

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

TAYNAH FURQUIM DALENOGARE

**MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM RECURSOS
HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO SUL – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**Itaqui
2022**

TAYNAH FURQUIM DALENOGARE

**MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM RECURSOS
HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO SUL – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Magali Kemmerich

**Itaqui
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

D139m Dalenogare, Taynah Furquim
Monitoramento de resíduos de agrotóxicos nos recursos
hídricos do RS - uma revisão bibliográfica / Taynah Furquim
Dalenogare.
27 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2022.
"Orientação: Magali Kemmerich".

1. água. 2. análises. 3. bioma Pampa. 4. contaminação . I.
Título.

TAYNAH FURQUIM DALENOGARE

**MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM RECURSOS
HÍDRICOS NO RIO GRANDE DO SUL – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

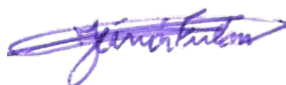
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 10, agosto de 2022.

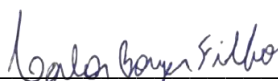
Banca examinadora:



Profa. Dra. Magali Kemmerich
Orientador
(UNIPAMPA)



Prof. Dr. Valcenir Junior Mendes Furlan
(UNIPAMPA)



Dr. Carlos Borges
(UNIPAMPA)

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Gilson e Cláudia Dalenogare, minhas irmãs, Larissa e Tayssa e ao Luiz Henrique Minetto, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de amor, carinho e compreensão.

RESUMO

O estado do Rio Grande do Sul (RS) é conhecido como grande produtor de diversas culturas, principalmente de arroz. A região do bioma Pampa abrange a metade Sul do RS. A globalização exige maior disponibilidade de alimentos. Dessa maneira, a agricultura necessita cada vez mais da utilização de compostos químicos como os agrotóxicos, efetivos no controle de pragas e capazes de elevar a produtividade. No entanto, a utilização desenfreada desses compostos químicos afeta os recursos hídricos da região, sendo potenciais contaminantes da água para consumo humano. Nesse sentido, torna-se evidente a necessidade de estudos analisando a contaminação das águas do RS, sobretudo da região do bioma Pampa. Visto que a agricultura é uma importante fonte econômica da população e que a região abriga importantes fontes hídricas, como o rio Uruguai. Portanto, o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos nos recursos hídricos do estado do RS, com enfoque na região do bioma Pampa.

Palavras-chave: água; análises; bioma Pampa; contaminação.

ABSTRACT

The state of Rio Grande do Sul (RS) is known as a major producer of several crops, mainly rice. The Pampa biome region covers the southern half of RS. Globalization requires greater availability of food. Thus, agriculture increasingly needs the use of chemical compounds such as pesticides, effective in pest control and capable of increasing productivity. However, the rampant use of these chemical compounds affect the region's water resources, being potential water contaminants for human consumption. In this way, the need for studies analyzing the contamination of water in the Pampa region becomes evident, since agriculture is an important economic source of the population and, also, the region has important water sources, such as the Uruguay River. Therefore, the objective of this work is to review the literature on the monitoring of pesticides residues in water resources in the state of RS, focusing on the Pampa biome region.

Keywords: water; analysis; Pampa biome; contamination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapeamento da cobertura vegetal, superfícies de água, usos antrópicos e áreas de transição do bioma Pampa.....	13
Figura 2 – Distribuição espacial das áreas plantadas (ha) de A) soja B) arroz nos municípios do bioma Pampa, nos anos de 2000 e 2015.....	14
Quadro 1 – Relação do total de artigos utilizados na pesquisa.....	11
Quadro 2 – Estudos sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos nas águas do RS.....	17
Quadro 3 – Estudos utilizando HPLC-DAD para análise de agrotóxicos em água.....	19

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DAD – Detector de Arranjo de Diodos, do inglês Diode Array Detector

DLLME – Microextração Líquido-Líquido Dispersiva, do inglês Dispersive Liquid-Liquid Micro-Extraction

GC – Cromatografia Gasosa, do inglês Gas Chromatography

HPLC – Cromatografia Líquida de Alta Performance, do inglês High Performance Liquid Chromatography

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IRGA – Instituto Rio-grandense do Arroz

LPE – Extração em Fase Líquida, do inglês Liquid-Phase Extraction

MMA – Ministério do Meio Ambiente

RS – Rio Grande do Sul

SPE – Extração em Fase Sólida, do inglês Solid-Phase Extraction

USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, do inglês United States Environmental Protection Agency

UV – Ultravioleta

VIS – Visível

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 METODOLOGIA.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Bioma Pampa.....	12
3.2 Cultura de arroz e soja.....	13
3.3 Contaminação hídrica.....	14
3.4 Agrotóxicos.....	15
3.5 Monitoramento de resíduos de agrotóxicos em água.....	17
3.6 Análise de resíduos de agrotóxicos.....	18
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
5 REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul (RS) é caracterizado pelo cultivo agrícola, sobretudo pela monocultura do arroz. No entanto, diante da valorização da soja internacionalmente, o cultivo da cultura foi impulsionado na metade sul do estado, ocupando áreas anteriormente destinadas ao pousio entre duas ou três safras de arroz (SANTOS; SILVA, 2011). A região do bioma Pampa é específica do RS e recobre 63% da área total do estado e 2% do território brasileiro (KUPLICH *et al.*, 2018a).

