

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

SUELEN AMANDA RODRIGUES

**A PRESENÇA DE AGROTÓXICOS NA ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE
TUPÃ-SP (2014–2024): UMA ANÁLISE A PARTIR DOS DADOS DO SISAGUA E
DAS PORTARIAS DE POTABILIDADE**

Tupã

2026

SUELEN AMANDA RODRIGUES

**A PRESENÇA DE AGROTÓXICOS NA ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE
TUPÃ-SP (2014–2024): UMA ANÁLISE A PARTIR DOS DADOS DO SISAGUA E
DAS PORTARIAS DE POTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Tupã, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento.

Linha de pesquisa: Sociedade e Natureza

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliane C. Forti

Coorientador: Prof. Dr. Michel E. Dantas
Chaves

**TUPÃ
2026**

R696p Rodrigues, Suelen Amanda

A presença de agrotóxicos na água tratada do município de Tupã-SP (2014–2024) : uma análise a partir dos dados do Sisagua e das portarias de potabilidade / Suelen Amanda Rodrigues. -- Tupã, 2026

88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã

Orientadora: Juliane Cristina Forti

Coorientador: Michel Eustáquio Dantas Chaves

1. Agrotóxico. 2. Abastecimento de água. 3. Águas potavel normas. 4. Água poluição legislação. I. Título.

Impacto potencial desta pesquisa

Esta pesquisa apresenta impactos sociais ao analisar a presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano no município de Tupã-SP. Potencialmente, os resultados podem contribuir para ampliar o conhecimento da população sobre a qualidade da água, alertando sobre os riscos à saúde associados à exposição a agrotóxicos e contribuindo para a criação de políticas públicas para melhorar a qualidade da água, incentivando a proteção dos recursos hídricos e o direito à água limpa e segura.

Potential impact of this research

This research presents social impacts by analyzing the presence of pesticides in water intended for human consumption in the municipality of Tupã-SP. Potentially, the results can contribute to increasing public knowledge about water quality, raising awareness about the health risks associated with exposure to pesticides and contributing to the creation of public policies to improve water quality, encouraging the protection of water resources and the right to clean and safe water.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: A PRESENÇA DE AGROTÓXICOS NA ÁGUA TRATADA DO MUNICÍPIO DE TUPÃ-SP (2014-2024): UMA ANÁLISE A PARTIR DOS DADOS DO SISAGUA E DAS PORTARIAS DE POTABILIDADE

AUTORA: SUELEN AMANDA RODRIGUES

ORIENTADORA: JULIANE CRISTINA FORTI **COORIENTADOR:** MICHEL EUSTÁQUIO DANTAS CHAVES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **JULIANE CRISTINA FORTI**
Data: 13/03/2026 12:00:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. JULIANE CRISTINA FORTI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE

Documento assinado digitalmente
 **THAYRES DE SOUSA ANDRADE**
Data: 13/03/2026 12:14:28-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.ª Dr.ª THAYRES DE SOUSA ANDRADE (Participação Virtual)
Engenharia Ambiental e Sanitária / Universidade Federal do Ceará - Campus de Crateús

Documento assinado digitalmente
 **FELIPE ANDRÉ DOS SANTOS**
Data: 14/03/2026 16:12:37-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. FELIPE ANDRÉ DOS SANTOS (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia de Biosistemas / UNESP / Câmpus de Tupã - FCE

Tupã, 13 de março de 2026.

Ao meu pai, *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

No percurso da realização desta pesquisa, algumas pessoas foram realmente especiais por se manterem presentes. Quando digo presença, refiro-me àquela que Débora Diniz e Ivone Gebara (2022) evocam como ser capaz de “acalentar”. Essa presença me acalentou tanto pelos ouvidos atentos às minhas falas (marcadas, em alguns momentos, pelo desassossego da vida acadêmica), quanto pelo apoio às minhas escolhas e decisões. Apesar de muitos infortúnios, eu tenho a sorte de ter ao meu lado pessoas que me amam e com as quais eu compartilho a esperança de um mundo melhor.

