QUALIDADE AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

MONITORAMENTO DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
HENRIQUE LUIZ ROESSLER/RS - FEPAM

MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO GRANDE DO SUL
FUNDO PARA RECONSTITUIÇÃO DE BENS LESADOS - RS

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

PROJETO DE MONITORAMENTO DE AGROTÓXICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ

Termo de Convênio 2323/2022 – FRBL/FEPAM

RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL

Porto Alegre/RS
Julho de 2025

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
Renato das Chagas e Silva

DIRETORIA TÉCNICA
Gabriel Simioni Ritter

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL
Glaucus Vinicius Biasetto Ribeiro

DIVISÃO DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL
Claudia Bos Wolff

DIVISÃO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL
Marcio D'ávila Vargas

SERVIÇO DE INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL
Lilian Waquil Ferraro

DIVISÃO DE AGROTÓXICOS
Gianfranco Badin Aliti

SERVIÇO DE AMOSTRAGEM
Gilson Fortes Rey

PROJETO DE MONITORAMENTO DE AGROTÓXICOS
RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL QUANTO A PRESENÇA DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ, RIO GRANDE DO SUL - ABRIL 2023 A MARÇO 2024.

O presente documento apresenta o resultado parcial do monitoramento ambiental da qualidade da água superficial da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí quanto à presença de agrotóxicos, realizado no período de Abril 2023 a Março 2024, coordenado pela equipe técnica da Divisão de Planejamento Ambiental/DIPLAN, vinculada ao Departamento de Qualidade Ambiental/DQA da FEPAM.

Os dados apresentados são oriundos dos pontos de monitoramento de Agrotóxicos estabelecidos pelo Projeto de Monitoramento, conduzido pela Divisão de Planejamento Ambiental (DIPLAN), Serviço de Amostragem (SAMOST), Divisão de Agrotóxicos (DIAGRO) da FEPAM; Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APA-BG) da Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Análises químicas realizadas pelo Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria (LARP/UFSM).

Projeto contemplado com recursos do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados do Ministério Público do RS (FRBL/MP-RS), Termo de Convênio nº 2323/2022.

EQUIPE TÉCNICA EXECUTORA DA FEPAM/SEMA:

EQUIPE EXECUTORA E DE ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Divisão de Planejamento Ambiental
Eng.ª Agrônoma Claudia Bos Wolff
Eng.º Agrônomo Leandro Hellebrandt Kruger
Biólogo João Carlos Pradella Dotto
Bolsista Acad. Agronomia Bernardo Berti Ceolin

Serviço de Inteligência Geoespacial
Geógrafa Rejane Valdameri

Departamento de Qualidade Ambiental
Ag. Administrativa Carolina Marini Steck

Divisão de Agrotóxicos
Eng.º Agrônomo Gianfranco Badin Aliti

EQUIPE DE ANÁLISES

Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP/UFSM)
Prof. Dr. Renato Zanella
Prof. Dr. Osmar Damian Prestes

EQUIPE DE APOIO

Gerencia Regional Central GERCEN Santa Maria

EQUIPE DE AMOSTRAGEM

Divisão de Planejamento Ambiental
Eng.ª Agrônoma Claudia Bos Wolff
Eng.º Agrônomo Leandro Hellebrandt Kruger
Biólogo João Carlos Pradella Dotto

Serviço de Amostragem
Biólogo Gilson Fortes Rey
Biólogo Manuel Rodrigues Loncan

Divisão de Monitoramento Ambiental
Químico Marcio D'Ávila
Químico Estevão Segalla

Divisão de Agrotóxicos
Eng.º Agrônomo Gianfranco Badin Aliti

DUC/DBIO/SEMA - APA do Banhado Grande
Eng.ª Agrônoma Letícia Rolim Vianna
Bióloga Cecília Schuler Nin
Guarda Parque Leonardo Félix Ribeiro
Guarda Parque Andriele Coelho Alves

DUC/DBIO/SEMA - Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos
Guarda Parque Rudinei Cardoso Fagundes

FOTO DA CAPA:
Biólogo Manuel Rodrigues Loncan

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 6
2. OBJETIVO 7
3. METODOLOGIA 7
3.1. LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS QUANTO A QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL 11
4. RESULTADOS 12
4.1. OCORRÊNCIA DE INGREDIENTES ATIVOS 12
4.1.1. GERAL 12
4.1.2. ANÁLISE PARA MATRIZ ÁGUA 14
4.1.3. ANÁLISE PARA MATRIZ SEDIMENTO 21
4.2. QUANTO À CONCENTRAÇÃO DE INGREDIENTES ATIVOS (MGL^{-1}) 22
5. ECOTOXICIDADE 27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E LIMITES DA DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAVATAÍ (BHG). A FIGURA EXIBE TAMBÉM OS PONTOS MONITORADOS PELA FEPAM. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 8
FIGURA 2: PERCENTUAIS DAS CLASSES AGRONÔMICAS DOS INGREDIENTES ATIVOS IDENTIFICADOS, AVALIAÇÃO GERAL. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES....12
FIGURA 3: PERCENTUAIS DAS CLASSES AGRONÔMICAS DOS INGREDIENTES ATIVOS IDENTIFICADOS NA MATRIZ ÁGUA. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES....14
FIGURA 4: QUANTIDADE DE INGREDIENTES ATIVOS DIFERENTES DETECTADOS NA ÁGUA POR MÊS DE AMOSTRAGEM. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES....15
FIGURA 5: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE ABRIL/23. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 17
FIGURA 6: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE AGOSTO/23. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 17
FIGURA 7: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE NOVEMBRO/23. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 18
FIGURA 8: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE DEZEMBRO/23. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 18
FIGURA 9: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE JANEIRO/24. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 19
FIGURA 10: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE FEVEREIRO/24. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 20
FIGURA 11: NÚMERO DE IDENTIFICAÇÕES DE INGREDIENTES ATIVOS POR PONTO DE MONITORAMENTO NO MÊS DE MARÇO/24. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 20
FIGURA 12: QUANTIDADE DE INGREDIENTES ATIVOS DIFERENTES DETECTADOS NO SEDIMENTO POR MÊS DE AMOSTRAGEM. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 21
FIGURA 13: CONCENTRAÇÃO TOTAL DE INGREDIENTES ATIVOS, DETECTADA POR PONTO DE MONITORAMENTO E POR MÊS, DURANTE TODO PERÍODO ANALISADO. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES....24
FIGURA 14: VALOR DA CONCENTRAÇÃO TOTAL DOS INGREDIENTES ATIVOS DE HERBICIDAS POR PONTO DE MONITORAMENTO, NO PERÍODO DE SAFRA, OUTUBRO DE 2023 A MARÇO DE 2024. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 25
FIGURA 15: VALOR DA CONCENTRAÇÃO TOTAL DE INGREDIENTES ATIVOS DE FUNGICIDAS POR CLASSE AGRONÔMICA, NO PERÍODO DE SAFRA, OUTUBRO DE 2023 A MARÇO DE 2024. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 26
FIGURA 16: VALOR DA CONCENTRAÇÃO TOTAL DE INGREDIENTES ATIVOS DE INSETICIDAS POR CLASSE AGRONÔMICA, NO PERÍODO DE SAFRA, OUTUBRO DE 2023 A MARÇO DE 2024. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 26

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: RELAÇÃO DOS PONTOS MONITORADOS, NOME DO RECURSO HÍDRICO E COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM SIRGAS 2000). ..8
QUADRO 2: CATEGORIZAÇÃO DA ÁGUA CONFORME QUALIDADE PARA DESTINAÇÃO/USO SEGUNDO A RESOLUÇÃO Nº 357/2005 DO CONAMA. 11
QUADRO 3: INGREDIENTES ATIVOS IDENTIFICADOS E CLASSE AGRONÔMICA. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 13
QUADRO 4: RISCOS DE TOXICIDADE AGUDA E CRÔNICA PARA O CRUSTÁCEO DAPHNIA SP. FONTE: PESTICIDE PROPERTIES DATABASE (PPDB)....27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: OCORRÊNCIA DOS INGREDIENTES ATIVOS EM AMOSTRAS DE ÁGUA EM RELAÇÃO A QUANTIDADE TOTAL DE AMOSTRAS COLETADAS. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 16
TABELA 2: OCORRÊNCIA DOS INGREDIENTES ATIVOS EM AMOSTRAS DE SEDIMENTO EM RELAÇÃO A QUANTIDADE TOTAL DE AMOSTRAS COLETADAS. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES....22
TABELA 3: NÍVEIS IDENTIFICADOS ACIMA DO PERMITIDO PELA RESOLUÇÃO CONAMA N.º 357/2005, PARA AS CLASSES 1 E 2. FONTE: ELABORADO PELOS AUTORES. 23

1. INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul (RS), a zona agrícola compreende uma área de 21,7 milhões de hectares, representando 367.094 estabelecimentos (Censo Agropecuário, IBGE, 2017). Atualmente, o cultivo de grãos ocupa 10,4 milhões de hectares no RS, o que representa cerca de 95% da área destinada a lavouras temporárias e permanentes (IBGE, 2023). As atividades agropecuárias têm grande importância econômica para o RS, porém o modelo produtivo dominante utiliza volume considerável de agrotóxicos[1]. De acordo com Pignati *et al*. (2017), no ano de 2015, o estado produziu em uma área de 8,5 milhões de hectares e consumiu 134 milhões de litros de agrotóxicos, sendo a soja a cultura que mais demandou desses produtos, representando 63% do total.