A conversão acelerada das áreas de campo para o cultivo da soja e outras monoculturas anuais, aliadas ao uso demasiado de agrotóxicos, configuram uma realidade preocupante no Pampa (CAPOANE; KUPLICH, 2018). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), o Pampa é o bioma que possui menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), visto que somente 3,3% de sua área está relacionada à proteção integral ou uso sustentável.

Nesse sentido, o uso desmoderado de compostos químicos, como agrotóxicos, pode contribuir com a degradação dos solos, águas e exposição da população a riscos. Segundo Bittencourt (2009), falando sobre os impactos sobre a água, deve-se considerar seriamente a lixiviação dos solos, poluição de fontes de águas subterrâneas e superficiais.

Levando em conta os mais variados efeitos toxicológicos provocados pelos agrotóxicos, o acompanhamento e a quantificação destes compostos são de extrema importância (VIEIRA *et al.*, 2007). Bortolotto e colaboradores (2020) mencionam que quando manuseados de maneira incorreta, herbicidas podem causar desde sintomas como leves dermatites, até doenças crônicas não transmissíveis, doença de Parkinson, Alzheimer, dentre outros graves problemas de saúde.

Parte da preocupação com a contaminação das águas do Pampa deve-se ao fato de que a região compreende duas bacias hidrográficas: Costeira do Sul e Rio Prata, as quais contemplam os rios Santa Maria, Uruguai, Jacuí, Ibicuí e o Vacacaí.

Dentre as técnicas modernas de análises de compostos orgânicos, a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detector de Arranjo de Diodos (HPLC-DAD, do inglês High Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detector) ocupa lugar de destaque, devido a sua capacidade de separação e quantificação de

compostos de diferentes polaridades, associada à rapidez, sensibilidade e reprodutibilidade.

No entanto, apesar dos avanços referentes ao desenvolvimento de técnicas analíticas eficazes na quantificação destes compostos e da preocupação com a contaminação dos solos e águas, ainda hoje, são escassos na literatura estudos com o objetivo de analisar a contaminação dos recursos hídricos no estado do RS, principalmente na região do bioma Pampa. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão de literatura sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em recursos hídricos do RS, elucidando tópicos pertinentes a essa temática.

2 METODOLOGIA

As etapas metodológicas partiram da caracterização da região e da agricultura, bem como principais culturas empregadas, disponibilidade hídrica e definição do problema. Para a pesquisa, foram reunidos artigos majoritariamente na língua portuguesa e inglesa indexados em plataformas como *Scielo*, *Research Gate*, *Science Direct* e *Scientia Chromatographica* e sites de órgãos governamentais. Foram utilizadas como palavras-chave na pesquisa: água, agrotóxicos, análises, bioma Pampa e Rio Grande do Sul.

No quadro 1, encontra-se a relação entre o número de artigos encontrados e respectivos assuntos abordados.

Quadro 1 – Relação do total de artigos utilizados na pesquisa.

Assuntos abordados	Número de artigos encontrados
Bioma Pampa, cultura de arroz e soja	26
Agrotóxicos	23
Recursos hídricos	10
Análises de resíduos de agrotóxicos em água	14

Fonte: Autora, 2022.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Bioma Pampa

A região do Bioma Pampa abrange a metade sul do RS, a qual compreende desde o litoral leste até a fronteira com a Argentina e o Uruguai, a oeste. Segundo Bencke (2016), a região apresenta diversidade de espécies e ecossistemas adaptados ao seu habitat e que normalmente não são encontrados nos demais biomas. E ainda, a maior parte do estado onde se situa o Pampa é constituído por aproximadamente 10% de água (HASENACK, 2020).

A agricultura é responsável pela renda e fixação das populações no meio rural, no entanto, por vezes também resulta no emprego de ações antrópicas que provocam impactos ambientais negativos (PERIS-SAMPEDRO *et al.*, 2015). Nesse sentido, a região pampeana vem sofrendo inúmeras perdas em território, contribuindo para um aumento expressivo na perda da biodiversidade por conta da conversão de solos para lavouras com cultivos agrícolas (especialmente soja) e silvicultura (MATTE, 2013; 2019; MOREIRA, 2019; MATTE e WAQUIL, 2020). Segundo Picolli e Schnadelbach (2007) de toda vegetação campestre e dos banhados característicos da região do Pampa, restam apenas 39%.