Em relação a minha família, agradeço em especial a duas mulheres: minha mãe e minha irmã. Mãe, para mim, não se refere apenas a um papel biológico, mas a uma força ancestral que nos sustenta e nos ensina. Como parte da minha história e do meu caminho, tive uma mãe que, com coragem, nutriu física e emocionalmente sua família. Junto a ela, minha irmã, que, na condição de mais velha, muitas vezes assumiu o papel de segunda mãe. Com essas duas mulheres aprendi sobre o poder do afeto e a resistência silenciosa do amor. Elas me acolhem, me formam, são meu porto e minha matriz.

Ao meu irmão, Dorival, professor de filosofia, agradeço pelas conversas e pelos constantes questionamentos. Você me lembra que a dúvida não é fraqueza, mas parte fundamental do pensar e do existir. Obrigada por cada momento em que nos sentamos para debater algum assunto e que se tornam um convite para rever certezas.

Essa pesquisa também foi possível porque, ainda quando era apenas um conjunto de ideias soltas, encontrei escuta na Nayara e Felipe. Atentamente, eles sempre estavam dispostos a me ouvir. A eles, expresso minha gratidão, em especial a Nayara, amiga de infância. Ao refletir sobre nossa amizade, recorro a bell hooks, que, ao falar do amor como força transformadora nos lembra que as relações de amizade também são espaços de solidariedade e de luta por emancipação.

Ainda no rol de amigos, agradeço ao Du (Jim Duran), cuja sensibilidade poética tantas vezes me alcançou nos dias mais corridos. Em meio às tarefas e preocupações do cotidiano eu era surpreendida com alguma de suas mensagens, quase sempre acompanhadas de um poema. Ele pode não saber, mas essas palavras

sempre me vestiam como um abraço, um lembrete de delicadeza em meio ao caos da vida. Ter um amigo poeta é, sem dúvida, um privilégio.

Agradeço também às minhas amigas Rosely Franco e à Letícia Ferreira. Vocês torceram desde o início, para que este trabalho ficasse pronto. A vocês, sou grata pelo carinho e pelo apoio constantes. Vocês fazem parte dessa família que temos o privilégio de escolher!

Durante o mestrado, tive um período de trabalho no Museu Índia Vanuïre e, naquela ocasião, pude contar com a Tina, pesquisadora que me indicou leituras importantes na reflexão e construção dessa pesquisa. Também agradeço ao Fernando, companheiro nas escalas de trabalho, que tornava os dias mais leves e divertidos. Em meio a nossa pausa diária, pouco antes do almoço, enquanto comíamos alguma fruta, sempre havia um momento para falar da pesquisa ou comentar sobre alguma leitura interessante. Essas pequenas pausas entre nossos afazeres eram lembretes de que a vida deve existir para além da produtividade. A ambos deixo minha admiração e respeito.

Ainda no Museu, também pude conhecer a indígena Kaingang Susi e o indígena Guarani Nhandewa Elizeu, que generosamente compartilharam comigo seus saberes sobre a natureza e me ofereceram uma visão decolonial sobre o estar no mundo. Com eles, vislumbrei uma cosmovisão oposta ao que eu, não indígena, fui habituada a me relacionar com o mundo.

Sou imensamente grata a minha orientadora, Juliane C. Forti, sem a qual esse trabalho não poderia ser concluído. Admiro a ética que permeou todo o processo de orientação e toda a paciência que ela teve diante das minhas inseguranças e limitações. Aqui também agradeço ao professor Michel Dantas, que, na função de coorientador, leu atentamente meu texto e trouxe contribuições importantes. Minha gratidão por vocês está, sobretudo, por reconhecer que fui orientada com diálogo, respeito e partilha.

Por fim, também agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento (PGAD) e à Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Faculdade de Ciências e Engenharia – que, além de contar um corpo docente amável, possui funcionários sempre dispostos a ajudar.

