

PEVASPEA

2020-2023

PLANO DE VIGILÂNCIA
E ATENÇÃO À SAÚDE DE
POPULAÇÕES EXPOSTAS
AOS AGROTÓXICOS DO
ESTADO DO PARANÁ

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos
em água para consumo humano no Paraná

2017 – 2019





Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

GOVERNADOR DO ESTADO

Carlos Roberto Massa Júnior

SECRETÁRIO DE ESTADO DA SAÚDE

Carlos Alberto Gebrim Preto

DIRETOR GERAL SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE

Nestor Werner Junior

DIRETORA DE ATENÇÃO E VIGILÂNCIA À SAÚDE

Maria Goretti David Lopes

COORDENADORIA DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL

Ivana Lucia Belmonte

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

Alana Flemming - Engenheira Sanitarista

Marcia Procopiuk - Engenheira Agrônoma

REVISÃO

Ana Paula Romeiro Kaminski - Enfermeira

IDENTIDADE GRÁFICA

Juliana Scheller – Núcleo de Comunicação Social



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. MÉTODO	9
3. RESULTADOS	11
3.1. Água bruta	16
3.2. Água tratada	21
3.4. Resíduos de IA de agrotóxicos com uso não autorizado na agricultura	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
Anexo 1 – Lista de ingredientes ativos de agrotóxicos pesquisados nas amostras de água bruta e tratada coletadas no Paraná e em 2018 e 2019.....	33



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Tabela 1 . Distribuição de amostras de vigilância de resíduos de agrotóxicos em água bruta e água tratada coletadas no Estado do Paraná em 2018 e 2019.	9
Tabela 2 . Resíduos de IA de agrotóxicos encontrados nas três etapas de amostragem de água bruta e tratada realizadas no Paraná em 2018 e 2019.	13
Tabela 3 . Quantidade de IA de agrotóxicos comercializados no período de 2017 a 2019 nos municípios amostrados em 2018 e 2019, conforme a divisão administrativa da SESA/PR.	14
Tabela 4 . Quantidade em toneladas (t) de IA de produtos comerciais vendidos nos anos de 2018 e 2019 no Paraná.	15
Tabela 5 . Parâmetros de agrotóxicos regulamentados na Resolução do Conama n.º 357/2005, com os respectivos VMPs para a Classe 1 de Águas Doces, e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta superficial coletadas em 2018 e 2019 no Paraná.	18
Tabela 6 . Parâmetros de agrotóxicos regulamentados na Resolução do Conama n.º 396/2008, com os respectivos VMPs, e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta subterrâneas coletadas em 2018 e 2019 no Estado do Paraná.	20
Tabela 7 . Padrão de potabilidade para agrotóxicos e metabólitos que representam risco à saúde, estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017 antes de sua alteração, e concentrações de resíduos mais elevadas quantificadas de resíduos dos ingredientes ativos (IA).	23
Tabela 8 . Prováveis culturas responsáveis pelos resíduos de agrotóxicos detectados na Vigilância Ambiental de resíduos de ingredientes ativos (IA) de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná e nos mananciais de captação, 2017- 2019.	25

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019**RESUMO EXECUTIVO**

O relatório apresenta as informações obtidas nas análises para a pesquisa de resíduos de agrotóxicos em amostras de água bruta e tratada realizadas no Paraná em 2018 e 2019. A avaliação destes resultados buscar fornecer subsídios para compreender a situação atual da qualidade da água nos mananciais de abastecimento e da água para consumo humano, bem como o entendimento da relação entre a agricultura e a água consumida no Paraná. O planejamento e obtenção de dados referentes à vigilância de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná e dos mananciais de captação foram realizados no período de 2017 a 2019, como execução da ação estratégica de número 11 - Monitoramento de Agrotóxicos em Água para Consumo Humano, integrante do Plano de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Expostas aos Agrotóxicos do Estado do Paraná (Pevaspea) 2017-2019.

A legislação de referência para a avaliação dos resultados obtidos nas amostras de água bruta provenientes de mananciais de captação superficial foi a Resolução Conama n.º 357, de 17 de março de 2005, para os mananciais subterrâneos a Resolução Conama n.º 396, de 3 de abril de 2008 e para água tratada o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017, antes da sua alteração pela Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021. Os resultados obtidos com as análises foram avaliados com base nos Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos para a concentração de resíduos de Ingredientes Ativos (IA) de agrotóxicos nessas legislações.

Foram realizadas três etapas de coletas de amostras de água bruta de mananciais superficiais e subterrâneos e de água tratada de Sistemas de Abastecimentos de Água (SAA) e de Soluções Alternativas Coletivas (SAC). A primeira ocorreu na primavera de 2018, a segunda no inverno de 2019 e a terceira na primavera de 2019. Entre os municípios do Estado foram selecionados 57, contemplando as 22 Regiões de Saúde (RS), totalizando 357 amostras de água analisadas. Nessas amostras foram pesquisados um total de 226 agrotóxicos e metabólitos, tendo entre eles os 27 parâmetros constantes no padrão de potabilidade, antes de sua alteração, e mais 199 adicionais.

Do total de 357 amostras, 177 (49,58%) apresentaram a ocorrência de pelo menos um resíduo de IA de agrotóxico, e destas, 67 amostras apresentaram dois ou mais resíduos simultaneamente, variando de dois a 16 na mesma amostra. Essa situação não é prevista nas legislações de referência, não existindo um VMP para o somatório de resíduos de várias substâncias em uma mesma amostra. Em 44 dos 57 municípios amostrados (77,19%) houve ocorrência de no mínimo um resíduo de IA de agrotóxicos em pelo menos uma amostra.

Entre as 128 amostras de água bruta provenientes de mananciais superficiais 71 apresentaram ocorrência de pelo menos um resíduo de agrotóxico, representando 55,47% das amostras e em 23 destas foram encontrados dois ou mais resíduos simultaneamente. Nas amostras de água bruta superficial houve ocorrência de resíduos de 2,4-D, Acefato, Atrazina, Bentazona, Carbendazim+Benomil, Ciproconazol, Clorotalonil, Clorpirifós etílico, Clorpirifós oxon, Diurom, Fenpropratrina, Forato Sulfóxido, Imazetapir, Imidacloprido, Malationa, Metolacloro, Pirimifós metílico e Tiabendazol. As substâncias com maior recorrência neste tipo de amostra foram Atrazina (28 amostras), Carbendazim+Benomil (27 amostras) e 2,4-D (24 amostras) e os resíduos encontrados em maior concentração foram de Fenpropratrina (0,654 µg/L), Forato Sulfóxido (0,607 µg/L) e Atrazina (0,488 µg/L). Dos parâmetros de agrotóxicos que constam na Resolução Conama n.º 357/2005, pesquisados nas análises realizadas, foram encontrados resíduos de 2,4-D, Atrazina, Malationa e Metolacloro, todos com concentrações abaixo do VMP estabelecido pela norma.

Entre as 124 amostras de água bruta coletadas em mananciais subterrâneos, foram encontrados pelo menos um resíduo de IA em 50 amostras, ou seja, 40,32% das amostras, sendo 16 amostras com dois ou mais resíduos simultaneamente. Nas amostras de água bruta subterrânea foram encontrados resíduos de 2,4-D, Atrazina, Carbendazim+Benomil, Carbofurano, Ciproconazol, Clorotalonil, Clorpirifós etílico, Clorpirifós oxon, Difenconazol, Diurom, Epoxiconazol, Fipronil, Fluazifope-P-butílico, Flutriafol, Imidacloprido, Lactofen, Linurom, Malationa, Metolacloro, Metoxicloro e Tebuconazol. As substâncias com maior recorrência neste tipo de amostra foram Carbendazim+benomil (35 amostras), 2,4-D (8 amostras) e Diurom (7 amostras) e os resíduos encontrados em maior concentração foram os de Malationa (1,005 µg/L), Clorotalonil (0,982 µg/L) e 2,4-D (0,387 µg/L). Dos parâmetros de agrotóxicos que constam na Resolução Conama n.º 396/2008, pesquisados nas análises realizadas, foram encontrados resíduos de 2,4-D, Atrazina, Carbofurano, Clorotalonil, Clorpirifós, Malationa, Metolacloro e Metoxicloro, todos com concentrações abaixo do VMP estabelecido.

Entre as 105 amostras de água tratada foram encontrados pelo menos um resíduo de IA em 56, ou seja, 53,33% das amostras, sendo 28 amostras com dois ou mais resíduos simultaneamente. Nas amostras

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

de água tratada foram encontrados resíduos de 2,4-D, Atrazina, Bentazona, Carbendazim+Benomil, Ciproconazol, Clorotalonil, Clorpirifós oxon, Diurom, Fomesafen, Imazetapir, Imidacloprido, Metolacoloro, Picoxistrobina e Tebuconazol. As substâncias com maior recorrência neste tipo de amostra foram 2,4-D (28 amostras), Carbendazim+Benomil (20 amostras) e Atrazina (15 amostras) e os resíduos encontrados em maior concentração foram de Atrazina (0,209 µg/L), Metolacoloro (0,196 µg/L) e 2,4-D (0,193 µg/L).

A partir dos dados levantados, nota-se que os resíduos de IA mais preocupantes para a qualidade da água tratada no atual cenário são Atrazina e 2,4-D, por serem as substâncias encontradas em maior concentração e em maior quantidade de amostras. Os resíduos de Carbendazim, apesar de encontrados com frequência, apresentavam concentrações variando entre 0,01 e 0,02% do VMP estabelecido. Além desses, o Metolacoloro que não é autorizado para uso na agricultura.

As prováveis culturas agrícolas fontes dos resíduos detectados nas três etapas de coletas, nos mananciais e na água tratada, são, principalmente, as culturas de verão, com destaque para a soja e milho, com menor contribuição da cultura do arroz, feijão e sorgo, e, também, das culturas de inverno, trigo, cevada, aveia, centeio e triticale. Destaca-se a detecção dos resíduos de IA Carbofurano, Forato Sulfóxido, Metolacoloro e Metoxicloro, que não são atualmente autorizados para uso na agricultura.

Entre os municípios amostrados, os da Macrorregional Leste foram os que registraram a maior quantidade comercialização em toneladas (t) de IA de agrotóxicos no período. No entanto, a maior variedade de resíduos ocorreu na água dos municípios da Macrorregional Oeste, a segunda com maior quantidade comercialização (t) nos municípios amostrados no período. Portanto, reiterando a metodologia adotada, a quantidade de IA comercializada nos municípios amostrados não se mostrou necessariamente vinculada à variedade e quantidade de ocorrência de diferentes resíduos de IA nos mananciais de abastecimento amostrados. Ressalta-se que houve diferenças entre o número de amostras com ocorrência de pelo menos um de resíduo de agrotóxico e na variedade de substâncias encontradas destes entre as três etapas realizadas no período 2018-2019. Essa variação pode ser explicada pelo aumento da cobertura amostral, bem como pelos diferentes períodos de coleta das amostras e estágios de desenvolvimento das culturas (tratos culturais no período) e a dinâmica de cada substância no ambiente nas diferentes condições edafoclimáticas presentes no Estado.

Em conclusão, evidencia-se a necessidade de ações permanentes de Vigilância Ambiental e estudo do possível impacto dos resíduos de IA encontrados nas análises e não regulamentados nas legislações de referência, com vistas a levantar, consolidar e divulgar informações para subsidiar o planejamento, o direcionamento das ações e a tomada de decisão dos gestores das três esferas de governo e, desta forma, fortalecer a Vigilância Ambiental em saúde das populações potencialmente expostas a resíduos de agrotóxicos no Paraná. Os resultados evidenciam os desafios da Vigilância Ambiental e apresentam dados que alertam sobre a necessidade de conscientização do setor agrícola no uso de produtos agrotóxicos, mostrando ser indispensável a articulação entre os setores para a atenção aos problemas cuja resolução foge do alcance do setor Saúde.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

1. INTRODUÇÃO

A saúde é um direito social fundamental do ser humano previsto na Constituição Federal de 1988, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício, conforme a Lei n.º 8080, de 19 de setembro de 1990, que regulamenta o Sistema Único de Saúde (SUS) e prevê as condições para o funcionamento dos serviços e ações para a promoção, proteção e recuperação da saúde. Entre as ações previstas nesta legislação, está a Vigilância em Saúde, regulamentada pela Portaria n.º 1.378, de 9 de julho de 2013, definida como um “processo contínuo e sistemático de coleta, consolidação, análise e disseminação de dados sobre eventos relacionados à saúde, visando o planejamento e a implementação de medidas de saúde pública para a proteção da saúde da população, a prevenção e controle de riscos, agravos e doenças, bem como para a promoção da saúde” (BRASIL, 2013). No âmbito da Vigilância em Saúde, são previstas ações relativas à saúde ambiental, normatizadas por meio da Instrução Normativa n.º 1, de 7 de março de 2005, que cria o Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SNVSA). Este subsistema consiste em um “conjunto de ações e serviços que propiciam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente, que interferem na saúde humana, com a finalidade de recomendar e adotar medidas de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos relacionados às doenças ou agravos à saúde” (CNS, 2018).

Um dos fatores ambientais fundamentais para a proteção e promoção da saúde pública é a água para consumo humano. A competência do Ministério da Saúde (MS) de elaborar normas e estabelecer o padrão de potabilidade de água para consumo humano, que deve ser observado em todo o território nacional, data de período anterior a criação e regulamentação do SNVSA, ocorrendo desde 1977. Após a publicação da Lei n.º 8.080, ainda na década de 90, foi instituído o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), que reúne ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano a serem desenvolvidas pelo MS, pelas Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde e a fiscalização das ações de controle da qualidade da água para serem executadas pelos responsáveis pelas formas de abastecimento (BRASIL, 2005b). O padrão de potabilidade brasileiro¹ e as ações de controle² e vigilância³ da qualidade da água para consumo humano são estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017⁴. Este padrão é composto por parâmetros indicadores divididos em microbiológicos, físico-químicos e organolépticos e seus Valores Máximos Permitidos (VMP). Durante o processo de elaboração deste relatório o Anexo XX foi alterado pela Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021, no entanto, o presente relatório baseou-se nos conceitos, definições, parâmetros e Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos antes da alteração.

A qualidade da água para consumo humano depende da manutenção da qualidade desta nos corpos hídricos, tendo relação direta com o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do manancial e as atividades econômicas desenvolvidas nos territórios. Considerando que a produção agroindustrial é a principal atividade econômica da maioria dos municípios do Estado do Paraná, terceiro Estado com maior produção de grãos na safra 2019/20 (CONAB, 2020), é legítima a preocupação sobre o risco de exposição da população ao efeito tóxico crônico⁵ causado por resíduos de agrotóxicos na água para consumo humano. Diante deste cenário, nas últimas décadas a discussão no setor saúde avançou para o fortalecimento da Vigilância em Saúde de Populações Expostas aos Agrotóxicos e, em âmbito estadual, a

¹Conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5 de 2017.

²Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição. Artigo 5º, inciso XV, do Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017

³Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a Portaria de potabilidade, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana. Artigo 5º, inciso XVI, do Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017.

⁴Alterado pela Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021.

⁵Efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele (Inciso XVIII do Art. 2º da Resolução n.º 357, de 17 março de 2005).

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Secretaria de Saúde do Paraná (Sesa/PR) formou um grupo de trabalho multidisciplinar e intersetorial para a definição das ações estratégicas neste escopo. Neste sentido, foi elaborado o Plano Estadual de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Expostas aos Agrotóxicos (Pevaspea 2017-2019) contendo 20 ações estratégicas, sendo uma das ações o monitoramento de resíduos de agrotóxicos na água para consumo humano.

O padrão de potabilidade brasileiro contemplava, antes de sua alteração no ano de 2021, dentro dos parâmetros físico-químicos, 27 parâmetros de agrotóxicos listados pelos nomes químicos dos ingredientes ativos (IA)⁶ de agrotóxicos⁷ e produtos de degradação, que devem ser monitorados semestralmente em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA)⁸ e em Soluções Alternativas Coletivas (SAC)⁹ por seus responsáveis, configurando uma das ações de controle de qualidade da água para consumo humano. Apesar da legislação não impor a obrigatoriedade da análise semestral de agrotóxicos para a vigilância¹⁰, apenas para o controle, entre 2018 e 2019 a Secretaria de Estado de Saúde do Paraná, no âmbito do Pevaspea coletou amostras de água dos mananciais abastecedores e de água tratada de SAA e SAC, a fim de realizar um diagnóstico da situação de resíduos de agrotóxicos no Paraná e, posteriormente, subsidiar o processo de gestão no que diz respeito ao impacto de fatores ambientais à saúde. Neste monitoramento foram pesquisados 226 IA, sendo os 27 parâmetros previstos da legislação de potabilidade, antes de sua alteração, e outros 199 complementares, em um total de 357 amostras, distribuídas em 3 etapas de execução em um total de 57 municípios paranaenses.

O presente relatório apresenta as informações relativas ao monitoramento de resíduos de agrotóxico na água para consumo humano realizado no Paraná no que tange à quantidade de amostras realizadas, locais amostrados, substâncias pesquisadas, resultados obtidos, bem como compara as etapas de execução, relaciona os achados às prováveis culturas agrícolas fontes dos resíduos encontrados.

⁶Ingrediente ativo ou princípio ativo: agente químico, físico ou biológico que confere eficácia aos agrotóxicos e afins. XVII, Art. 1º, Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002.

⁷Definição dada pela legislação brasileira, Lei 7.802/89 e Decretos 98.816/90 e 4.074/2002, que engloba as diferentes categorias agronômicas: inseticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas, herbicidas.

⁸Instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (Inciso VI do Art. 5º do Anexo XX, da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017).

⁹Modalidade de abastecimento coletivo destinado a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição (Inciso VII do Art. 5º do Anexo XX, da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017).

¹⁰Conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a Portaria de potabilidade, considerando os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana (Inciso XVI do Art. 5º do Anexo XX, da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5, de 28 de setembro de 2017).

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

2. MÉTODO

O planejamento e supervisão das amostragens e análises dos resultados foram desenvolvidos pela Divisão de Vigilância Sobre o Meio (DVVSM), da Coordenadoria de Vigilância Ambiental (CVIA), da Diretoria de Atenção e Vigilância em Saúde (DAV), da Secretaria de Estado da Saúde do Estado do Paraná (Sesa), como ação do Grupo Técnico Agrotóxicos (GT Agrotóxicos)¹¹ no âmbito do Plano Estadual de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Expostas aos Agrotóxicos 2017-2019 (Pevaspea) e do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano (Vigiagua).

Os dados deste relatório são oriundos das análises realizadas em amostras de água de SAA e de SAC selecionados de acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (BRASIL, 2016) e com as Orientações Técnicas para o Monitoramento de Agrotóxicos na Água para Consumo Humano (BRASIL, 2014). As coletas de amostras foram realizadas seguindo as orientações técnicas do Manual de Coleta e Envio de Amostras de Vigilância Ambiental do Laboratório Central do Estado do Paraná (LACEN).

Foram coletadas amostras de água bruta dos mananciais superficiais e subterrâneos de captação responsáveis pelo abastecimento e na água tratada das Unidades de Tratamento (UT) em SAA e em SAC (Tabela 1). Essas coletas foram realizadas na primeira etapa, na primavera de 2018, entre os dias 26 de novembro a 06 dezembro; na segunda etapa, no inverno de 2019, entre os dias 20 agosto a 2 setembro; e a terceira etapa, na primavera do mesmo ano, entre os dias 1 e 17 de dezembro de 2019.

Tabela 1. Distribuição de amostras de vigilância de resíduos de agrotóxicos em água bruta e água tratada coletadas no Estado do Paraná em 2018 e 2019.

	Total
Amostras de água bruta total	252
Amostras de água bruta superficial	128
Amostras de água bruta subterrânea	124
Amostras de água tratada total	105
Amostras de água tratada - fonte superficial	56
Amostras de água tratada - fonte subterrânea	17
Amostras de água tratada - ambas as fontes	32
Total de amostras	357

Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020

As amostras são provenientes de 57 municípios paranaenses, distribuídos nas 22 Regiões de Saúde (RS) do Estado, sendo priorizados os mais populosos de cada RS, geralmente o município sede, por apresentarem a maior população potencialmente exposta aos resíduos de IA de agrotóxicos utilizados nas áreas de produção da bacia de contribuição dos mananciais. Levou-se em conta também, na priorização, a viabilidade de logística para o envio em tempo hábil das amostras em condições satisfatórias de conservação ao laboratório em Piracicaba, São Paulo.

As amostras foram processadas e analisadas pelo laboratório AgroSafety, contratado por meio de licitação, acreditado pela Cgcre, de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025. Nas amostras foram pesquisados os 27 IA estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017, e mais 199 IA adicionais, totalizando 226 IA. Os IA adicionais aos 27 obrigatórios da Portaria foram selecionados considerando o levantamento de agrotóxicos realizado pelo GT Água coordenado pelo Ministério Público de Santa Catarina e nos IA regulamentados pela Portaria n.º 320/2014, da Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul. Sendo assim, no total, foram pesquisados 226 IA e metabólitos por meio do método analítico de cromatografia líquida, gasosa e espectrometria de massas.

Os resíduos de Glifosato/AMPA foram determinados por meio da metodologia POPMET012-R13 - Determinação de Compostos Semi-Voláteis em Matrizes Aquosas Líquido-Líquido por LC/MS - EPA 8321B Rev2: 2007; os resíduos de Ditiocarbamatos (Mancozebe) por meio da metodologia POPMET089-R07 - Determinação de Resíduos de Ditiocarbamatos por GC - Analytical Methods for Pesticides Residues in Foodstuffs, 6ªEd. (1996); e os resíduos de Paraquate por meio da metodologia POPMET382-R00 -

¹¹Resolução SESA 148/2018 constitui o Grupo Técnico denominado de GT - Agrotóxicos com o objetivo de definir estratégias para o enfrentamento das questões relacionadas aos agrotóxicos no âmbito da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Determinação de Resíduos de Bipiridílios em Matrizes Aquosas por LC/MS/MS. Os demais resíduos foram pesquisados por meio das metodologias de determinação de multirresíduos de Agrotóxicos: POPMET029-R10 - Determinação de Compostos Semi-Voláteis em Água com Extração em Fase Sólida por GC/MSD - EPA 8270E Rev5: 2018 e POPMET012-R13 - Determinação de Compostos Semi-Voláteis em Matrizes Aquosas Líquido-Líquido por LC/MS - EPA 8321B Rev2: 2007.

Os resultados das análises laboratoriais foram expressos de acordo com os seguintes critérios:

- valor numérico, quando foi possível quantificar a concentração da substância analisada;
- menor que o Limite de Quantificação do Método ($< LQ$)¹², quando foi possível identificar a presença, mas não a concentração existente;
- e menor que o Limite de Detecção do Método ($< LD$)¹³, quando a substância estava em concentração inferior àquela que o equipamento consegue detectar.

Os resultados das análises de água bruta foram confrontados com os parâmetros estabelecidos nas legislações de classificação e enquadramento de águas superficiais e subterrâneas, conforme dispõem as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) n.º 357, de 17 de março de 2005, e Conama n.º 396, de 3 de abril de 2008, respectivamente. Já os resultados das análises de água tratada foram confrontados com o estabelecido no Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017, antes da sua alteração.

Posteriormente os resultados foram relacionados com as principais culturas agrícolas a campo nos períodos de amostragem, segundo os dados do Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil nas Safras 2018/19 e 2019/20, elaborado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). A partir disso, inferiram-se as possíveis culturas fontes de resíduos detectados nas análises, de acordo com os usos autorizados dos produtos por cultura obtidos na consulta aberta do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) e no Painel de monografias de agrotóxicos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Os dados sobre os quantitativos de produtos comerciais IA comercializados nos municípios amostrados foram obtidos por meio de pedido de informação à Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR).

¹²O LQ: a menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, pelo método utilizado.

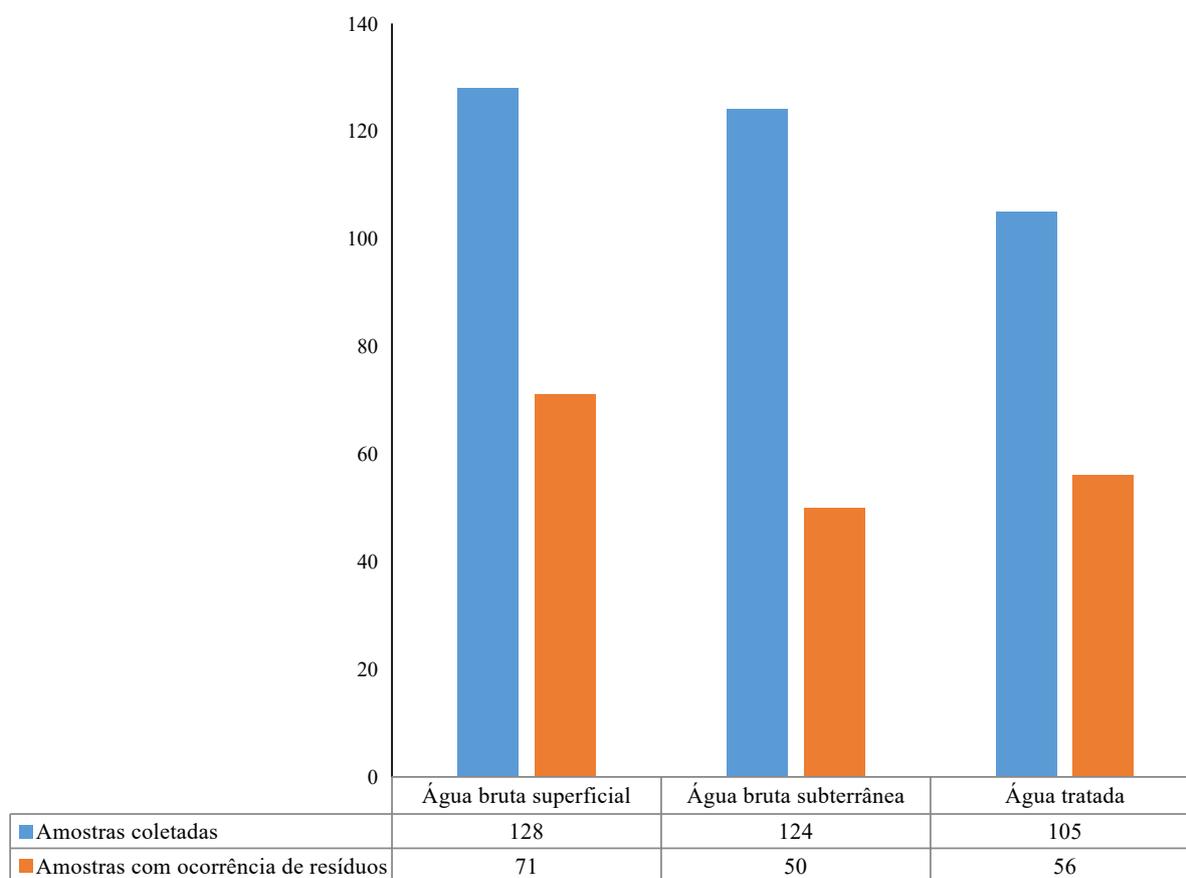
¹³O LD: a menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

3. RESULTADOS

A Figura 1 mostra a distribuição das amostras de água bruta e de água tratada e os resultados obtidos nas análises para pesquisa de resíduos de IA de agrotóxicos realizadas. Essas análises mostram que, do total de 357 amostras analisadas, 177 (49,58%) apresentaram a ocorrência¹⁴ de pelo menos um resíduo¹⁵ de IA de agrotóxico. Entre estas, em 110 amostras houve exclusivamente detecção de resíduos abaixo do LQ e em 67 amostras houve quantificação da concentração de pelo menos um resíduo, podendo ter sido detectada ou quantificada mais de uma substância na mesma amostra.

Figura 1. Distribuição das amostras e resultados das análises de agrotóxicos em água tratada no Paraná e nos mananciais de captação em 2018 e 2019.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

As concentrações de resíduos de IA de agrotóxicos, regulamentadas na legislação de potabilidade, quantificadas nas análises de amostras de água para consumo humano, ou seja, água tratada, estão em conformidade com os VMP estabelecidos no padrão de potabilidade brasileiro, disposto no Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017 e as concentrações quantificadas na água bruta provenientes dos mananciais de captação atendem os VMPs das legislações ambientais.

