

1. DADOS DA PARECERISTA: A parecerista **SONIA CORINA HESS** possui graduação em Engenharia Química, mestrado em Química e doutorado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, e três pós-doutorados em Química (IQ-UNICAMP; Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma; e UFSC). Professora titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, aposentada em maio de 2021. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Orgânica, e na área de Engenharia Ambiental, com ênfase em Saneamento Ambiental.

2. DO OBJETO: Análise técnica de laudos de análises químicas contemplando a presença de agrotóxicos na água de abastecimento público de municípios de Santa Catarina.

3. DO INTERESSADO: Centro de Apoio Operacional do Consumidor do Ministério Público do Estado de Santa Catarina.

4. DO PARECER

4.a) DA INTRODUÇÃO

Trata este parecer da análise técnica dos dados aferidos em laudos de análises químicas contemplando a presença de agrotóxicos na água de abastecimento público de municípios de Santa Catarina, como um trabalho voluntário realizado por solicitação da Promotoria de Defesa do Consumidor, que encaminhou os laudos a serem analisados.

4.b) DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES

O Programa Qualidade da Água do Ministério Público de Santa Catarina tem como objetivo verificar a qualidade da água tratada distribuída nos municípios catarinenses, em seus diversos parâmetros de análise, inclusive em relação à presença de resíduos de agrotóxicos. Nas análises de resíduos de agrotóxicos feitas nas águas tratadas em 2018, 2019, 2020, 2022 e 2023 a pedido do MPSC/CCO, foram pesquisados 204 ingredientes ativos de agrotóxicos, sendo que as águas de abastecimento de todos os 295 municípios de Santa Catarina foram avaliadas quanto à presença de agrotóxicos em pelo menos uma ocasião. Do total de 295 municípios do Estado, 155 (52,5%) apresentaram pelo menos um ingrediente ativo de agrotóxicos na água de abastecimento.

Na **Tabela 1** estão listados os 155 municípios de Santa Catarina que apresentaram resíduos de agrotóxicos na água de abastecimento, a natureza do manancial de abastecimento (superficial, subterrâneo ou ambos), a mesorregião em que o município está inserido e os ingredientes ativos de agrotóxicos aferidos na água, com as respectivas concentrações.

Dentre os 155 municípios com resíduos de agrotóxicos nas águas de abastecimento listados na **Tabela 1**, 121 (78,1%) obtinham água de mananciais superficiais, 22 (14,2%) de mananciais subterrâneos e 12 (7,7%) de mananciais subterrâneos e superficiais.

Na mesorregião Oeste Catarinense, que inclui as microrregiões de Chapecó, Concórdia, Joaçaba, São Miguel do Oeste e Xanxerê, dentre os 118 municípios, 63 (53,4%) apresentaram agrotóxicos nas águas de abastecimento. Na mesorregião Norte Catarinense, que inclui as microrregiões de Canoinhas, Joinville e São Bento do Sul, dos 26 municípios, 11 (42,3%) tinham agrotóxicos nas águas tratadas. Na mesorregião Serrana,

incluindo as microrregiões de Curitibanos e Campos de Lages, 10 (33,3%) dos 30 municípios tiveram agrotóxicos nas águas de abastecimento. Na mesorregião do Vale do Itajaí, com 54 municípios inseridos nas microrregiões de Blumenau, Itajaí, Ituporanga e Rio do Sul, 24 (44,4%) tiveram resíduos de agrotóxicos nas águas tratadas. Na mesorregião da Grande Florianópolis, que inclui as microrregiões de Florianópolis, Tabuleiro e Tijucas, dos 21 municípios, 12 (57,1%) tinham águas de abastecimento contaminadas por agrotóxicos. Na mesorregião Sul Catarinense, que engloba as microrregiões de Araranguá, Criciúma e Tubarão, dos 46 municípios, 35 (76,1%) continham agrotóxicos nas águas de abastecimento. Na **Figura 1** também são ilustrados os percentuais dos municípios com o número de ingredientes ativos de agrotóxicos presentes, em relação ao número de municípios com agrotóxicos na água. Os dados apresentados revelam que na maioria dos municípios com agrotóxicos na água foi aferida a presença de 1, 2 ou 3 ingredientes ativos de agrotóxicos, exceto nos municípios da mesorregião do Vale do Itajaí, onde houve proporção significativa de municípios com mais de 3 ingredientes ativos de agrotóxicos aferidos. Nos municípios de Ituporanga e Imbuia foram aferidos, respectivamente, 23 e 17 ingredientes ativos de agrotóxicos nas águas tratadas (**Tabela 1 e Figura 1**).

Na **Tabela 2** são listados os ingredientes ativos de agrotóxicos cuja presença foi aferida em águas de abastecimento de municípios de Santa Catarina, o número de municípios em que foram detectados e o ano do banimento na União Europeia. O herbicida 2,4-D foi aferido nas águas de 81 municípios, enquanto atrazina, simazina, diurom, metolaclo, clorpirifós etílico, tiametoxam, imidacloprido e profenofós, todos banidos na União Europeia, estiveram presentes nas águas de mais de 12 municípios (**Tabela 2**). Do total de 42 ingredientes ativos presentes nas águas dos municípios

catarinenses, 20 estão banidos na União Europeia e 5 também banidos no Brasil (benomil, carbofurano, haloxifope metílico, metolacoloro e molinato)¹.

Na **Tabela 3** são listados os municípios em que foi aferida a presença de benomil/carbendazim, carbofurano, haloxifope metílico, metolacoloro e/ou molinato, bem como as datas das análises. O carbendazim é um metabólito do benomil, e nas análises químicas não é possível identificar aqueles dois ingredientes ativos separadamente. Por isso, os resultados revelam que um deles ou ambos estavam presentes nas amostras de água. Os dados apresentados evidenciam que mesmo muitos anos após o banimento do seu uso no Brasil, alguns daqueles ingredientes ativos ainda estão sendo aplicados em culturas agrícolas e contaminando águas de abastecimento de municípios de Santa Catarina: carbofurano, banido em 2017, em 2019 foi aferido nas águas de Balneário Camboriú; haloxifope metílico, banido em 2002, foi aferido em Rancho Queimado em 2022; molinato, banido em 2019, foi aferido em Imbuia em 2023; metolacoloro, banido em 2019, foi aferido em Canelinha em 2022, em Imbuia em 2022 e em 2023, em Itaiópolis em 2022, em Ituporanga em 2022 e 2023 e em São João do Sul em 2023 (**Tabela 3**).

No caso específico de Balneário Camboriú e de Camboriú, as duas cidades captam a água para abastecimento público no rio Camboriú. A montante da captação há plantações de arroz, que são apontadas como as fontes da contaminação da água por agrotóxicos, e que utilizam grandes quantidades de água para a irrigação, repercutindo em sério risco de desabastecimento de água nas duas cidades.²

¹ ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Monografias de agrotóxicos. Monografias excluídas. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas-por-letra>. Acesso em 15 de março de 2024.