*e quando falamos temos medo
que nossas palavras não sejam ouvidas
nem bem-vindas
mas quando estamos em silêncio
ainda assim temos medo
Então é melhor falar.*

(Audre Lorde, Uma litania para a sobrevivência)

*“O que estamos fazendo ao sujar as águas que existem há 2 milhões de anos
é acabar com a nossa própria existência”.*

(Ailton Krenak, 2022, p. 26)

RODRIGUES, Suelen Amanda. **A presença de agrotóxicos na água tratada do município de Tupã-SP (2014–2024)**: uma análise a partir dos dados do Sisagua e das portarias de potabilidade. 2026. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Tupã, 2026.

RESUMO

O agronegócio, embora seja um setor de destaque da economia nacional, tem provocado diversos impactos ambientais, sobretudo pelo uso intensivo de agrotóxicos. Parte dessas substâncias atinge os recursos hídricos e alcançam as fontes de abastecimento público, uma vez que os sistemas convencionais de tratamento não são capazes de remover grande parte dessas substâncias gerando resíduos que podem persistir na água tratada e distribuída para a população. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a presença de agrotóxicos na água distribuída para o consumo humano no município de Tupã-SP, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2024. Trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza exploratória, descritiva e documental, fundamentada exclusivamente em dados secundários disponibilizados por órgãos oficiais, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). As análises contemplam os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e as Soluções Alternativas Coletivas (SAC), considerando os resultados quantificados e inferiores ao limite de quantificação (menor LQ) à luz das portarias de potabilidade vigentes no período analisado (portarias nº 2.914/2011, GM/MS nº 5/2017 e GM/MS nº 888/2021). Os resultados indicam a detecção e a quantificação de ingredientes ativos de agrotóxicos na água tratada, como glifosato, mancozebe, além de substâncias organocloradas já proibidas no país, como o lindano, aldrin e dieldrin. Embora as concentrações observadas estejam dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira, a comparação com padrões mais restritivos, como os adotados pela União Europeia, revela fragilidades no arcabouço regulatório nacional. Conclui-se que a presença de agrotóxicos na água distribuída para o consumo humano em Tupã-SP ocorre tanto em poços do tipo SAA como de tipo SAC, o que reforça a importância do monitoramento contínuo e da ampliação do debate sobre os potenciais riscos à saúde humana e o meio ambiente. A pesquisa também aponta que o Sisagua constitui uma importante ferramenta para avaliar a qualidade da água e para o acompanhamento da meta 6.3 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), embora ainda que apresente limitações quanto à cobertura e à transparência das informações disponibilizadas.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Água tratada. Sisagua. Portarias de potabilidade.

RODRIGUES, Suelen Amanda. **Presence of pesticides in treated water in the municipality of Tupã-SP (2014–2024)**: an analysis based on data from Sisagua and potability ordinances. 2026. 88 pages. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering, Tupã, 2026.

ABSTRACT

The agribusiness sector, although a prominent sector of the national economy, has generated various environmental impacts, particularly due to the intensive use of pesticides. Some of these substances reach water resources and public water supply sources, as conventional treatment systems are unable to remove a significant proportion of these compounds, resulting in residues that may persist in treated water distributed to the population. Given this context, this study aimed to assess the presence of pesticides in water distributed for human consumption in the municipality of Tupã, São Paulo State, Brazil, from January 2014 to December 2024. This is a quantitative, exploratory, descriptive, and documentary study based exclusively on secondary data provided by official agencies, such as the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), the Ministry of Agriculture and Livestock (MAPA), and the Water Quality Surveillance Information System for Human Consumption (Sisagua). The analyses encompassed both Water Supply Systems (SAA) and Collective Alternative Solutions (SAC), considering quantified results as well as those below the limit of quantification (LOQ), considering the drinking water standards in force during the period analyzed (Ordinance No. 2,914/2011, GM/MS Ordinance No. 5/2017, and GM/MS Ordinance No. 888/2021). The results indicate the detection and quantification of pesticide active ingredients in treated water, such as glyphosate and mancozeb, as well as organochlorine substances already banned in Brazil, including lindane, aldrin, and dieldrin. Although the concentrations observed are within the maximum limits permitted by Brazilian legislation, comparison with more stringent standards, such as those adopted by the European Union, reveals weaknesses in the national regulatory framework. It is concluded that the presence of pesticides in water distributed for human consumption in Tupã occurs in both SAA and SAC systems, reinforcing the importance of continuous monitoring and expanding the debate on potential risks to human health and the environment. The study also highlights that Sisagua constitutes an important tool for assessing water quality and monitoring Target 6.3 of the Sustainable Development Goals (SDGs), although it still presents limitations regarding coverage and transparency of the information provided.