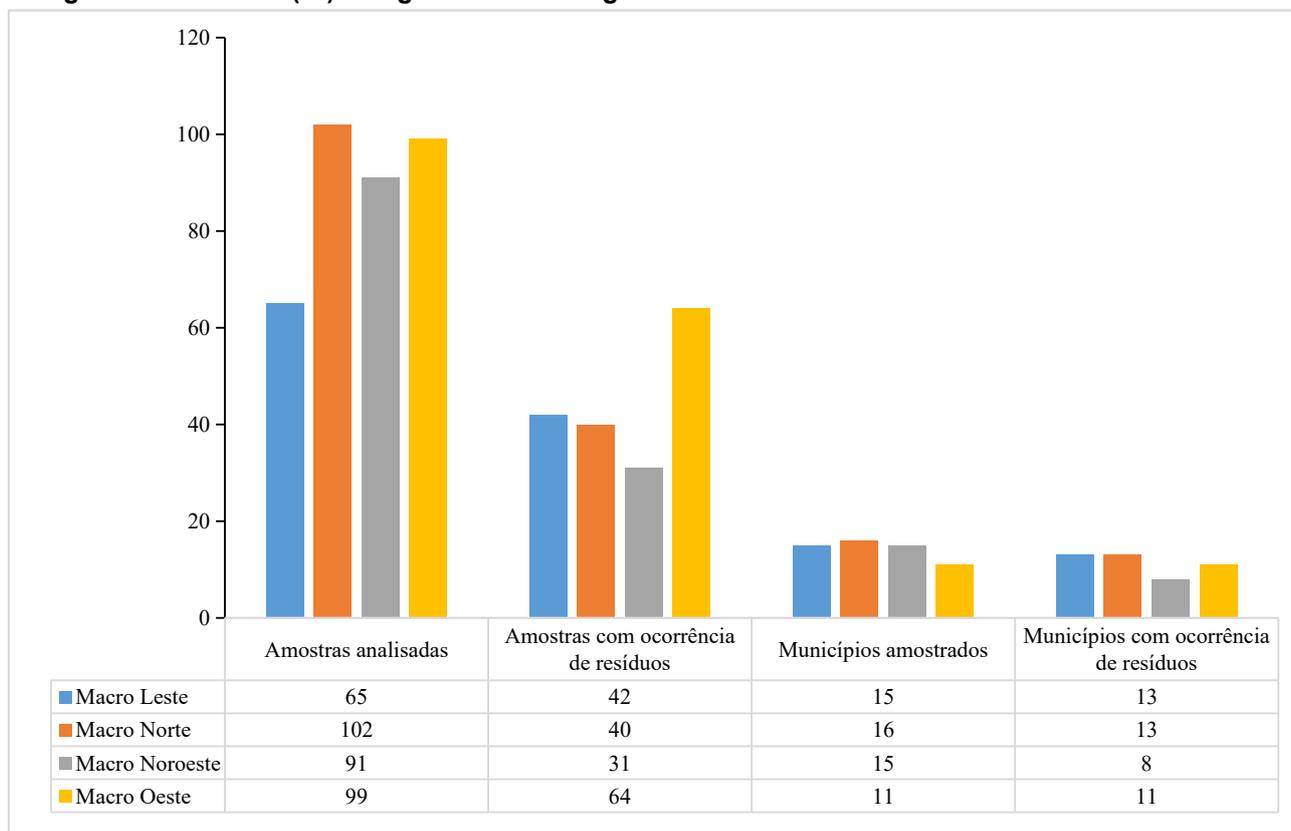
A Figura 2 mostra a distribuição da amostragem nas quatro Macrorregiões de Saúde do Paraná, abrangendo as 22 Regiões de Saúde e os resultados obtidos.

¹⁴Refere-se tanto à presença das substâncias em valores menores que o LQ do método analítico quanto à concentrações quantificadas da substância.

¹⁵Qualquer quantidade da substância, ou mistura de substâncias, resultante do uso de agrotóxicos, incluindo quaisquer derivados específicos, tais como produtos de degradação e conversão, metabólitos, produtos de reação e impurezas.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Figura 2. Comparação entre as amostragens nas Macrorregiões de Saúde para análise de resíduos de ingredientes ativos (IA) de agrotóxicos em água bruta e tratada no Paraná em 2018 e 2019.



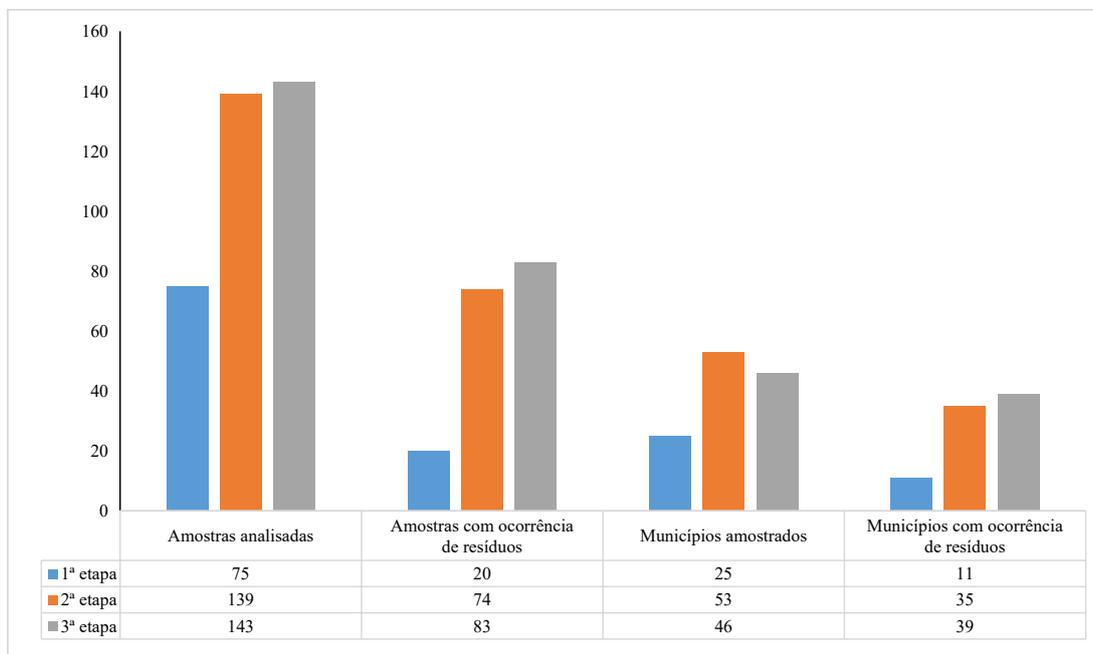
Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

O resultados a seguir são descritos considerando a proporcionalidade entre as Macrorregiões, visto que o número de amostras coletadas não foi igual em cada uma delas. A Macrorregião com maior ocorrência resíduos nas amostras analisadas foi a Oeste, com 64 amostras (64,65%), seguida da Leste com 42 amostras (64,62%) e apresentou menos amostras com ocorrência de agrotóxico a Noroeste, com 60 amostras sem ocorrência de resíduos (65,93%). Quanto à quantificação de pelo menos um resíduos, a Macrorregião Leste apresentou maior número, com 24 amostras, representando 36,92% do total coletado e a Macrorregião Noroeste foi a que apresentou o menor número de amostras, com quantificação em apenas nove (9,89%). Quanto à presença de mais de um resíduo na mesma amostra, a Macrorregião Leste apresentou o maior número, com 21 amostras, representando 32,31% e a Macrorregião Noroeste com o menor número, com seis amostras (6,59%).

A Figura 3 compara as três etapas de amostragem realizadas e a diferença entre os resultados obtidos. Na primeira etapa, em 26,67%, do total de amostras, foram encontrados pelo menos um resíduo, na segunda etapa em 53,34% e na terceira etapa em 58,04%. Já a Tabela 2 apresenta os resíduos de agrotóxicos encontrados nas etapas de amostragem realizadas. Os resultados das análises realizadas para a pesquisa dos parâmetros regulamentados para água tratada atenderam ao padrão de potabilidade estabelecido pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação n.º 5/2017, antes de sua alteração, e a qualidade da água bruta dos mananciais ao regramento ambiental vigente. No entanto, como a análise de resíduos de agrotóxicos nas amostras não se restringiu apenas aos parâmetros regulamentados na legislação, foram encontradas substâncias não contempladas nas legislações entre as 199 substâncias adicionais pesquisadas.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Figura 3. Distribuição das amostras e resultados obtidos nas três etapas de amostragem de água bruta e tratada realizadas no Paraná em 2018 e 2019.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

Tabela 2. Resíduos de IA de agrotóxicos encontrados nas três etapas de amostragem de água bruta e tratada realizadas no Paraná em 2018 e 2019.

Etapa de coleta de amostras	Período de amostragem	Resíduos de IA de agrotóxicos encontrados		
Primeira	26 de novembro a 06 de dezembro de 2018	Atrazina	Fipronil	Bentazona
Segunda	20 de agosto a 02 de setembro de 2019	Clorotalonil	Fluazifope P-butílico	Carbendazim
		Ciproconazol	Flutriafol	Carbofurano
		Fenpropratrina	Forato sulfóxido	Ciproconazol
		2,4-D	Imidacloprido	Clorpirifós Etilico
		Atrazina	Lactofen	Clorpirifós Oxon
		Bentazona	Linurom	Diurom
		Carbendazim	Malationa	Fomesafen
		Carbofurano	Metolacloro	Forato sulfóxido
		Ciproconazol	Pirimifós metílico	Imazetapir
		Clorpirifós etílico	Tebuconazol	Imidacloprido
Terceira	01 e 17 de dezembro de 2019	Clorpirifós oxon	Tiabendazol	Metolacloro
		Difenoconazol	2,4-D	Metoxicloro
		Diurom	Acefato	Picoxistrobina
		Epoxiconazol	Atrazina	Tebuconazol

Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

Os resíduos de IA detectados nas análises, com uso permitido na agricultura, pertencem às classes agrônomicas: herbicidas (2,4-D Atrazina, Bentazona, Diurom, Fluazifope-P-butílico, Fomesafen, Imazetapir, Lactofen e Linurom), inseticidas (Acefato, Clorpirifós, Fenpropratrina, Fipronil, Imidacloprido, Malationa,

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Pirimifós) e fungicidas (Carbendazim, Ciproconazol, Clorotalonil, Difenconazol, Epoxiconazol, Flutriafol, Picoxistrobina, Tebuconazol e Tiabendazol).

A variação do número de resíduos de IA de agrotóxicos encontrados nas três etapas, além do aumento da cobertura amostral, pode ser explicada pelos diferentes tratos culturais demandados nos diferentes estágios de desenvolvimento das culturas (desenvolvimento vegetativo, florescimento, enchimento de grãos e maturação) nos intervalos de execução das coletas de amostras nos mananciais conjugada com as variações edafoclimáticas¹⁷ a que os cultivos estavam expostos. Essas interações que se alteram no espaço e no tempo ditam a complexidade do trabalho de manejo integrado de pragas (MIP) e definem o limiar de dano e o momento de ação sobre a cultura, ou seja, a aplicação de produtos agrotóxicos. No mesmo sentido, a frequência e a intensidade das chuvas se apresentam como importantes fatores influenciadores no transporte e na perda dos resíduos de IA por meio do escoamento superficial e através da percolação da água no perfil do solo. Dessa forma, mesmo cultivando a mesma cultura na mesma área em anos consecutivos não é possível afirmar que os tratos culturais, no caso as aplicações de agrotóxicos, ocorrerão da mesma forma. Torna-se crucial harmonizar as questões logísticas e de recursos humanos para que as datas de coletas sejam no período subsequente ao período de uso mais intensivo dos produtos nas lavouras, para garantir, assim, a representatividade dos resultados obtidos em picos de uso e potencial exposição da população aos resíduos.

No que diz respeito à comercialização destes produtos, no período de 2017 a 2019, considerando a divisão administrativa da Sesa/PR e os municípios contemplados nas etapas de amostragem, a Macrorregião Oeste liderou com 21 toneladas (t) de IA de produtos comercializados e, possivelmente, figura como a região que recebeu mais carga de tratos culturais nas lavouras. Nesta Macrorregião também está a RS com a maior quantidade comercializada no período, conforme exposto na Tabela 3. A Tabela 4 refere-se à quantidade de IA de produtos comerciais vendidos nos anos de 2018 e 2019 no Paraná que foram encontrados nas amostras analisadas.

Tabela 3. Quantidade de IA de agrotóxicos comercializados no período de 2017 a 2019 nos municípios amostrados em 2018 e 2019, conforme a divisão administrativa da SESA/PR.

Macrorregional	Regional de Saúde	Total RS	Total Macrorregião
Leste	1 ^a	28,9	21.682,6
	2 ^a	329,1	
	3 ^a	7.630,5	
	5 ^a	8.039,7	
	21 ^a	5.654,4	
Oeste	7 ^a	2.519,0	18.787,2
	8 ^a	1.799,8	
	9 ^a	1.429,2	
	10 ^a	6.930,5	
Noroeste	20 ^a	6.108,7	8.551,7
	11 ^a	1.442,2	
	12 ^a	1.445,5	
	13 ^a	1.087,8	
	14 ^a	1.504,5	
Norte	15 ^a	3.071,7	12.924,80
	16 ^a	1.781,70	
	17 ^a	4.944,00	
	18 ^a	2.459,70	
	19 ^a	1.035,30	
	22 ^a	2.704,10	

Fonte: Elaboração SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020, fonte de dados ADAPAR, 2020.

¹⁷ Interações das características referentes ao solo e às condições climáticas do ambiente.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Tabela 4. Quantidade em toneladas (t) de IA de produtos comerciais vendidos nos anos de 2018 e 2019 no Paraná e encontrados na amostragem.

2018	2019	2018	2019
Ingredientes ativos	Quantidade em toneladas	Ingredientes ativos	Quantidade em toneladas
Glifosato*	28.078	Glifosato	27.622
2,4-D**	5.531	Paraquate	6.562
Paraquate	5.359	2,4-D	5.049
Atrazina	4.348	Atrazina	4.469
Mancozebe	3.364	Mancozebe	3.369
Imidacloprido	2.488	Cletodim	2.415
Acefato	2.347	Acefato	2.141
Trifloxistrobina	2.125	Imidacloprido	2.118
Piraclostrobina	1.701	Tebuconazol	1.946
Ciproconazol	1.660	Trifloxistrobina	1.903
Tebuconazol	1.455	Picoxistrobina	1.702
Bifentrina	1.376	Piraclostrobina	1.551
Epoxiconazol	1.364	Ciproconazol	1.438
Cletodim	1.340	Diurrom	1.437
Picoxistrobina	1.323	Clorotalonil	1.425

Fonte: Elaboração SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020, fonte de dados ADAPAR, 2020.

