do número de princípios ativos que estão compreendidos pela legislação e do Valor Máximo Permitido (VMP) para os resíduos de agrotóxicos presentes em águas de abastecimento público. Por fim, destaca-se que o tratamento de água convencional não é capaz de remover a diversidade de princípios ativos em uso, o que denota a importância de discutir e implementar novas alternativas.

Palavras-chave: Agroquímicos. Padrão de potabilidade da água. Redes de monitoramento da qualidade da água.

¹ Graduação em Engenharia Sanitária. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: camilaspauli@gmail.com.

² Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Regional de Blumenau (FURB). E-mail: fbet@furb.br.

³ Doutorado em Saúde Coletiva. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: angela.ortiga@udesc.br.

⁴ Doutorado em Engenharia Ambiental. Centro de Transferência de Bioinsumos (CeTBIO-FCA-UNC); Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: mariapilar.serbent@udesc.br.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Abstract

The use of pesticides in agricultural crops can contaminate water bodies. This study aimed to evaluate the presence of pesticide residues in the public water supply in the Itajaí-Açu River Basin in 2018 and 2019. A descriptive and exploratory study was conducted based on water monitoring data for human consumption provided by the Santa Catarina State Attorney's Office. The presence of pesticide residues was detected in 16 municipalities, with Rio do Sul and Imbuia being the cities with the greatest diversity of compounds detected in water. Among the active ingredients identified, 2,4-D (2,4 phenoxyacetic acid) stood out due to the greater number of observations, benomyl and metolachlor, as they were not regulated in Brazil during the period studied, and atrazine, as it was identified in water from an underground source. Due to the potential risk to human health posed by pesticides, it was necessary to re-evaluate the number of active substances covered by the legislation and the maximum permitted level of pesticide residues in public water supplies. Finally, it should be noted that conventional water treatment is not able to remove the variety of active substances used, such as 2,4-D, which shows the importance of discussing and implementing new alternatives.

Keywords: Pesticides. Drinking water suitability standards. Water quality monitoring.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil investiu e cresceu expressivamente no agronegócio, atingindo em 2023 um PIB de 24% neste setor, o que equivale a 2,68 trilhões de reais, conforme informado pela Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (Brasil, 2024a).

Em Santa Catarina (SC) o setor agropecuário desempenha um papel crucial para a economia, impactando notavelmente na geração de renda e empregos. Nos últimos anos, as exportações do agronegócio aumentaram e, em 2023, o agronegócio alcançou o segundo melhor desempenho da história, sendo o valor exportado equivalente a US\$7,49 bilhões (EPAGRI, 2024).

Todavia, a utilização de agrotóxicos acompanha este crescimento, pois desde 2008 o Brasil lidera globalmente o consumo de agrotóxicos para atividades agrícolas e de reflorestamento, além de serem utilizados também em atividades não agrícolas, como em florestas nativas, lagos e açudes (INCA, 2022). Apesar da existência de iniciativas estaduais como a Lei nº 18.391, de 7 de junho de 2022, com a finalidade de coordenar e estimular a execução de ações que contribuam, progressivamente, para a redução do uso de agrotóxicos (Santa Catarina, 2022a), os dados oficiais mais atuais especificam que no ano de 2022 foram vendidas 12636,6 toneladas de agrotóxicos no Estado de Santa Catarina (Brasil, 2022a), sendo a sua maioria herbicidas (Brasil, 2022b).

Uma das consequências do uso de agrotóxicos é a contaminação dos recursos hídricos e, consequentemente, das águas destinadas ao abastecimento público. Assim, o monitoramento da qualidade da água visa verificar sua conformidade para determinado uso e seguir a legislação vigente. No Brasil, as diretrizes para o monitoramento estão definidas por meio do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, alterado pela Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, e pela Portaria GM/MS nº 2.472, de 28 de setembro de 2021 (Brasil, 2017; 2021a; 2021b).

Procedimentos de vigilância e controle são necessários para assegurar à população o acesso à água com a qualidade exigida pelos padrões de potabilidade definidos na legislação vigente. Com esse intuito, foi instituído o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), que tem como instrumento o Sistema de Informação de Vigilância



da Qualidade da Água (Sisagua). Esse sistema consiste na geração de dados pelos profissionais da área de saúde, que atuam na Vigilância, e pelos responsáveis pelos serviços de abastecimento de água (Brasil, 2024b).

Em Santa Catarina, as atividades de monitoramento da presença e concentração de resíduos de agrotóxicos na água de abastecimento são realizadas pelo Ministério Público (MPSC) em parceria com as agências reguladoras - Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (Aris) e da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina (Aresc) - e da Vigilância Sanitária estadual (DIVS).

De acordo com os boletins informativos da vigilância sanitária estadual, no ano de 2018, os municípios com maior número de casos de intoxicação exógena por agrotóxicos concentraram-se nas regiões do Oeste, Planalto, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis (Santa Catarina, 2019a; 2020). Portanto, é imprescindível realizar o monitoramento contínuo da presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano.

Diante disso, é fundamental analisar os resultados de bancos de dados de monitoramento quanto à presença de agrotóxicos nas águas destinadas ao abastecimento público em regiões com expressiva atividade agrícola e elevado uso de agrotóxicos para garantir o controle adequado dos resíduos e para embasar medidas preventivas, de mitigação e de reparação, se necessário. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os dados disponibilizados pelo Programa de Qualidade da Água Tratada do Centro de Apoio Operacional do Consumidor (CCO) do MPSC em relação à presença de resíduos de agrotóxicos na água de abastecimento público da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, no período de 2018 a 2019.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo e exploratório na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, em que foram analisados dados secundários disponibilizados pelo MPSC no período de 2018 a 2019 referente ao monitoramento de compostos de resíduos de agrotóxicos presentes na água para abastecimento humano.

Este levantamento é realizado pelo MPSC em parceria com a Vigilância Sanitária Estadual e municipais que realizaram a coleta das amostras de água. As análises foram realizadas por laboratório especializado contratado. As amostras foram coletadas entre março e novembro de 2018 e entre setembro e novembro de 2019, durante os períodos de safra e cultivo, pelo Programa da Qualidade da Água Tratada do Centro de Apoio Operacional do Consumidor (CCO) do MPSC. Esse programa contou com a parceria da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (Aris) e da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina (Aresc). O monitoramento foi realizado com recursos do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados (FRBL) (MPSC, 2019).