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí - BHRG abrange uma área de 2.015 km^2 com uma população estimada de 1.255.730 habitantes, incluindo as áreas urbanas e rurais (Boursheid, 2012). O território engloba, parcial ou integralmente, os municípios de Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Gravataí, Porto Alegre, Santo Antônio da Patrulha, Viamão, Glorinha e Taquara. Os principais cursos de água da BHRG são: o rio Gravataí e os arroios Veadinho, Três Figueiras, Feijó, Demétrio, Figueira, Passo Grande, e arroio do Vigário. Além disso, compreendem os banhados do Chico Lomã, Grande e dos Pachecos, ecossistemas naturais muito importantes para a região. O rio Gravataí abastece parte significativa da população da região metropolitana de Porto Alegre, de aproximadamente 1 milhão e trezentos mil habitantes em uma área de 1.977,39 km^2.

De acordo com dados de uso e cobertura dos solos para a BHRG disponibilizados por MapBiomas Coleção 9 de uso e ocupação do solo para o ano 2023 reportam a ocupação por campo natural em 35,45%, formação florestal natural e restinga arborizada 21,55%, área urbanizada 10,98%, banhados e campus úmidos 4,37%, lavouras 18,77%, silvicultura 2,55%, corpos d'água 2,33% e solo descoberto 0,97%. De acordo com o Relatório Técnico do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (Bourscheid, 2012), os principais produtos do setor primário são arroz, mandioca e cana-de-açúcar, sendo que a produção de soja apresentou crescimento significativo nos últimos anos, já na pecuária destacam-se as criações de bovinos e de aves.

[1] agrotóxicos: produtos e agentes de processos físicos ou químicos isolados ou em mistura com biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou na proteção de florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024, Art. 40 conceito XXVI

Para avaliar este potencial a FEPAM implantou o Projeto de Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos, monitorando por 24 meses as águas superficiais da bacia, projeto contemplado com recursos do Fundo de Reconstituição Bens Lesados do Ministério Público/RS (Termo de Convênio nº 2323/2022).

O presente relatório traz os resultados dos primeiros 12 meses de monitoramento, tendo por objetivo avaliar a qualidade da água da BHRG em relação à presença de resíduos de agrotóxicos nas matrizes água e sedimento. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões definidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, e com o descrito pela Diretiva 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de agosto de 2013, relativa à qualidade ambiental das águas de superfície interiores e substâncias prioritárias no domínio da politica da água. Esses resultados ainda foram comparados com dados de ecotoxicidade crônica e aguda para invertebrados aquáticos.

2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade ambiental em relação à ocorrência de resíduos de agrotóxicos em recursos hídricos na BHRG.

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada está baseada na análise laboratorial das 141 amostras das matrizes de água e sedimento, coletadas mensalmente em sete pontos de monitoramento no período de abril de 2023 a março de 2024, em cursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Gravataí - BHRG.

A Figura 1 apresenta a delimitação da bacia hidrográfica com os principais recursos hídricos e a localização dos pontos de monitoramento. No Quadro 1 constam os pontos de monitoramento com suas coordenadas geográficas e recursos hídricos em que estão inseridos.

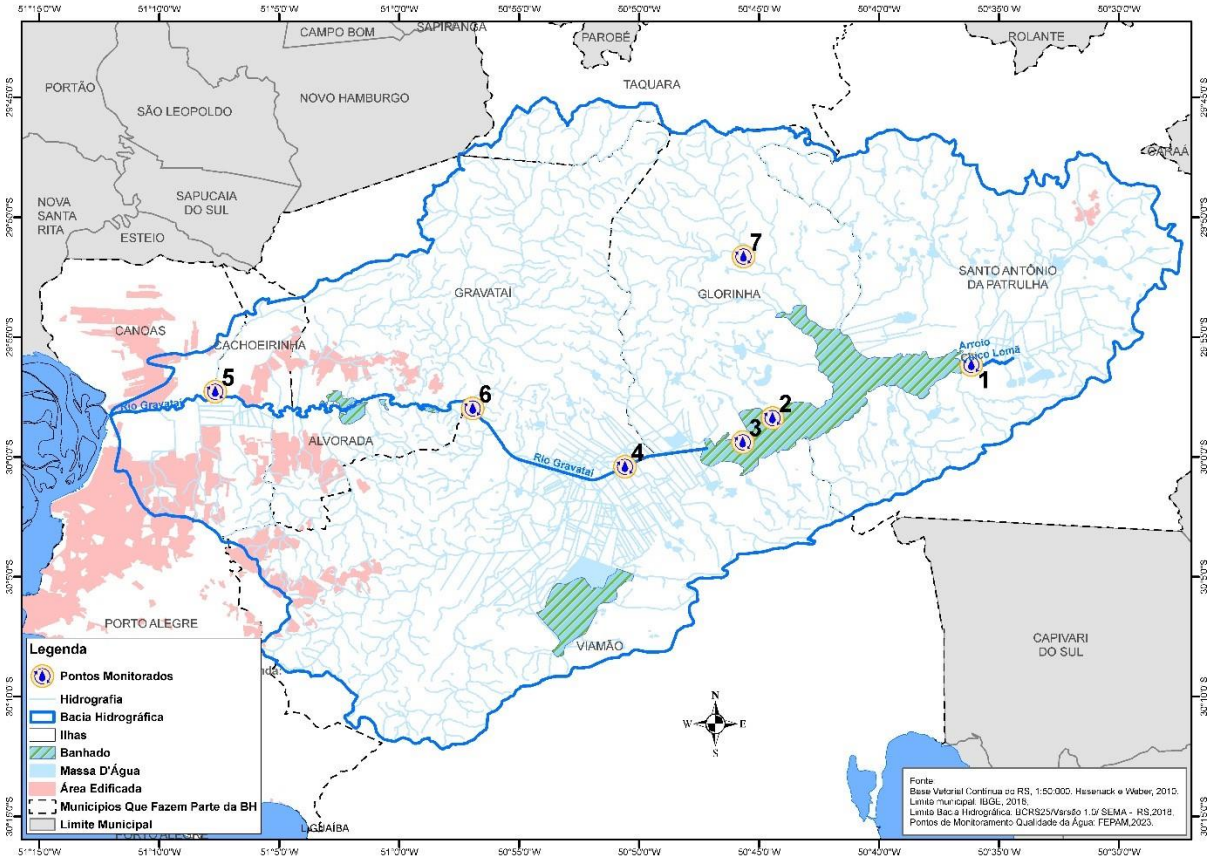

Figura 1: Mapa de localização e limites da delimitação da bacia hidrográfica do rio Gravataí (BHG). A figura exibe também os pontos monitorados pela FEPAM. Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 1: Relação dos pontos monitorados, nome do recurso hídrico e coordenadas geográficas (Datum SIRGAS 2000).

Ponto de monitoramento	Município	Recurso hídrico	LAT	LONG
1	Santo Antônio da Patrulha	Arroio Chico Lomã	-29,9359835°	-50,6025074°
7	Glorinha	Afluente arroio Passo Grande	-29,8606489°	-50,7607956°
2	Glorinha	Rio Gravataí	-29,9728744°	-50,7405299°
3	Glorinha	Rio Gravataí	-29,9898607°	-50,7613203°
4	Viamão	Rio Gravataí	-30,0068788°	-50,8430941°
6	Gravataí	Rio Gravataí	-29,9688206°	-50,9465537°
5	Cachoeirinha	Rio Gravataí	-29,9546620°	-51,1277030°

Para caracterização do uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de amostragem foi considerada uma área circular com raio de 2 km a partir de cada ponto. Dessa forma, cada área analisada corresponde aproximadamente a 1.200 hectares.

Ponto 01. Uso do solo ao entorno é caracterizado pela ocupação predominante com atividade orizícola irrigada, situadas a montante e jusante, norte e sul, campos alagados margeando a montante o arroio e área de banhado (Banhado Grande) a jusante do ponto.

Ponto 02. Uso do solo ao entorno caracteriza-se pela ocupação com a atividade orizícola irrigada na porção oeste (jusante), alternada com lavouras de soja, seguido pela predominância de campos úmidos e área de banhado (Banhado Grande) nas porções sul, leste (montante).

Ponto 03. Uso do solo no entorno caracterizado pela ocupação predominante da atividade orizícola irrigada, montante e jusante, alternada com plantio de soja, com pequenas áreas de campos úmidos e banhados na parte sul.

Ponto 04. Uso do solo no entorno caracterizado pela ocupação de áreas de banhado e campos alagados, principalmente na porção norte e margem sul, além de áreas com atividade orizícola na porção sul.

Ponto 06. Uso do solo no entorno caracterizado pela ocupação de áreas vegetação arbustiva, campos secos, cultivos anuais diversos e áreas urbanizadas implantadas e em implantação.

Ponto 05. Uso do solo ao entorno caracterizado pela ocupação de áreas com atividade orizícola irrigada, margem esquerda e direita do curso hídrico, campos alagados e banhados na margem direita. Apresenta grande influência de áreas urbanizadas.

Ponto 07. Uso do solo no entorno caracterizado pela ocupação com áreas de campos secos e vegetação nativa arbustiva ao longo do curso hídrico, atividade agrícola com culturas anuais principalmente soja e de subsistência, e atividade de pecuária além de ocupação social e de lazer.

A amostragem se constitui em parte fundamental no processo de caracterização dos contaminantes de interesse, sua presença e frequência, assim como suas concentrações. Dessa forma, de modo a proporcionar uma avaliação bem qualificada e representativa da extensão da bacia, a escolha dos pontos levou em consideração sua representatividade espacial e proximidade às áreas de atividades agrícolas predominantes, assim como a acessibilidade para coleta das amostras. As coletas foram realizadas em campanhas mensais nos pontos monitorados, no período que compreende abril de 2023 a março de 2024.