Keywords: Pesticides. Drinking water. Sisagua. Water quality regulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) e suas metas.....	27
Figura 2- Mapa do Município de Tupã.....	31
Figura 3 - Produção e área colhida das principais culturas agrícolas em Tupã.	34
Figura 4 - Padrão de potabilidade da água (conforme legislação).	38
Figura 5 - Marcos legais relacionados à potabilidade da água no Brasil.....	39
Figura 6 - Legislação no período 2014-2024.....	40
Figura 7 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.....	48
Figura 8 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.....	48
Figura 9 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.....	49
Figura 10 - Quantificação dos resultados das análises.	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total de Registros de Agrotóxicos, seus Componentes e Afins.	43
Gráfico 2 – Classificações Ambientais para os Agrotóxicos, seus Componentes e Afins Registrados	46
Gráfico 3 - Concentração de Lindano Quantificado no período de 2014 a 2018.....	58
Gráfico 4 - Concentração de Aldrin e Dieldrin no SAA Universitário no período de 2014 a 2020.	59
Gráfico 5 - Concentração de glifosato no SAA Tupã Central no período de 2014 a 2016.	61
Gráfico 6 - Concentração de glifosato no SAA Parnaso no período de 2014 a 2016.	61
Gráfico 7 - Concentração de glifosato no SAA Universo no período de 2014 a 2016.	62
Gráfico 8 - Concentração de glifosato no SAA Varpa no período de 2014 a 2016....	62
Gráfico 9 - Valor Quantificado (2014-2016) e Valor LQ (2017-2022) para o glifosato no poço Tupã Central.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Agrotóxicos nas Portarias nº 2.914/2011 e GM/MS nº 5/2017.	41
Tabela 2 – Agrotóxicos na Portaria nº 888/21.	42
Tabela 3 - Poços tipo SAA com resultados Quantificados.	56
Tabela 4 - Agrotóxicos quantificados na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAA).	57
Tabela 5 - Agrotóxicos com resultado Menor LQ na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAA).	65
Tabela 6 - Agrotóxicos com resultado Menor LQ na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAC).	71

SUMÁRIO

NOTA INTRODUTÓRIA – A ESCOLHA PELO TERMO “AGROTÓXICO”	16
1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1 USO DE AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA E SEUS EFEITOS NA ÁGUA	24
3.2 AGROTÓXICOS NA ÁGUA E DESAFIOS PARA O CUMPRIMENTO DO ODS 6	27
3.3 TUPÃ E A EXPANSÃO AGRÍCOLA NO OESTE PAULISTA: OCUPAÇÃO, VIOLÊNCIA E IMPACTOS AMBIENTAIS	30
3.4 TUPÃ: INFRAESTRUTURA URBANA E ABASTECIMENTO HÍDRICO	35
3.5 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	37
3.5.1 Portaria nº 2.914/2011	40
3.5.2 GM/MS nº 5/2017	40
3.5.3 GM/MS nº 888/2021	42
3.6 A INSERÇÃO DOS DADOS NO SISAGUA	47
4 METODOLOGIA	51
4.1 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	52
4.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	53
4.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	54
4.4 ASPECTOS ÉTICOS	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO ANALISADOS (SAA E SAC)	55
5.2 RESULTADOS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DO TIPO SAA	56
5.2.1 Resultados quantificados	56
5.2.2 Resultados classificados como inferiores ao limite de quantificação	65
5.3 RESULTADOS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DO TIPO SAC	70
5.3.1 Descontinuidade e ausência de monitoramento	70
5.3.2 Resultados classificados como inferiores ao limite de quantificação	70
5.3.3 Resultados quantificados: o caso do poço Amendupã	72
6 CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS	76

NOTA INTRODUTÓRIA – A escolha pelo termo “agrotóxico”

Para a realização dessa pesquisa, optou-se por usar exclusivamente o termo agrotóxico, em detrimento de outras denominações como “defensivo agrícola”, ou “agroquímicos”. Tal escolha não é meramente técnica ou casual, mas uma decisão consciente e que se justifica pelos fatores apresentados a seguir.