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu abrange 53 municípios no estado de Santa Catarina: Agrolândia, Agronômica, Alfredo Wagner, Apiúna, Ascurra, Atalanta, Aurora, Balneário Camboriú, Balneário Piçarras, Barra Velha, Benedito Novo, Blumenau, Bom Retiro, Botuverá, Braço do Trombudo, Brusque, Camboriú, Chapadão do Lageado, Dona Emma, Doutor Pedrinho, Gaspar, Guabiruba, Ibirama, Ilhota, Imbuia, Indaial, Itaiópolis, Itajaí, Ituporanga, José Boiteux, Laurentino, Lontras, Luiz Alves, Massaranduba, Mirim Doce, Monte Castelo, Navegantes, Otacílio Costa, Papanduva, Penha, Petrolândia, Pomerode, Ponte Alta do Norte, Pouso Redondo, Presidente Getúlio, Presidente Nereu, Rio do Campo, Rio do Oeste, Rio dos Cedros, Rio do Sul, Rodeio, Salete, Santa Cecília, Santa Terezinha, São João do Itaperiú, Taió, Timbó, Trombudo Central, Vidal Ramos, Vitor Meireles, Witmarsum.

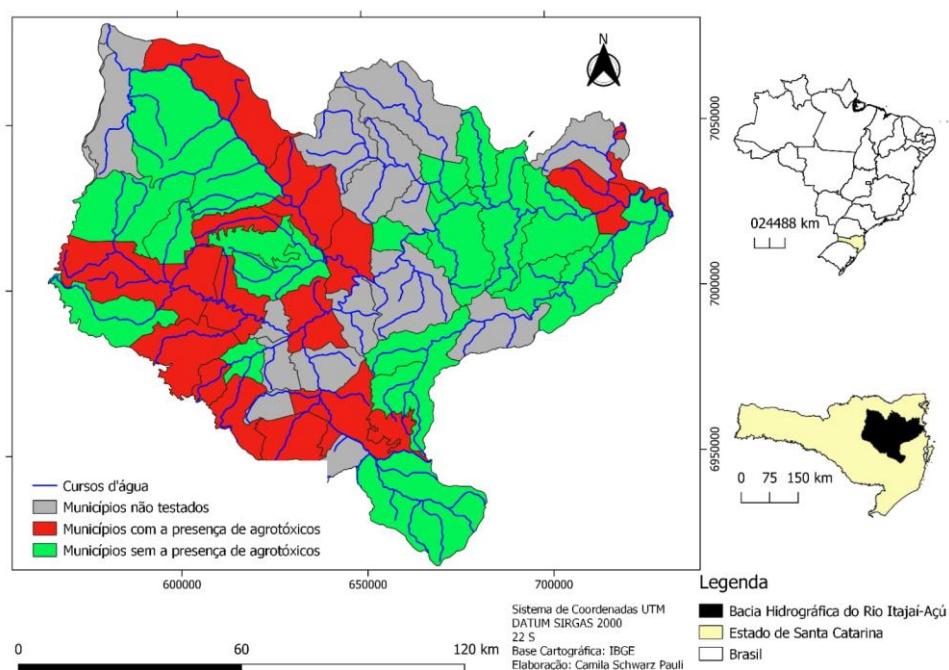


Para os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú foram realizadas 39 amostragens, abrangendo o total de 36 municípios em 2018, sendo que os municípios de Itajaí e Gaspar tiveram duas amostragens para cada um, em duas localidades diferentes e no município de Ilhota foram realizadas duas amostragens em anos diferentes, uma em 2018 e outra em 2019, portanto sendo o único município pertencente à bacia em questão contemplado em mais de uma ocasião.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises evidenciaram a presença de pelo menos um composto de resíduo de agrotóxicos na água destinada ao abastecimento público da bacia hidrográfica, em 16 municípios (44,44%) de 36 avaliados (Figuras 1 e 2). A Figura 2 identifica também os cursos d'água nos municípios.

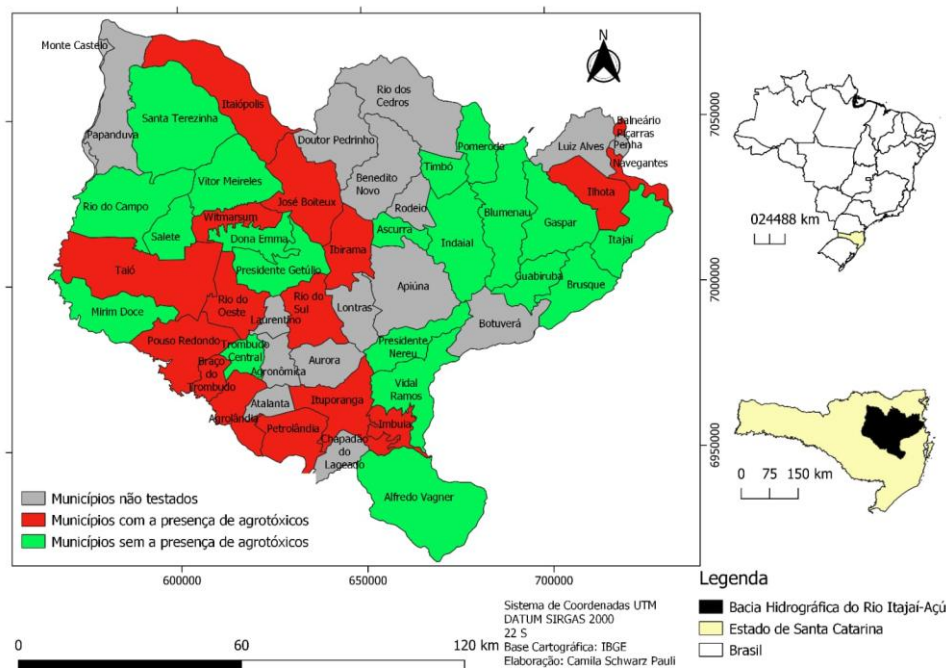
Figura 1. Divisão dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú quanto à presença de agrotóxicos na água de abastecimento público em 2018 e 2019.



Fonte: Autores, 2022.



Figura 2. Divisão dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu quanto à presença de agrotóxicos na água de abastecimento público em 2018 e 2019 e seus respectivos cursos d'água.



Fonte: Autores, 2022.

Na cor vermelha, foram destacados os municípios com a presença de resíduos de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano. Na cor verde, foram apresentados os municípios com ausência de compostos residuais desses produtos. Na cor cinza, estão os municípios que não foram contemplados pelas análises, o que demonstra a necessidade de ampliação da cobertura do monitoramento para todos os municípios catarinenses.