*Glifosato: somatório das IA Glifosato, Glifosato Potássico, Sal de Potássio de Glifosato, Equivalente ácido de Glifosato

**2,4-D: somatório das IA 2,4-D, Equivalente ácido de 2,4-D, Sal de dimetilamina do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D Amina)

A não ocorrência de resíduos de IA com elevada comercialização nas amostras, como de Glifosato e Paraquate, e a baixa frequência de comercialização de IA com maior frequência de ocorrência de resíduos nas amostras, como é o caso do Carbenidazim e Diurrom, pode ser explicada pelas características do produto e sua interação com o meio. Após a identificação do alvo¹⁸, pulverização¹⁹ e aplicação²⁰ do produto comercial sob determinada cultura, vários processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam o comportamento do IA no ambiente. O IA fica exposto a processos de retenção (absorção e sorção), de transformação (degradação biológica e química) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e escoamento superficial), e, ainda, pelas interações entre esses processos. Além dessa variedade de processos, o destino ambiental do resíduo ainda varia em função da interação entre as características e condições meteorológicas, localização da área na topografia e práticas de manejo agrícola com as diferenças nas estruturas e propriedades de cada IA (SPADOTTO et al., 2004), e ainda, com as características intrínsecas do solo, entre outros. É importante destacar que alguns IA podem degradar-se em substâncias tão ou mais tóxicas que a original, com é o caso do Clorotalonil, a Atrazina e a Parationa (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Assim, é essencial a gestão do processo de aplicação, harmonizando o alvo biológico ou alvo químico, máquina, momento de aplicação e condições ambientais, pois estes fatores influenciam diretamente na eficácia do tratamento e contribuem com a diminuição do potencial de contaminações ambientais, além de proporcionar maior segurança ao trabalhador (SCAPIN, 2017).

A seguir são descritos de maneira mais detalhada os resultados obtidos nas análises realizadas em água bruta, tanto subterrânea quanto superficial, e água tratada, bem como as prováveis fontes dos resíduos encontrados.

¹⁸Alvo biológico: organismo que se deseja controlar, inseto, fungo ou planta daninha. Alvo químico: local ou estrutura da planta onde o produto deve ser depositado para que por meio da sua capacidade de redistribuição (translocação sistêmica, movimentação translaminar ou deslocamento superficial do depósito inicial) ou não (de contato), atinja o alvo biológico.

¹⁹Pulverização: processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida em partículas ou gotas.

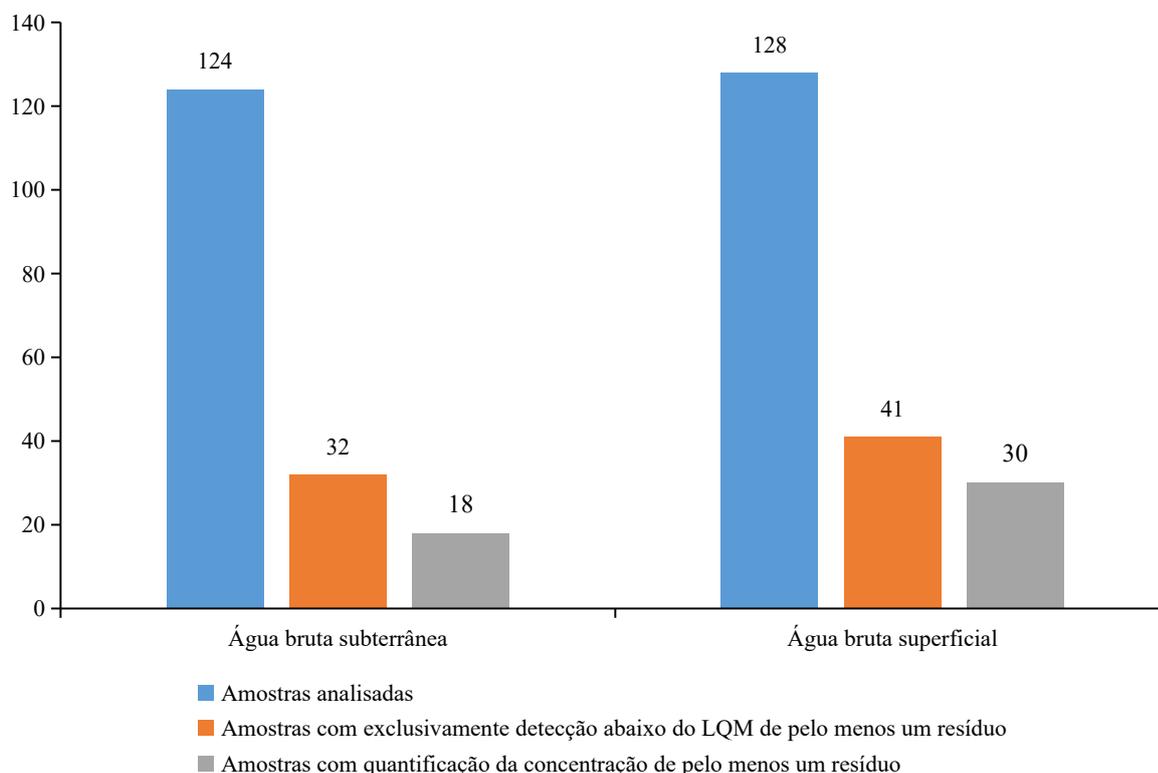
²⁰Aplicação: deposição de gotas sobre o alvo desejado, com tamanho e densidade adequados ao objetivo proposto.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

3.1. Água bruta

A Figura 4 mostra a distribuição das amostras de água bruta coletadas em mananciais subterrâneos e superficiais e os resultados obtidos. Observa-se que, proporcionalmente, as amostras de água bruta provenientes dos mananciais subterrâneos apresentam menor ocorrência de resíduos de agrotóxicos que as amostras de manancial superficial. Foram analisadas 252 amostras de água bruta, tanto provenientes de mananciais superficiais, quanto subterrâneos, sendo encontrados resíduos de IA de agrotóxicos em 121 amostras (48,02%), e destas, 39 amostras apresentavam dois ou mais resíduos simultaneamente, entre detecções²¹ e quantificações²². Das 121 amostras com ocorrência de resíduos de IA de agrotóxicos, 73 apresentaram exclusivamente detecção e em 48 houve quantificação da concentração de pelo menos um resíduo, podendo ter sido detectada ou quantificada mais de uma substância na mesma amostra.

Figura 4. Distribuição das amostras e resultados das análises de agrotóxicos em água bruta no Paraná em 2018 e 2019.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVM, 2020.

3.1.1. Água bruta superficial

A Figura 5 apresenta as substâncias encontradas e a quantidade de amostras de água bruta superficial em que houve ocorrência de resíduos nas coletas realizadas em 2018 e 2019. Entre as 128 amostras de água bruta provenientes de mananciais superficiais 71 apresentaram ocorrência de pelo menos um resíduo de agrotóxico, representando 55,47% das amostras e em 23 destas foram encontrados

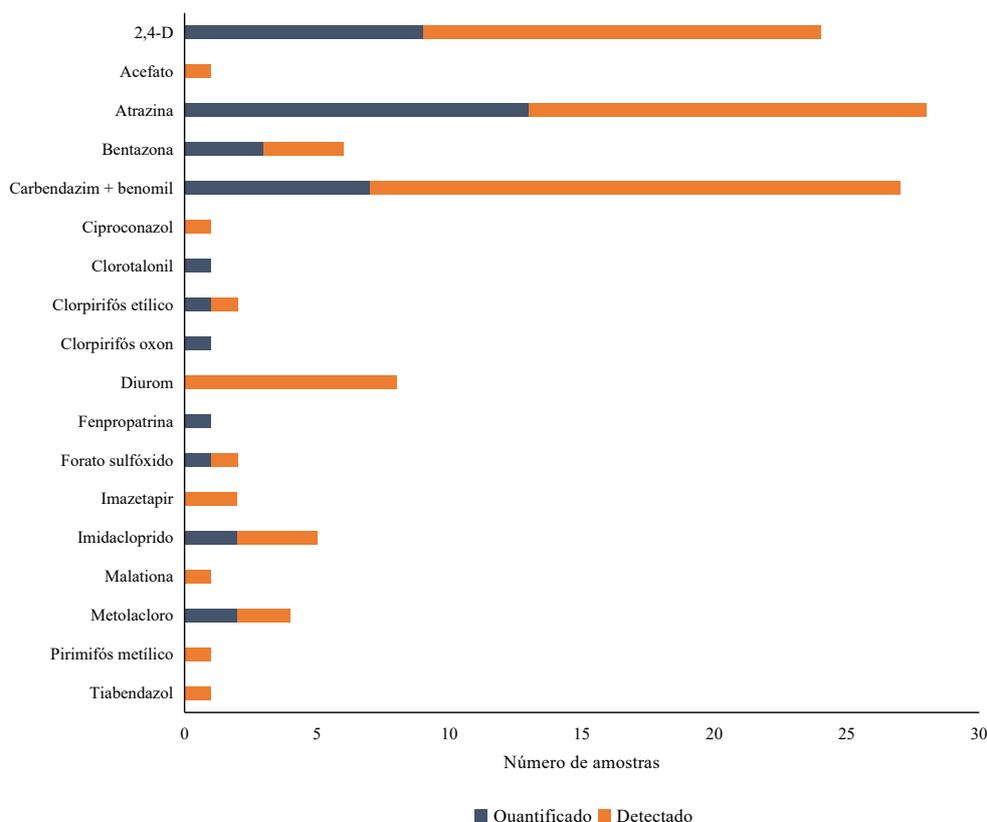
²¹Refere-se a resultados das análises reportados como menor que o Limite de Quantificação do método para as substâncias pesquisadas.

²²Refere-se a resultados das análises reportados com valores numéricos das concentrações quantificadas das substâncias pesquisadas.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

dois ou mais resíduos simultaneamente. Não houve detecção ou quantificação de resíduos de agrotóxicos em nenhuma das amostras dos mananciais superficiais coletadas em 2018 e 2019 nos municípios de: Campina da Lagoa (Rio Água da Campina), Cascavel (Rio Peroba e Rio Saltinho), Cianorte (Rio Bolivar), Cornélio Procópio (Rio Congonhas), Guarapuava (Rio das Pedras), Itapejara d' Oeste (Rio Lageado Bonito), Londrina (Ribeirão do Cafezal), Morretes (Rio Iporanga), Paraíso do Norte (Rio Palmital), Paranavaí (Ribeirão Arara), São Mateus do Sul (Rio Taquaral), Ubitatã (Rio Água Grande) e Umuarama (Ribeirão Piava).

Figura 5. Substâncias encontradas nas análises e a quantidade de amostras com ocorrência de resíduos destas na água bruta superficial coletadas em 2018 e 2019 no Paraná.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

Houve quantificação de pelo menos um resíduo de agrotóxico em 41 amostras. Os resíduos que as análises quantificaram a concentração em maior número de amostras foram de Atrazina (13 amostras), 2,4-D (9 amostras) e Carbendazim (7 amostras). As concentrações de resíduos de Atrazina quantificadas variaram de 0,055 a 0,488 µg/L nas amostras coletadas nos mananciais de Campo Largo, Castro, Francisco Beltrão, Londrina, Ponta Grossa, Quedas do Iguaçu e Telêmaco Borba. As concentrações de resíduos de 2,4-D variaram de 0,052 a 0,313 µg/L coletadas nos mananciais de Cambará, Campo Largo, Castro, Coronel Vivida, Espigão Alto do Iguaçu, Itapejara d'Oeste, Maringá, Paulo Frontin e Tibagi. As concentrações de resíduos de Carbendazim quantificadas variaram de 0,011 a 0,082 µg/L nas amostras coletadas nos mananciais de Arapongas, Cambará, Castro, Coronel Vivida e Santa Terezinha do Itaipu. As maiores concentrações de resíduos encontradas foram de Fenpropratrina (0,654 µg/L) em uma amostra de Apucarana, Forato Sulfóxido (0,607 µg/L) em uma amostra Coronel Vivida e Atrazina (0,488 µg/L) em uma amostra de Castro. Os resíduos de Acefato, Ciproconazol, Diurom, Imazetapir, Malationa, Pirimifós Metílico e Tiabendazol não tiveram suas concentrações quantificadas nas amostras, sendo apenas detectados abaixo do LQ.

A Macrorregião Leste apresenta a maior ocorrência de resíduos de IA de agrotóxicos nas amostras de água bruta superficial, com 23 das 34 amostras (67,65%), sendo que 15 amostras tiveram a quantificação da concentração de pelo menos um IA. A Macrorregião com menor ocorrência é a Noroeste,

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

onde seis das 22 amostras coletadas apresentaram resíduos e apenas uma amostra apresentou quantificação.

A Resolução do Conama n.º 357/2005 estabelece o padrão de qualidade dos corpos hídricos superficiais e os agrupa em classes, o que determina os usos possíveis dessa água. A Tabela 5 apresenta os parâmetros de agrotóxicos regulamentados nesta Resolução com os respectivos VMPs para a Classe 1 de Águas Doces e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta superficial. Não foram pesquisados nas análises realizadas os parâmetros Gution, Heptacloro + heptacloro epóxido, Hexaclorobenzeno e Pentaclorofenol que constam na referida resolução. Dos parâmetros de agrotóxicos que constam nessa resolução, pesquisados nas análises realizadas, foram encontrados resíduos de 2,4-D, Atrazina, Malation e Metolacolor, todos com concentrações abaixo do VMP estabelecido pela resolução. Os resíduos de IA Acefato, Bentazona, Carbenzimidazol, Ciproconazol, Clorpirifós, Diurom, Fenpropatrina, Forato sulfóxido, Imazetapir, Imidacloprido, Pirimifós metílico e Tiabendazol encontrados nas análises não possuem VMP estabelecido nesta legislação.

Tabela 5. Parâmetros de agrotóxicos regulamentados na Resolução do Conama n.º 357/2005, com os respectivos VMPs para a Classe 1 de Águas Doces, e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta superficial coletadas em 2018 e 2019 no Paraná.

Parâmetro	CAS ^a	Unidade	VMP ^b	LQ ^c	Resultado ^d
2,4-D	94-75-7	µg/L	4,0	0,05	0,313
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Aldrin + Dieldrin	309-00-2 (aldrin) 60-57-1 (dieldrin)	µg/L	0,005	0,01	Não detectado
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2,0	0,05	0,488
Carbaril	63-25-2	µg/L	0,02	0,05	Não detectado
Clordano (cis + trans)	cis (5103-71-9) e trans (5103-74-2)	µg/L	0,04	0,01	Não detectado
DDT+DDD+DDE	p,p'-DDT (50-29-3) p,p'-DDD (72-54-8) p,p'-DDE (72-55-9)	µg/L	0,002	0,01	Não detectado
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,1	0,02	Não detectado
Endossulfan (a b e sais) ^e	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	0,056	0,01	Não detectado
Endrin	72-20-8	µg/L	0,004	0,01	Não detectado
Glifosato	1071-83-6	µg/L	65,0	50,0	Não detectado
Gution	86-50-0	µg/L	0,005	-	Não pesquisado
Heptacloro + heptacloro epóxido	76-44-8 (Heptacloro); 1024-57-3 (Heptacloro epóxido)	µg/L	0,01	-	Não pesquisado
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,0065	-	Não pesquisado
Lindano (gama HCH) ^f	58-89-9	µg/L	0,02	0,01	Não detectado
Malation	121-75-5	µg/L	0,1	0,05	Detectado abaixo do LQ
Metolacolor	51218-45-2	µg/L	10,0	0,05	0,19
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,03	0,02	Não detectado
Paration	56-38-2	µg/L	0,04	0,05	Não detectado
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	0,009	-	Não pesquisado
Simazina	122-34-9	µg/L	2,0	0,02	Não detectado
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,2	0,05	Não detectado

Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVSM, 2020.

^aCAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service, universalmente utilizado como meio inequívoco de identificar uma substância química ou estrutura molecular quando há

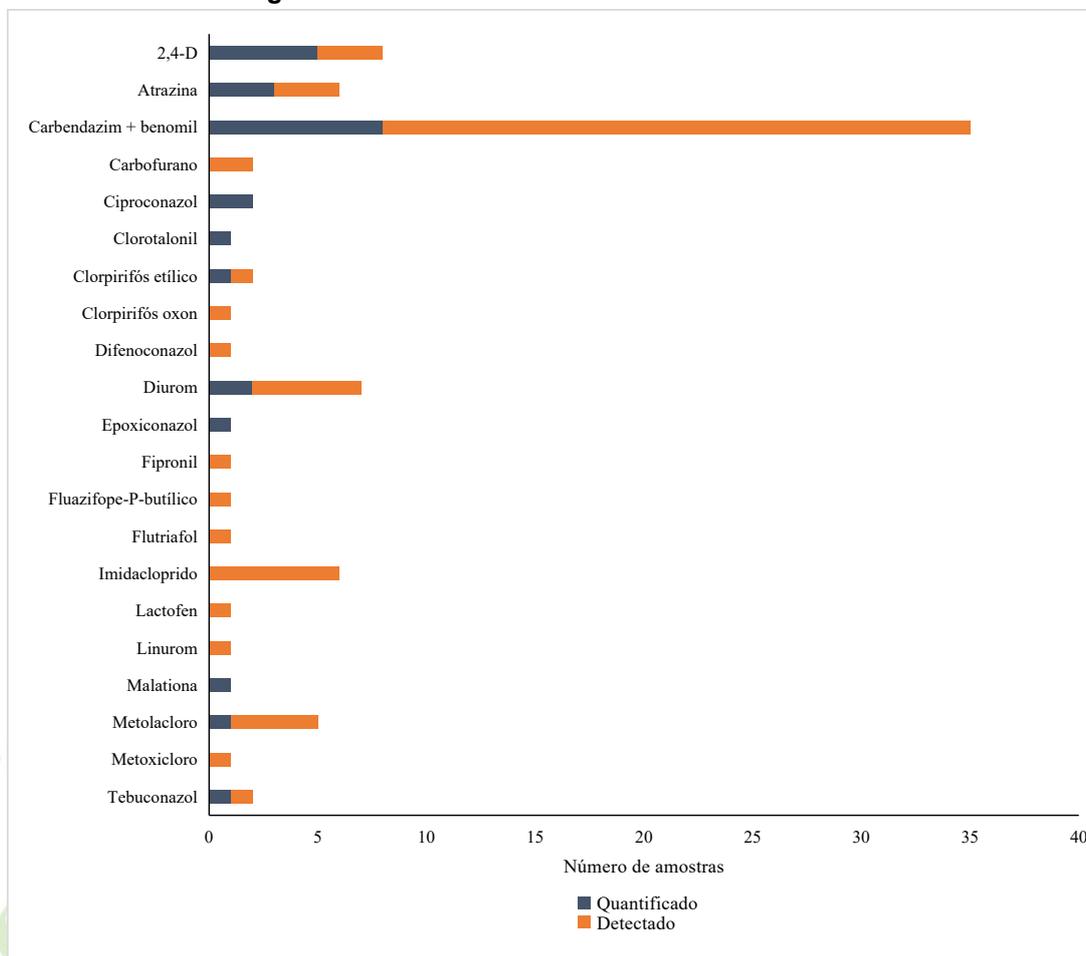
Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná 2017 – 2019

muitos nomes sistemáticos, genéricos, proprietários ou triviais possíveis (ACS, 2020);^b VMP = Valor Máximo Permitido segundo PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX; ^c Limite de Quantificação do método; ^d Maior concentração encontrada nas amostras; ^e Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan; ^f Parâmetro é equivocadamente conhecido como BHC.

3.1.2. Água bruta subterrânea

A Figura 6 apresenta as substâncias encontradas e a quantidade de amostras de água bruta subterrânea em que houve ocorrência de resíduos nas coletas realizadas em 2018 e 2019. Entre as 124 amostras de água bruta coletadas em mananciais subterrâneos, foram encontrados pelo menos um resíduo de IA em 50 amostras, ou seja, 40,32% das amostras, sendo 16 amostras com dois ou mais resíduos simultaneamente.

Figura 6. Substâncias encontradas nas análises e a quantidade de amostras com ocorrência de resíduos destas na água bruta subterrânea coletadas em 2018 e 2019 no Paraná.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVSM, 2020.

Não houve detecção ou quantificação de resíduos de agrotóxicos em nenhuma das amostras coletadas nos seguintes mananciais subterrâneos: Altamira do Paraná (Poço 254), Apucarana (Poço 2348 e 5160), Bandeirantes (Poço I), Cascavel (Poço 1995), Castro (Mina 339), Cianorte (Poço 1, 2, 1949, 5982 e 5987), Espigão Alto do Iguaçu (Poço Boa Vista do São Roque), Fernandes Pinheiro (Poço 1037), Goioerê (Poço 186, 399 e 557), Ibitiporã (Poço Guarani), Jacarezinho (Poço 3497), Londrina (Poço 5165), Marialva (Poço Parque da Uva e Mina Adutora II), Maringá (Poço 489, 588, 608 e 658), Prado Ferreira (Poço Iguaramirim), São João do Ivaí (Mina 393), São Manoel do Paraná (Poço 5340), Sarandi (Poço São José III) e Tapejara (Mina Bosque).

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Houve quantificação da concentração de pelo menos um resíduo de agrotóxico em 26 amostras. As substâncias que as análises quantificaram a concentração em maior número de amostras foram o Carbensulfon (8 amostras), 2,4-D (5 amostras) e Atrazina (3 amostras). As concentrações de resíduos de Carbensulfon quantificadas variaram de 0,01 a 0,033 µg/L nas amostras coletadas em Campo Mourão, Cascavel, Ivaiporã, Londrina, Paranaíba, Sarandi e Tibagi. As concentrações de resíduos de 2,4-D variaram de 0,076 a 0,387 µg/L nas amostras coletadas em Cornélio Procopio, Paranaíba, Santa Izabel do Ivaí e Toledo. As concentrações de resíduos de Atrazina variaram de 0,107 a 0,155 µg/L nas amostras coletadas em Campo Mourão e Toledo. As maiores concentrações encontradas foram de resíduos de Malationa (1,004 µg/L) em uma amostra de Toledo, Clorotalonil (0,982 µg/L) em uma amostra Londrina e 2,4-D (0,387 µg/L) em uma amostra de Paranaíba. Os resíduos de Carbofurano, Clorpirifós-oxon, Difenconazol, Fipronil, Fluzifope-P-butílico, Flutriafol, Imidacloprido, Lactofen, Linurom e Metoxicloro não tiveram suas concentrações quantificadas nas amostras, sendo apenas detectados abaixo do LQ.

A Macrorregião de Saúde com maior ocorrência de resíduos de IA de agrotóxicos nas amostras de água bruta subterrânea foi a Oeste, com 22 das 35 amostras (68,86%), sendo que quatro amostras tiveram a quantificação da concentração de pelo menos um resíduo. A Macrorregião com menor ocorrência foi a Noroeste, onde uma das seis amostras coletadas apresentaram resíduos.

A Resolução do Conama n.º 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. A Tabela 6 apresenta os parâmetros de agrotóxicos regulamentados nesta Resolução, com os respectivos VMPs e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta subterrânea. Dos parâmetros de agrotóxicos que constam na resolução, pesquisados nas análises realizadas, foram encontrados os resíduos de 2,4-D, Atrazina, Carbofurano, Clorotalonil, Clorpirifós, Malationa, Metolaclo e Metoxicloro, todos com concentrações abaixo do VMP estabelecido. Não foram pesquisados nas análises realizadas os parâmetros Heptacloro + heptacloro epóxido, Hexaclorobenzeno e Pentaclorofenol.

Tabela 6. Parâmetros de agrotóxicos regulamentados na Resolução do Conama n.º 396/2008, com os respectivos VMPs, e as maiores concentrações encontradas nas análises das amostras de água bruta subterrâneas coletadas em 2018 e 2019 no Estado do Paraná.

Parâmetro	CAS ^a	Unidad e	VMP ^b	LQ ^c	Resultado ^d
2,4-D	94-75-7	µg/L	30,0	0,05	0,387
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Aldicarbe + Aldicarbesulfona +Aldicarbesulfóxido	116-06-3 (aldicarbe) 1646-88-4 (aldicarbesulfona) 1646-87-3 (aldicarbe sulfóxido)	µg/L	10,0	0,01	Não detectado
Aldrin + Dieldrin	309-00-2 (aldrin) 60-57-1 (dieldrin)	µg/L	0,03	0,01	Não detectado
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2,0	0,05	0,155
Bentazona	25057-89-0	µg/L	300,0	0,05	Não detectado
Carbofurano	1563-66-2	µg/L	7,0	0,05	Detectado abaixo do LQ
Clordano (cis + trans)	cis (5103-71-9) e trans (5103-74-2)	µg/L	0,2	0,01	Não detectado
Clorotalonil	1897-45-6	µg/L	30,0	0,05	0,982
Clorpirifós ^e	2921-88-2	µg/L	30,0	0,1	0,082
DDT+DDD+DDE	p,p'-DDT (50-29-3) p,p'-DDD (72-54-8) p,p'-DDE (72-55-9)	µg/L	2,0	0,01	Não detectado
Endossulfan (a b e sais) ^f	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	20,0	0,01	Não detectado
Endrin	72-20-8	µg/L	0,6	0,01	Não detectado
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato); 1066-51-9 (AMPA)	µg/L	500,0	50,0	Não detectado
Heptacloro + heptacloro epóxido	76-44-8 (Heptacloro); 1024-57-3 (Heptacloro epóxido)	µg/L	0,03	NA	Não pesquisado
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	1,0	NA	Não pesquisado

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná 2017 – 2019

Lindano (gama HCH) ⁹	58-89-9	µg/L	2,0	0,01	Não detectado
Malationa	121-75-5	µg/L	190,0	0,05	1,005
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	10,0	0,05	0,07
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	20,0	0,02	Detectado abaixo do LQ
Molinato	2212-67-1	µg/L	6,0	0,02	Não detectado
Pendimentalina	40487-42-1	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	9,0	NA	Não pesquisado
Permetrina	52645-53-1	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Propanil	709-98-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Simazina	122-34-9	µg/L	2,0	0,02	Não detectado
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado

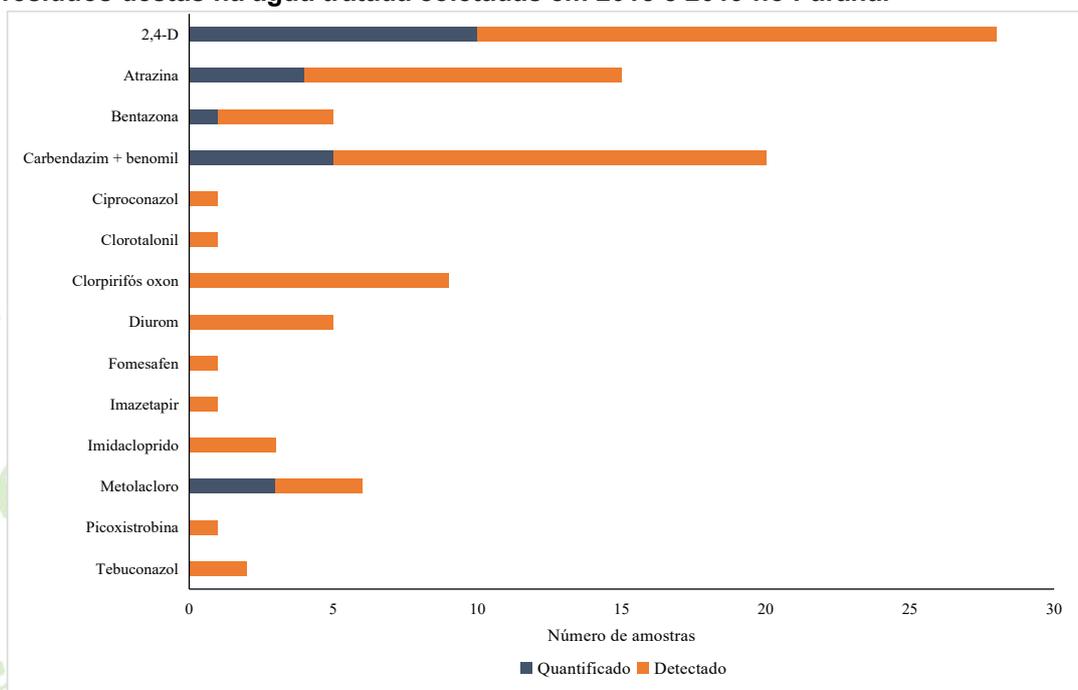
Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

^aCAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service, universalmente utilizado como meio inequívoco de identificar uma substância química ou estrutura molecular quando há muitos nomes sistemáticos, genéricos, proprietários ou triviais possíveis (ACS, 2020); ^bValor Máximo Permitido segundo PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX; ^c Limite de Quantificação do método; ^d Maior concentração encontrada nas amostras; ^eEncontrado na forma de clorpirifós etílico; ^fSomatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan; ⁹Parâmetro é equivocadamente conhecido como BHC.

3.2. Água tratada

A Figura 7 apresenta as substâncias encontradas e a quantidade de amostras de água tratada em que houve ocorrência de resíduos nas coletas realizadas em 2018 e 2019.

Figura 7. Substâncias encontradas nas análises e a quantidade de amostras com ocorrência de resíduos destas na água tratada coletadas em 2018 e 2019 no Paraná.



Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

Foram analisadas 105 amostras de água tratada coletadas nas UT que utilizam mananciais superficiais, subterrâneos, ou a mistura de ambos, com ocorrência de resíduos de IA de agrotóxicos em 56 amostras (53,33%). Houve quantificação da concentração de pelo menos um resíduo de agrotóxico em 19

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

amostras e em 37 amostras houve exclusivamente detecção abaixo do LQ. Não houve detecção ou quantificação de resíduos de agrotóxicos em nenhuma das amostras coletadas nas Estações ou Unidades de Tratamento que abastecem os municípios de Altamira do Paraná, Cianorte, Iporã, Marechal Cândido Rondon, Paranavaí, Sarandi, Tapejara, Umuarama e União da Vitória.

Os resíduos que as análises quantificaram a concentração em maior número de amostras foram de 2,4-D (10 amostras), Carbendazim (5 amostras), e Atrazina (4 amostras), parâmetros contidos no padrão de potabilidade, com VMP estabelecido. As concentrações de resíduos de 2,4-D variaram de 0,05 a 0,193 µg/L nas amostras coletadas em Castro, Foz do Iguaçu, Ivaiporã, Jacarezinho, Paulo Frontin, Ponta Grossa, Telêmaco Borba e Tibagi. As concentrações de resíduos de Carbendazim quantificadas variaram de 0,011 a 0,027 µg/L nas amostras coletadas em Cambará, Foz do Iguaçu, Itapejara d'Oeste, Quedas do Iguaçu e Santa Terezinha do Itaipu. As concentrações de resíduos de Atrazina variaram de 0,052 a 0,209 µg/L nas amostras coletadas em Castro, Francisco Beltrão, Londrina e Ponta Grossa.

As maiores concentrações de resíduos encontrados foram de Atrazina (0,209 µg/L) em uma amostra de Castro, Metolaclo (0,196 µg/L) em uma amostra Foz do Iguaçu e 2,4-D (0,193 µg/L) em uma amostra de Paulo Frontin. Os resíduos de Ciproconazol, Clorotalonil, Clorpirifós-oxon, Diurom, Fomesafen, Imazetapir, Imidacloprido, Picoxistrobina e Tebuconazol não tiveram suas concentrações quantificadas nas amostras, sendo apenas detectados abaixo do LQ. Os resíduos do IA Atrazina são os que atingiram as concentrações mais próximas do seu VMP (2 µg/L) estabelecido no padrão de potabilidade, variando de 10,45% a 2,60% do VMP. A amostra em que a concentração de resíduo mais se aproximou do VMP foi coletada em Castro, apresentando concentração de 0,209 µg/L de resíduo de Atrazina.

O 2,4-D é a substância que apresenta maior ocorrência de resíduos nas amostras de água tratada. Seus resíduos são provenientes de produtos herbicidas sistêmicos de pré-emergência e pós-emergência inicial, que são usados para controlar plantas daninhas, inclusive aquáticas. Esses produtos são comercializados na forma de ácidos livres, sais alcalinos e de amina, e formulações de éster. O 2,4-D, em si, é quimicamente estável e possui característica de alta mobilidade, alto potencial de deslocamento no solo e podendo atingir águas subterrâneas¹⁶. No entanto, os seus ésteres hidrolisam para ácido livre e biodegrada-se rapidamente no meio ambiente (OMS, 2003), o que pode explicar as baixas concentrações da substância quantificadas nas amostras, que variaram de 0,17 a 0,64% do VMP, estabelecido como 30 µg/L.

Nas amostras de água tratada, oriundas de ponto de captação exclusivamente superficial, das 56 amostras coletadas houve ocorrência de pelo menos um resíduo em 34 amostras (60,71%), sendo 12 com quantificação de pelo menos um resíduo e 22 exclusivamente com detecção. Foram quantificados resíduos de 2,4-D (6 amostras), Atrazina (2 amostras), Bentazona (1 amostra), Carbendazim (3 amostras) e Metolaclo (3 amostras). Nas amostras de água tratada, oriundas de ponto de captação exclusivamente subterrâneo, das 17 amostras coletadas houve ocorrência de pelo menos um resíduo de IA em 5 (29,41%), sendo eles apenas detectados, sem quantificação de concentração dos mesmos. Foram detectados resíduos de 2,4-D (2 amostras), Carbendazim (3 amostras) e Diurom (1 amostra). Nas amostras de água tratada, oriundas da mistura de água de ambos os mananciais, das 32 amostras coletadas houve ocorrência de pelo menos um resíduo em 17 (53,13%), sendo 7 com quantificação de pelo menos um resíduo e 10 exclusivamente com detecção. Foram quantificados resíduos de 2,4-D (4 amostras), Atrazina (2 amostras) e Carbendazim (2 amostras).

A Tabela 7 apresenta os parâmetros de agrotóxicos regulamentados no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017 com os respectivos VMPs, antes de sua alteração, e as maiores concentrações de resíduos encontradas nas análises das amostras de água tratada. Entre as substâncias contempladas pela legislação de potabilidade anterior, foram encontrados resíduos nas amostras de água tratada de 2,4-D, Atrazina, Carbendazim, Clorpirifós-oxon, Diurom, Metolaclo e Tebuconazol. Os resultados das análises de água tratada atendem o padrão de potabilidade para os parâmetros contidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5, de 28 de setembro de 2017, antes da alteração. Entre as 14 substâncias encontradas na água tratada, sete não estavam previstas no padrão de potabilidade antes de sua alteração pela Portaria GM/MS n.º 888/2021. Das substâncias encontradas nas análises realizadas foram incluídos no padrão de potabilidade o Ciproconazol e o Clorotalonil, encontrados abaixo do LQ do método analítico.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Tabela 7. Padrão de potabilidade para agrotóxicos e metabólitos que representam risco à saúde, estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n.º 5/2017 antes de sua alteração, e as maiores concentrações de resíduos quantificadas de resíduos dos ingredientes ativos (IA).

Parâmetro	CAS ^a	Unidade	VMP ^b	LQ ^c	Resultado ^d
2,4-D + 2,4,5-T	94-75-7 (2,4-D) 93-76-5 (2,4,5-T)	µg/L	30,0	0,05	0,193
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	116-06-3 (aldicarbe) 1646-88-4 (aldicarbesulfona) 1646-87-3 (aldicarbe sulfóxido)	µg/L	10,0	0,01	Não detectado
Aldrin + Dieldrin	309-00-2 (aldrin) 60-57-1 (dieldrin)	µg/L	0,03	0,01	Não detectado
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2,0	0,05	0,209
Carbendazim + benomil	10605-21-7 (carbendazim) 17804-35-2 (benomil)	µg/L	120,0	0,01	0,027
Carbofurano	1563-66-2	µg/L	7,0	0,05	Não detectado
Clordano	5103-74-2	µg/L	0,2	0,01	Não detectado
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2921-88-2 (clorpirifós) 5598-15-2 (clorpirifós-oxon)	µg/L	30,0	0,1	Detectado abaixo do LQ
DDT+DDD+DDE	p,p'-DDT (50-29-3) p,p'-DDD (72-54-8) p,p'-DDE (72-55-9)	µg/L	1,0	0,01	Não detectado
Diuron	330-54-1	µg/L	90,0	0,05	Não detectado
Endossulfan (a b e sais) ^e	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	20,0	0,01	Não detectado
Endrin	72-20-8	µg/L	0,6	0,01	Não detectado
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato) 1066-51-9 (AMPA)	µg/L	500,0	50,0	Não detectado
Lindano (gama HCH) ^f	58-89-9	µg/L	2,0	0,01	Não detectado
Mancozebe	8018-01-7	µg/L	180,0	50,0	Não detectado
Metamidofós	10265-92-6	µg/L	12,0	0,1	Não detectado
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	10,0	0,05	0,196
Molinato	2212-67-1	µg/L	6,0	0,02	Não detectado
Parationa Metílica	298-00-0	µg/L	9,0	0,05	Não detectado
Pendimentalina	40487-42-1	µg/L	20,0	0,05	Não detectado
Permetrina	52645-53-1	µg/L	60,0	0,05	Não detectado
Simazin	122-34-9	µg/L	2,0	0,02	Não detectado
Tebuconazol	107534-96-3	µg/L	180,0	0,1	Detectado abaixo do LQ
Terbufós	13071-79-9	µg/L	1,2	0,05	Não detectado
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20,0	0,05	Não detectado

Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSM, 2020.

^aCAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service, universalmente utilizado como meio inequívoco de identificar uma substância química ou estrutura molecular quando há muitos nomes sistemáticos, genéricos, proprietários ou triviais possíveis (ACS, 2020); ^bValor Máximo Permitido segundo PRC n.º 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX; ^c Limite de Quantificação do método; ^d Maior concentração encontrada nas amostras; ^eSomatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan; ^fParâmetro é equivocadamente conhecido como BHC.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

As substâncias selecionadas para compor o padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde e a determinação dos respectivos VMPs têm como referência metodológica a Avaliação Quantitativa de Risco Químico (AQRQ), que leva em consideração aspectos de toxicidade e de avaliação da exposição associados a cada substância de forma conjunta. No entanto, os riscos em questão se referem a efeitos crônicos à saúde decorrentes da exposição continuada, durante toda a vida, à determinada substância. Deste modo, à exceção dos casos em que se encontrem concentrações capazes de causar intoxicações agudas eventuais violações não necessariamente implicam risco à saúde (BRASIL, 2020).

De maneira geral, os resíduos remanescentes de aplicações de agrotóxicos nas culturas agrícolas podem persistir de curtos períodos até anos no solo, conforme suas características e interações com a textura, pH, matéria orgânica e umidade. Podem ser carregados para mananciais superficiais por meio do escoamento superficial ou erosão após chuvas intensas; e para subterrâneos, por meio do processo de lixiviação no perfil do solo. Considerando a diversidade das condições edafoclimáticas²³ as quais as culturas estão submetidas e, conseqüentemente, o manejo de aplicações de diferentes classes de produtos nos campos de cultivos paranaenses, a análise ou modelagem do comportamento de diferentes resíduos de IA após o trato cultural é complexa. Assim, a previsão de quais resíduos são potenciais contaminantes dos corpos de água se apresenta como uma tarefa desafiadora. Nesse contexto, um fator importante é o período de tempo que transcorre entre a contaminação difusa do manancial de captação - pelos resíduos de aplicação dos produtos nos campos de cultivo - até a entrada da água no processo de tratamento. Os resultados mostram que esse intervalo de tempo não é suficiente para que as reações de degradação das moléculas, de acordo com suas especificidades de conformação da estrutura molecular e suas características físico-químicas, ocorram de forma completa, culminando em resíduos na água mesmo após o processo de tratamento, ainda que em baixas concentrações. Além disso, o estudo da dinâmica do IA aplicado no ambiente é restrita e demanda estudos específicos, uma vez que cada formulação de produto comercial pode ter características diferentes de ação e comportamento ambiental mesmo tendo o mesmo IA. Os resultados obtidos corroboram com dados da literatura, os quais afirmam que a passagem da água pelo processo de tratamento convencional²⁴ não é capaz de remover todos os resíduos de agrotóxicos (WHO, 2004; PEREIRA, et al., 2018).

3.3. Prováveis fontes dos resíduos encontrados

O volume da produção brasileira de grãos foi de 242,1 milhões de toneladas (t) na safra 2018/19, crescimento de 6,4% sobre a safra 2017/18, com o plantio de 63,2 milhões de hectares (ha), 2,4% superior à área de 2017/18. Os maiores aumentos de área foram observados no plantio do milho segunda safra, com 1,1 milhão ha; soja, 724,9 mil ha; e algodão, com 443,5 mil ha (CONAB, 2019). No Paraná, no geral, a safra 2018/19 ocupou uma área de 9.644,1 mil ha (maior área plantada do Sul), produtividade de 3.818 kg/ha e produção de 36.821,1 mil t (maior produção do Sul) (CONAB, 2019). Para a safra 2019/20, estima-se um volume 4,5% superior ao obtido na safra anterior. O aumento de 4,2% na área plantada, aliado ao ganho de 0,3% na produtividade, justifica o cenário positivo. No Estado, a safra teve uma área plantada de 9.805,0 mil ha (maior área do Sul), produtividade 4.191 kg/ha (segunda maior do Sul), produção de 41.091,3 mil t (maior do Sul), e produção de 40.577,4 mil t, inferior apenas em relação ao Estado do Mato Grosso, que obteve 73.948,3 mil t (CONAB, 2020).

Durante as coletas de água nos mananciais de captação e nas estações de tratamento amostradas – primeira etapa na primavera de 2018 (26 de novembro a 06 dezembro), segunda etapa no inverno de 2019 (20 agosto a 2 setembro) e terceira etapa na primavera de 2019 (1 a 17 de dezembro) – as principais culturas econômicas que estavam a campo, sob os sistemas de rotação²⁵ e sucessão²⁶, em diversos estágios de desenvolvimento em função do zoneamento agroclimático eram arroz; feijão, primeira e

²³ Interações das características referentes ao solo e às condições climáticas do ambiente

²⁴ Clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH (Resolução CONAMA n.º 357/2005, inciso. XXXIII).

²⁵ Alternância ordenada de diferentes culturas, em um determinado espaço de tempo, em uma mesma área e na mesma estação do ano.

²⁶ Ordenamento de duas culturas na mesma área agrícola por tempo indeterminado, cada uma cultivada em uma estação do ano.

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

segunda safra; milho, primeira e segunda safra; soja; sorgo; aveia; centeio; cevada; trigo; e tritcale (CONAB, 2019; 2020).

Ao relacionar os resíduos de IA detectados nas análises e os respectivos usos autorizados dessas substâncias nas principais culturas econômicas a campo, nos períodos de coletas de amostras, é possível inferir as prováveis culturas responsáveis pelos resíduos, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Prováveis culturas responsáveis pelos resíduos de agrotóxicos detectados na Vigilância Ambiental de resíduos de ingredientes ativos (IA) de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná e nos mananciais de captação, 2017- 2019.