No Brasil, o termo agrotóxico passou a ser utilizado na década de 1970, quando foi criado pelo pesquisador e agrônomo Adilson Paschoal em substituição ao termo pesticida (tradução literal do inglês, *pesticide*). Segundo Paschoal, “pesticida” além de não incluir todos os produtos tóxicos utilizados na agricultura, também não alertava sobre os riscos ambientais e à saúde que decorrem da sua utilização (Tooge, 2019). Assim, etimologicamente, Paschoal propôs a combinação das palavras “*agros*” (campo) e “*toxikon*” (veneno), ambas do grego (Tooge, 2019; Filho; Schäfer, 2023).

O termo aparece nos artigos 23 e 24 da Constituição Federal (1988) e foi utilizado na lei 7.802 de 11 de julho de 1989, que regulamentava essas substâncias. Essa lei foi revogada e substituída pela lei nº 14.785 de 27 de dezembro de 2023, que não alterou a palavra “agrotóxico”, mesmo diante das pressões ligadas aos setores do agronegócio, que optam e defendem a sua substituição pela expressão “defensivo agrícola”. Em relação a essa terminologia, Adilson Paschoal escreve:

Quando pensamos em termos da natureza, tais produtos não podem ser encarados como instrumentos de defesa, mas de destruição e perturbação do equilíbrio da biosfera. Além disso, todo método “próprio para a defesa da agricultura” seria um defensivo agrícola, tal como os métodos de controle de erosão do solo, os métodos quarentenários para evitar introdução de espécies daninhas etc. Nada existe nessa palavra que indique serem eles produtos tóxicos usados na agricultura. (Paschoal, 2019, p. 86-7)

Contudo, a escolha pelo termo agrotóxico nessa dissertação não se justifica apenas pelo respaldo jurídico, mas sobretudo, por entender que é a palavra mais apropriada por explicitar que essas substâncias são tóxicas não apenas para pragas, mas também para o meio ambiente e a saúde humana. Há diversas pesquisas que indicam essa toxicidade na medida em que os agrotóxicos – por meio de sua dispersão, conhecida como deriva – contaminam a água, o solo e a fauna (Souza Jr, 2021; Bastos, *et al.*, 2022; Engelmann; Hohendorff, 2023). Isso resulta em degradação ambiental e afeta organismos não-alvo, como polinizadores (Rosa, *et al.*, 2018; Beringer, *et al.*, 2019; Peruzzolo; *et al.*, 2021), pássaros (Rigal; *et al.*, 2023) e outros

animais, afetando diversas formas de vida (Américo, *et al.*, 2015; Souza Junior, 2021; Cerdeira *et al.*, 2018 Ramos, *et al.*, 2024).

Os agrotóxicos permanecem no ambiente e são encontrados nos alimentos. No Brasil, o Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), conduzidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), revela que há índices de seus resíduos em alimentos *in natura*¹ maiores do que o estabelecidos por lei (ANVISA, 2023; Souza Junior, 2021). Esses resíduos também podem ser encontrados nos alimentos ultraprocessados (Lopes e Albuquerque, 2021; Idec, 2021).

Essas substâncias causam intoxicações agudas e/ou crônicas nas pessoas que estão expostas (Stedile; Lucas; Cioato; Rech, 2024; Scorza, *et al.* 2024). Essas intoxicações são mais facilmente observadas em comunidades rurais (Soares e Porto, 2012), mas também podem ocasionar doenças neurodegenerativas em pessoas que vivem distantes dessas áreas, uma vez que os seus resíduos já foram identificados no ar de regiões urbanas (Yera *et al.*, 2020; Yera e Vasconcellos, 2021), ampliando as vias de exposição por esses compostos. Pesquisas também indicam associação entre a exposição prolongada a essas substâncias ao desenvolvimento de câncer e a outras enfermidades (Dutra, *et al.*, 2020; Sarpa; Friedrich, 2022; Albring, Ceolin, Costa, 2023; Leça, 2024; Scorza, 2024; Waitzberg, 2024)