Hoje a cultura do arroz, que ocupa grandes áreas do Bioma Pampa está em fase de transição, passando para um sistema misto com as culturas de milho, sorgo, trigo e, principalmente, soja (KUPLICH *et al.*, 2018b). Conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Mapeamento da cobertura vegetal, superfícies de água, usos antrópicos e áreas de transição do Bioma Pampa.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2007.

3.2 Cultura de arroz e soja

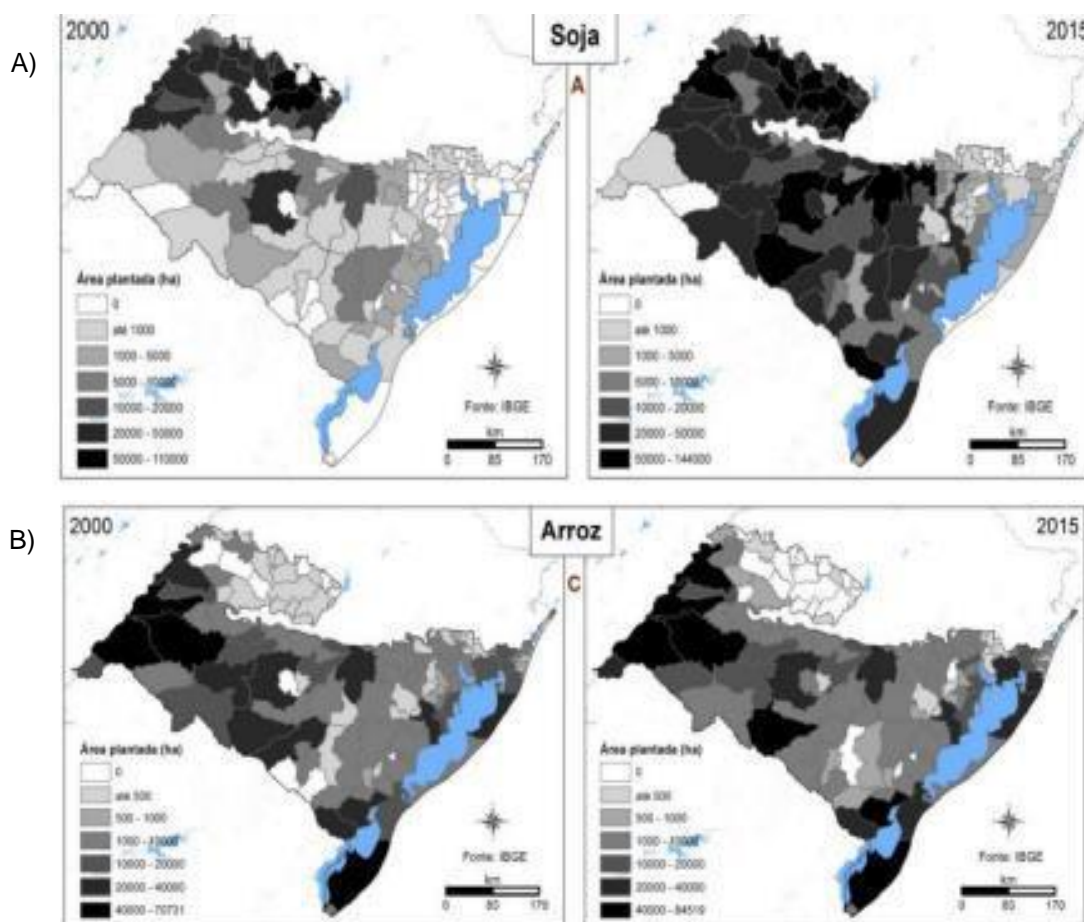
O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo, sendo um item essencial na mesa do consumidor. Com o avanço da produtividade no Brasil, o país tornou-se autossuficiente na produção do arroz, que é considerado uma cultura pioneira.

Segundo um levantamento feito pelo Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA, 2022) a produtividade média de arroz no RS está em 8.351 kg/ha.

No entanto, a utilização intensa dos solos do estado no cultivo do arroz pelo sistema convencional ocasionou a incidência de plantas invasoras nas áreas utilizadas com a cultura. Nesse sentido, a rotação de culturas surge como medida para a utilização de produtos químicos com diferentes mecanismos de ação, aumento da rentabilidade de produção e melhoria do uso do solo. Tornando mais fácil o manejo das plantas daninhas resistentes (MISSIO *et al.*, 2009).

A figura 2 representa a distribuição espacial das áreas plantadas com as culturas nos municípios do Pampa. A partir dela, é possível observar o avanço da cultura da soja na região.

Figura 2 – Distribuição espacial das áreas plantadas (ha) com as culturas de A) soja e B) arroz, nos municípios do bioma Pampa nos anos 2000 e 2015.