Para os municípios em que foi detectada a presença de resíduos de agrotóxicos foram registrados os princípios ativos identificados, bem como os valores obtidos nas análises de monitoramento e os valores máximos permitidos (VMP) correspondentes às portarias de potabilidade do Ministério da Saúde (Quadro 1). As análises realizadas pelo laboratório especializado contratado pelo MPSC seguiram os parâmetros da Portaria nº 888/2021 (Brasil, 2021a).

Quadro 1 - Princípios ativos de resíduos de agrotóxicos encontrados na água.

PRINCÍPIOS ATIVOS	Valor de Portabilidade	MUNICÍPIOS															
		Baln. Piçarras	Ibirama	Ituporanga	Rio do Sul	Itaiópolis	Taió	Ilhota	Imbuia	Pouso Redondo	Petrolândia	Agrolândia	Braço do Norte	Navegantes	Witmarsum	Rio do Oeste	José Boiteux
2,4-D	30*	0,066					0,431	0,102	0,111	0,268	0,116	0,747		0,259			
METOLACLORO	10*			0,06	0,169			0,061	0,219								
DIUROM	90*		0,112		0,072	1,248			0,081					0,052			
TIAMETOXAM	36**		0,204			3,132											
METALAXIL-M	-			0,118	0,139			0,061	0,462					0,093			
ATRAZINA	2*				0,135	0,056		0,054						0,074	0,072		
IMIDACLOPRIDO	-				0,124	0,927		0,143	0,792					0,312			
TEBUCONAZOL	180*				0,137				0,695								
TRIFLUMUROM	-				0,377												

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

CIPROCONAZOL	30**					0,052											
BENTAZONA	-							1,201	0,06	1,268		9,332		2,008		0,307	
DIFENOCONAZOL	30**								0,057								
FLUTRIAFOL	30**								0,115								
SIMAZINA	2*								0,021								
METSULFORAM METÍLICO	-									0,107							
BENOMIL	120*											0,048					0,013
CARBENDAZIM												0,048					0,013
PIRACLOSTROBINA	-											1,113					0,605

* Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 (Brasil, 2017); ** Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021a). Todos os valores estão em µg. **Fonte:** Autores, 2024.

No total, sete cidades da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú apresentaram pelo menos um princípio ativo em 2018, enquanto em 2019 esse número aumentou para dez municípios. Os municípios com a maior variedade de agrotóxicos na água foram Rio do Sul (sete compostos), em 2018, e Imbuia (dez princípios ativos diferentes), em 2019. Além disso, os municípios da região do Vale do Itajaí, entre eles, Rio do Campo, nos anos de 2018 e 2019, e Ibirama, durante o ano de 2018, estiveram entre os municípios com maior número de casos de intoxicação exógena por agrotóxicos registrados no sistema de notificação compulsória pela Vigilância Epidemiológica da Secretaria Estadual de Saúde (Santa Catarina, 2023).

Pode-se notar que o princípio ativo mais frequente foi o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), encontrado em oito municípios, dos quais seis são referentes ao ano de 2019 e dois ao ano de 2018. Destaca-se que, este agrotóxico ocupou a segunda posição na lista dos 10 mais vendidos no Brasil no ano de 2022 (Brasil, 2022a). Em seguida, temos a bentazona, detectada em seis municípios, todos no ano de 2019.

Os princípios ativos metalaxil-M, atrazina e imidacloprido foram encontrados em cinco municípios, com três detecções em 2019 e duas em 2018. O inseticida imidacloprido foi o princípio ativo de agrotóxicos de maior incidência e concentração dentre os reportados em amostras de água da região central do Rio Grande do Sul (Lucas *et al.*, 2020). Já para a região sul desse estado, Fan *et al.* (2018) registraram presença de atrazina, clomazone, clorimurrom, fluroxipir, imidacloprido e mevinfós em amostras de água de poço e água do rio.

O diurom também foi identificado em cinco municípios, porém com três detecções em 2018 e duas em 2019. O metolaclofo foi identificado em quatro municípios, sendo três em 2018 e um em 2019.

Os princípios ativos benomil, carbendazim e piraclostrobina foram encontrados em dois municípios, todos no ano de 2019. O tiametoxam também foi detectado em dois municípios, ambos em 2018, e o tebuconazol teve duas ocorrências, uma em 2018 e outra em 2019. Os demais princípios ativos foram identificados em apenas um município. Em um trabalho recente, desenvolvido em Chapadão do Lageado no Alto Vale do Itajaí, estado de Santa Catarina, Müller *et al.* (2025) relataram que cerca de 40% das amostras de água de poço apresentaram resíduos de imidacloprida, sulfentrazone, tiametoxam e iprodiona e que, nas amostras de água de rio, mais de 70% apresentaram resíduos desses mesmos agrotóxicos mais clomazone.

Conforme a portaria sobre a potabilidade da água para consumo humano vigente durante o período de monitoramento, a Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 2017, apenas seis dos dezoito princípios ativos encontrados estavam listados na tabela de padrões de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde com VMP estabelecidos (Brasil, 2017). Destes seis, todos apresentaram concentrações abaixo dos VMP exigidos, corroborando com os resultados



apresentados no boletim informativo da vigilância sanitária para o primeiro trimestre de 2019 (Santa Catarina, 2023).

Em comparação com a legislação atual, a Portaria GM/MS nº 888 de 2021 (Brasil, 2021a), 11 dos 18 agrotóxicos detectados estão listados na tabela de padrões de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, com VMP definidos. Isso indica uma evolução na legislação, ampliando o número de princípios ativos controlados. No entanto, ainda há um déficit significativo de VMP para diversos agrotóxicos amplamente utilizados, que comprovadamente estão presentes na água destinada ao consumo humano.

É importante destacar que o princípio ativo bentazona, encontrado em seis municípios monitorados da bacia, constava nas Portarias 1.469 (Brasil, 2000) e GM/MS nº 518 (Brasil, 2004) com VMP estabelecido. No entanto, a partir da Portaria GM/MS 2.914 (Brasil, 2011), este produto deixou de constar na tabela de padrões de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde.

Embora a legislação brasileira exija a realização de testes para os agrotóxicos mais utilizados e que representam risco ao consumo humano, estudos indicam a necessidade de aprimorar as legislações relacionadas ao Valor Máximo Permitido (VMP) e aumentar o número de substâncias testadas (Fernandes Neto; Sarcinelli, 2009; Freitas; Regino, 2021; Bet *et al.*, 2023). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2024c) há um total geral de 555 agrotóxicos registrados no país. Contudo, o sistema de vigilância (Sisagua) incorpora 40 agrotóxicos na listagem de substâncias a serem monitoradas na água que abastece as cidades (INCA, 2022).