IA	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Sorgo	Aveia	Centeio	Cevada	Trigo	Triticale
2,4-D ^a			•	•	•	•	•	•	•	
Acefato ^b		•	•	•						
Atrazina ^a			•		•					
Bentazona ^b		•	•	•					•	
Carbendazim ^a		•	•	•					•	
Carbofurano ^a			•							
Ciproconazol ^b			•	•	•	•		•	•	
Clorotalonil ^b	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Clorpirifós ^a		•	•	•	•			•	•	
Difenoconazol ^b	•	•	•	•		•		•	•	
Diurom ^a			•	•					•	
Epoxiconazol ^b	•	•	•	•	•	•		•	•	
Fenpropatrina ^b	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Fipronil ^b	•	•	•	•	•			•	•	
Fluazifope-P- b. ^b		•		•						
Flutriafol ^b	•	•	•	•		•		•	•	
Fomesafen ^b		•		•						
Forato sulf. ^c										
Imazetapir ^b		•		•						
Imidacloprido ^b		•	•	•	•	•		•		
Lactofen ^b				•						
Linurom ^b			•	•						
Malationa ^b	•	•	•	•	•				•	
Metolaclo ^c										
Metoxiclo ^{bc}										
Picoxistrobina ^b		•	•	•					•	
Pirimifós met. ^b	•		•						•	
Tebuconazol ^a	•		•	•	•	•	•	•	•	•
Tiabendazol ^b	•	•	•	•	•					
Total	10	17	21	23	12	9	4	11	16	3

Fonte: SESA/DAV/CVIA/DVVSMS, 2020.

^aIA consta na PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX; ^bIA não constam na PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX; ^cIA com uso proibido na agricultura. Feijão e Milho: Primeira e segunda safra.

Os efeitos de fatores climáticos sobre o desenvolvimento da cultura a campo podem potencializar ou desfavorecer agentes bióticos, como plantas daninhas, doenças e insetos-praga. Uma vez que o fator clima foi favorável para o desenvolvimento potencial das principais culturas, o manejo dos agentes bióticos pode ter sido favorecido. Nesse contexto, a necessidade de tratamentos culturais (diferentes produtos) em cada fase de desenvolvimento pode ser minimizada, como é o caso de doenças de início de ciclo.

A relação de resíduos de IA detectados nas três etapas de amostragem e seu uso nas principais culturas econômicas a campo no período de coletas ratifica o cenário da agricultura paranaense e corrobora

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

a provável relação de fontes dos respectivos resíduos de IA de agrotóxicos empregados no Estado, além de indicar a contribuição destacada das culturas de verão²⁷, com destaque para soja e milho, como fontes de resíduos difusos de IA na contaminação dos mananciais de captação avaliados pela sua maior expressividade no território e menor das culturas de inverno²⁸ (Tabela 8). De forma geral, no Paraná, são adotados dois sistemas de produção caracterizados como sistemas de sucessão de culturas. O primeiro, com predomínio de soja no verão e de trigo no inverno, na metade sul e sudeste, regiões subtropicais. O segundo, com predomínio de soja no verão e milho safrinha no inverno, nas regiões norte e oeste do estado, caracterizadas como de transição climática (FRANCHINI, 2011).

Na safra 2018/19, a cultura da soja começou a ser plantada no Estado no início de outubro e foi até meados de dezembro, totalizando 5.437,5 mil ha. A colheita se estendeu do início de fevereiro a ao fim de maio. A produção dessa safra foi inferior à obtida na safra 2017/18, principalmente em virtude das condições climáticas adversas que ocorreram em fases críticas do desenvolvimento da cultura. Consequentemente, o rendimento médio alcançado foi de 2.989 kg/ha e produção final de 16.252,7 mil t, o que representa diminuição de 15,2% em comparação a safra anterior (CONAB, 2019). Na safra 2019/20, o início do plantio foi no início de outubro e teve nova permissão de semeadura após 31 de dezembro, incrementando, assim, a área plantada. Com exceção das lavouras implantadas em setembro, a cultura foi beneficiada com o bom clima, baixa pressão de doenças e tempo favorável na colheita, que se estendeu de fevereiro a maio. Essas condições proporcionaram aos produtores paranaenses uma produção estimada de 19.740,1 t, ficando atrás apenas do estado do Rio Grande do Sul, com 18.608,4 t, e Mato Grosso, com 33.408,5 t (CONAB, 2020). Nesse cenário, considerando os produtos autorizados para a cultura, a soja pode ser tomada como a possível fonte de oito resíduos de herbicidas detectados: 2,4-D, Bentazona, Diurom, Fomesafem, Fluasifope-P-butílico, Lactofen, Linurom e Imazetapir; de dez fungicidas: Carbendazim, Ciproconazol, Clorotalonil, Difenconazol, Epoxiconazol, Flutriafol, Imidacloprido, Picoxistrobina, Tebuconazol e Tiabendazol; e de cinco inseticidas: Acefato, Clorpirifós, Fenpropatrina, Fipronil e Malationa (Tabela 8).

A segunda cultura que provavelmente mais contribuiu para os resultados de resíduos encontrados nas análises foi a cultura do milho (Tabela 8). Na safra 2018/19, a cultura começou a ser plantada no início de setembro e se estendeu até o fim de janeiro, com o período de colheita iniciando em janeiro e se estendendo até o final de julho. A segunda safra teve o plantio iniciado nos primeiros dias de janeiro e foi até o final de março, com colheita ocorrendo entre junho e final de setembro. Após a safra anterior, que foi marcada por adversidades climáticas que impactaram na produção, a safra 2018/19 voltou a apresentar números positivos. De modo geral, os dois períodos de produção (primeira e segunda safras) demonstraram acréscimo em área plantada e em produtividade média. Isso acarretou em um volume total superior ao obtido em 2017/18, com 16.667,9 mil t colhidas em área de 2.606,7 mil ha; produtividade de 6.394 kg/ha, que foi a maior entre os estados do Sul. Na safra 2019/20, o plantio iniciou com atraso no calendário normal e a cultura enfrentou fortes chuvas em junho e agosto. Esses eventos dificultaram as operações de colheita, que foram apressadas em virtude da proximidade do fim do vazio sanitário²⁹ da soja. O Estado, nessa safra, foi o único produtor regional bastante afetado pelas condições climáticas bastante adversas. A produtividade estimada está prevista para alcançar 5.012 kg/ha, abaixo da obtida no ciclo anterior, 6.004 kg/ha, em razão das estiagens ocorridas em estágios de desenvolvimento suscetíveis à lavoura. Na segunda safra, a chuvas no primeiro trimestre na Região Sul foram abaixo da média. Os totais de precipitações, além do pouco volume acumulado e da baixa frequência de dias com chuvas em muitas localidades, contribuíram ainda mais para a continuidade e o aumento do déficit hídrico no solo. Essa escassez de chuvas comprometeu fortemente o desempenho das lavouras. Assim, considerando as condições de campo da nos anos amostrados e os produtos autorizados para a cultura, o milho pode ser tomada como fonte de cinco resíduos de herbicidas: 2,4-D, Atrazina, Bentazona, Diurom e Linurom; de 10 resíduos de fungicidas: Carbendazim, Ciproconazol, Clorotalonil, Difenconazol, Epoxiconazol, Flutriafol, Imidacloprido, Picoxistrobina, Tebuconazol e Tiabendazol; e seis inseticidas: Acefato e Clorpirifós, Fenpropatrina, Fipronil, Malationa e Pirimifós metílico.

²⁷ Principais culturas de verão: algodão, amendoim, arroz, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo (CONAB, 2019).

²⁸ Principais culturas de inverno: aveia branca, canola, centeio, cevada, trigo, triticale (CONAB, 2019).

²⁹ O período definido e contínuo em que não se pode semear ou manter plantas vivas de uma espécie vegetal em uma determinada área, com vistas a redução do inóculo de doenças ou população de uma determinada praga. Portaria Nº 306, de 13 de maio de 2021, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Publicado no Diário Oficial da União de 14 de maio de 2021 (n.º 90-A, Seção 1 - Extra A, p. 1).

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná 2017 – 2019

Apesar desta possível relação de fontes — cultura e resíduo detectado — é necessário ressaltar que tais resíduos podem ser oriundos não apenas dos tratamentos culturais das culturas a campo no intervalo de coletas, mas também de tratamentos culturais efetuados em safras anteriores, considerando as culturas em rotação ou sucessão que as precederam, como no caso de IA com característica de persistência elevada no meio.

É importante destacar que os resíduos de Carbofurano, detectados em Marechal Cândido Rondon e Toledo; de Forato Sulfóxido, detectado em Rio Branco do Ivaí e Coronel Vivida; e de Metoxicloro, detectado em Rolândia, provenientes de produtos com ação inseticida, não têm monografias autorizadas, não possuem registro de produtos no Ministério da Agricultura e cadastro na ADAPAR. O mesmo ocorre com o resíduo de Metalocloro, detectado em Arapongas, Castro, Cândido de Abreu, Cornélio Procópio, Espigão Alto do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Ivaiporã, Londrina, Marechal Cândido Rondon, Mariluz, Paraíso do Norte, Porecatu, Telêmaco Borba e Toledo, proveniente de produtos cancelados com ação herbicida. Não é, entretanto, possível relacioná-los legalmente a fontes de contaminação, gerando preocupação por representarem risco à saúde do trabalhador, ao meio ambiente e à população.

3.4. Resíduos de IA de agrotóxicos com uso não autorizado na agricultura

Entre os IA que possuem monografia cancelada pela ANVISA foram encontrados nas análises resíduos de Carbofurano, Forato Sulfóxido, Metolacloro e Metoxicloro.

Os resíduos de Carbofurano foram detectados abaixo do LQ em duas amostras de água bruta subterrânea nos municípios de Marechal Cândido Rondon e Toledo. Este IA era usado na formulação de produtos com efeito inseticida, acaricida e nematocida, e teve sua monografia cancelada pela ANVISA em 2017³⁰.

Os resíduos de Forato Sulfóxido foram encontrados em duas amostras, sendo detectado em uma amostra de água bruta superficial no município de Rio Branco do Ivaí e quantificado em uma amostra de água bruta superficial em Coronel Vivida (0,607 µg/L). Este IA possui monografia cancelada pela ANVISA³¹ e não está na lista de usos aceitáveis do Codex Alimentarius.

Os resíduos de Metolacloro, que teve sua monografia cancelada pela ANVISA em 2017³², foram encontrados em nove amostras de água bruta, sendo quatro amostras de mananciais superficiais e cinco em mananciais subterrâneos e em seis amostras de água tratada. Os resíduos foram detectados em amostras de mananciais superficiais dos municípios de Arapongas e Telêmaco Borba e quantificado em Castro (0,053 µg/L) e Espigão Alto do Iguaçu (0,019 µg/L). Nas amostras de mananciais subterrâneos os resíduos foram detectados nos municípios de Londrina, Marechal Cândido Rondon, Mariluz e Toledo e quantificado em uma amostra de Porecatu (0,07 µg/L). Já nas amostras de água tratada, foram detectados nas amostras coletadas em Castro, Cândido de Abreu e Paraíso do Norte e quantificados nas amostras de Cornélio Procópio (0,076 µg/L), Foz do Iguaçu (0,196 µg/L) e Ivaiporã (0,19 µg/L).

Resíduos de Metoxicloro foram detectados em uma amostra de água bruta proveniente de manancial subterrâneo no município de Rolândia, esse IA possui monografia cancelada pela ANVISA³³ e não está na lista de usos aceitáveis do Codex Alimentarius.

³⁰ RDC n.º 185, de 18 de outubro de 2017, publicada no Diário Oficial da União de 19 de outubro de 2017 (n.º 201, Seção 1, p. 32).

³¹ RDC n.º 12, de 13 de março de 2015, publicada no Diário Oficial da União de 16 de março de 2015 (n.º 50, Seção 1, p. 117).

³² RE n.º 1.967, de 18 de julho de 2019, publicada no Diário Oficial da União de 22 de julho de 2019 (n.º 139, Seção 1, p. 64).

³³ RE n.º 165 de 29 de agosto de 2003, publicada no Diário Oficial da União de 15 de outubro de 2004 (n.º 199, Seção 1, p. 165)

Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados possibilitam inferir que a erosão e o escoamento superficial podem ser considerados os fatores preponderantes na contaminação dos mananciais abastecedores superficiais, pois quanto mais acentuados forem estes processos maiores serão os potenciais de contaminação. Por sua vez a contaminação das águas subterrâneas tem origem na lixiviação de resíduos de IA, e cada IA interage, de acordo com suas especificidades químicas, com as características intrínsecas do solo e com as condições metrológicas locais, podendo, desta forma, atingir mananciais subterrâneos. A quantidade de IA utilizada nas lavouras paranaenses é expressiva, e seu potencial de contaminação difuso se mostrou preponderante, principalmente nas culturas de verão de soja e milho. Fica claro que as substâncias não são totalmente absorvidas pela plantas e ou degradadas pelo meio em tempo hábil, antes de gerar impacto residual na qualidade da água destinada ao consumo humano.

De acordo com a Resolução Conama n.º 357/2005, que classifica as águas superficiais, a Resolução Conama n.º 396/2008, que trata de águas subterrâneas e o Anexo XX da Portaria de Consolidação MS/GM n.º 5/2017 antes de sua alteração, que estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, os resultados obtidos estão dentro dos VMPs vigentes no país. No entanto, é importante ressaltar que, dos 14 IA residuais de agrotóxicos encontrados em amostras de água tratada, apenas nove estão relacionados no padrão de potabilidade vigente e possuem seus respectivos VMPs. Das substâncias encontradas nas análises de água tratada foram incluídos no padrão de potabilidade, pela Portaria GM/MS n.º 888/2021, o Ciproconazol e o Clortalonil. Os resíduos de IA encontrados em maior concentração, em concentrações mais próximas do seu VMP e com maior frequência estão previstos no padrão de potabilidade.

A partir dos dados levantados, nota-se que os resíduos de IA mais preocupantes para a qualidade da água tratada no atual cenário são Atrazina e 2,4-D, por serem as substâncias encontradas em maior concentração e em maior quantidade de amostras. Os resíduos de Carbendazim, apesar de encontrados com frequência, apresentavam concentrações variando entre 0,01 e 0,02% do VMP estabelecido. Além desses, o Metolaclo-ro que não é autorizado para uso na agricultura.

A contaminação do ambiente pelos resíduos de IA pode ser minimizada pela adoção da Produção Integrada com o Manejo Integrado de Pragas (MIP)³⁴ diminuindo, assim, consideravelmente a utilização de agrotóxicos. A manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE) e a correta utilização dos agrotóxicos autorizados quando o controle químico se faz necessário, respeitando as orientações do receituário agrônomo, visto que as recomendações indicadas para cada produto são eficazes para controlar o alvo das aplicações. O uso de quantidades excessivas, além de gerar custos desnecessários, pode desencadear resistência, resultar em sobras que poderão contaminar o solo e conseqüentemente águas superficiais e subterrâneas. Em conjunto com o uso racional dos produtos, deve-se ressaltar que as práticas de manejo voltadas para a prevenção da erosão do solo são pontos fundamentais para a sustentabilidade da agricultura e atenuam seu potencial de impacto negativo nos mananciais superficiais de captação de água para o consumo humano. A contaminação ambiental pode, ainda, ser cessada com a conversão das áreas produtoras para a produção orgânica³⁵, áreas de cultivo de grandes culturas, por exemplo, a cultura da soja se mostra plenamente viáveis no Estado.