Fonte: KUPLICH *et al.*, 2018. Adaptado de IBGE.

3.3 Contaminação hídrica

A água é um recurso natural indispensável na manutenção da vida de todos os seres vivos, além de ser um importante insumo para a realização de inúmeras atividades antrópicas, sobretudo da agricultura e da indústria, exercendo uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, com forte impacto sobre a saúde pública (NETO, FERREIRA, 2007). Recursos hídricos referem-se aos corpos de água (subterrâneas, córregos, rios, riachos, lagos) existentes em uma dada região, cuja utilização é voltada para suprir demandas/necessidades da população ou auxiliar no desenvolvimento das atividades humanas (DA SILVA *et al.*, 2021).

O Bioma Pampa é composto por duas bacias hidrográficas: Costeira do Sul e Rio da Prata, abrangendo os rios Santa Maria, Uruguai, Jacuí, Ibicuí e Vacacaí (COLLARES *et al.*, 2021). E ainda, a região é responsável por guardar parte do

aquífero Guarani, considerado um dos maiores reservatórios subterrâneos de água doce do mundo, com um volume de aproximadamente 55 mil km³, 1800 metros de profundidade máxima e uma capacidade de recarregamento de 166 km³ por ano (MMA, 2013).

Múltiplos fatores podem servir para a redução da disponibilidade da água, entre eles a escassez natural, contaminação físico-química e a contaminação biológica. Segundo Soares, Silva (2018) e Saraiva, Leão (2015), a contaminação das águas, aliada à precária remoção de contaminantes pelos métodos convencionais de tratamento de esgoto e água para consumo humano e ainda, com a flexibilização de normas ambientais, colocam a população em situação de risco.

É fato que parte dos problemas da contaminação da água deve se à contaminação por agrotóxicos, devido ao uso excessivo ou o manejo inadequado destes compostos, visto que a contaminação dos solos por agrotóxicos torna os rios receptores destes poluentes.

Segundo o Ministério da Saúde (2006) a contaminação da água pelo uso de herbicidas acontece de forma difusa, na qual os poluentes chegam aos corpos d'água distribuídos ao longo de sua extensão. Ou seja, a contaminação da água por herbicidas pode ocorrer diretamente pela deriva das pulverizações das aéreas e indiretamente através da erosão de solos contaminados, também podendo ocorrer pelo escoamento superficial e pela lixiviação, e, ainda, pelo descarte e lavagem de tanques e embalagens desses produtos (SOARES, 2011). O grau do risco que esses contaminantes representam à saúde depende de quão tóxicos eles são, de sua quantidade na água e do grau diário de exposição (USEPA, 2019).

Outra questão relevante no assunto é a dificuldade de detecção e quantificação desses contaminantes químicos, devido as baixas concentrações em que são encontrados e a exigência por técnicas analíticas sensíveis (LUO et al., 2014; BILGEHAN et al., 2017).

3.4 Agrotóxicos

A Lei Federal nº 7.802 de 11/07/89, regulamentada pelo Decreto nº 98.816, no seu artigo 2, inciso I (BRASIL, 1989), define o termo agrotóxico e afins como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas

pastagens, na proteção de florestas nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas, como também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, assim como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Segundo dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2018) as regiões Centro Oeste e Sul do Brasil são as que mais utilizam agrotóxicos, correspondendo respectivamente a 33,07% e 30,61% do montante utilizado em todo país, sendo que somente no estado do Rio Grande do Sul são utilizados 11,32%. No ano seguinte, a mesma fonte expõe que no ano de 2018, os agricultores brasileiros utilizaram 549 mil toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos, cerca de 51,6% a mais do que no ano de 2010 (IBAMA, 2019).

Os impactos causados pelo manejo inadequado destes compostos, vão desde a modificação da composição do solo, passando pela contaminação da água e do ar, podendo intervir nos organismos vivos terrestres e aquáticos, alterando sua morfologia e função dentro do ecossistema (LOPES, ALBUQUERQUE, 2018).

Em relação à contaminação hídrica, Grützmacher e colaboradores (2008), alegam que a degradação de algumas das moléculas encontradas nestes produtos químicos é demorada, podendo persistir por anos nos ecossistemas, culminando em inúmeros problemas de cunho ambiental e social. Noronha e Almeida (2017) verificaram que os fatores de risco em relação à intoxicação por agrotóxicos ocorrem, em alguns casos, do modo de produção agrícola, condições de trabalho e da falta de orientação e inadequações no manejo dos produtos.

Outro fator citado em alguns dos trabalhos disponíveis é o baixo índice de escolaridade de parte da população responsável pelo manejo destes compostos (RISTOW et al., 2020; MOURA et al., 2018). Corcino e colaboradores (2019) verificaram em um estudo que o maior índice de intoxicações ocorreu entre pessoas não alfabetizadas, comprovando que socialmente, essa questão deve ser levada em consideração. Não bastando, Vasconcellos e colegas (2019), constataram que o baixo nível escolar pode dificultar a leitura dos rótulos e o entendimento sobre os efeitos nocivos dos agrotóxicos.