Diante do exposto, denominar esses químicos de forma suave, como pesticidas, produtos fitossanitários ou mesmo defensivos agrícolas, mascara os danos reais que afetam trabalhadores, comunidades agrícolas e o meio ambiente, além de criar uma falsa sensação de segurança sobre o seu uso. O termo “defensivos agrícolas”, além de induzir a ideia de que esses produtos seriam apenas instrumentos de proteção (e, portanto, sem efeitos adversos), contradiz os dados científicos disponíveis.

O uso de agrotóxicos é uma realidade; contudo, é necessário problematizar a banalização de seu uso, uma vez que essa prática tem levado à degradação de ecossistemas, empobrecendo solos e recursos hídricos, conforme será demonstrado nesta pesquisa. Ao se referir a eles como tóxicos, esclarecemos que essa prática

¹ Desde 2001 o Brasil possui o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) que monitora resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal. Os dados das análises são divulgados no site: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>.

precisa ser repensada e substituída por outras mais seguras e sustentáveis, como a agroecologia, contribuindo com o debate sobre vigilância, controle e regulação desses produtos.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha papel crucial no mundo, sendo o alicerce da nossa civilização por meio do fornecimento de alimentos, fibras e matéria-prima para as necessidades humanas. Desta forma, esse setor impulsiona a economia de vários países e oferece empregos para muitas pessoas (Mazoyer; Roudart, 2010). No decorrer do tempo, a atividade agrícola passou por várias transformações e inovações tecnológicas. Entre as principais, destaca-se a Revolução Verde, que, iniciada em meados da década de 1950, trouxe incrementos à produtividade pautando-se no uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos (Bombardi, 2023; Pol; Hupffer; Figueiredo, 2021). Essas mudanças vieram acompanhadas do discurso de combate à fome, ideia que ganhou força no período do pós-guerra e impulsionou esse modelo agrícola para os países subdesenvolvidos. Entretanto, tais medidas trouxeram consequências para além do aumento da produtividade, como danos ao meio ambiente e à saúde (Hess, 2018; Souza, Sousa, 2022).

O agronegócio é um dos pilares da economia brasileira. Em 2023, registrou superávit acumulado de US\$ 148,58 bilhões e exportações que somaram US\$ 165,05 bilhões (Ferreira; Souza Jr., 2024). Em 2024, o faturamento das exportações brasileiras no setor fechou em US\$ 164,4 bilhões. Embora tenha ocorrido uma ligeira queda em relação ao ano anterior, o setor mantém seu destaque econômico (Barros; Adami, 2025). Esse modelo agrícola é baseado principalmente na monocultura, sementes geneticamente modificadas e no uso intensivo de agrotóxicos (Bombardi, 2023; Mua, 2023). Dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 revelam um aumento de 20,5% no número de estabelecimentos que declararam utilizar essas substâncias (IBGE, 2017). Esse crescimento no uso de agrotóxicos também se verifica no estado de São Paulo que, em 2024, registrou o consumo equivalente a 115 mil toneladas desses produtos, em comparação às 98 mil toneladas do ano anterior (IBAMA, 2024).

A Revolução Verde passou a utilizar produtos que foram desenvolvidos pela indústria química durante as guerras do século XX. Tais produtos passaram a ter papel fundamental na agricultura moderna, auxiliando no controle de pragas e tornando a produção mais competitiva (Paschoal, 2019; Bombardi, 2023). O rápido avanço na síntese e na comercialização de agrotóxicos, como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), foi impulsionado pela necessidade de aumento na produtividade

devido a demanda por alimentos. Porém, posteriormente, muitos desses produtos tornaram-se proibidos em razão das descobertas relacionadas aos impactos negativos tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente (Bombardi, 2023; Hess, 2018).