² DA-RÉ, M. A.; KAMKE, R.; RAGGHianti, V. T.; CURTARELLI, M. P.; GUIMARÃES, V. S.; CREMONINI, J.; IGNÁCIO, C.; COSTA, C. H. Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Camboriú e bacias

Conforme pode ser lido no artigo publicado por Hess, Nodari e Lopes-Ferreira (2021)³, e na **Figura 2**, os agrotóxicos cuja presença foi aferida em águas de abastecimento de municípios de Santa Catarina apresentam propriedades tóxicas que resultam em sérios riscos à saúde da população exposta e aos ecossistemas.

Os dados apresentados na **Tabela 1** também revelam que a maioria das águas de abastecimento dos 155 municípios em que foi aferida a presença de agrotóxicos não poderia ser consumida na União Europeia, onde a concentração máxima permitida a cada ingrediente ativo de agrotóxicos é de 0,1 µg/L, e a soma de 0,5 µg/L. Em destaque em amarelo na **Tabela 1** observa-se, por exemplo, que nos municípios de Arvoredo e de Santa Cecília foi aferida a presença de glifosato em concentrações de 21,940 e 20,860 µg/L, respectivamente, valores portanto mais de 200 vezes a concentração máxima do que seria permitido para águas de abastecimento na União Europeia. Em Imbuia, o clorotalonil esteve presente na concentração de 12,730 µg/L; a bentazona teve concentrações superiores a 1,000 µg/L nas águas de abastecimento dos municípios de Agrolândia, Balneário Camboriú, Camboriú, Ilhota, Itajaí/Navegantes, Ituporanga, e Pouso Redondo; enquanto o 2,4-D superou aquela concentração nas águas de 11 municípios. Além de ter 23 ingredientes ativos de agrotóxicos presentes em suas águas de abastecimento, o município de Ituporanga também apresentou 9 agrotóxicos em concentrações superiores a 1,000

contíguas. 2016. Disponível em:

https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Camboriu/documento_sintese/documento_sintese_do_plano.pdf. Acesso em 18 março de 2024.

³ HESS, S. C.; NODARI, R. O.; LOPES-FERREIRA, M. Agrotóxicos: críticas à regulação que permite o envenenamento do país. *DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (UFPR)*, v. 57, p. 106-134, 2021.

µg/L, o maior número entre todos os demais municípios (**Tabela 1**). Notavelmente, as elevadas concentrações aferidas para aqueles agrotóxicos não ultrapassaram os limites estabelecidos para a potabilidade da água, tanto no âmbito federal (Portaria GM/MS Nº. 888 de 4 de maio de 2021), quanto do Estado de Santa Catarina (Portaria SES Nº. 1468 de 21 de dezembro de 2022).

Em capítulo de livro publicado em 2023, Hess e colaboradores⁴ descreveram para o mapa transcrito na **Figura 3**:

[...]estão em destaque as microrregiões que apresentaram taxas médias entre 2010 e 2020 superiores às aferidas no país naquele período, conjuntamente, para a mortalidade por câncer por 100 mil habitantes (sexos masculino e feminino), a mortalidade por suicídio por 100 mil habitantes (sexos masculino e feminino) e a incidência de anomalias congênitas por 1000 nascidos vivos, calculadas a partir de dados do DATASUS (2022a, 2022b). Observa-se que as microrregiões com taxas acima dos índices nacionais para aquelas causas de morbimortalidade abrangeram aglomerados geográficos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e em apenas uma microrregião do Rio Grande do Norte (Seridó Oriental) [...]

Dentre as 20 microrregiões de Santa Catarina, as 11 que aparecem no mapa da **Figura 3** por apresentarem taxas médias entre 2010 e 2020 superiores às aferidas no país naquele período, conjuntamente, para a mortalidade por câncer por 100 mil habitantes (sexos masculino e feminino), a mortalidade por suicídio por 100 mil habitantes (sexos masculino e feminino) e a incidência de anomalias congênitas por 1000 nascidos vivos foram: 42002 Chapecó; 42003 Xanxerê; 42004 Joaçaba; 42005 Concórdia;

⁴HESS, S. C.; NODARI, R. O. ; SOARES, M. R. ; LIMA, F. A. N. S. E. ; PIGNATI, W. A. . CENÁRIO AGRÍCOLA BRASILEIRO: monoculturas e silvicultura, agrotóxicos e incidência de câncer, suicídio e anomalias congênitas. In: Alane Andréa Souza Costa, Haya Del Bel, Pablo Cardozo Roccon, Wanderlei Antônio Pignati. (Org.). *Ambiente, saúde e agrotóxicos: desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a)*. 1ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023, v. 1, p. 149-176.

42008 Joinville; 42010 Campos de Lages; 42011 Rio do Sul; 42014 Ituporanga; 42016 Florianópolis; 42018 Tubarão; e 42019 Criciúma.

Tabela 1 - Municípios de Santa Catarina que apresentaram resíduos de agrotóxicos na água tratada, a natureza do manancial de abastecimento, a mesorregião em que o município está inserido e os ingredientes ativos de agrotóxicos aferidos na água, com as respectivas concentrações

Município	Manancial	Mesorregião IBGE	Agrotóxicos aferidos no SAA (concentração, µg/L)
Abelardo Luz	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,324)
Agrolândia	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,747), Bentazona (9,332)
Água Doce	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,095), Diurom (0,095), Malationa (0,125)
Águas Frias	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,086)
Águas Mornas	Superficial	Grande Florianópolis	2,4-D (0,101)
Alfredo Wagner	Superficial	Grande Florianópolis	Cletodim (0,197)
Alto Bela Vista	Subterrâneo	Oeste catarinense	Atrazina (0,105)
Angelina	Superficial	Grande Florianópolis	Tiametoxam (0,326)
Anita Garibaldi	Subterrâneo	Serrana	Atrazina (0,069)
Anitápolis	Superficial	Grande Florianópolis	2,4-D (0,087)
Araranguá	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,055; 0,249; 0,407), Flutriafol (0,060)
Armazém	Subterrâneo/ Superficial	Sul catarinense	Profenofós (0,075)
Arroio Trinta	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	Acetamiprido (0,204)
Arvoredo	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	Glifosato (21,940), *Benomil (0,013), Carbendazim (0,013)
Balneário Arroio do Silva	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,120)
Balneário Camboriú	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,644; 0,099; 0,077; 0,078; 0,279; 0,295), Atrazina (0,081), Bentazona (8,781; 0,330; 0,251; 2,713), *Carbofurano (0,244), Imazetapir (1,089), Piraclostrobina (0,312), Tebuconazol (8,957), Tiametoxam (0,285; 1,017; 0,134), Trifloxistrobina (0,208)
Balneário Gaivota	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,120), Permetrina (0,190)
Balneário Rincão	Superficial	Sul catarinense	Diurom (0,217)