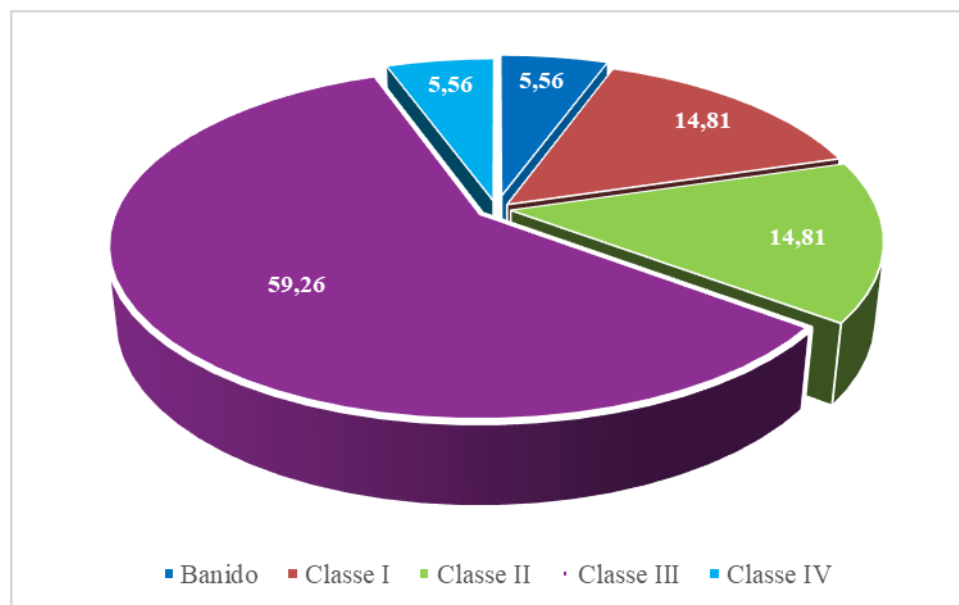
A escassez de estudos no país sobre vigilância da qualidade da água para consumo humano, especialmente com enfoque na atuação nos estados e municípios brasileiros, tem sido reportada, assim como as dificuldades decorrentes do cumprimento de alguns parâmetros recomendados pela legislação específica (Bárta *et al.*, 2021). Os riscos relativos à contaminação dos mananciais por agrotóxicos merecem atenção contínua de órgãos de fiscalização agrícola, ambiental e de saúde e deve ser devidamente enfrentado pelo Poder Público e pela sociedade em geral (Valentim *et al.*, 2019). Avaliar o nível de contaminação de corpos d'água por agrotóxicos é um grande desafio.

Entre as limitações, destaca-se o caráter dispersivo dos elementos químicos quando lançados no meio ambiente, podendo atingir a bacia hidrográfica por meio de poeira do solo contaminado, volatilização ou até mesmo pela água da chuva, carência de mão de obra especializada e recursos financeiros e materiais para a realização destes monitoramentos (Santa Catarina, 2023). A Portaria SES nº 1.468/2022 traz a incorporação de 54 novas substâncias a serem analisadas pelo estado de Santa Catarina e de valores mais restritivos do que constam na PRT GM/MS Nº 888/2021 para 2,4-D + 2,4,5-T; carbendazim; clorpirifós; epoxiconazol; glifosato + AMPA e terbufós (Santa Catarina, 2022b).

Conforme a Classe Toxicológica dos resíduos de agrotóxicos presentes nas amostras coletadas, segundo a classificação do Instituto Nacional de Câncer (2019 apud INCA, 2022, p. 3), há predominância da Classe Toxicológica III, correspondente a aproximadamente 59,26%, sendo caracterizada como produtos perigosos (Figura 3).



Figura 3. Classe toxicológica dos princípios ativos identificados nos monitoramentos de 2018 e 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú.



Fonte: Autores, 2022.

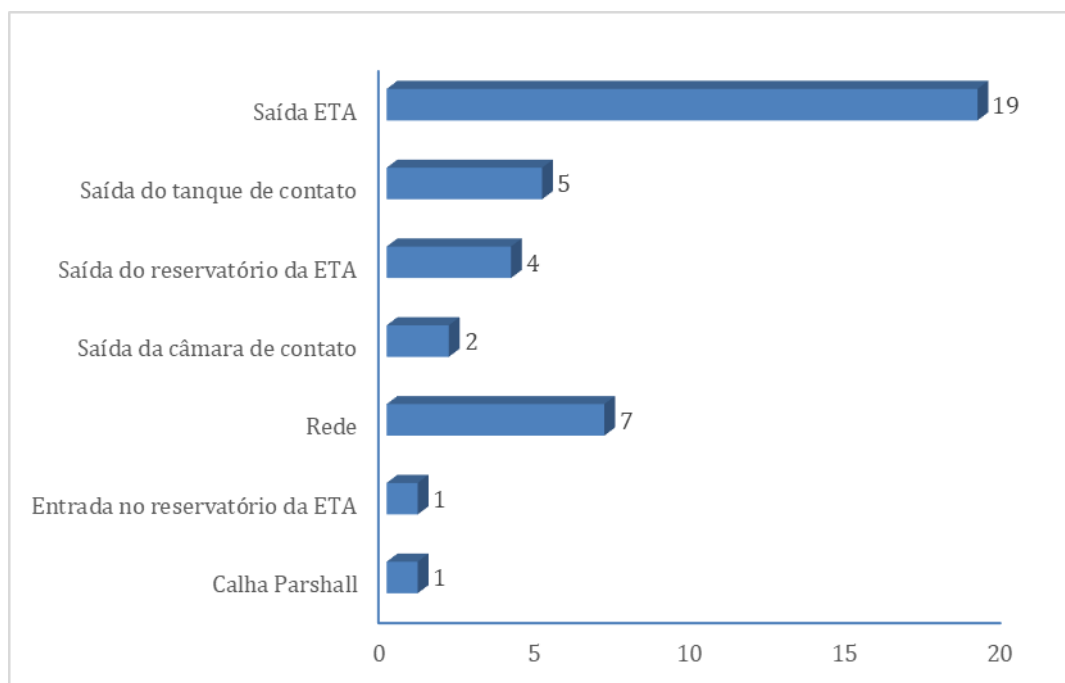
Em seguida, há uma predominância de agrotóxicos de Classe I, classificados como produtos altamente perigosos, e de Classe II, considerados substâncias muito perigosas, ambos representando 14,81%. Os agrotóxicos banidos, como benomil e metolacoloro, correspondem a 5,56%, enquanto os de Classe IV, caracterizados como pouco perigosos, também representam 5,56%.