Ainda, é importante destacar que a potabilidade da água é determinada pela qualidade do manancial utilizado e dos processos de tratamento empregados. Embora o monitoramento da qualidade por meio de análises laboratoriais seja importante, é insuficiente para a garantia da qualidade da água, devido à dificuldade de alcançar representatividade temporal e espacial na amostragem, além da avaliação da potabilidade ocorrer após a distribuição e consumo. Nesse contexto, a Organização Mundial da Saúde propõe a elaboração dos Planos de Segurança da Água, um instrumento de avaliação e gerenciamento de riscos à saúde de todo o sistema de abastecimento, incluindo o manancial de captação.

³⁴ Conceito instituído na década de 1960 pela comunidade científica para a otimização do controle de pragas agrícolas (ácaros, insetos, doenças e plantas daninhas), consiste no conjunto de medidas que visa manter as pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE). Essas medidas são aplicadas quando a densidade populacional da praga atinge o nível de controle (NC). Quando a população de insetos prejudiciais se mantém abaixo do NC, ela está em nível de equilíbrio (NE).

³⁵ Não utiliza agrotóxicos, transgênicos, fertilizantes sintéticos, radiação ionizadora ou aditivos, na nutrição de planta ou no tratamento contra pragas. Logo, são isentos de quaisquer resíduos de agroquímicos prejudiciais à saúde humana e animal e não contaminam o meio ambiente.



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná 2017 – 2019

Diante do exposto, é importante frisar a necessidade de ações continuadas de Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano. Paralelamente a essas ações, é importante o desenvolvimento de outras para a consolidação de informações sobre a recorrência e concentrações dos resíduos de IA não contemplados pela norma, com vistas a subsidiar o planejamento, a intersetorialidade, o direcionamento das ações e a tomada de decisão dos gestores do SUS nas três esferas de governo. Essas iniciativas têm o potencial de fortalecer a Vigilância Ambiental em saúde de populações potencialmente expostas a agrotóxicos no Paraná.



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

REFERÊNCIAS

ACS. **American chemical society**. CAS Registry Numbers. Columbus, Ohio. 2020. Disponível em: < <https://www.cas.org/pt-br>>. Acesso em: Acesso 02 out. 2020.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em Acesso em: 24 jul. 2020.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Painel de Monografias – Busca por cultura, classes agronômicas e ingrediente ativos. Atualizado 24/07/2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

_____. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Painel e Monografias de Agrotóxicos. Disponível em: <<http://portalanalitico.anvisa.gov.br/monografias-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 1.378, de 22 de julho de 2013. Regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativos ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 23 dez. 2013 a; Seção 1, p.48.

_____. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n.º 588, de 12 de julho de 2018. Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 13 ago. 2018; Seção 1, p.87.

_____. Ministério da Saúde. Instrução Normativa n.º 1, de 7 de março de 2005. Regulamenta a Portaria n.º 1.172/2004/GM, no que se refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em saúde ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 8 mar. 2005 a; Seção 1, p.45.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: **Editora do Ministério da Saúde**, 2005 b.106 p. (Série C. Projetos, Programas e Relatórios).

_____. Decreto n.º 79.367, de 9 de março de 1977. Brasília – DF. 1977a. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D79367.htm>. Acesso 02 out 2020.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Orientações Técnicas para o Monitoramento de Agrotóxicos na Água para Consumo Humano. Humano [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 19p. : il Modo de acesso: World Wide Web: <<http://www.saude.gov.br/images/pdf/2014/agosto/29/Orienta---es-t-cnicas-para-o-monitoramento-de-agrot--xicos-na---qua-para-consumo-humano--2014.pdf>> .

_____. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX: Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 3 de out. 2017; Seção 1, Suplemento p. 360.



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

_____. Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 8 jan. 2002; Seção 1, p.1.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 18 mar. 2005; Seção 1, p.58.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 396, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 3 abr. 2008; Seção 1, p.64.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 51 p.: il Modo de acesso: World Wide Web
<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_agua_consumo_humano.pdf>.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n.º 1.378, de 09 de julho de 2013 que regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, relativos ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília (DF), 10 de julho de 2013; Seção 1, p. 48 a 50.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano** [recurso eletrônico] Brasília (DF), 2020.20p. Disponível em:
<www.bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_basico_vigilancia_qualidade_agua_modulo_III_aula_1.pdf>. Acesso em 19 de out de 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim de monitoramento agrícola. - SAFRA 2018/19 Instituto Nacional de Meteorologia. v. 06, n. 12, 2019 – Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2019.126 p.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil 2019. : Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2019. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 jul. 2020. 75p.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim de monitoramento agrícola - SAFRA 2019/20. Instituto Nacional de Meteorologia. v. 07, n. 12, 2020 – Brasília: **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2020. 68p.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim de monitoramento agrícola. Instituto Nacional de Meteorologia. v. 08, n. 12, 2019 – Brasília: **Companhia Nacional de**



Vigilância Ambiental de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano no Paraná
2017 – 2019

Abastecimento. 2019. p. 1-19. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 jul. 2020

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: pratica que confere maior sustentabilidade à produção agrícola o Paraná. **Informações Agronômicas**, n.º 134, junho IPNI. 2011.

MOREIRA, Fátima M. S.; SIQUEIRA, José O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2ª. ed. atual. e aum. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p. ISBN 85-87692-33-x.

PEREIRA, O. R; RESENDE, P.R; BOTTREL, S. E. C. **Removal of pesticides included in decree 2914/2011 in DWPs.** DOI: 10.4322/DAE. 2018.005 Revistas DAE, núm. 210 vol. 66 abril a junho de 2018.

OMS. Organización Mundial de la Salud. 2,4-D in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), **Organización Mundial de la Salud.** (WHO/SDE/WSH/03.04/70). 2003.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde. Laboratório Central do Estado. Manual de Coleta e Envio de Amostras de Vigilância Ambiental. SESA: Curitiba, 2020.

WHO. **World Health Organization.** Guidelines for Drinking-water Quality. 3ed.,v. 1, 2004.

SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A.F.; LUCHINI, L. C.; ANDREA, M. M. de. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. **Documentos**, 42).

SCAPIN, M. S. **Manual de tecnologia de aplicação em citrus.** Fundo de Defesa da Citricultura. Fundecitrus Hamilton Humberto Ramos, Centro APTA de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico – CEA/IAC. 1ª Edição, Fundecitrus 2017.



Anexo 1 – Lista de ingredientes ativos de agrotóxicos pesquisados nas amostras de água bruta e tratada coletadas no Paraná e em 2018 e 2019.

Nº	Parâmetro	LQ (µg/L)
1	2,4 D	0,05
2	2,4,5 T	0,05
3	Abamectina	0,1
4	Acefato	0,5
5	Acetamiprido	0,1
6	Alacloro	0,05
7	Aldicarbe	0,01
8	Aldicarbe Sulfona	0,01
9	Aldicarbe Sulfóxido	0,01
10	Aldrin	0,01
11	Aletrina	0,05
12	Amitraz	0,1
13	AMPA (ác. Aminometilfosfônico)	50
14	Atrazina	0,05
15	Azinfós Etílico	0,05
16	Azinfós Metílico	0,05
17	Azoxistrobina	0,5
18	Barban	0,2
19	Benfuracarbe	0,1
20	Benomil	0,01
21	Bentazona	0,05
22	Bifentrina	0,01
23	Bitertanol	0,1
24	Boscalida	0,1
25	Bromuconazol	0,1
26	Bromopropilato	0,01
27	Bupirimato	0,1
28	Carbaril	0,05
29	Carbedazim	0,01
30	Carbofenotiona	0,05
31	Carbofurano	0,05
32	Carbossulfano	0,05
33	Cianamida	0,2
34	Ciazofamida	0,1



35	Ciflutrina	0,05
36	Cimoxanil	0,1
37	Cipermetrina	0,05
38	Ciproconazol	0,05
39	Cletodim	0,1
40	Clorbromuron	0,2
41	Clordano	0,01
42	Clorfenvinfós	0,05
43	Clorimuron	0,1
44	Clorotalonil	0,05
45	Clorpirifós etílico	0,05
46	Clorpirifós metílico	0,05
47	Clorpirifós oxon	0,1
48	Cresoxim metílico	0,1
49	DDD	0,01
50	DDE	0,01
51	DDT	0,01
52	Deltametrina	0,05
53	Demetom-S-metílico	0,02
54	Desmedifan	0,2
55	Diazinona	0,5
56	Diclorvós	0,05
57	Dicrotofós	0,1
58	Dieldrin	0,01
59	Difenoconazol	0,05
60	Diflubenzurom	0,1
61	Dimetoato	0,05
62	Dimetomorfe	0,5
63	Dimoxistrobina	0,2
64	Dissulfotom	0,5
65	Dissulfotom Sulfona	0,2
66	Dissulfotom Sulfóxido	0,2
67	Ditianona	0,1
68	Diurum	0,05
69	Dodemorfe	0,2
70	Endossulfam	0,01
71	Endossulfam alfa	0,1
72	Endossulfam beta	0,1
73	Endossulfam sulfato	0,01



74	Endrin	0,01
75	Epoxiconazol	0,1
76	Etiofencarbe Sulfona	0,2
77	Etiofencarbe Sulfóxido	0,2
78	Etiona	0,05
79	Etiprole	0,1
80	Etirimol	0,2
81	Etofenproxi	0,05
82	Etoprofós	0,05
83	Etoxissulfurom	0,5
84	Etrinfós	0,1
85	Fenpropatrina	0,05
86	Fenamifós	0,05
87	Fenamifós Sulfona	0,2
88	Fenamifós Sulfóxido	0,2
89	Fenarimol	0,5
90	Fenitrotiona	0,05
91	Fenobucarb	0,1
92	Fenoxaprop-p-etílico	0,2
93	Fenoxicarbe	0,1
94	Fenpiroximato	0,1
95	Fentiona	0,5
96	Fentiona Sulfona	0,2
97	Fentiona Sulfóxido	0,2
98	Fentoato	0,5
99	Fenvalerato	0,05
100	Fipronil	0,1
101	Fluasifope-P-butílico	0,1
102	Flucitrinato	0,5
103	Fludioxonil	0,5
104	Flufenacete	0,2
105	Flutriafol	0,05
106	Folpete	0,5
107	Fomesafem	0,2
108	Foransulfurom	0,2
109	Forato	0,5
110	Forato Sulfona	0,2
111	Forato Sulfóxido	0,1
112	Fosalona	0,1



113	Fosfamidona	0,05
114	Fosmete	0,05
115	Fostiazato	0,1
116	Furatiocarbe	0,1
117	Gama-cialotrina	0,01
118	Glifosato	50
119	Hexaconazol	0,1
120	Hexitiazoxi	0,1
121	Hidrazida malêica	10
122	Imazalil	0,01
123	Imazetapir	0,2
124	Imibenconazol	0,1
125	Imidacloprido	0,1
126	Indoxacarbe	0,1
127	Iodosulfurom-metilico	0,2
128	Ioxinil octonoato	10
129	Iprobenfós	0,1
130	Iprodiona	0,1
131	Iprovalicarbe	0,1
132	Isocarbofós	0,1
133	Isoproturon	0,1
134	Lactofem	0,1
135	Lambda-cialotrina	0,05
136	Lindano (g-HCH)	50
137	Linurom	0,1
138	Malaoxom	0,1
139	Malationa	0,05
140	Mancozebe+ Metiram+Tiram (Ditiocarbamatos)	50
141	Mefosfolan	0,2
142	Mesotriona	0,1
143	Metalaxil-M	0,05
144	Metamidofós	0,1
145	Metamitriona	0,1
146	Metazaclor	0,2
147	Metconazol	0,1
148	Metidationa	0,05
149	Metiocarbe Sulfona	0,2
150	Metiocarbe Sulfóxido	0,2
151	Metolacloro	0,05



152	Metomil	0,5
153	Metoxicloro	0,02
154	Metoxifenzida	0,1
155	Metoxuron	0,2
156	Metsulfurom-metílico	0,1
157	Mevinfós	0,05
158	Miclobutanil	0,05
159	Molinato	0,02
160	Monocrotofós	0,1
161	Monuron	0,1
162	Nitempiram	0,2
163	Nuarimol	0,1
164	Ometoato	0,1
165	Oxamil	0,1
166	Oxicarboxina	0,1
167	Oxifluorfem	0,05
168	Paclobutrazol	0,1
169	Paraoxona	0,5
170	Paraoxona metílico	0,2
171	Paraquate	50
172	Parationa	0,05
173	Parationa Metílica	0,05
174	Pencicuron	0,1
175	Penconazol	0,1
176	Pendimetalina	0,05
177	Permetrina	0,05
178	Picoxistrobina	0,1
179	Piraclofós	0,2
180	Piraclostrobina	0,1
181	Pirazofós	0,05
182	Piridabem	0,1
183	Pirifenoxi	0,1
184	Pirimicarbe	0,05
185	Pirimifós-etílico	0,05
186	Pirimifós-metílico	0,05
187	Piriproxifem	0,1
188	Procloraz	0,1
189	Profenofós	0,05
190	Promecarbe	0,1



191	Prometrina	0,1
192	Propamocarbe	0,1
193	Propanil	0,05
194	Propargito	0,05
195	Propiconazol	0,05
196	Propoxur	0,1
197	Prosulfuron	0,2
198	Simazina	0,02
199	Tebocunazol	0,1
200	Tebufenpirade	0,1
201	Tembotriona	0,2
202	TEPP	0,2
203	Terbufós	0,05
204	Tetraconazol	0,1
205	Tiabendazol	0,1
206	Tiacloprido	0,1
207	Tifensulfuron metil	0,2
208	Tiametoxan	0,1
209	Tiobencarbe	0,1
210	Tiodicarbe	0,1
211	Tiofanato-metílico	0,01
212	Tolifluanida	0,1
213	Toxafeno	0,5
214	Triadimefom	0,1
215	Triadimenol	0,1
216	Triasulfurom	0,2
217	Triazofós	0,1
218	Triciclazol	0,1
219	Triclorfom	0,01
220	Tridemorfe	0,1
221	Trifloxistrobina	0,1
222	Trifloxusulfuram	0,5
223	Triflumurom	0,1
224	Trifluralina	0,05
225	Triforina	0,1
226	Trinexapaque etílico	0,1