Bandeirante	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	Simazina (0,117)
Barra Bonita	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,086), Atrazina (0,057)
Bom Jardim da Serra	Superficial	Serrana	2,4-D (0,060; 0,110)
Bom Jesus do Oeste	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,052)
Bom Retiro	Superficial	Serrana	2,4-D (0,070)
Braço do Norte	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (2,435)
Braço do Trombudo	Superficial	Vale do Itajaí	*Benomil (0,048), Carbendazim (0,048), Piraclostrobina (1,113)
Caibi/Palmitos	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,108; 0,058), Simazina (0,093)
Camboriú	Superficial	Vale do Itajaí	Bentazona (1,095; 1,095; 2,732; 2,212; 1,016), Fipronil (0,18), *Metolaclo (0,152), Tiametoxan (0,128)
Campo Erê	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,104), Bentazona (0,097), Simazina (0,106)
Campos Novos	Superficial	Serrana	Acetamiprido (0,134)
Canelinha	Superficial	Grande Florianópolis	Atrazina (0,104), Ciproconazol (0,191), Difenoconazol (0,282), *Metolaclo (0,800)
Catanduvas	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,152)
Cordilheira Alta	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (4,202)
Coronel Freitas	Subterrâneo	Oeste catarinense	Atrazina (0,222), Ciproconazol (0,066), Simazina (0,312)
Coronel Martins	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,660)
Correia Pinto	Superficial	Serrana	2,4-D (0,068)
Criciúma / Maracajá / Içara / Nova Veneza / Forquilha / Siderópolis	Superficial	Sul catarinense	Clorpirifós etílico (0,101), Profenofós (0,072; 0,096; 0,087)
Cunha Porã	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,072; 1,397), Atrazina (0,120), Simazina (0,096)
Cunhataí	Superficial	Oeste catarinense	Simazina (0,023)
Descanso	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,41), Atrazina (0,066), Simazina (0,047)
Dionísio Cerqueira	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (1,154), Simazina (0,025)
Flor do Sertão	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (1,486; 0,076), Atrazina (0,066), Simazina (0,075)
Florianópolis/Campeche	Subterrâneo	Grande Florianópolis	Imidacloprido (0,107)
Florianópolis - Pilões/Biguaçu/Palhoça/Santo Amaro da Imperatriz/São José	Superficial	Grande Florianópolis	2,4-D (0,261; 0,412; 0,072), Clorpirifós etílico (0,115), Fomesafem (0,219)
Formosa do Sul	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,058),

			Imidacloprido (0,134), Simazina (0,037)
Grão Pará	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,055), Difenoconazol (0,189), Propargito (0,068)
Gravatal	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,071), Clorantraniliprole (0,584), Metalaxil-M (0,119), Tiametoxam (0,131)
Guaramirim	Superficial	Norte catarinense	2,4-D (0,059)
Guarujá do Sul	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,075)
Guatambu	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,083)
Ibiam	Superficial	Oeste catarinense	Acetamiprido (0,211)
Ibicaré	Superficial	Oeste catarinense	Diurum (0,078), Hexazinona (0,256)
Ibirama	Superficial	Vale do Itajaí	Diurum (0,112), Tiametoxam (0,204)
Ilhota	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,102), Atrazina (0,054), Bentazona (1,201) , Imidacloprido (0,143), Metalaxil-M (0,061), *Metolacloro (0,061)
Imaruí	Superficial	Sul catarinense	Clorpirifós etílico (0,076)
Imbuia	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,111; 1,292), Bentazona (0,060; 0,167), Clomazona (0,072; 0,081), Clorotalonil (12,730) , Difenoconazol (0,057; 8,276), Diurum (0,081; 0,070; 0,844), Fluazinam (0,449), Flutriafol (0,115; 0,056), Imidacloprido (0,792; 0,201), Metalaxil-M (0,462; 1,357), *Metolacloro (0,219; 0,313; 0,281), Molinato (0,071), Procimidona (0,087), Simazina (0,021), Sulfentrazone (0,171; 0,123), Tebuconazol (0,695), Tiametoxam (0,119)
Iomerê	Subterrâneo	Oeste catarinense	Acetamiprido (0,230)
Iporã do Oeste	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,073), Simazina (0,024)
Ipumirim	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (2,658)
Iraceminha	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,084), Simazina (0,052)
Irati	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,082), Diurum (0,090)
Irineópolis	Subterrâneo/ Superficial	Norte catarinense	Clorpirifós etílico (0,065)

Itaiópolis	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,056), Ciproconazol (0,052), Diurom (1,248) , Imidacloprido (0,927), *Metolacoloro (0,200), Tiametoxam (3,132)
Itajaí/Navegantes	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,061; 0,259), Atrazina (0,218; 0,074), Bentazona (2,008) , Clomazona (0,072), Diurom (0,052), Imidacloprido (0,312), Metalaxil-M (0,093)
Itapema	Superficial	Vale do Itajaí	Bifentrina (0,010), Bromopropilato (0,010), Etofenproxi (0,020), Lambda-cialotrina (0,010), Permetrina (0,020), Propargito (0,186)
Itapiranga	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,080), Simazina (0,040)
Ituporanga	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,561), Atrazina (0,875), Azoxistrobina (1,612) , *Benomil (0,171) , Bentazona (1,175) , Carbendazim (0,171), Clomazona (0,099; 0,316), Difenoconazol (2,337) , Dimetomorfe (2,117) , Diurom (0,79; 0,122), Fenpropimorfe (3,996) , Fluazinam (0,548), Fomesafem (2,839) , Imidacloprido (0,113; 1,829) , Metalaxil-M (0,118; 0,639), *Metolacoloro (0,060; 0,298; 0,171), Pirimetanil (0,116), Profenofós (0,108), Simazina (0,090), Sulfentrazona (0,278; 3,187) , Tebuconazol (1,209) , Tiametoxam (0,115; 0,400), Trifloxistrobina (0,295)
Jaguaruna	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,089), Flutriafol (0,065), *Metolacoloro (0,162)
Jardinópolis	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,057), Atrazina (0,113)
Joinville	Superficial	Norte catarinense	Diurom (7,798) , Tiametoxam (0,181)
José Boiteux	Superficial	Vale do Itajaí	*Benomil (0,013),