Método de amostragem de água consistiu no procedimento de coleta diretamente do curso hídrico com o uso de balde de aço inox, amostra simples na profundidade de 0-30cm. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro âmbar 500ml para avaliação geral de diversos ingredientes ativos (IA) de agrotóxicos e em tubos de PVC 100ml para avaliação de IA Glifosato e seu produto de degradação. O

sedimento foi amostrado com a utilização de uma draga modelo Peterson e coletor adaptado em estrutura de PVC na margem dos cursos hídricos e armazenado em recipientes plásticos tipo PP 500ml. As amostras foram acondicionadas em ambiente refrigerado a uma temperatura aproximada de 5°C até o envio ao laboratório para análise. O tempo máximo de armazenamento foi de 3 dias.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas – LARP da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para a determinação de resíduos de agrotóxicos. Na determinação foi empregado o método de extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS para as amostras de água e o método QuEChERS modificado e LC-MS/MS para as amostras de sedimento.

O método de análise das amostras utilizou padrão para verificação da presença e quantificação dos seguintes Ingredientes Ativos (IA): 2,4-D, acefato, acetamiprido, alacloro, aldicarbe, ametrina, AMPA, atrazina, azaconazol, azoxistrobina, bentazona, boscalida, bromuconazol, buprofezina, butóxido de piperonila, carbendazim, carbofurano, carbaril, carboxim, cianazina, ciazofamida, cimoxanil, ciproconazol, clomazona, clorantraniliprole, clorfenvinfós, clorimurom etílico, clorpirifós, clorpirifós metílico, clotianidina, demeton-s-metil-sulfona, diazinona, diclorvós, diclosulam, dicrotófos, difenoconazol, diflubenzurom, dimetoato, dimoxistrobina, diniconazol, diurom, EPN, epoxiconazol, espinosade A, espinosade D, etiofencarbe, etoprofós, etoxissulfurom, fenamidona, fenamifós, fenarimol, fenhexamida, fenoxicarbe, fenpiroximato, fenpropatrina, fentiona, fipronil, fluazafope-p-butílico, fluquinconazol, fluroxipir, flusilazol, flutolanil, flutriafol, furatiocarbe, glifosato, hidróxido de fentina, imazapique, imazapir, imazaquim, imazetapir, imidacloprido, indoxacarbe, iprodiona, iprovalicarbe, linurom, lufenurom, malationa, mecarbam, mefosfolam, mepronil, metalaxil, metamidofós, metconazol, metiocarbe, metiocarbe sulfona, metomil, metribuzim, metsulfurom metílico, mevinfós, miclobutanil, molinato, monocrotofós, monolinurom, nicossulfurom, nuarimol, ometoato, oxadixil, oxamil, paraoxon etílico, parationa metílica, pencicurom, penconazol, pendimetalina, penoxsulam, piraclostrobina, pirazofós, pirazossulfurom etílico, piridabem, piridafentiona, piridato, pirimetanil, pirimifós etílico, pirimifós metílico, piriproxifeno, procloraz, profenofós, promertrina, propanil, propargito, propiconazol, propizamida, propoxur, protiofós, quincloraque, quinalfós, quinoxifeno, quizalofope-p-etílico, saflufenacil, simazina, tebufenpirade, tebuconazol, terbutilazina, tetraconazol, tiacloprido, tiametoxam, tiobencarbe, tiodicarbe, tolclofós metílico, triadimefom, triadimenol, triciclazol, triclorfom, trifloxissulfurom, trifloxistrobina, triflumizol, triflumurom, vamidotiona.

A quantidade de resíduos de agrotóxicos detectados foi apresentada em microgramas de IA por litro (µg/L) para amostras de água e miligramas de IA por quilograma (mg/kg) para amostras de sedimento.

3.1. LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS QUANTO A QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL

Os resultados das análises foram comparados (confrontados) com a legislação e normativas relativas à qualidade da água vigentes no Brasil, sendo a Resolução n.º 357/2005 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, bem como outras providências. Os seus artigos 14º, 15º e 16º definem padrões de qualidade conforme a classe de uso da água doce, com indicação de valores máximos permitidos de alguns parâmetros, dentre eles os agrotóxicos. O Quadro 2 exibe as divisões de classes e seus objetivos de uso.

Quadro 2: Categorização da água conforme qualidade para destinação/uso segundo a resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

Classe da água	Objetivos de uso
Classe especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Dentre os 147 ingredientes ativos analisados, apenas oito constam na Resolução n.º 357/2005 sendo: 2,4-D, alacloro, atrazina, carbaril, demeton, malation, simazina e glifosato.

Como complemento na avaliação dos resultados obtidos, foram utilizados os padrões dispostos na DIRETIVA 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de agosto de 2013, relativa à qualidade ambiental das águas de superfície interiores, substâncias prioritárias no domínio da política da água. Adicionalmente, os resultados foram comparados com dados de ecotoxicidade para alguns organismos vivos, como o crustáceo *Daphnia Magna,* amplamente utilizado em análises ambientais. A ecotoxicologia revela, por meio de bioensaios, efeitos crônicos ou agudos gerados em decorrência de uma determinada exposição de um organismo vivo a contaminantes.

4. RESULTADOS

4.1. OCORRÊNCIA DE INGREDIENTES ATIVOS

4.1.1. GERAL

Os resultados das análises identificaram a presença de 43 diferentes ingredientes ativos que, com base na classificação dos agrotóxicos conforme sua Classe/Categoria de uso estão relacionados a herbicidas com 44,2% do número total de identificações, seguido por fungicida (30,2%) e inseticida (25,6%), conforme apresentado na figura 2.

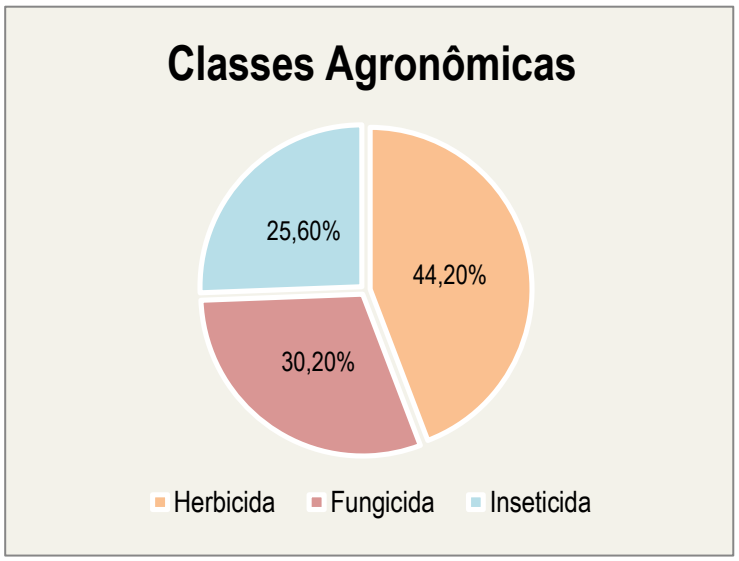

Figura 2: Percentuais das Classes Agronômicas dos ingredientes ativos identificados, avaliação geral. Fonte: elaborado pelos autores.

Quando comparado ao número total de amostras analisadas os resultados demonstraram que fungicidas predominam com 70%, seguido de herbicidas (52%) e inseticidas (50%). Nos fungicidas, destaque para a ocorrência de tebuconazol com 61%, seguido de triciclazol (29,8%) e carbendazim (27,7%). Dentre os herbicidas, destaque para a ocorrência de imazetapir com 44,7%, seguido de imazapir (41,8%), imazapique (38,3%), bentazona (31,9%) e 2,4-D (29,1%). Para os inseticidas, destaque para clorantraniliprole com ocorrência de 38,3%, seguido por imidacloprido (37,6%) e tiametoxam (31,2%).

Os ingredientes ativos 2,4-D, acetamiprido, ametrina, azoxistrobina, bentazona, carbaril, ciproconazol, clorantraniliprole, clorimurom etílico, clorpirifós, clotianidina, diclosulam, diurom, etoxissulfurom, fipronil, flutriafol, imazapique, imazapir, imidacloprido, metomil, metsulfurom metílico, nicossulfurom, penoxsulam, pirazossulfurom etílico, propiconazol, propoxur, quincloraque, simazina, tetraconazol, tiametoxam, triadimenol, trifloxistrobina, glifosato e AMPA foram detectados apenas em amostras de água. Os compostos carbendazim, imazetapir, suflafenacil, tebuconazol e triciclazol, foram identificados em amostras de água e sedimentos. Já os compostos boscalina, difenoconazol, fenoxicarbe e hidróxido de fentina, foram constatados apenas em amostras de sedimentos.

Quadro 3: Ingredientes ativos identificados e Classe Agronômica. Fonte: elaborado pelos autores.

Classe Agronômica	Ingrediente Ativo
Herbicida	2,4-D, ametrina, AMPA, bentazona, clorimurom etílico, diclosulam, diurom, etoxissulfurom, glifosato, imazapir, imazapique, imazetapir, metsulfurom metílico, nicossulfurom, penoxsulam, pirazossulfurom etílico, quincloraque, saflufenacil, simazina.
Inseticida	acetamiprido, carbaril, clorantraniliprole, clotianidina, fenoxicarbe, fipronil, imidacloprido, metomil, propoxur, tiametoxam e Clorpirifós (acaricida).
Fungicida	azoxistrobina, boscalida, carbendazim, ciproconazol, difenoconazol, flutriafol, hidróxido de fentina, propiconazol, tebuconazol, tetraconazol, triadimenol, triciclazol, trifloxistrobina.

O ingrediente ativo carbendazim foi proibido no Brasil em 8 de agosto de 2022, em decorrência de reavaliação toxicológica conduzida pela Anvisa, conforme disposto na Resolução RDC nº 739/2022, autorizando a comercialização de produtos formulados por até seis meses após sua publicação, ou seja, até

8 de fevereiro de 2023. Além disso, os estoques adquiridos por agricultores e indústrias de tratamento de sementes poderiam ser utilizados até seu esgotamento, desde que dentro do prazo de validade do produto.