De acordo com Trevisan (2002), é necessário que se haja uma adequação da legislação brasileira para que, na avaliação do risco toxicológico ocupacional, não

seja abordada apenas a avaliação toxicológica dos agrotóxicos, mas também a exposição decorrente de seu manuseio e consequente caracterização do risco, ou seja, não é só o produto que importa na intoxicação dos trabalhadores, mas sim a falta de políticas públicas que auxiliem no manuseio dos produtos e posterior exposição dos trabalhadores.

3.5 Monitoramento de resíduos de agrotóxicos na água

Diante do exposto anteriormente, principalmente sobre os efeitos adversos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana, torna-se indispensável a análise e o monitoramento de resíduos destes compostos nas águas. Levando em conta que o consumo diário de água contaminada pode causar efeitos tóxicos, como câncer testicular (MCGLYNN; TRABERT, 2012), anencefalia (ALBERTO et al., 2010), e danos no sistema renal (ROBBIANO et al., 2004; SIDDHARTH et al., 2012).

Através de métodos analíticos multirresíduos de agrotóxicos é possível detectar e quantificar a presença destes compostos no meio ambiente, possibilitando a ação de medidas que eliminem ou controlem a contaminação (LIMA BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013). No RS, existem trabalhos de monitoramento de agrotóxicos em lavouras de arroz irrigado (MATTOS et al., 2002), em bacias hidrográficas específicas, como as dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim (MARCHEZAN et al., 2007), ou em rios específicos, como o Canal de São Gonçalo e Rio Piratini (GRUTZMACHER et al., 2008).

No quadro 2 encontram-se estudos de diferentes autores com o objetivo de analisar resíduos de agrotóxicos em recursos hídricos do estado.

Quadro 2 – Estudos sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em águas do RS.

Origem da amostra	Compostos	Local	Referências
Rio Jacuí Água Tratada Água da torneira	propiconazol tebuconazol tetraconazol	Cachoeira do Sul	OLIVEIRA et al., 2020.

continua

continuação

Origem da amostra	Compostos	Local	Referências
Arroio Touro Passo Rio Cambaí Rio Inhanduí Rio Ibicuí da Armada Rio Vacacaí Rio Santa Maria Arroio Grande Rio Telho Lagoa da Mangueira Arroio Velhaco Arroio das Capivaras Arroio Araçá Rio Gravataí Rio Capivari Lagoa dos Barros Rio Vacacaí Rio Jacuí Rio Vacacaí	clomazone quincloraque penoxsulam imazethapyr imazapic carbofuran 3-hydroxy-carbofuran fipronil tebuconazole	Uruguaiana Itaqui Alegrete Rosário do Sul São Gabriel Dom Pedrito Arroio Grande Jaguarão Santa Vitória do Palmar Arambaré Tapes Barra do Ribeiro Viamão Capivari do Sul Santo Antônio da Patrulha Restinga Seca Cachoeira do Sul São Sepé	SILVA, 2009.
Rio Vacacaí Rio Vacacaí-Mirim	clomazone quincloraque propanil bentazona imazethapyr 2,4-D Carbofurano	Distrito do Passo do Verde Distrito do Passo da Lagoa Distrito do Passo do Rocha Rio São Sepé Rio Santa Bárbara Três Barras Arroio do Meio Arroio do Só Restinga Seca	MARCHEZAN et al., 2010.

Fonte: Autora, 2022.

3.6 Análise de resíduos de agrotóxicos

Primeiramente, em meados de 1950 as análises de resíduos de agrotóxicos em amostras ambientais eram determinadas utilizando a Cromatografia Gasosa (GC, do inglês Gas Chromatography). No entanto, aos poucos a Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC, do inglês High Performance Liquid Chromatography)

ganhou espaço devido às vantagens que apresenta, como alto poder de concentração dos analitos sem a necessidade do uso de solventes e capacidade de analisar compostos não voláteis (LORD et al., 2000).

De acordo com Valécio (2018), a HPLC é uma das técnicas mais utilizadas nos laboratórios de controle de qualidade ao redor do mundo. Este método baseia-se na diferente distribuição dos analitos e componentes da matriz por polaridade entre uma fase estacionária e a fase móvel (um líquido). A extração em fase sólida baseia-se na adsorção dos analitos em sorventes sólidos, cuja escolha depende da interação entre o sorvente e os analitos em si (SAMSIDAR et al., 2018). A DLLME tem como objetivo promover uma rápida interação entre a amostra e o extrator, e um solvente extrator (apolar, imiscível em água e tipicamente mais denso que a água) que tem por objetivo extrair os analitos (DELPINO, 2017).