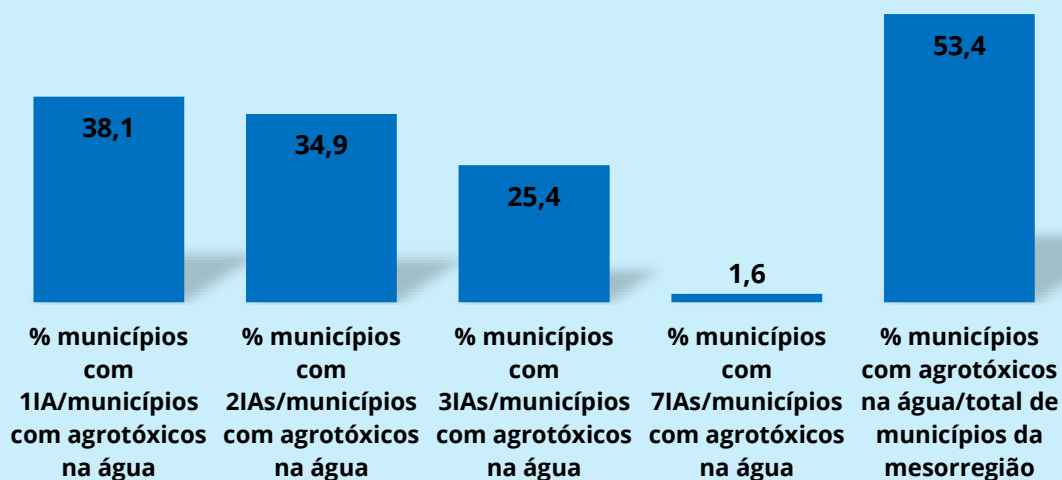
			Carbendazim (0,013), Piraclostrobina (0,605)
Jupiá/Galvão	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,055), Propargito (0,054)
Laguna	Subterrâneo/ Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,058)
Lajeado Grande	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,149)
Leoberto Leal	Superficial	Grande Florianópolis	Clorantraniliprole (0,255)
Lindóia do Sul	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,064), Simazina (0,109)
Macieira	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,052)
Mafra	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,335), Carbendazim (0,012), Ciproconazol (0,140), Diurom (0,261), *Metolaclo (0,265), Simazina (0,268)
Major Vieira	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,057), Simazina (0,022)
Maravilha	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,073), Ciproconazol (0,089), Simazina (0,051)
Massaranduba	Superficial	Norte catarinense	Propiconazol (0,139)
Meleiro	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,081)
Mondaí	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,094), Simazina (0,070)
Morro da Fumaça	Superficial	Sul catarinense	Profenofós (0,069)
Morro Grande	Superficial	Sul catarinense	Diurom (0,107), Flutriafol (0,132)
Nova Erechim	Superficial	Oeste catarinense	Simazina (0,033)
Orleans	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (1,206; 0,058), Clorantraniliprole (0,442), Diurom (0,237), Simazina (0,057)
Paial	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,801)
Palma Sola	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,091), Atrazina (0,096), Simazina (0,079)
Papanduva	Superficial	Norte catarinense	2,4-D (0,346), Simazina (0,220)
Paraíso	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,123), Simazina (0,079)
Passo de Torres	Subterrâneo/Superfi cial	Sul catarinense	2,4-D (0,152; 0,124), Diurom (0,107), Flutriafol (0,054)
Paulo Lopes	Superficial	Grande Florianópolis	Fomesafem (0,280)
Pedras Grandes	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,084)
Petrolândia	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,116)
Penha/Balneário Piçarras	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,066; 0,566; 0,561), Clomazona (0,082), Propiconazol (0,084), Tiametoxam (0,105)
Pinhalzinho	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,298), Atrazina (0,065), Simazina (0,058)

Planalto Alegre	Superficial	Oeste catarinense	Diuron (0,408), Simazina (0,026)
Porto União	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,105), Diuron (0,054)
Pouso Redondo	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,268), Bentazona (1,268) , Metsulforam metílico (0,107)
Princesa	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,970)
Quilombo	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,409; 0,960), Atrazina (0,131), *Benomil (0,667; 0,037; 0,188), Carbendazim (0,037), Ciproconazol (0,058), Diuron (0,068), Simazina (0,065)
Rancho Queimado	Subterrâneo	Grande Florianópolis	Lambda cialotrina (0,629), *Haloxifope metílico (0,852), Tiametoxam (0,170)
Rio do Oeste	Superficial	Vale do Itajaí	Bentazona (0,307)
Rio Fortuna	Superficial	Sul catarinense	Clorpirifós etílico (0,062), Tebuconazol (0,254)
Rio do Sul/Agronômica/Aurora/Laurentino/Lontaras	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,089), Atrazina (0,135), Diuron (0,072), Imidacloprido (0,124), Metalaxil-M (0,139), *Metolacoloro (0,169), Tebuconazol (0,137), Triflumurom (0,377)
Rio Negrinho	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,083), Carbendazim (0,0170), Ciproconazol (0,067), Diuron (0,125), *Metolacoloro (0,248)
Romelândia	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (4,829), Picloram (1,173)
Santa Cecília	Superficial	Serrana	2,4-D (0,056), Glifosato (20,860)
Santa Rosa de Lima	Subterrâneo	Sul catarinense	*Benomil (0,015), Carbendazim (0,015), Imidacloprido (0,210), Profenofós (0,880), Tebuconazol (0,175)
Santa Rosa do Sul	Subterrâneo	Sul catarinense	Flutriafol (0,052)
Santa Terezinha do Progresso	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,066), Simazina (0,042)
São Carlos/Águas de Chapecó	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,207), Simazina (0,144)
São João do Oeste	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,055)
São João do Sul	Subterrâneo	Sul catarinense	2,4-D (0,326), Bentazona (0,533), Buprofezina (0,121), Ciproconazol (0,109), *Metolacoloro (0,732)