Ressalta-se que, mesmo após a proibição, a presença de carbendazim no ambiente pode estar associada à degradação do tiofanato-metílico, ingrediente ativo ainda autorizado para uso e comercialização no país.

Adicionalmente, outros ingredientes ativos detectados em amostras de água e sedimento não estão autorizados para comercialização no Estado do Rio Grande do Sul, por não possuírem cadastro regular junto à FEPAM. São eles: ametrina, fenoxicarbe, propoxur e hidróxido de fentina.

4.1.2. ANÁLISE PARA MATRIZ ÁGUA

Conforme resultados das análises das 74 amostras da matriz coletadas no período, foram identificados 39 diferentes ingredientes ativos dentre os 147 do padrão utilizado em laboratório.

Com base nos ingredientes ativos identificados a Classe/Categoria de uso relacionado a herbicidas corresponderam a 48,7% do total, seguido por fungicida (25,6%) e inseticida (25,6%), conforme pode ser observado na figura 3.

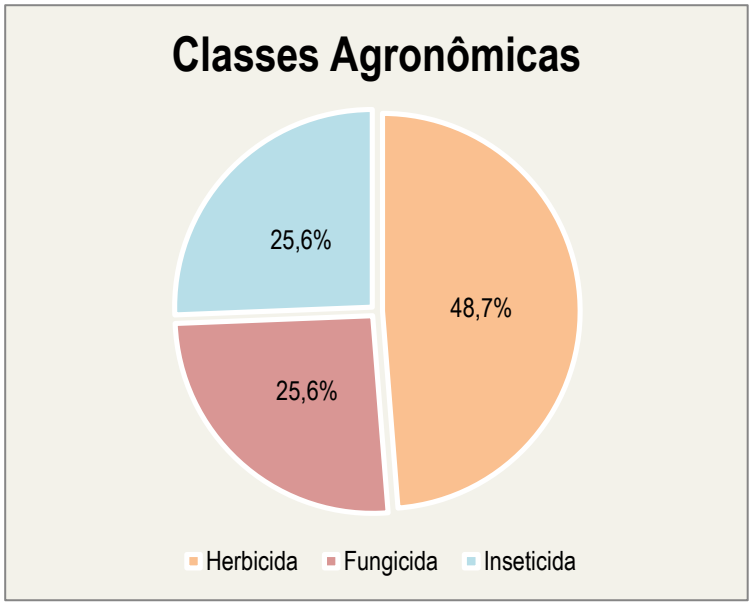

Figura 3: Percentuais das Classes Agronômicas dos ingredientes ativos identificados na matriz água. Fonte: elaborado pelos autores.

Quando comparado ao número total de amostras de água analisadas, os resultados demonstraram a ocorrência de herbicidas em 96% das amostras, fungicidas em 93% e inseticidas em 92%.

Dentre os herbicidas foram identificados 19 IA, destaque para a ocorrência de imazetapir em 82,4% das amostras, seguido de imazapir (79,7%), imazapique (73%), bentazona (60,8%) e 2,4-D (55,4%). Os IA quincloraque, glifosato e AMPA ocorreram em 40,5% das amostras. Com relação aos fungicidas foram identificados 10 IA, destaque para a ocorrência de tebuconazol em 89,2% das amostras, seguido por carbendazim (50%) e triciclazol (43,2%). No caso dos inseticidas foram identificados 10 IA, destaque para clorantraniliprole com ocorrência de 73%, seguido por imidacloprido (71,6%) e tiametoxam (59,5%).

Ao observarmos a ocorrência mensal das classes agronômicas verificamos que, longo do período monitorado (Figura 4), herbicidas apresentaram ocorrência superior em relação à média do período monitorado nos meses de Junho/23, Agosto/23 e período de Novembro/23 a Fevereiro/24, enquanto fungicidas apresentam ocorrência igual ou superior à média no período de Abril e Agosto/23 e Janeiro a Março/24. Inseticidas apresentaram ocorrência igual ou superior à média em Abril/23, Maio/23 e de Outubro/23 a Março/24.

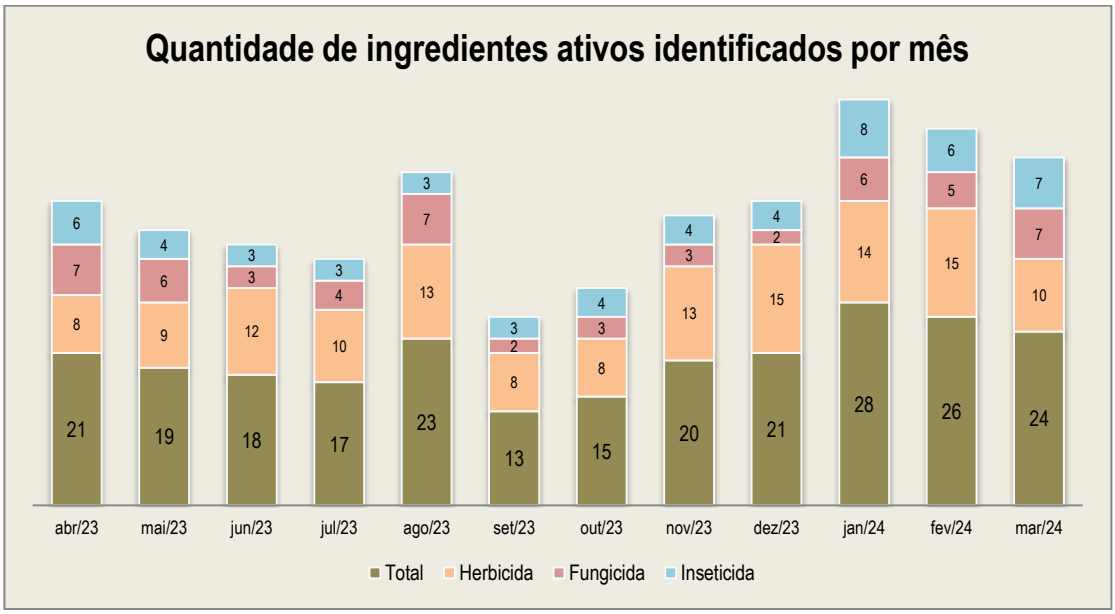

Figura 4: Quantidade de ingredientes ativos diferentes detectados na água por mês de amostragem. Fonte: elaborado pelos autores.

Os ingredientes ativos encontrados em 50% ou mais do total de amostras obtidas foram: tebuconazol, imazetapir, imazapir, clorantraniliprole, imazapique, imidacloprido, bentazona, tiametoxam, 2,4-D e carbendazim. A Tabela 1 apresenta os números de ocorrências e percentuais em relação ao total de amostras para cada IA.

Tabela 1: Ocorrência dos ingredientes ativos em amostras de água em relação à quantidade total de amostras coletadas. Fonte: elaborado pelos autores.

IA	Ocorrência (%)
tebuconazol	89,2%
imazetapir	82,4%
imazapir	79,7%
clorantraniliprole	73%
imazapique	73%
imidacloprido	71,6%
bentazona	60,8%
tiametoxam	59,5%
2,4-D	55,4%
Carbendazim	50%

Considerando o valor total de identificações mensal em relação ao valor médio para o período monitorado, observamos que os meses de Abril/23, Agosto/23 e de Novembro/23 a Março/24 a ocorrência foi igual ou superior à média. As Figuras 5 a 11 apresentam a quantidade total de diferentes ingredientes ativos identificados nos pontos de monitoramento, apresentados seguindo a sequência dos pontos na bacia hidrográfica, de montante a jusante.

No mês de Abril/23, o número de identificações apresentou pouca variação entre os pontos monitorados (Figura 5). O ponto 01 está localizado no arroio Chico Lomã na extremidade montante do Banhado Grande, o ponto 02 está localizado no rio Gravataí na extremidade jusante do Banhado Grande, entre eles ocorre a confluência com o arroio Passo Grande no centro da área do banhado.

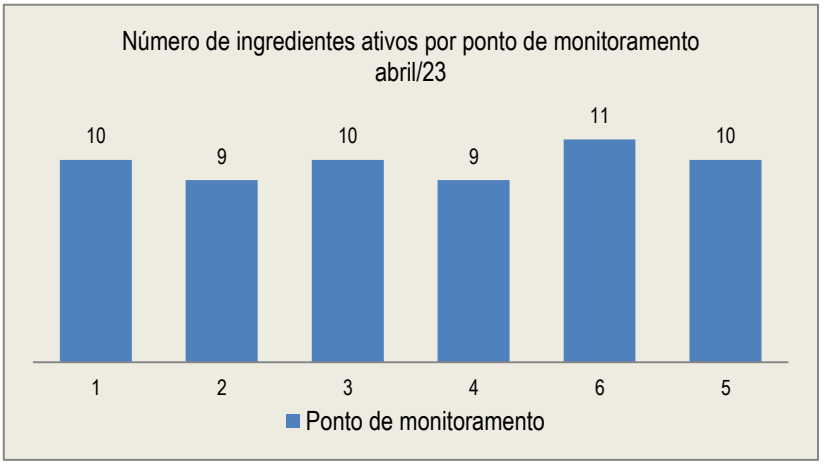

Figura 5: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de abril/23. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de agosto/23 (Figura 6), o número de identificações apresentou declínio entre o ponto 01 (montante) e 02, com posterior aumento até o ponto 05 (jusante). O Ponto 5 apresentou o maior número de detecções, totalizando 16, enquanto o Ponto 7 registrou apenas 2, sendo o menor valor observado. Os demais pontos mostraram valores intermediários, entre 10 e 14. Essa variação entre os pontos sugere diferenças nas práticas agrícolas ou nas condições ambientais entre os locais. O ponto 7 está localizado no afluente do arroio Passo Grande.