O quadro 3 apresenta estudos com o objetivo de analisar a contaminação de diferentes amostras de água por agrotóxicos, utilizando HPLC.

Quadro 3 – Estudos utilizando HPLC-DAD para a análise de agrotóxicos em águas.

Origem da amostra	Compostos	Coluna	Fase Móvel	λ, nm	Preparo da Amostra	Referências
Rio	imidacloprido	C18 - 5 μ m dimensões: 250x4,6mm	clorofórmio e acetonitrila	200	DLLME	STUKER, 2017.
Lavoura de arroz irrigado	quincloraque	C18 - 5 μ m Dimensões: 250x4,6mm	água ultrapura e metanol	190	SPE	DE VICCARI, 2009.
Lavoura de arroz irrigado	tiametoxan	C18 - 4 μ m Dimensões: 250x4,6mm	acetonitrila e água	220	SPE	SOUZA, 2017.

Fonte: Autora, 2022.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do RS destaca-se no cenário Brasileiro de agricultura. A região do bioma Pampa possui fontes hídricas de água de alta qualidade, sendo assim, faz-se necessário o emprego de técnicas capazes de determinar e quantificar resíduos de agrotóxicos nas águas do estado, principalmente nessa região, visto que a agricultura é uma importante fonte de renda da população. A técnica de HPLC-DAD foi bastante citada nos trabalhos encontrados, devido a sua eficiência em quantificar esses compostos quando em baixas concentrações e a capacidade de detecção de compostos apolares. Conclui-se também a necessidade de ações voltadas a capacitação de agricultores, pois estudos disponíveis na literatura alegam que uma das possíveis fontes de contaminação pode estar relacionada com questões sociais, como baixo índice de escolaridade.

5 REFERÊNCIAS

ALBERTO, M. V; GALDOS, A. C. R; MIGLINO, M. A; SANTOS, J. M. Anencefalia: Causas de uma malformação congênita. **Revista Neurociencia**. 18. p. 2, 244-248. 2010.

BARENHO, C. Falta de Política de Conservação e Preservação Ambiental promove a conversão do Bioma Pampa Gaúcho em monoculturas de eucalipto. **Blog centro de estudos ambientais**. 2008. Disponível em: <https://centrodeestudosambientais.wordpress.com/2008/12/17/falta-de-politica-de-conservacao-e-preservacao-ambiental-promove-a-conversao-do-bioma-pampa-gaucho-em-monoculturas-de-eucalipto/>. Acesso em: 23 jul. 2022.

BENCKE, A; CHOMENKO, L; BENCKE, G. A. **Nosso Pampa Desconhecido**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 2016. p. 61-75.

BILGEHAN, N; TAYLAN, D; HAVYA, A; EMIM, A; YEL, E. Treatment alternatives for micropollutant removal in wastewater. *University Selcuk Journal of Engineering, Science and Technology*. 5. 2017. p. 133-143.

BITTENCOURT, V, L. Impactos da agricultura no meio-ambiente: Principais tendências e desafios. **Revista Economia & Tecnologia**. 5. 2009.

BORTOLOTTI, C; HIRSCHMANN, R; MARTINS-SILVA, T; FACCHINI, A. Exposição a agrotóxicos: estudo de base populacional em zona rural do sul do Brasil. **Revista brasileira de epidemiologia**. 23. 2020.

BRASIL, Lei Federal nº 7.802, de 12 de julho de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de julho de 1989. Artigo 2. inciso 1. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1989/lei-7802-11-julho-1989-356807-%20publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CAPOANE, V; KUPLICH, T. **Expansão da agricultura no bioma Pampa**. Região de Estudos Ambientais, 2018.

CHABRA, S.; GLEASON, C. A. Gastroschisis: Embryology, Pathology, Epidemiology. **NeoReviews**. 6. 11. 2005. p. 493-499.

COLLARES, B; BRENDLER, N; GUERRA, J. P. Aplicabilidade de um programa de Incentivo à conservação ambiental norte-americano (CRP) no Bioma Pampa. **Revista Científica Agropampa**. 1. n. 1. 2021. p. 86-106.

CORCINO, C. O., et al. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. 24. 2019. p. 3117-3128.

DA SILVA, F. L. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 14. n. 3. 2021. p. 1626-1653.

DELPINO, I, S. **Determinação de contaminantes em óleo diesel por ICP-OES empregando a microextração líquido-líquido dispersiva em fase reversa**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

GABARDO, R. P. Determination of atrazine and main metabolites in natural waters based on a simple method of QuEChERS and liquid chromatography coupled to a diode-array detector. **Microchemical Journal**. 168. 2021. p. 106392.

GRÜTZMACHER, D, D. et al. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 12. 2008. p. 632-637.