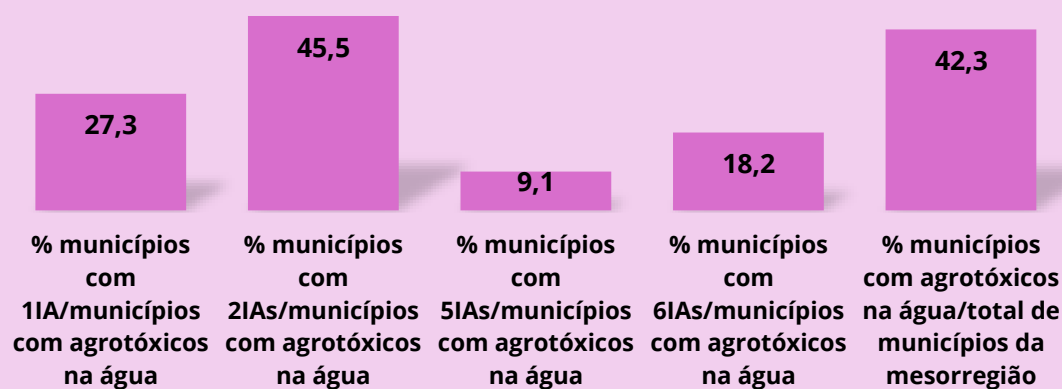
São José do Cedro	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,237), Atrazina (0,248), Simazina (0,103)
São Lourenço do Oeste/Novo Horizonte	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (0,093), Atrazina (0,078), Simazina (0,060)
São Ludgero	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,130), Cloranthraniliprole (0,503), Flutriafol (0,073)
São Martinho	Superficial	Sul catarinense	Molinato (0,029), Propanil (0,544)
Saudades	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (7,493), Atrazina (0,072), Simazina (0,051)
Schroeder	Superficial	Norte catarinense	Atrazina (0,116), *Metolacoloro (0,109)
Serra Alta	Superficial	Oeste catarinense	Simazina (0,033)
Sombrio	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (1,499; 0,093)
Sul Brasil	Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,091), Simazina (0,109)
Taió	Superficial	Vale do Itajaí	2,4-D (0,431)
Timbé do Sul	Superficial	Sul catarinense	Propargito (0,106)
Treze de Maio	Superficial	Sul catarinense	Clorpirifós etílico (0,052), Tebuconazol (0,254)
Treze Tílias	Subterrâneo/ Superficial	Oeste catarinense	Atrazina (0,158), Simazina (0,224)
Tubarão/Capivari de Baixo	Superficial	Sul catarinense	2,4-D (0,098), Cloranthraniliprole (0,255), Diurom (0,106), Tiametoxam (0,674)
Turvo/Ermo	Superficial	Sul catarinense	Flutriafol (0,119), Profenofós (0,058)
União do Oeste	Subterrâneo	Oeste catarinense	2,4-D (0,061), Atrazina (0,053), *Metolacoloro (0,094)
Urubici	Superficial	Serrana	2,4-D (0,089)
Urupema	Superficial	Serrana	Clorpirifós etílico (0,066)
Vargem	Subterrâneo	Serrana	Atrazina (0,334)
Vargem Bonita	Superficial	Oeste catarinense	2,4-D (9,652), Difenconazol (0,433)
Witmarsum	Subterrâneo	Vale do Itajaí	Atrazina (0,072)

*Benomil, Carbofurano, Haloxifope metílico, Metolacoloro, Molinato, banidos também no Brasil