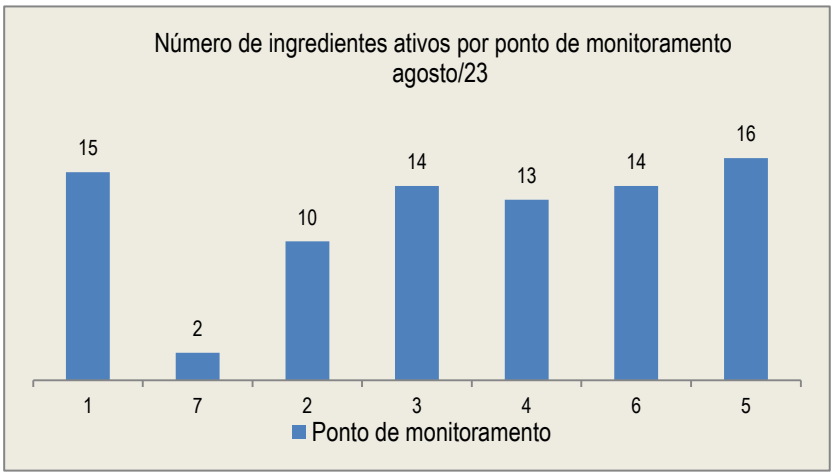

Figura 6: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de agosto/23. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de novembro/23 o número de identificações apresentou pouca variação entre os pontos monitorados P2 ao P5 (Figura 7). Do ponto 1, extremidade montante do Banhado Grande, ao ponto 02 na extremidade jusante do Banhado Grande, não houve alteração no número de identificações. O ponto 7 apresentou o menor valor de detecção de compostos.

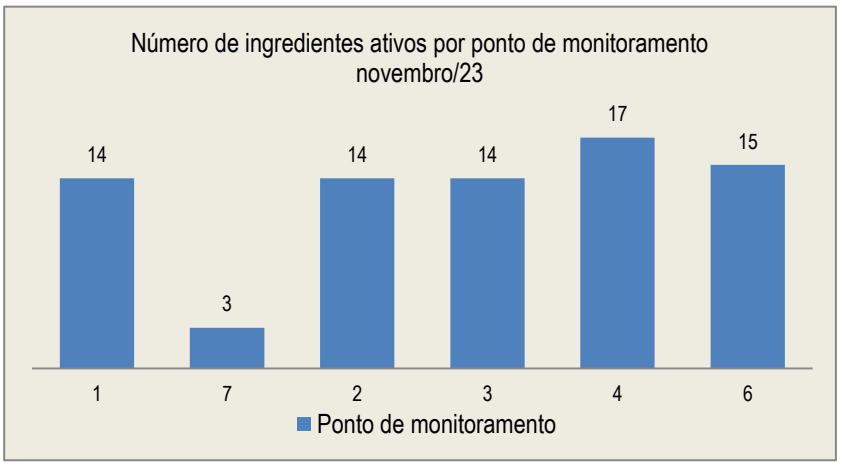

Figura 7: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de novembro/23. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de dezembro/23 o número de identificações apresentou pouca variação entre os pontos monitorados P2 ao P5 (figura 8). Do ponto 1, extremidade montante do Banhado Grande, ao ponto 02 na extremidade jusante do Banhado Grande, houve declínio na detecção. O ponto 7 apresentou o menor valor de detecção de compostos.

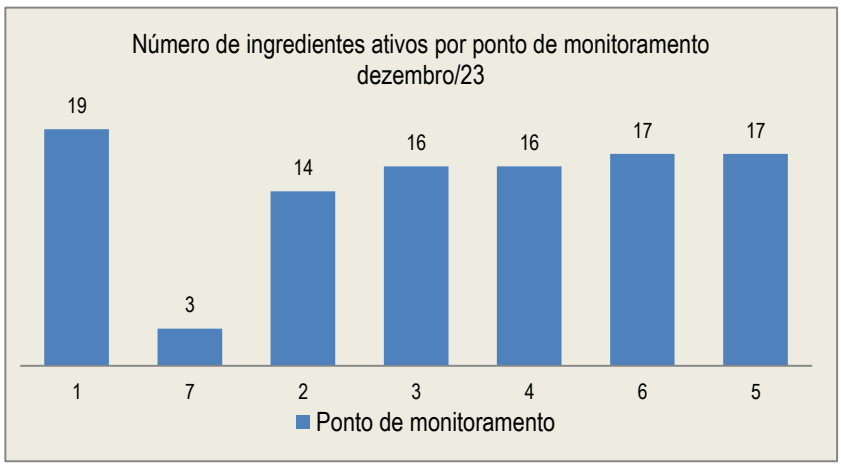

Figura 8: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de dezembro/23. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de janeiro/24 o número de identificações apresentou variação entre os pontos monitorados de montante a jusante (figura 9). Do ponto 1, extremidade montante do Banhado Grande, ao ponto 02 na extremidade jusante do Banhado Grande, houve aumento na detecção de compostos ao longo do trajeto hídrico, arroio Chico Lomã ao rio Gravataí, até o ponto 3 de maior identificação de compostos, passando a um declínio até o ponto 5, ponto mais a jusante do monitoramento. O ponto 7 apresentou o menor valor de detecção de compostos, sendo esse localizado no afluente do arroio passo grande.

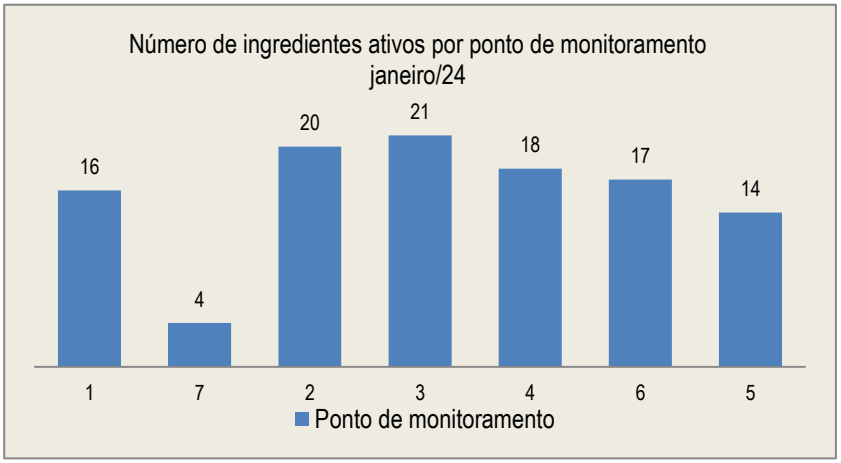

Figura 9: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de janeiro/24. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de fevereiro/24, figura 10, o número de identificações apresentou variação entre os pontos monitorados de montante a jusante. Do ponto 1, extremidade montante do Banhado Grande, ao ponto 02 na extremidade jusante do Banhado Grande, houve declínio na detecção. O ponto 7 apresentou o menor valor de detecção de compostos, sendo o ponto 1 com o maior número.

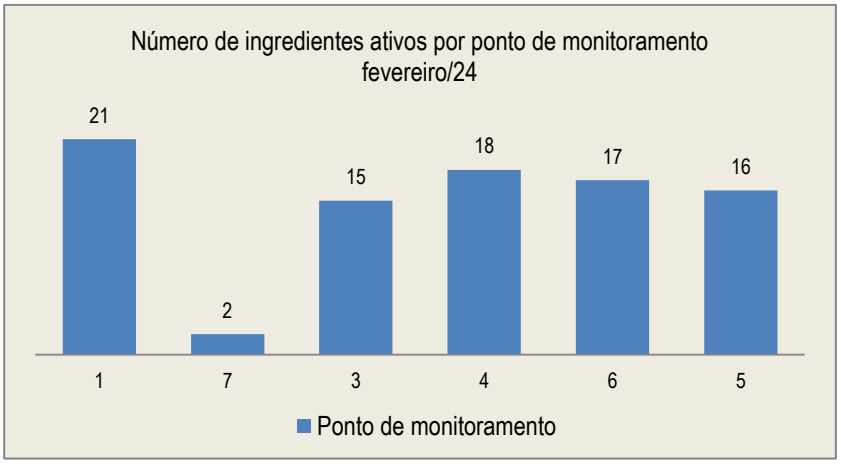

Figura 10: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de fevereiro/24. Fonte: elaborado pelos autores.

No mês de março/24, figura 11, o número de identificações apresentou variação entre os pontos monitorados de montante a jusante. Do ponto 1, extremidade montante do Banhado Grande, ao ponto 02 na extremidade jusante do Banhado Grande, houve declínio na detecção. O ponto 7 apresentou o menor valor de detecção de compostos, sendo o ponto 1 com o maior número.

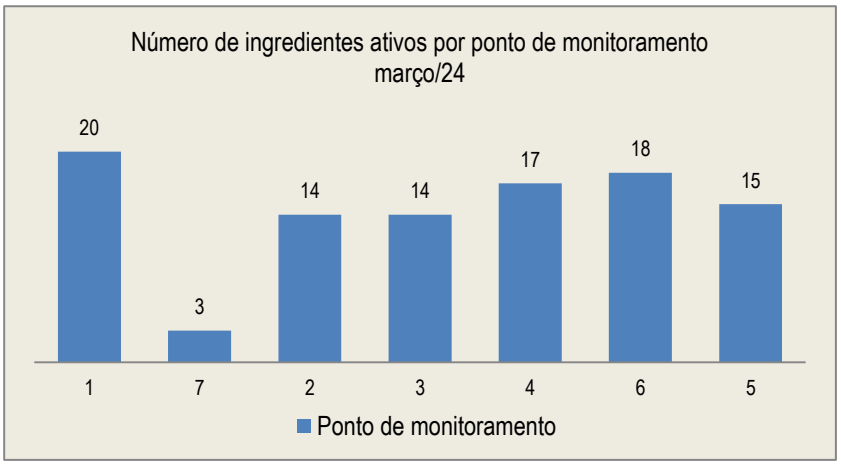

Figura 11: Número de identificações de ingredientes ativos por ponto de monitoramento no mês de março/24. Fonte: elaborado pelos autores.