As classes toxicológicas representam o nível de toxicidade dos agrotóxicos, considerando aspectos como transporte, persistência, bioconcentração no ambiente e impacto sobre organismos vivos. A Classe I apresenta maior periculosidade, enquanto a Classe IV possui a menor. Os agrotóxicos banidos excedem os níveis aceitáveis de periculosidade, sendo, portanto, a classe com maior risco para o meio ambiente e os seres vivos (Brasil, 2022c).

Embora a predominância dos resíduos de agrotóxicos identificados na água de abastecimento público pertença à Classe III, que possui menor periculosidade quando comparada aos agrotóxicos banidos e às Classes I e II, a situação é preocupante devido a detecção de agrotóxicos banidos nas análises realizadas, cuja venda e uso em lavouras estavam proibidos no Brasil durante o período estudado.

Com relação à coleta das amostras de água, a maioria foi coletada após o tratamento completo totalizando 31 amostras retiradas das Estações de Tratamento de Água (ETA). As outras oito amostras foram coletadas durante várias etapas do processo de tratamento (Figura 4).

Figura 4. Local de coleta das amostras de água referentes aos monitoramentos de 2018 e 2019 nos municípios Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú.



Fonte: Autores, 2024.

Dessa forma, levanta-se a questão de que as ETAs e os processos nelas utilizados não são suficientes para eliminar completamente os resíduos de agrotóxicos na água destinada ao abastecimento público. Isso é particularmente preocupante quando se considera que, dos 16 municípios com presença de agrotóxicos na água, 13 utilizam apenas o tratamento convencional e em um deles não foram encontradas informações sobre o tratamento (Aris, 2021; Aresc, 2021). O tratamento convencional não é eficaz na remoção de diversos princípios ativos de agrotóxicos, como o 2,4-D e outros (Pereira *et al.*, 2024).

Juntamente com a coleta das amostras, foram levantados dados acerca da origem da água utilizada nas Estações de Tratamento de Água, portanto, foi realizada a classificação do tipo de manancial utilizado para a captação entre superficial e subterrâneo. Apenas dois municípios, dos 36 analisados, da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú, não realizam a captação de água exclusivamente superficial.

O município de Santa Terezinha, que possui a captação superficial e subterrânea, não apontou presença de agrotóxico para os compostos analisados. Por outro lado, o município de Witmarsum, que possui captação de água oriunda de manancial subterrâneo, atestou a presença do agrotóxico atrazina, sendo que a amostra foi coletada após passar pelo tratamento completo na ETA. Além de ser detectado na água de rio, este herbicida também foi reportado em estudo desenvolvido em Rio Grande do Sul em todas as amostras de água tratada, coletadas no verão e no inverno (Kronbauer *et al.*, 2021).

Algumas características dos agrotóxicos influenciam sua capacidade de contaminar as águas subterrâneas, como baixa aderência à matéria orgânica e meia-vida elevada no solo. Devido a essas características, a atrazina é identificada como tendo um alto potencial de lixiviação,

tornando-se um composto altamente suscetível a contaminar águas subterrâneas (Carmo *et al.*, 2013; Vale *et al.*, 2015). Considerando que o 40% das sedes urbanas, dos 5.570 municípios brasileiros, são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos (Brasil, 2021c), programas de recuperação e proteção deveriam ser implementados em zonas de recarga dos aquíferos, já que constituem áreas vulneráveis (Bursztejn e Benetti, 2023a). Assim, a proteção das águas subterrâneas deve ser priorizada, dada a ampla utilização de agrotóxicos no Brasil e a mobilidade ambiental de seus ingredientes ativos (Coelho *et al.*, 2021; Bursztejn e Benetti, 2023b).

A identificação da contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos é de extrema importância, especialmente porque essas águas são usadas como fonte para o abastecimento público. Segundo o Atlas Águas (Brasil, 2021c), no Brasil, 43% do abastecimento é oriundo de mananciais superficiais, 40% de fontes subterrâneas, enquanto 17% utiliza uma combinação de ambas.

Além do local de coleta e do manancial de captação, também foram analisadas as variáveis de precipitação, data de coleta das amostras e data de cultivo. Após análise do banco de dados sobre a precipitação, observou-se que em 22 dos 39 locais de coleta das amostras havia precipitação no momento da coleta. Isso pode ser um parâmetro de interferência nos resultados, pois, com a precipitação, há a possibilidade de maior lixiviação e escoamento superficial dos agrotóxicos aplicados nas lavouras para os corpos hídricos.

É importante destacar que uma característica de alguns agrotóxicos é a sua alta solubilidade em contato com a água. Isso pode ser observado com os agrotóxicos 2,4-D, metolacoloro, bentazona, metsulfuram metílico, entre outros, tornando-os mais propensos a serem transportados pela precipitação. Como consequência, ocorre o processo de lixiviação dos resíduos de agrotóxicos para o solo e, posteriormente, para as águas subterrâneas, além de causar o escoamento superficial desses compostos (Fonseca *et al.*, 2019; Pathak *et al.*, 2022; Pessoa-de-Souza *et al.*, 2017). A presença de metolacoloro, cuja comercialização encontra-se proibida no Brasil, tem sido reportada em amostras de água coletadas na saída das ETAs em diversos municípios do estado do Rio de Janeiro (Bastos *et al.*, 2022).

Além disso, a precipitação influenciará nos picos de concentração dos agrotóxicos no corpo hídrico, pois chuvas mais intensas aumentam a concentração desses poluentes na água (Andrade *et al.*, 2021). Assim, a realização de monitoramentos levando em consideração mais dados prévios a coleta, como a intensidade, o volume, a frequência da precipitação, bem como, a sua duração, são imprescindíveis para análises mais precisas e auxiliarão na aplicação de medidas de controle referentes a presença de resíduos de agrotóxicos nos corpos hídricos. Bursztejn e Benetti (2024), propuseram uma metodologia para elaborar planos de monitoramento de agrotóxicos considerando o consumo dos produtos mais comercializados nas áreas que contribuem para as captações de água, o destino de aqueles com maior potencial de contaminação de mananciais, os agrotóxicos que foram identificados nas análises publicadas no Siságua nos últimos 5 anos e as características físicas da bacia hidrográfica em que o sistema de abastecimento de água em análise está inserido. Além de um monitoramento mais denso temporal (coletas em diversos dias ao longo do ano) e espacialmente (coletas em mais pontos), as investigações relacionadas a agrotóxicos no ambiente deveriam incluir tanto a diversificação de técnicas e materiais de análises quanto a presença desses contaminantes nos alimentos consumidos e no ar (Fan *et al.*, 2018).