HASENACK H; CORDEIRO J. L. P; Costa B. S. C. Cobertura vegetal atual do RioGrande do Sul In: Sustentabilidade produtiva no Bioma Pampa. II SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL (eds. Dall'agnol M, Nabinger C, Sant'ana DM & Santos. RJ). **Departamento de Forrageiras e Agrometeorologia – UFRGS**, Porto Alegre. 2020. pp. 15-22.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos:** Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil de 2000 a 2018. Brasília: Ibama, 2018. Disponível em: www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#historicodecomercializacao. Acesso em: 14 jul. 2022.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos:** Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil de 2000 a 2019. Brasília: Ibama, 2019. Disponível em: www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#historicodecomercializacao. Acesso em: 14 jul. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/?id_pe. Acesso em 24 ago. 2022.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Safra 2020/2021 chega ao fim com produtividade recorde no RS.** Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/novo-levantamento-da-colheita>. Acesso em: 7 jul. 2022.

KUPLICH, T. M.; CAPOANE, V.; COSTA, L. F. F. O avanço da soja no bioma Pampa. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul.** 31, 83 – 100. 2018. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4102>. Acesso em: 22, jul de 2022.

LIMA, B. T. O.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM.** 8. n. 0. 2013. p. 329.

LOPES, C. V. A; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Revista Saúde e Debate.** 42(117). 2018. p. 518-534.

LORD, H; PAWLISZYN, J. Evolution of solid-phase microextraction technology. **Journal of Chromatography.** 885. n. 1-2. 2000. p. 153-193.

LUO, Y., et al. A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. **Science of the Total Environment.** 473-474. 2014. p.619-641.

MARCHEZAN, E., et al. Rice herbicide monitoring in two brazilian river during the rice growing season. **Scientia Agricola.** v.64. 2007. p.131-137.

MARCHESAN, E., et al. Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**. 40. 2010. p. 1053-1059.

MATTE, A; WAQUIL, D, P. Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. **Natural Hazards**. 102, n. 1. 2020. p. 469-488.

MATTE, A. **Vulnerabilidade, Capacitações e meios de vida dos pecuaristas de corte da Campanha Meridional e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul**. Dissertação (mestrado) Programa de pós-graduação em Desenvolvimento Rural. UFRGS, Porto Alegre, 2013.

MATTOS, M.L.T. et al. Monitoramento ambiental do glifosato e do seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. 12. 2002. p.145-154.

MCGLYNN, A, K; TRABERT, B. Adolescent and adult risk factors for testicular cancer. **Nature Reviews Urology**. 9. n. 6. 2012. p. 339-349.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA: **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file>. Acesso em 13 de jul. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília, Brasil. Disponível: <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/cadastro-nacional-de-ucs>. Acesso em 20 jul. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. MS. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília. 2006. 212 p. – p.58. 2006. 29 Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

MISSIO, E. L. et al. Desempenho de genótipos de soja em solo hidromórfico de Várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. 16. n.1 e 2. 2010. p.23-229.

MOREIRA, J. G. **Transformações produtivas no Pampa brasileiro**: As mudanças na bovinocultura de corte diante do avanço da soja. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2019. 111 p.

MOURA, L. T. R; ANINGER P. R. L. de C; BARBOSA, A. V; BEDOR, C. N. G. Caracterização epidemiológica de trabalhadores com câncer em uma região

de fruticultura irrigada. **Revista Baiana de Saúde Pública**. 2018. 42(1), 7-25.

NETO, F, M; FERREIRA, A, P. Perspectivas da sustentabilidade ambiental diante da contaminação química da água: desafios normativos. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**. 2. n. 4, 2007.

NORONHA, M. S. de M., ALMEIDA, M. E. de. Saúde do trabalhador e fonoaudiologia: percepções de agricultores irrigantes expostos a produtos ototóxicos. **Revista Baiana de Saúde Pública**. 41(4). p. 947-964.

OLIVEIRA, E, L., et al. Contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Research, Society and Development**. Vargem Grande Paulista: CDRR Editors, 2016-. 9. n. 9. e242997128. 2020.

PERIS-SAMPEDRO, F. Chronic exposure to chlorpyrifos triggered body weight increase and memory impairment depending on human apoe polymorphisms in a targeted replacement mouse model. **Physiology & Behavior**. 144. 2015. p. 37- 45.

PICOLLI, L.R., SCHNADELBACH, C. V. [coord.] O Pampa em Disputa: A biodiversidade ameaçada pela expansão das monoculturas de árvores – **Amigos da Terra Brasil**. Porto Alegre, 2007.

RIBANI, M.; BOTOLLI, G. C; COLLINS, H. C; JARDIM, C. S. F. I; MELO, F. C. L. Validação de Métodos Cromatográficos e Eletroforéticos. **Química Nova**. 45. No. 3. 2022. p. 263-26.