Ao comparar os meses analisados, observa-se que o Ponto 1 consistentemente apresentou valores superiores de detecções de compostos em comparação aos demais, com valor máximo de 21 compostos no mês de fevereiro/24 e mínimo de 10 em abril/23. Os pontos 2, 3 e 5 apresentaram valores médios semelhantes de 13,5; 14,9 e 14,7 respectivamente, considerando os meses analisados. Os pontos 4 e 6 apresentaram valores médios semelhantes de 15,4 e 15,6 respectivamente, considerando os meses analisados, pouco superiores às médias dos pontos 2, 3 e 4. O Ponto 7 destacou-se em todos os meses

como o local com menor número de detecções, possivelmente decorrente de diferença nas atividades agrícolas e no uso e ocupação do solo na microbacia de influência. A variação ocorrente entre os pontos 1 e 2 sugere influência do ecossistema de banhado em eventual ação de depuração sobre os compostos.

4.1.3. ANÁLISE PARA MATRIZ SEDIMENTO

As análises das 68 amostras coletadas no período avaliado identificaram a presença de 9 ingredientes ativos diferentes, com destaque para tebuconazol, triciclazol e hidróxido de fentina. Em 39 amostras não houve identificação.

No mês de Setembro/23 não foi realizada coleta de sedimentos em razão do nível elevado do curso hídrico ocasionado pelo excesso de chuvas no período.

Os compostos carbendazim, imazetapir, suflafenacil, tebuconazol e triciclazol, foram identificados em amostras de água e sedimentos. Boscalina, difenoconazol, fenoxicarbe e hidróxido de fentina a identificação ocorreu apenas em amostras de sedimento. A Figura 12 apresenta o número de ingredientes ativos identificados em cada mês.

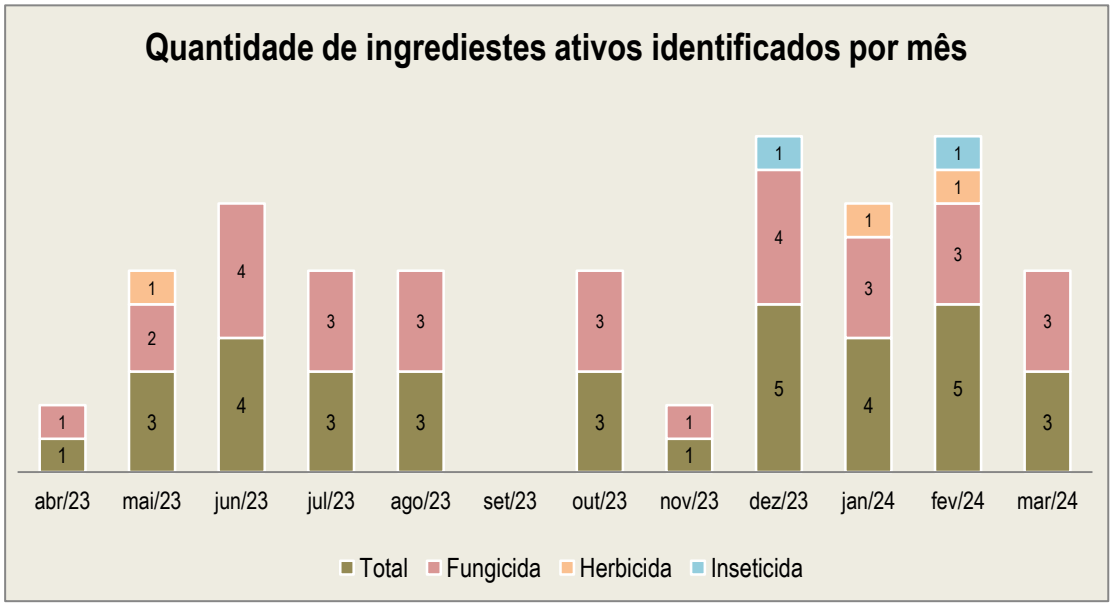

Figura 12: Quantidade de ingredientes ativos diferentes detectados no sedimento por mês de amostragem. Fonte: elaborado pelos autores.

Dentre os ingredientes ativos identificados no sedimento, os de maior ocorrência no total das amostras analisadas foram: tebuconazol, triciclazol e hidróxido de fentina, conforme apresentado na tabela 02.

Tabela 2: Ocorrência dos ingredientes ativos em amostras de sedimento em relação a quantidade total de amostras coletadas. Fonte: elaborado pelos autores.

Ingrediente Ativo	Ocorrência (%)
tebuconazol	29,4%
triciclazol	14,7%
hidróxido de fentina	13,2%

Os maiores números de detecções nas amostras de sedimento ocorreram nos meses de junho/23, dezembro/23, janeiro/24 e fevereiro/24, enquanto os meses de abril/23 e novembro/23 tiverem menor ocorrência. Nestes meses de maior identificação, houve uma variação no número de detecções nos pontos de monitoramento. Em junho/23, as identificações ocorreram nos pontos 1, 4 e 6 com uma identificação cada, e no ponto 5 com 2 identificações sendo o composto tebuconazol detectado em todos estes pontos. No mês de dezembro/23, as identificações ocorreram nos pontos 1, 4 e 6 com uma identificação cada, e no ponto 5 com 2 identificações, o tebuconazol foi identificado nos pontos 1, 4 e 5. Em janeiro/24, as identificações ocorreram nos pontos 1 e 5, sendo detectados 3 e 1 compostos respectivamente, o tebuconazol foi identificado nos dois pontos. Em fevereiro/24, as identificações ocorreram nos pontos 1, 3, 4, 5 e 6, sendo 3 no ponto 1; 2 no ponto 5, e 1 nos demais pontos, sendo o composto tebuconazol identificado nos pontos 1, 3, 4 e 6.

4.2. QUANTO À CONCENTRAÇÃO DE INGREDIENTES ATIVOS (μgL^{-1})

Os resultados das concentrações dos ingredientes ativos presentes nas amostras de água do período monitorado foram confrontados com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Para fins da avaliação de qualidade em relação à concentração dos compostos detectados, nos casos em que o composto está presente na amostra, porém em concentração que não pode ser quantificado pelo método analítico, o valor de sua concentração foi definido pela média aritmética entre os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ), expressos no respectivo relatório de ensaio.

Dos 39 compostos identificados na análise laboratorial, somente 4 ingredientes ativos constam nos padrões de qualidade para águas doces, Classes 1 e 2, sendo eles: 2,4-D, carbaril, glifosato e simazina. Por

outro lado, dentre as 10 substâncias presentes em mais de 50% das amostras analisadas apenas o 2,4-D consta na Resolução.

Durante o período avaliado, duas amostras de água apresentaram resíduos de agrotóxicos acima do limite máximo estabelecido para as Classes 1 e 2. A amostra do ponto 07 coletada em dezembro/23 apresentou concentração de 4,127 μgL^{-1} de 2,4-D, e a amostra do ponto 05 coletada em abril/23 apresentou 0,03 μgL^{-1} de carbaril. A Tabela 3 exibe os meses de identificação para os compostos mencionados, valores identificados e o máximo permitido conforme Resolução 357/2005.

Tabela 3: Níveis identificados acima do permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, para as Classes 1 e 2. Fonte: elaborado pelos autores.

Mês	**Ingrediente Ativo**	**Quantidade de IA (μgL^{-1})**	
		Valor Identificado	Valor Máximo
Abril/2023	Carbaril	0,03	0,02
Dezembro/2023	2,4-D	4,127	4

Adicionalmente, os dados foram confrontados com os padrões relacionados à potabilidade da água, Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde e Nº 320/2014, em que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS No 5, de 28 de setembro de 2017, e dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e Portaria Nº 320/2014, da Secretaria da Saúde do RS, que estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no RS. Dentre os 39 compostos identificados, 12 constam nos padrões da Portaria Estadual nº 320/2014 SS/RS, enquanto 13 constam na Portaria Nacional, Portaria GM/MS Nº 888/2021. Todas as amostras de água apresentaram valores de concentração abaixo dos máximos estabelecidos para potabilidade.

Os resultados laboratoriais das concentrações dos ingredientes ativos presentes nas amostras de água do período monitorado foram avaliados em relação aos padrões de 45 substâncias dispostas na Diretiva (EU) 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 12/10/2013, que altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105CE no respeito às substâncias prioritárias no domínio da politica de água.

Conforme a Diretriz, "*A poluição química das águas de superfície constitui uma ameaça para o meio aquático, com efeitos como toxicidade aguda e crónica para os organismos aquáticos, acumulação no*

ecossistema e perda de habitats e de biodiversidade, além de constituir uma ameaça para a saúde humana..." Os valores paramétricos de qualidade previstos no *Anexo I – Normas de Qualidade Ambiental e outros Poluentes* baseiam-se nos conhecimentos científicos e no principio da precaução e são selecionados para garantir segurança e um elevado nível de proteção à saúde e vida do consumidor.

Dos 39 ingredientes ativos detectados nas amostras da matriz água, somente 3 estão relacionados na Diretiva, sendo clorpirifós, diuron e simazina, nenhum acima dos limites estabelecidos.

A análise da concentração total de ingredientes ativos por ponto de monitoramento ao longo de todo período avaliado exibe um comportamento compatível com o manejo agrícola da lavoura de arroz irrigado praticado na BHRG (Figura 13). No período de pousio da lavoura, meses de maio a setembro, os valores totais são menores em relação ao período de manejo agrícola que se inicia no preparo do solo, comumente com utilização de herbicidas, seguido do ciclo vegetativo e colheita, comumente ocorrendo o uso de inseticidas e fungicidas.