Dentre outras recomendações, Müller *et al.* (2025) sugerem o desenvolvimento de uma abordagem integrada entre as empresas e as agências reguladoras para criar estratégias de educação e formação dos trabalhadores, a fim de mitigar os riscos para a saúde humana e o ambiente. Nesse sentido, é fundamental fomentar a conscientização da importância da logística reversa das embalagens de agrotóxicos no contexto nacional, incentivando as devoluções desses



resíduos com o objetivo de prevenir/mitigar os impactos negativos oriundos dos setores agrícolas (Panta *et al.*, 2023; Serbent *et al.*, 2025).

No período de estudo, algumas coletas de água coincidiram com o cultivo das principais culturas da região, por exemplo, arroz, banana, batata, feijão, fumo, milho, mandioca etc. É importante destacar que cada agrotóxico é aplicado em um momento distinto de acordo com o tipo de cultivo e as características da lavoura.

Apesar do monitoramento das águas de abastecimento existir, ele muitas vezes se torna insuficiente quando realizado apenas uma vez ao ano, mesmo que esteja totalmente dentro do período de coleta das amostras. Isso ocorre porque a coleta é feita em um único dia, enquanto um cultivo pode durar meses até estar pronto para o consumo. Dessa forma, a coleta única não abrange todas as fases do cultivo e, conseqüentemente, não captura a exposição da população aos resíduos de agrotóxicos provenientes das aplicações em todas as lavouras e em todos os momentos. Ela reflete apenas os compostos aplicados no momento da coleta, resultando em uma visão parcial da realidade sobre a presença de resíduos de agrotóxicos na água de abastecimento público.

Portanto, é necessário realizar mais de uma coleta por ano para cruzar essas informações e melhorar o monitoramento do programa. Neste sentido, como consequência de análises que indicaram agrotóxicos proibidos pela União Europeia, que causam riscos à saúde humana, e outros não aprovados no Brasil, o MPSC tem promovido e anunciado em 2019 a ampliação do monitoramento da água para todos os municípios catarinenses.

Destaca-se que o estado de SC, por Portaria SES nº 1.468 de 21 de dezembro de 2022, amplia e estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano (Santa Catarina, 2022b). Esta nova legislação aumenta o escopo de análise e estabelece valores mais restritivos, o que representa um avanço, mas muitos tipos ainda ficam fora desta análise, além de que diariamente novos componentes são incorporados ao mercado, o que dificulta a vigilância.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a água destinada ao consumo humano na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú contém resíduos de agrotóxicos. Embora todas as amostras dos anos de 2018 e 2019 estejam dentro dos parâmetros de potabilidade, alguns agrotóxicos detectados não possuem parâmetros em relação ao Valor Máximo Permitido. Destaca-se que o número de ingredientes ativos regulados é pequeno em comparação à quantidade de agrotóxicos usados no país.

Em relação aos efeitos prejudiciais à saúde humana, dentre os princípios ativos avaliados para a área de estudo contemplada, são possivelmente carcinogênicos o diurom (EPA, 2023), o 2,4-D (IARC, 2015), o metolaclozolo (IARC, 2012). As provas provenientes de bioensaios de câncer justificam futuras avaliações do fungicida tebuconazol pelos grupos de trabalho no âmbito das monografias da International Agency for Research on Cancer (IARC, 2024). O inseticida triflumurom e o fungicida ciproconazol são abrangidos pelo Grupo 3, o que significa que a IARC considera as provas da sua carcinogenicidade insuficientes para o classificar como cancerígeno (IARC, 2025). Para os herbicidas atrazina, bentazona, metsulfuram metílico, simazina e os fungicidas benomil, difenoconazol, flutriafol, metalaxil e piraclostrobina, não há indicação de carcinogenicidade para os seres humanos e não constam nas listas do IARC (IARC, 2019; 2025). Já no caso do fungicida carbendazim, embora em ditas listas, este princípio ativo encontra-se proibido no Brasil desde 2022 por ser reconhecido como um possível carcinógeno para o ser humano devido à sua grave toxicidade e persistência (Brasil, 2022d). Os inseticidas neonicotinóides, como é o caso do imidacloprido e do tiametoxam, não foram previamente

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

avaliados pelo programa de monografias do IARC e constam na lista de prioridades da Reunião FAO/OMS sobre Resíduos de Pesticidas (IARC, 2024).

Recomenda-se que o estado de Santa Catarina adote uma legislação específica para incorporar análises no Sisagua, considerando as culturas e os agrotóxicos mais comuns na região. O monitoramento deve abranger uma gama mais ampla de agrotóxicos, selecionados conforme características regionais, principais tipos de cultivo e datas de aplicação. Pois, além de controlar os níveis de resíduos de agrotóxicos e suas consequências para a saúde humana, o monitoramento ajuda na detecção e delimitação de áreas onde agrotóxicos banidos são utilizados, auxiliando na fiscalização. Além disso, seria necessário melhorar a articulação com o setor da vigilância em saúde que fica responsável em notificar os casos de intoxicações exógenas por agrotóxicos.

Os resultados do estudo sugerem a necessidade de investigações mais detalhadas nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açú, abrangendo todos os municípios. Empresas reguladoras, prestadoras de serviços e o poder público devem discutir a adaptação das ETAs para reduzir a presença de resíduos de agrotóxicos, pois a maioria conta apenas com tratamento convencional.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério Público de Santa Catarina e à Diretoria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina pela disponibilidade dos dados.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). **Relatório de Atividades, 2021**. Florianópolis: ARES, 2021. Disponível em: <https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/relatorio-anual/2321-relatorio-anual-2021/file>. Acesso em: 17 jul. 2024.