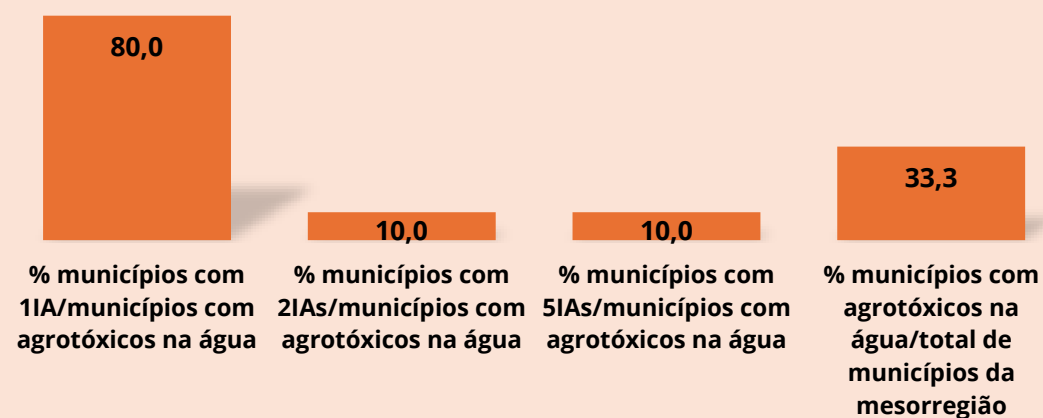
Mesorregião Oeste Catarinense



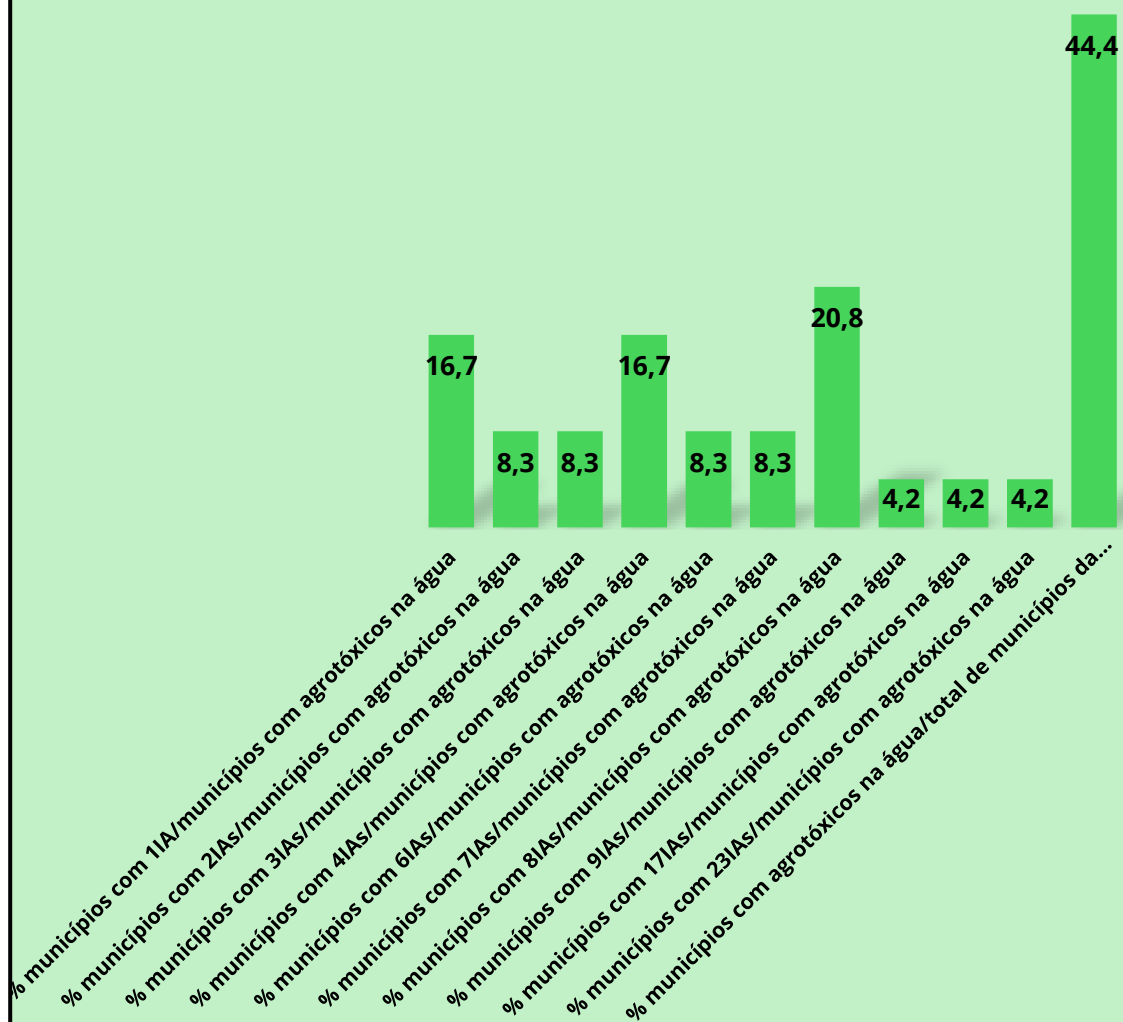
Mesorregião Norte Catarinense



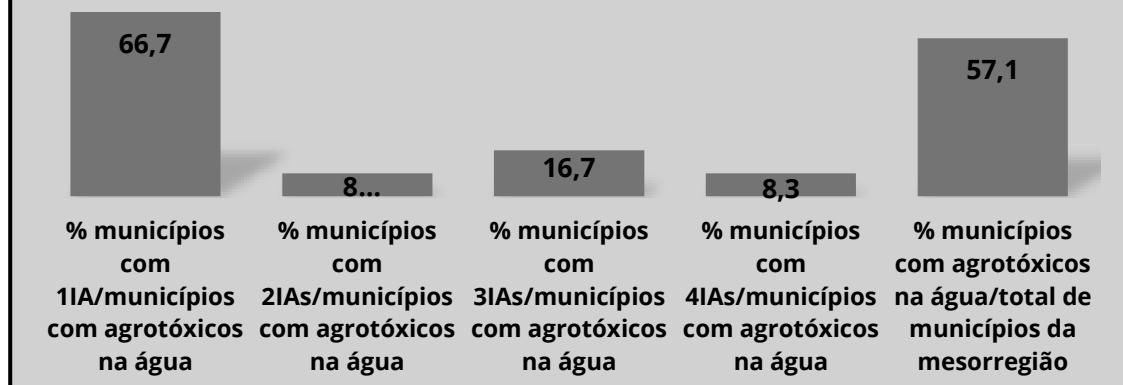
Mesorregião Serrana



Mesorregião Vale do Itajaí



Mesorregião Grande Florianópolis



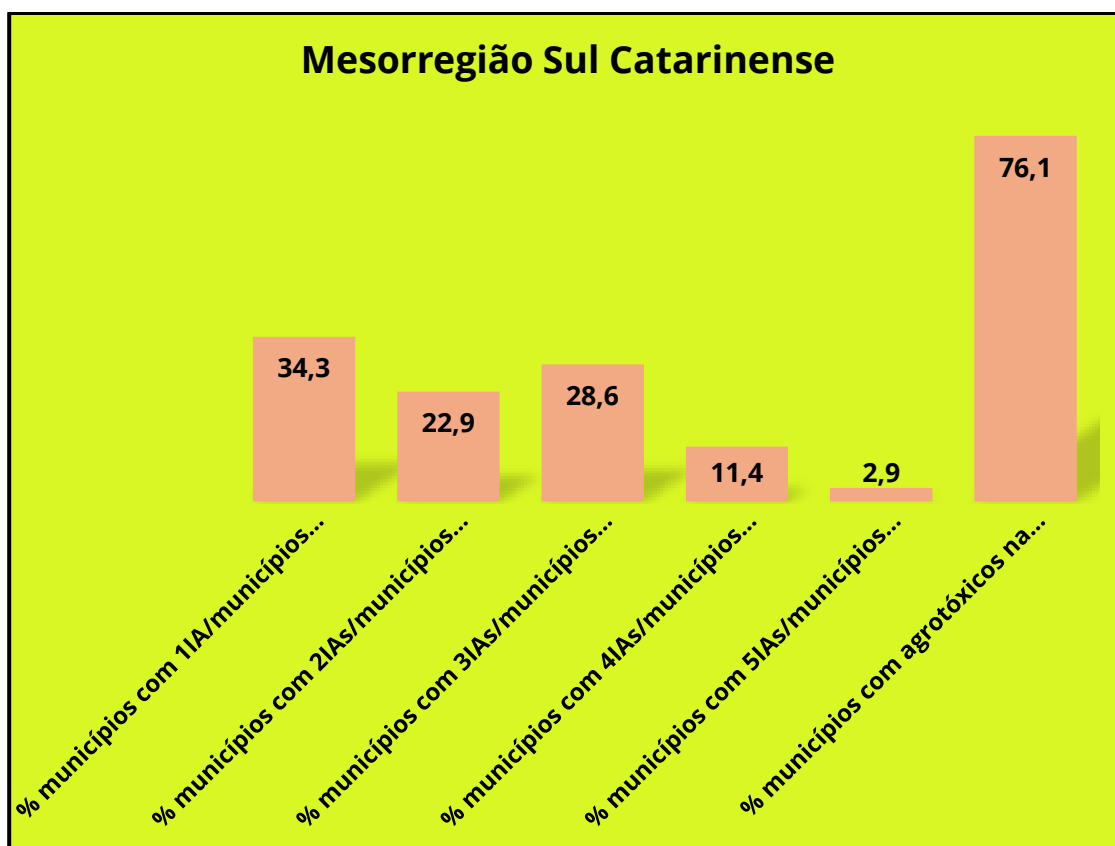


Figura 1 – Porcentuais dos municípios com resíduos de agrotóxicos nas águas de abastecimento em relação ao número total de municípios e porcentuais dos municípios com o número de ingredientes ativos de agrotóxicos presentes, em relação ao número de municípios com agrotóxicos na água, nas mesorregiões de Santa Catarina.