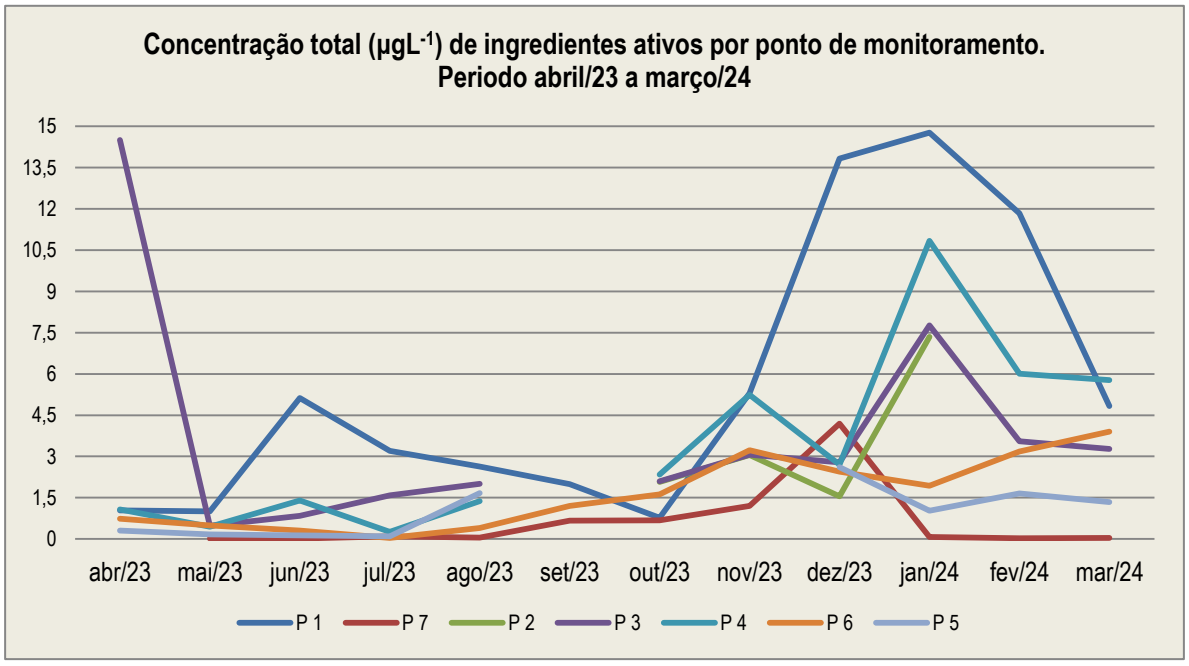

Figura 13: Concentração total de ingredientes ativos, detectada por ponto de monitoramento e por mês, durante todo período analisado. Fonte: elaborado pelos autores.

O valor das concentrações totais dos ingredientes ativos por classe agronômica nos pontos de monitoramento no período compreendido entre outubro/23 a março/24 em comparação ao período de pousio de maio a setembro/23 reforça a possível relação entre a contaminação identificada e o manejo da cultura, conforme apresentado nos gráficos abaixo (Figuras 14, 15 e 16).

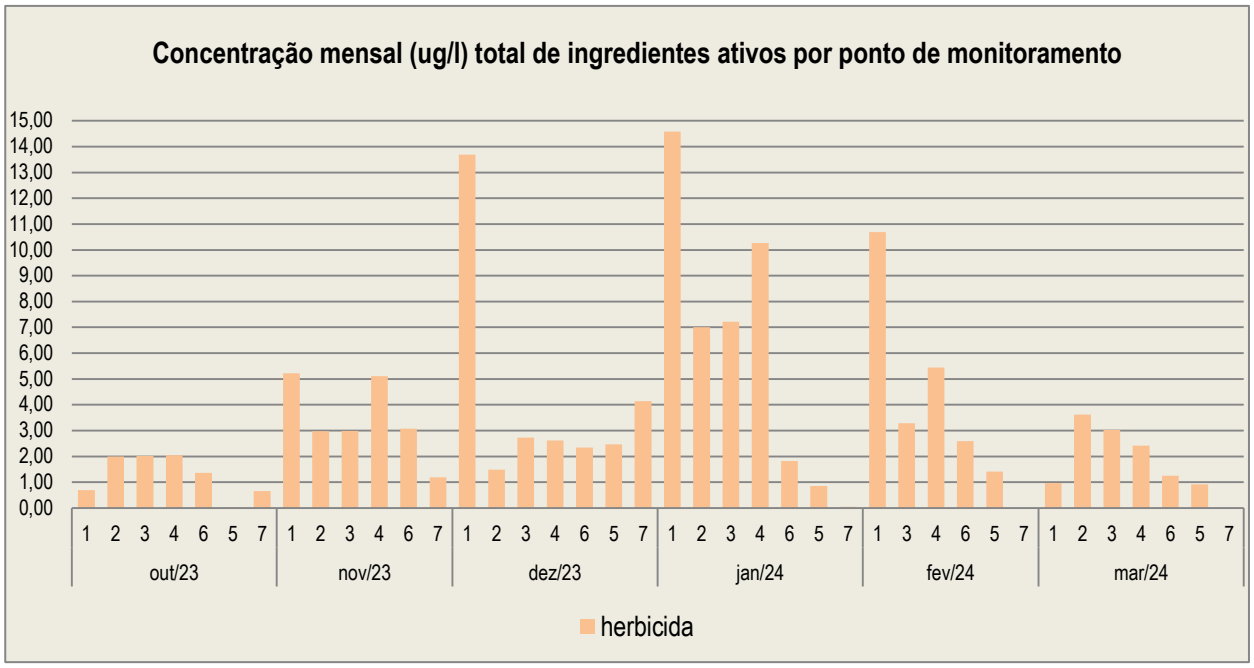

Figura 14: Valor da concentração total dos ingredientes ativos de herbicidas por ponto de monitoramento, no período de safra, outubro de 2023 a março de 2024. Fonte: elaborado pelos autores.

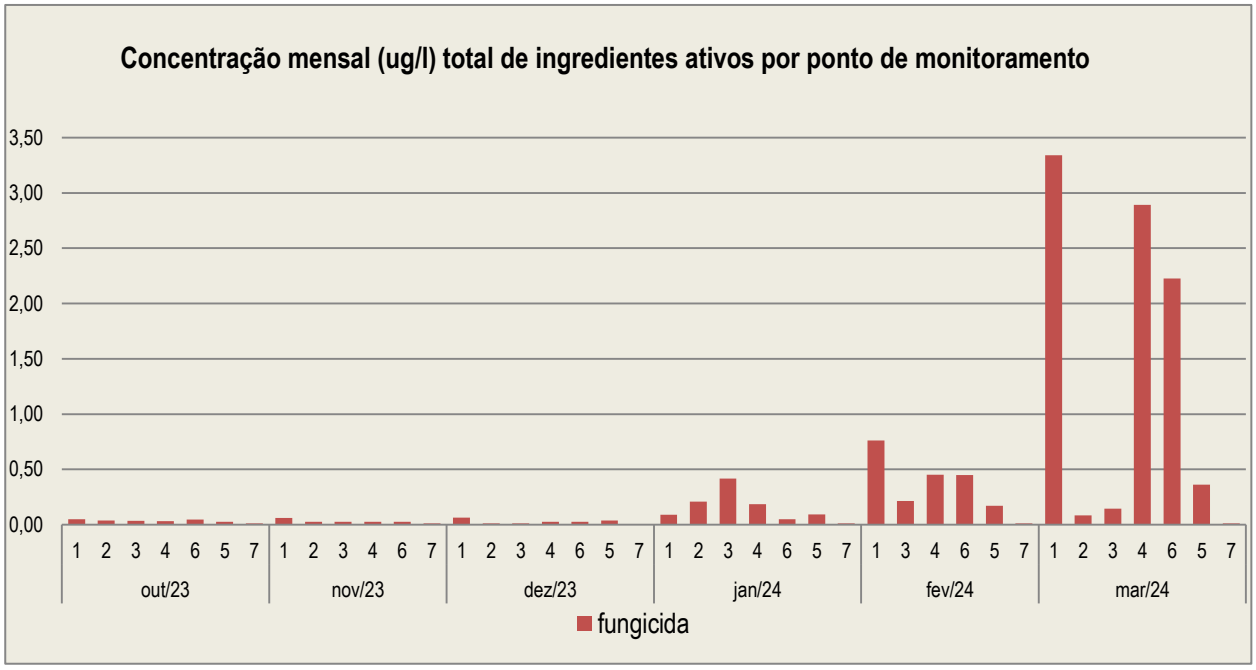

Figura 15: Valor da concentração total de ingredientes ativos de fungicidas por classe agronômica, no período de safra, outubro de 2023 a março de 2024. Fonte: elaborado pelos autores.