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO (ARIS). **Relatório Anual, 2021**. Florianópolis: ARIS, 2021. Disponível em: <https://www.aris.sc.gov.br/uploads/edital/1940/LOjtCp30fM8jWbhxKCNxXU37iNonFVOk.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ANDRADE, Victoria Soledad; GUTIERREZ, María Florencia; REGALDO, Luciana; PAIRA, Aldo Raul; REPETTI, María Rosa; GAGNETEN, Ana María. Influence of rainfall and seasonal crop practices on nutrient and pesticide runoff from soybean dominated agricultural areas in Pampean streams, Argentina. **Science of the Total Environment**, v. 788, art. 147676, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147676>

BÁRTA, Renata Linassi; SILVA, José Antônio Gozalez da; DARONCO, Carla Regina; PRETTO, Carolina; STUMM, Eniva Miladi Fernandes; COLET, Christiane de Fátima. Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 9, n. 4, p. 74-85, 2021. <http://dx.doi.org/10.22239/2317-269x.01822>

BASTOS, Giovana Proença; CAMARGO, Franciele Pereira; TORRES NETTO, Alena; VERNIN, Nathalia Salles; ANDRADE, Rosane Cristina de. Monitoramento de agrotóxicos em água para



consumo humano no estado do Rio de Janeiro (2015-2019). **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 19, e15, 2022. <https://dx.doi.org/10.21168/reg.v19e15>

BET, Fernanda; ORTIGA, Angela Maria Blatt; SERBENT, Maria Pilar; LÓPEZ, Santiago Rodríguez; SCHÜTZ, Gabriel Eduardo. Intoxicações por agrotóxicos em uma macrorregião de saúde em Santa Catarina, Brasil, no período de 2014 a 2018. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 11, art. e02133, 2023. <http://dx.doi.org/10.22239/2317-269x.02133>

BRASIL. **Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000**. 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: Ministério da Saúde, [2000]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2000/prt1469_29_12_2000.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. **Portaria 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: Ministério da Saúde, [2004]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2004/prt0518_25_03_2004.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, 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: Ministério da Saúde, [2011]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

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. Brasília: Ministério da Saúde, [2017]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, [2021a]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 2.472, de 28 de setembro de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, [2021b]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt2472_30_09_2021.html. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021c. 332 p. Disponível em:

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/asp/download.asp?codigo=151307&tipo_midia=2&indexSrv=1&iUsuario=0&obra=90683&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRASIL. Total das vendas de agrotóxicos e afins nas regiões e estados brasileiros. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/arquivos/qualidadeambiental/relatorios/2023/2023-12-11_06_vendas_por_uf_quimicos_2022.xlsx. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRASIL. Vendas por classes de uso dos produtos formulados. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/arquivos/qualidadeambiental/relatorios/2023/2023-12-11_04_vendas_por_classe_de_uso_quimicos_2022.xlsx. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRASIL. Avaliação ambiental para registro de agrotóxicos, seus componentes e afins de uso agrícola. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/avaliacao-e-destinacao/quimicos-e-biologicos/avaliacao-ambiental-para-registro-de-agrotoxicos-seus-componentes-e-afins-de-uso-agricola#3-2-manual-para-requerimento-de-avalia--o-ambiental>. Acesso em: 05 ago. 2024.

BRASIL. Despacho nº 60, de 21 de junho de 2022. Anvisa determina suspensão cautelar do agrotóxico Carbendazim. Diário Oficial da União: Seção 1. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária. n. 116, p. 90, 2022d. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/despacho-n-60-de-21-de-junho-de-2022-409393414>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. PIB do Agronegócio. Brasília: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, [2024a]. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/dtec.pib_agronegocio_mar_2024.9jul2024vf.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) Brasília: Ministério da Saúde, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/demas/situacao-de-saude/vigiagua>. Acesso em: 06 ago. 2024.

BRASIL. Informações Técnicas: Registros concedidos. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BURSZTEJN, Sara; BENETTI, Antônio Domingues. Monitoramento de agrotóxicos em sistemas de abastecimento de água: uma análise comparada entre a Portaria n.º 888/2021 e as Diretivas Internacionais. **Águas subterrâneas**, v. 37, n. 3, e-30220, 2023a. <https://doi.org/10.14295/ras.v37i3.30220>

BURSZTEJN, Sara; BENETTI, Antônio Domingues. Proposta de metodologia para elaborar planos de monitoramento de agrotóxicos para as captações de sistemas de abastecimento de água.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, v. 17, n. 2, p. 520-534, 2024.
<http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2024.17.2.86246>

CARMO, Diego Almeida do; CARMO, Ana Paula Barbosa do; PIRES, Jandyra Maria Bento; OLIVEIRA, Jaime L. M. Comportamento ambiental e toxicidade dos herbicidas atrazina e simazina. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 1, p. 133-143, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1073>

COELHO, Bruna Stefane Rodrigues; PEREIRA, Gabriele Luiza Cordeiro; CARVALHO, Ana Paula Pereira; CARVALHO, Ana Claudia Pereira; ALMEIDA, Dayana; TREVISAN, Diego Peruchi; MOSCHINI, Luiz Eduardo. Análise da susceptibilidade à contaminação das unidades aquíferas no município de JAÚ - SP. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 19, n. 1, p. 01-20, 2021. <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.6024>

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina, 2022-2023**. Florianópolis/SC: EPAGRI, 2024. 199 p. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2022_23.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Cancer Assessment Review Committee. Cancer Assessment Document: Evaluation of the carcinogenic potential of Diuron - PC Code 035505. **Final Report**. Washington, DC: EPA, 2023. Disponível em: <https://downloads.regulations.gov/EPA-HQ-OPP-2015-0077-0191/content.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.

FAN, Fernando Mainardi; MESQUITA, Marilise Oliveira; SANTOS, Vilma Constancia Fioravante dos; LUCAS, Evandro de Oliveira; ZANELLA, Renato; PRESTES, Osmar Damian; BANDEIRA, Nelson Miguel Grubel. Resíduos de agrotóxicos em água e solo de município em região produtora de fumo no Rio Grande do Sul. In: MESQUITA, Marilise Oliveira; RIQUINHO, Deise Lisboa; GERHARDT, Tatiana Engel; RUIZ, Eliziane Nicolodi Francescato. (Orgs.). **Saúde coletiva, desenvolvimento e (in)sustentabilidades no rural**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2018. p. 89-108. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/183081/001078008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 jul. 2024.

FERNANDES NETO, Maria de Lourdes; SARCINELLI, Paula de Novaes. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição o processo de atualização da legislação brasileira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 69-78, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522009000100008>

FONSECA, Januário Edson da; ALCÂNTARA, Rodolpho; BARBOSA, José Eduardo do Couto; CAMPOS, Patrícia Klinkerfus de. Poluição da água e solo por agrotóxicos. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 15, p. 90-99, 2019. Disponível em: <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucão/article/view/183/151>. Acesso em: 17 jul. 2024.