Tabela 2 – Número de municípios em que foi aferida a presença dos ingredientes ativos de agrotóxicos e ano de banimento na União Europeia

Ingredientes ativos de agrotóxicos	Número de municípios	Ano de banimento na União Europeia*
2,4-D	81	
Atrazina	52	2004
Simazina	39	2004
Diuron	26	2009
Metolaclo	17	Banido também no Brasil (Resolução-RE ANVISA Nº 1.967, de 18/julho/2019) ⁵
Clorpirifós etílico	16	2009
Tiametoxam	14	2009
Imidacloprido	14	2009
Bentazona	12	
Profenofós	12	2002
Tebuconazol	11	
Metaxil-M	11	
Flutriafol	9	2021
Carbendazim	8	2009 (Banido também no Brasil – RDC ANVISA Nº 739, de 08/agosto/2022, em descontinuação de uso até dezembro/2024) ⁶
Ciproconazol	8	2011
Fomesafen	7	2002
Benomil	6	Banido também no Brasil (RDC ANVISA Nº 347, de 16/dezembro/2002) ⁷
Clomazona	6	
Clorantropilprole	6	
Difenoconazol	5	
Propargito	5	2008
Acetamiprido	4	
Piraclostrobina	3	
Glifosato	2	
Trifloxistrobina	2	
Permetrina	2	2000
Fluazinam	2	
Molinate	2	Banido também no Brasil Banido também no Brasil (Resolução-RE ANVISA Nº 1.967, de 18/julho/2019) ⁸
Sulfentazona	2	2009
Azoxistrobina	1	
Carbofurano	1	Banido também no Brasil (RDC ANVISA Nº 185, de 18/outubro/2017) ⁹
Cletodim	1	

⁵ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/sectorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m16-2013-metolaclo.pdf/view>

⁶ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/sectorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m16-2013-metolaclo.pdf/view>

⁷ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/sectorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m16-2013-metolaclo.pdf/view>

⁸ https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0347_16_12_2002.html

⁹ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/sectorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m21-2013-molinate.pdf/view>

¹⁰ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/sectorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-excluidas/m21-2013-molinate.pdf/view>

Clorotalonil	1	2009
Dimetomorfe	1	
Fenpropimorfe	1	2009
Fipronil	1	2009
Haloxifope metílico	1	Banido também no Brasil Banido também no Brasil (RDC ANVISA N° 347, de 16/dezembro/2002)
Hexazinona	1	2002
Imazetapir	1	2004
Malationa	1	
Pirimetanil	1	
Propanil	1	2019

*União Europeia (UE). *Active substances, safeners and synergists*. (2024). Disponível em: <<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>>. Acesso em: 13 março 2024.

Tabela 3 – Agrotóxicos com uso banido no Brasil e municípios nos quais estavam presentes na água de abastecimento

Agrotóxico	Banimento no Brasil	Município	Data da análise da água
Benomil/ Carbendazim	RDC ANVISA Nº 347, de 16/dezembro/2002/ RDC ANVISA Nº 739, de 08/agosto/2022	Arvoredo	2019
		Braço do Trombudo	2019
		Ituporanga	2023
		José Boiteux	2019
		Mafra	2023
		Quilombo	2019
		Rio Negrinho	2023
		Santa Rosa de Lima	2019
Carbofurano	RDC ANVISA Nº 185, de 18/outubro/2017	Balneário Camboriú	2019
Haloxifope metílico	RDC ANVISA Nº 347, de 16/dezembro/2002	Rancho Queimado	2022
Metolacoloro	Resolução-RE ANVISA Nº 1.967, de 18/julho/2019	Camboriú	2019
		Canelinha	2022
		Ilhota	2018
		Imbuia	2019, 2022, 2023
		Itaiópolis	2022
		Ituporanga	2018, 2022, 2023
		Jaguaruna	2018
		Mafra	2018
		Rio do Sul/Agronômica/Aurora/Laurentino/Lontras	2018
		Rio Negrinho	2018
		São João do Sul	2019, 2022, 2023
		Schroeder	2018
		União do Oeste	2019
Molinato	Resolução-RE ANVISA Nº 1.967, de 18/julho/2019	Imbuia	2023
		São Martinho	2019

Ingrediente ativo	Efeitos associados à exposição
2,4-D e seus sais	Câncer de estômago, linfoma não Hodgkin, mal de Alzheimer, mal de Parkinson, esclerose lateral amiotrófica, infertilidade (Mostafalou & Abdollahi, 2017)
Abamectina	Infertilidade, baixa qualidade do sêmen (Mostafalou & Abdollahi, 2017)
Acefato	Citotóxico e genotóxico sobre espermatozoides humanos (Dhanushka & Peiris, 2017), diabetes tipo 2, hiperglicemia, disfunção no metabolismo de lipídios, danos ao DNA e câncer (Ribeiro <i>et al.</i> , 2016).
Ametrina	Câncer de próstata, câncer de ovário (Mostafalou & Abdollahi, 2017), bioacumula em peixes (Jonsson <i>et al.</i> , 2019).
Atrazina	Câncer de estômago, linfoma não Hodgkin, câncer de próstata, câncer de tireóide, câncer de ovário (triazina), mal de Parkinson, asma, respiração com ruído, infertilidade, baixa qualidade do sêmen, malformações congênitas/teratogênese (Mostafalou & Abdollahi, 2017), danos a células hepáticas (Abass <i>et al.</i> , 2009).
Bifentrina	Neurotoxicidade (Gammon <i>et al.</i> , 2019), obesidade (Xiang <i>et al.</i> , 2018), desregulação endócrina (Zhang <i>et al.</i> , 2016).
Captana	Mielnomas múltiplos (Mostafalou & Abdollahi, 2017).
Clorfenapir	Neurotóxico (letal em baixas doses) (Baek <i>et al.</i> , 2016).
Cloridrato de cartape	Efeito hemolítico (Emadi <i>et al.</i> , 2019), bloqueador neuromuscular (letal em baixas doses) (Kalyaniwala <i>et al.</i> , 2016).
Clorimurrom-etilico	Asma, respiração com ruído (Mostafalou & Abdollahi, 2017).
Clorotalonil	Desregulação endócrina (Hao <i>et al.</i> , 2019), baixa qualidade do sêmen (Zhang <i>et al.</i> , 2019).
Clorpirifós	Câncer no cérebro, câncer colorretal, leucemia, sarcoma de tecidos moles, câncer de pulmão, mal de Alzheimer, mal de Parkinson, asma, respiração com ruído, infertilidade, malformações congênitas/teratogênese, disfunções sexuais, desordem do déficit de atenção e hiperatividade (ADHD), autismo, atrasos no desenvolvimento (Mostafalou & Abdollahi, 2017), intoxicações agudas severas, neurotoxicidade (Rathish <i>et al.</i> , 2018).
Deltametrina	Danos a células hepáticas (Abass <i>et al.</i> , 2009).
Diafentiurom	Efeitos deletérios sobre as abelhas (Perveen & Ahmad, 2017; Williamson <i>et al.</i> , 2014) e peixes (Riaz-Ul-Haq, 2018).
Dibrometo de Diquate	Lesões nos rins (intoxicações graves, letal em baixas doses) (Magalhães <i>et al.</i> , 2018).
Dinotefuram	Resíduos persistentes na água e em organismos. Não atende ao limite máximo de resíduo, 0,01 mg/Kg ^a . Efeitos deletérios sobre as abelhas (Williamson <i>et al.</i> , 2014).
Diurum	Bioacumula em peixes (Jonsson <i>et al.</i> , 2019).
Fipronil	Alterações hematológicas e bioquímicas e stress oxidativo (Abouelghar <i>et al.</i> , 2020), hepatotóxico e neurotóxico (Gutta <i>et al.</i> , 2019).
Fluopiram	Efeitos danosos ao crescimento de <i>Vitis vinifera</i> (uva) (Robatscher <i>et al.</i> , 2019), efeitos deletérios sobre nematoides não alvo (Waldo <i>et al.</i> , 2019).
Fomesafen	Efeitos deletérios sobre as comunidades bacterianas da rizosfera (Hu <i>et al.</i> , 2019) e minhocas (Zhang <i>et al.</i> , 2013).
Glifosato e seus sais	Linfoma não Hodgkin, infertilidade (Mostafalou & Abdollahi, 2017), autismo (Von Ehrenstein, 2019), problemas renais crônicos, danos às células embrionárias e da placenta, morte programada e necrose de células placentárias, umbilicais e embrionárias, desregulador endócrino em células hepáticas, proliferação de células de câncer de mama (Hess; Nodari, 2018), danos a células hepáticas (Abass <i>et al.</i> , 2009). Em abelhas aumenta a susceptibilidade a doenças (Faita <i>et al.</i> , 2020), altera a membrana da mitocôndria e a estrutura das células da glândula produtora de mel (Faita <i>et al.</i> , 2018).
Glufosinato, Sal de Amônio.	Genotoxicidade (Xiong <i>et al.</i> , 2019), hepatotoxicidade, desregulação endócrina (Zhang <i>et al.</i> , 2019).
Hexazinona	Resíduos persistentes na água e em organismos. Não atende ao limite máximo de resíduo, 0,01 mg/Kg (European Commission, 2020b); bioacumula em peixes (Jonsson <i>et al.</i> , 2019).
Imazapique	Toxicidade aguda sobre peixes (Golombieski <i>et al.</i> , 2016).
Imazapir	Toxicidade aguda sobre peixes (Golombieski <i>et al.</i> , 2016).
Imazetapir	Câncer colorretal, câncer de bexiga (Mostafalou & Abdollahi, 2017).
Imidacloprido	Desordem do déficit de atenção e hiperatividade (ADHD), autismo (Mostafalou & Abdollahi, 2017), efeitos deletérios sobre as abelhas (Perveen & Ahmad, 2017; Williamson <i>et al.</i> , 2014), genotóxico (Bianchi <i>et al.</i> , 2015, 2016).
Lambda-cialotrina	Danos a células hepáticas (Abass <i>et al.</i> , 2009).
Lufenurum	Efeitos tóxicos sobre organismos aquáticos (Brock <i>et al.</i> , 2018); efeitos tóxicos severos, agudos e crônicos, sobre peixe (tambaqui) (Soares <i>et al.</i> , 2016); aumenta a susceptibilidade de minhocas a infecções (Wang <i>et al.</i> , 2013).
Malationa	Linfoma não Hodgkin, câncer de próstata, câncer de tireóide, desordem do déficit de atenção e hiperatividade (ADHD), atrasos no desenvolvimento (Mostafalou & Abdollahi, 2017), autismo (Von Ehrenstein, 2019)
Mancozebe	Câncer de tireóide (Mostafalou & Abdollahi, 2017).
Metomil	Mal de Alzheimer, mal de Parkinson (Mostafalou & Abdollahi, 2017), efeitos neurotóxicos sobre peixes (Yi <i>et al.</i> , 2006).