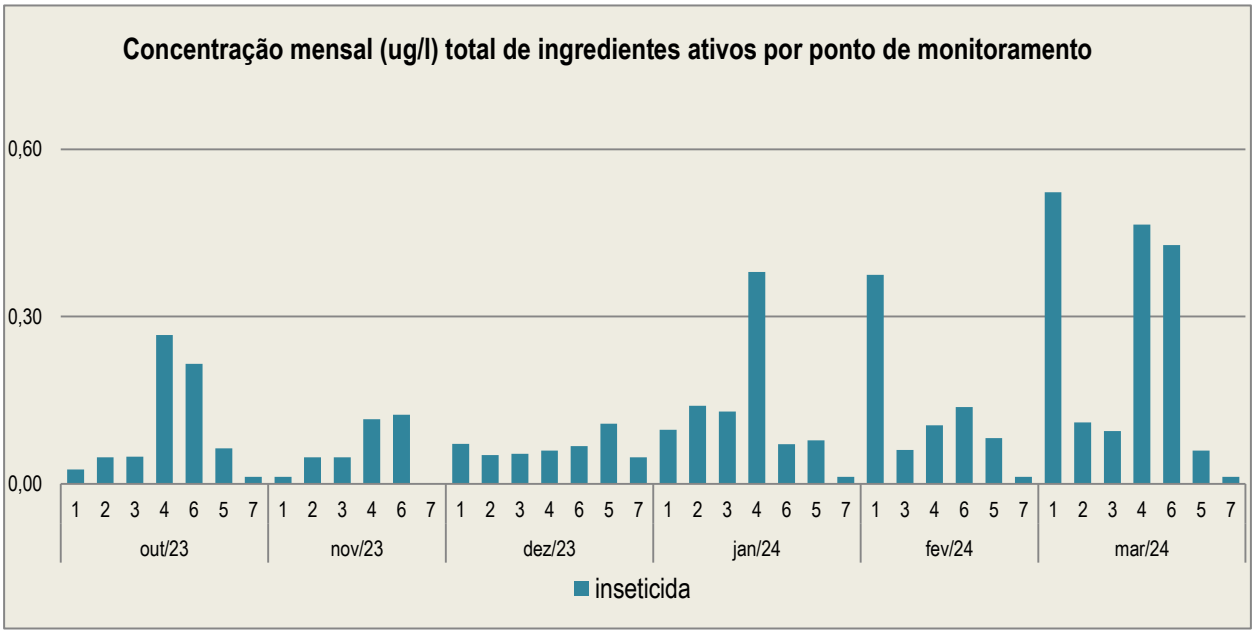

Figura 16: Valor da concentração total de ingredientes ativos de inseticidas por classe agronômica, no período de safra, outubro de 2023 a março de 2024. Fonte: elaborado pelos autores.

5. ECOTOXICIDADE

No sentido de avaliar o potencial ecotoxicológico dos ingredientes ativos identificados no período amostral, foram confrontados os resultados das análises laboratoriais das amostras coletadas de água e sedimento com os valores descritos de ecotoxicidade crônica e aguda para invertebrados aquáticos de água doce temperada, disponível no Banco de Dados de Propriedades de Pesticidas da IUAPC – União Internacional de Química Pura e Aplicada, desenvolvido pela Unidade de Pesquisa Agrícola e Ambiental (AERU) da Universidade de Hertfordshire, Reino Unido, para conhecimento dos valores de referência relativos a CE_{50} (agudo de 48 horas) e CENO (crônico de 21 dias) para o crustáceo *Daphnia sp* (Quadro 4).

A CE_{50} é a concentração real de uma amostra que causa um efeito agudo em 50% dos organismos no tempo de exposição em questão, ou seja, em uma faixa de 24 a 48 horas. Em contrapartida, o teste de toxicidade crônica, o CENO, aponta a máxima concentração em que não são observados sintomas ou efeitos adversos consideráveis nos organismos (*Daphnia*) durante o período de exposição, de aproximadamente 21 dias, contudo produz efeito sob um maior tempo de exposição.

Quadro 4: Riscos de toxicidade aguda e crônica para o crustáceo Daphnia sp.
Fonte: Pesticide Properties Database (PPDB).

Ingrediente Ativo	CE50 (agudo) mg/L	CENO (crônico) mg/L
2,4-D	134,2	46,2
acetamiprido	49,8	5
ametrina	28	0,32
AMPA	>100	15
azoxistrobina	0,23	0,044
bentazona	>100	101
boscalida	5,33	1,3
carbaril	0,0064	0,25
carbendazim	0,15	0,0015
ciproconazol	>22	0,023
clorantraniliprole	0,0116	0,00447
clorimurom etílico	>10	-
clorpirifós	0,0001	0,0046
clotianidina	>40	0,12
diclosulam	72	2,05
difenoconazol	0,77	0,0056
diurom	5,7	0,096
etoxissulfurom	307	1

fenoxicarbe	0,5	0,0000016
fipronil	0,19	0,068
flutriafol	67	0,55
glifosato	>100	12,5
hidróxido de fentina	0,0165	-
imazapique	>100	-
Imazapir	>100	97,1
imazetapir	>1000	103
imidacloprido	85	1,8
metomil	0,0076	0,0016
metsulfurom metílico	>43,1	3,13
nicossulfurom	90	5,2
penoxsulam	>100	2,95
pirazossulfurom etílico	700	-
propiconazol	10,2	0,31
propoxur	0,15	0,016
quincloraque	>29,8	-
saflufenacil	>98,2	1,33
simazina	1,1	2,5
tebuconazol	2,79	0,01
tetraconazol	3	0,19
tiametoxam	>100	100
triadimenol	51	0,1
triciclazol	34	0,96
trifloxistrobina	0,011	0,003

Nas amostras de sedimento do ponto 04, coletada em dezembro/23, e do ponto 05, de fevereiro/24, o composto fenoxicarbe apresentou concentração superior ao valor do CENO estabelecido no PPDB. Nestas amostras o ingrediente ativo estava presente em concentração superior ao limite de detecção (LOD), de 0,003 μgL^{-1} , estabelecido pelo método laboratorial de extração QuEChERS modificado e LC-MS/MS.

Todas demais amostras não apresentaram valores detectados de IA que ultrapassassem os índices para CE_{50} e CENO.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados analíticos do período amostrado, abril/23 a março/24, comprovaram a presença de 43 diferentes ingredientes ativos de agrotóxicos.

Os compostos identificados foram 2,4-D, acetamiprido, ametrina, azoxistrobina, bentazona, carbaril, ciproconazol, clorantraniliprole, clorimurom etílico, clorpirifós, clotianidina, diclosulam, diurom, etoxissulfurom, fipronil, flutriafol, imazapique, imazapir, imidacloprido, metomil, metsulfurom metílico, nicossulfurom, penoxsulam, pirazossulfurom etílico, propiconazol, propoxur, quincloraque, simazina, tetraconazol, tiametoxam, triadimenol, trifloxistrobina, glifosato e AMPA, detectados exclusivamente em amostras de água. Compostos carbendazim, imazetapir, suflafenacil, tebuconazol e triciclazol detectados em amostras de água e sedimentos. Boscalina, difenoconazol, fenoxicarbe e hidróxido de fentina detectados somente em amostras de sedimento. Os fungicidas foram identificados em 70% das amostras, herbicidas em 52% e inseticidas em 50%. O composto tebuconazol (fungicida) está presente em 61% das amostras, imazetapir (herbicida) em 44,7% e clorantraniliprole (inseticida) em 38,3%.

Dos 39 compostos identificados nas amostras de água, somente 4 ingredientes ativos constam nos padrões de qualidade para águas doces, Classes 1 e 2, da Resolução CONAMA Nº 357/2005, sendo eles: 2,4D, carbaril, glifosato e simazina.

Todas as amostras de água apresentaram valores de concentração abaixo dos máximos estabelecidos para potabilidade na Portaria Federal GM/MS Nº 888/2021 e Estadual nº 320/2014 SS/RS.

Em comparação a Diretiva (EU) 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 12/10/2013, que altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105CE no respeito às substâncias prioritárias no domínio da politica de água somente 3 compostos identificados estão relacionados, sendo clorpirifós, diuron e simazina, nenhum acima dos limites estabelecidos.

Foram identificados ingredientes ativos de uso irregular no Estado do Rio Grande do Sul, sem autorização para comercialização, sendo eles: ametrina, fenoxicarbe, propoxur e hidróxido de fentina. O composto carbendazim, proibido no Brasil em 8 de agosto de 2022, também foi identificado contudo sua presença no ambiente pode estar associada à degradação do tiofanato-metílico, ingrediente ativo ainda autorizado para uso e comercialização no país.

A análise da concentração total de ingredientes ativos conforme a classe agronômica, por ponto de monitoramento ao longo do período avaliado, pode expressar um padrão de comportamento de uso de agrotóxicos nas culturas agrícolas desenvolvidas na bacia hidrográfica em estudo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURSCHEID ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE S.A. (RS); SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMA) (RS). Departamento de Recursos Hídricos; COMITÊ GRAVATAHY (RS). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Gravataí: Relatório Final**. Porto Alegre, 5 jun. 2012. Disponível em: G010 - Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí - Sema - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Acesso em: 20 ago. 2024.

BRASIL, **LEI nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024**. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Lei/L15070.htm#art40. Acesso em: 16 jun. 2025.

BRASIL, **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_água_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS-FEPAM. **Qualidade da água superficial nas regiões hidrográficas do RS (Guaíba, Litoral e Uruguai)**. Porto Alegre, 52p. Disponível em: https://fepam.rs.gov.br/upload/arquivos/202306/02153953-relatorio-qualidade-das-regioes-hidrograficas-rs-2023.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler/RS-FEPAM. **Qualidade da água superficial na bacia hidrográfica do rio Gravataí**. Porto Alegre, 2021. 63p. Disponível em: https://fepam.rs.gov.br/upload/arquivos/202212/13173206-relatorio-da-qualidade-das-águas-superficiais-da-bacia-do-gravatai.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agro 2017: estabelecimentos agropecuários no Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html?localidade=43. Acesso em: 10 jun. 2024.

MAPBIOMAS – **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil**. Coleção 7.0. Disponível em https://mapbiomas.org Acesso em: 05 jul. 2024.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 3281-3293, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/grrnnBRDjmtcBhm6CLprQvN/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

PPDB - Banco de dados de Propriedade de Pesticidas. Unidade de Pesquisa Agrícola e Ambiental (AERU) da Universidade de Hertfordshire. Disponível em https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm Acesso em: 27 set. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria nº 320, de 10 de abril de 2014**. Disponível em: https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202009/30100210-portaria-n-320-2014.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

UNIÃO EUROPEIA, **Diretiva (EU) 2013/39/EU do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 12 de agosto de 2013**. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013L0039&qid=1749058312863. Acesso em: 10 abril. 2025.