FREITAS, André Devecchi de; REGINO, Josueh Estevão Bartolomeu. A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia. **Informe Econômico (UFPI)**, v. 41, n. 2, p. 131-146, 2020. <http://dx.doi.org/10.26694/1517-6258.725>

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). **Agrotóxico**: Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são registradas 20 mil mortes por ano devido o consumo de agrotóxicos. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 29 ago. 2024.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **IARC Monographs: Atrazine**. Lyon: IARC, 1999. v 73, p. 196-205. Disponível em: https://publications.iarc.who.int/_publications/media/download/3813/2516a12b961be95f5184ec165df1c97e5185b1f4.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Pharmaceuticals: IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans**. Lyon: IARC, 2012. v. 100A. Disponível em: <http://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Pharmaceuticals-2012>. Acesso em: 21 jul. 2025.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **IARC Monographs evaluate DDT, lindane, and 2,4-D**. Lyon: IARC, 2015. v. 113. Disponível em: https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr236_E.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2025-2029**. Lyon: IARC, 2024. Disponível em: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2024/11/AGP_Report_2025-2029.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - IARC. **IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans. Agents Classified by the IARC Monographs**. Lyon: IARC, 2025. v. 1-139. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>. Acesso em: 21 jul. 2025.

KRONBAUER, Elenice Andréa; BIONDO, Elaine; ZANETTI, Cândida; KOLCHINSKI, Eliane Maria. Agrotóxicos em água do rio e água tratada no Município de Encantado/RS. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 14, n. 2, p. 6-17, 2021. <https://doi.org/10.24979/ambiente.v14i2.967>

LUCAS, Evandro de Oliveira; BERNARDO, Janaina Tauil; MESQUITA, Marilise Oliveira; SCHMITZ, José Antônio Kroeff. Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, art. e242997128, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7128>

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA (MPSC). Comunicação. MPSC Notícias. **MPSC pretende analisar nível de agrotóxicos na água de todos municípios catarinenses**.



Florianópolis: MPSC, 2019b. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/noticias/mpsc-pretende-analisar-nivel-de-agrotoxicos-na-agua-de-todos-municipios-catarinenses>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MÜLLER, Giane Carla Kopper, SERBENT, Maria Pilar, ALVES, Thiago Caique; TAVARES, Lorena Benathar Ballod. Impacts of tobacco cultivation on human health and water pollution in Chapadão do Lageado, Santa Catarina, Brazil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 66, p. 1-18, 2025. <https://doi.org/10.5380/dma.v66i.95456>

PANTA, Airan Miguel dos Santos; LIMA, Rodrigo Gallotti; BARROSO, Marcos Luciano Alves; FERREIRA, Carla Virginia. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no município de Frutal/MG no contexto nacional. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 20, n. 1, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.24021/raac.v20i1.6969>

PATHAK, Vinay Mohan; VERMA, Vijay K.; RAWAT, Balwant Singh; KAUR, Baljinder; BABU, Neelesh; SHARMA, Akansha; DEWALI, Seeta; YADAV, Monika; KUMARI, Reshma; SINGH, Sevaram; MOHAPATRA, Asutosh; PANDEY, Varsha; RANA, Nitika; CUNILL, Jose Maria. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: a comprehensive review. **Frontiers In Microbiology**, v. 13, art. 962619, 2022. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

PEREIRA, Jean Carlos Viccari; ROZZA, Graciela; JENSKE, Grace; PEREYRA, Laura; SERBENT, Maria Pilar. Removal of 2,4-D herbicide from aqueous solution by *Pleurotus ostreatus*. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 41, p. 87-95, 2024. <http://dx.doi.org/10.1007/s43153-023-00338-7>

PESSOA-DE-SOUZA, Marco Aurélio; RIBEIRO E BARROS, Marilda da Conceição; GONÇALVES, Liliane Mendes; MESQUITA, Glaucia Machado; GONÇALVES, Helenice Moura. Remoção de agrotóxicos por escoamento superficial: princípios e práticas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 119-125, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1087792/1/HeleniceRemocaodeagrotoxicosporescoamentosuperficial.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SANTA CATARINA. **Informativo VSPEA 01/2019**. Florianópolis: Diretoria de Vigilância Sanitária, 2019. Disponível em: <https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/phocadownload/category/189-programas-de-monitoramento/193-vspea/195-boletins-informativos.html?download=145:boletim-informativo-vspea-01-2019&Itemid=109>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SANTA CATARINA. **Informativo VSPEA SC - Informativo n. 1**. Florianópolis: Diretoria de Vigilância Sanitária, 2020. Disponível em: <https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/phocadownload/category/189-programas-de-monitoramento/193-vspea/195-boletins-informativos.html?download=144:boletim-informativo-vspea-01-2020&Itemid=109>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SANTA CATARINA. **Lei nº 18.391, de 7 de junho de 2022**. Dispõe sobre o Programa Estadual de Redução de Agrotóxicos (PROERA) e adota outras providências. Florianópolis: Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, [2022a]. Disponível em: <https://leis.alesc.sc.gov.br/ato-normativo/22076>. Acesso em: 12 ago. 2024.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6365>

V. 23, N. 1 (2026)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

SANTA CATARINA. **Portaria nº 1.468, de 21 de dezembro de 2022**. Estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Saúde, [2022b]. Disponível em:

<https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/phocadownload/category/189-programas-de-monitoramento/201-vigiagua/204-legislacoes.html?download=1347:portaria-ses-n-1468-2022&Itemid=109>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SANTA CATARINA. **Boletim Informativo VSPEA/SC 01.2023**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Saúde, [2023]. Disponível em:

<https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/component/content/article/boletim-informativo-vspea-sc-01-2023.html?catid=9&Itemid=109>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SERBENT, Maria Pilar; PAULI, Camila Schwarz; KRÜGER, Anderson Fozina; GOETTEN, Willian Jucelio. Reverse logistics in the disposal of empty pesticide packaging: a case study in the municipality of Ibirama, Santa Catarina, Brazil. *In*: ZANDARYAA, Sarantuyaa; FARES, Ali; ECKSTEIN, Gabriel (Eds.) **Emerging Pollutants: protecting water quality for the health of people and the environment**. Paris: UNESCO & Springer Nature Editor, 2025. p. 333-342. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-71758-1>

VALE, Ricardo Lins; SILVA, Saulo Soares da; ANDRADE, Elysson Marcks Gonçalves; OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo; MARACAJÁ, Patrício Borges. Diagnóstico do potencial de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na agricultura do entorno do reservatório São Gonçalo - PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 66-73, 2015. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3362>

VALENTIM, Luís Sérgio Ozório; VEIGA, Denise Piccirillo Barbosa da; MARIO JUNIOR, Rubens José; ELMEC, Arnaldo Mauro. Água potável e resíduos de agrotóxicos no estado de São Paulo. **Bepa: Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 16, n. 186, p. 43-53, 2019. <http://dx.doi.org/10.57148/bepa.2019.v.16.37670>