RISTOW, L. P., BATTISTI, I. D. E., STUMM, E. M. F., MONTAGNER, S. E. D. Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. **Revista Saúde e sociedade**. 29(2). 2020. p. 1-11.

ROBBIANO, L.; BARONI, D.; CARROZZINO, R.; MERETO, E.; BRAMBILLA, G. DNA damage and micronuclei induced in rat and human kidney cells by six chemicals carcinogenic to the rat kidney. **Toxicology**. 204. n. 2–3. 2004. p. 187- 195.

SAMSIDAR, A.; SIDDIQUEE, S.; SHAARANI, S.M. A review of extraction, analytical and advanced methods for determination of pesticides in environment and foodstuffs. **Trends in Food Science & Technology**. 2018. 71, p. 188-201.

SANTOS, S.; SILVA, L. G. Mapeamento por imagens de sensoriamento remoto evidencia o bioma Pampa brasileiro sob ameaça. **Boletim de Geografia**. Maringá. 29. n. 2. doi: 10.4025/bol geogr.v29i2.12366. 2011. p. 49-57.

SARAIVA, S., A.F.; LEÃO, M. M. D. **Contaminação dos mananciais por micropoluentes e a precária remoção desses contaminantes nos tratamentos convencionais de água para potabilização.** Belo Horizonte. 14. 2015. p. 36-85.

SIDDHARTH, M., et al. Study on organochlorine pesticide levels in chronic kidney disease patients: association with estimated glomerular filtration rate and oxidative stress. **Journal of biochemical and molecular toxicology.** 26. n. 6. 2012. p. 241-247.

SILVA, A. **Validação de Métodos Analíticos para controlo de qualidade de um medicamento por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).** Tese de Doutorado. 2016.

SILVA, D, R, O, da., et al. Monitoramento de agrotóxicos em águas superficiais de regiões orizícolas no sul do Brasil. **Ciência Rural.** 39. 2009. p. 2383-2389.

SOARES, A. F. S., SILVA, L. F. M. Gestão da Qualidade das Águas: Considerações Técnicas acerca dos Padrões de Lançamento de Esgoto em Minas Gerais. In: IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2018, São Bernardo do Campo/SP. **Gestão ambiental e o meio urbano.** 9. 2018.

SOARES, C. F. **Época de supressão da irrigação e manejo pós colheita: efeitos na produtividade do arroz na qualidade da água, de grãos e sementes.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2020. p. 65.

STÜKER, M. **Determinação de resíduos de agrotóxicos em água empregando microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME) e cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por arranjo de diodos (HPLC-DAD).** Universidade Federal de Santa Maria. Curso de química bacharelado. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017.

TREVISAN, R, M, de S. **Regulamentação do registro de agrotóxicos: abordagem da avaliação da exposição e do risco toxicológico ocupacional.** Campinas, SP: [s.n.], 2002.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Ground Water and Drinking Water: National Primary Drinking Water Regulations.** Estados Unidos. USEPA. 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-waterregulations>. Acesso em: 9 jul. 2022.

VALÉCIO, M. Como escolher um HPLC para o controle de qualidade na indústria farmacêutica. **Instituto de ciência, tecnologia e qualidade.** 2018. Disponível em: <https://ictq.com.br/industria-farmacautica/641-como-escolher-um-hplc-para-o->

controle-de-qualidade-na-industria-farmaceutica. Acesso em 10 jul. 2022.

VASCONCELLOS, P. R. O. RIZOTTO, M. L. F., MACHINESKI, G. G., COSTA, R. M. Condições da exposição a agrotóxicos de portadores da doença de Parkinson acompanhados no ambulatório de neurologia de um hospital universitário e a percepção da relação da exposição com o adoecimento. **Revista Saúde em debate.** 43(123). 2019. p. 1084-1094.

VICCARI, M. C. de. **Determinação de bispiribaque-sódio, quincloraque e tebuconazol em água de lavoura de arroz irrigado empregando SPE E HPLC-DAD.** 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

VIEIRA, H.P; NEVES, A.A; QUEIROZ, M.E.L.R. de. Otimização e validação da técnica de extração líquido-líquido com partição em baixa temperatura (ELL PBT) para piretróides em água e análise por CG. **Química Nova.** 30. n. 3. 2007. p.535-540.

WAQUIL, P, D. et al. (Org.). **Pecuária familiar no Rio Grande do Sul: história, diversidade social e dinâmicas de desenvolvimento.** Porto Alegre. Editora da UFRGS. 2016.

WELTER, T. **Determinação multirresíduos de agrotóxicos em águas de poços de captação utilizados para o consumo humano na zona rural de Cerro Largo.** 2022.

ZUBAIRI, N; AMIRAH, A., et al. Assessment of imidacloprid removal from agricultural runoff by the bioretention treatment train system. **Environmental Advances.** 7. 2022. p. 100156.