Novalurom	Efeitos adversos sobre o bicho-da-seda (Santorum <i>et al.</i> , 2019, 2020) e outros insetos não alvo (Stacke <i>et al.</i> , 2019).
Permetrina	Autismo (Von Ehrenstein, 2019).
Picoxistrobina	Danos às mitocôndrias e à respiração celular (Xia <i>et al.</i> , 2018), genotoxicidade (Li <i>et al.</i> , 2018), efeitos deletérios sobre as abelhas (Domingues <i>et al.</i> , 2017).
Piraclostrobina	Genotoxicidade (Li <i>et al.</i> , 2018).
Profenofós	Agrotóxico organofosforado com sérios efeitos sobre a saúde, tanto por exposição aguda (problemas urinários, bradicardia, coma, entre outros efeitos neurológicos, gastrointestinais, pulmonares e musculares) quanto crônica (dores de cabeça, tremores, náusea, vômitos, dores abdominais, visão turva entre outros) (Kushwaha <i>et al.</i> , 2016; Nganchaung <i>et al.</i> , 2017), desregulador endócrino (Moustafa <i>et al.</i> , 2008).
Propanil	Desregulador endócrino, efeitos deletérios sobre células do sistema imunológico (Nowak <i>et al.</i> , 2019).
Propiconazol	Efeitos danosos sobre células hepáticas humanas (Knebel <i>et al.</i> , 2018, 2019) e de roedores (Nesnow <i>et al.</i> , 2011); induz câncer hepático em roedores e em peixe (Tu, 2016); danos ao cérebro e sobre o comportamento de roedores (Noshay <i>et al.</i> , 2018); danos ao cérebro do peixe zebra fish, causando também mudanças no seu comportamento (Valadas <i>et al.</i> , 2019).
Simazina	Câncer de próstata, câncer de ovário (triazina), mal de Parkinson (Mostafalou & Abdollahi, 2017).
Sulfentrazona	Resíduos persistentes na água e em organismos. Não atende ao limite máximo de resíduo, 0,01 mg/Kg (European Commission, 2020b); genotóxico (Bianchi <i>et al.</i> , 2015, 2016).
Tebuconazol	Efeitos deletérios sobre células hepáticas (Knebel <i>et al.</i> , 2018, 2019).
Tebu tiurom	Resíduos persistentes na água e em organismos. Não atende ao limite máximo de resíduo, 0,01 mg/Kg (European Commission, 2020b); bioacumula em peixes (Jonsson <i>et al.</i> , 2019), desregulador endócrino em peixes (Almeida <i>et al.</i> , 2018).
Tiametoxam	Efeitos deletérios sobre as abelhas (Domingues <i>et al.</i> , 2017).
Tiodicarbe	Efeitos sobre rins, fígado, sistema imunológico, em baixas doses (Dias <i>et al.</i> , 2013), efeitos neurotóxicos sobre peixes (Yi <i>et al.</i> , 2006). Na União Europeia, alerta para o risco decorrente do consumo de uvas e vinho contaminados, bem como da água subterrânea, devido ao seu uso como moluscicida (European Commission, 2020b).

Figura 2 – Efeitos resultantes da exposição a agrotóxicos com uso autorizado no Brasil (transcrição de HESS, NODARI, LOPES-FERREIRA, 2021, Tabela 3)



Figura 3 – Taxas de mortalidade por câncer e suicídio por 100 mil habitantes (sexos masculino e feminino) e da incidência de anomalias congênitas por 1000 nascidos vivos nas microrregiões do Brasil, 2010 a 2020 (transcrição de HESS et al., 2023, Figura 11)