Assim, se até a década de 1950 a preocupação com o meio ambiente concentrava-se na poluição gerada pelas fábricas, na atualidade, é impossível desconsiderar o papel do agronegócio como um importante poluidor. O atual modelo agrícola utiliza insumos químicos, em grande parte, derivados do petróleo. Os fertilizantes nitrogenados, por exemplo, constituem uma das principais fontes de emissão de óxido nitroso (N_2O), um gás de efeito estufa que contribui tanto para a contaminação da biota quanto para o agravamento da crise climática (Angus, 2023). Bonneuil, Fressoz (2024) e Angus (2023), defendem que a Terra está em uma nova época geológica, o Antropoceno². Embora essa ideia não seja consenso no meio científico, é inegável que as atividades humanas têm contribuído para transformações negativas sobre a Terra e a agropecuária desenvolvida nos últimos setenta anos começa a apresentar suas consequências para o planeta e os seres humanos (Mossini, Machinski Jr, 2017).

Os agrotóxicos podem ser classificados por seus aspectos químicos (fosforados, carbamatos, organofosforados e piretróides, entre outros) e de acordo com a praga a ser controlada (herbicidas, fungicidas, inseticidas e acaricidas, entre outros) (Villalobos, Fazolli, 2017; Lopes-Ferreira, *et al.*, 2022). O IBAMA (1996), ainda os classifica segundo sua toxicidade ambiental, sendo divididos em 4 classes: a classe I é altamente perigosa, a classe II muito perigosa e as classes III e IV são, respectivamente, perigosas e pouco perigosas.

Em 2024, o Brasil consumiu o equivalente a 825.793,47 toneladas de agrotóxicos, sendo 2,71% da classe I e 42,98% da classe II (IBAMA, 2022). Para Hess (2018, p. 131), “não se justifica que ingredientes ativos das classes I e II continuem a ter uso autorizado quando podem ser substituídos por princípios ativos menos tóxicos”. No entanto, o que se observa é justamente o contrário: segundo dados do

² O termo Antropoceno foi formulado por Paul Crutzen e Eugene Stoermer. A partir de então, inicia-se um debate sobre o papel do homem enquanto agente transformador profundo da natureza. Há autores que questionam esse termo propondo o termo Capitaloceno, uma vez que, “é fácil fazer uma história com o Antropoceno. Ele não desafia as desigualdades, a alienação e a violência naturalizadas, inscritas nas relações estratégicas da modernidade de poder e produção. É uma história fácil de contar, porque não nos pede que pensemos *de modo algum* nessas relações [historicamente desiguais]” (Moore, 2022, p. 134).

Agrofit (MAPA, 2024), foram aprovados, em 2025, 382 novos agrotóxicos da classe II e dez da classe I. Em contrapartida, no mesmo ano, foram aprovados 326 novos agrotóxicos da classe III. Embora tais produtos sejam empregados para evitar perdas agrícolas por meio do controle de pragas, seu uso não se limita apenas a efeitos benéficos, uma vez que acarreta implicações ao meio ambiente (Campagnolla; Macêdo, 2022).

Localizado na região Oeste do Estado de São Paulo, o município de Tupã desenvolve atividades agrícolas relativamente diversas, com destaque para os cultivos de amendoim e cana-de-açúcar (IBGE, 2022). Parte da economia da cidade vem do setor primário – que dispõe de 56.070 hectares de área e 723 estabelecimentos agropecuários, de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2017). Segundo dados da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo (IEA-Apta, 2023), em 2023, Tupã foi responsável por 27,38% do total do amendoim exportado pelo estado. Os produtores locais seguem a lógica da agricultura industrial do país, com a utilização de agrotóxicos. De acordo com o último Censo Agropecuário, 30,7% dos estabelecimentos afirmaram fazer uso desses produtos (IBGE, 2017).

Segundo Bombardi (2023), 79% dos agrotóxicos consumidos no Brasil são utilizados em quatro grandes culturas: soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, e 30% deles são proibidos na União Europeia. Os impactos à saúde das populações expostas a esses agrotóxicos, particularmente trabalhadores rurais e comunidades que vivem próximas a áreas de cultivo, são profundamente preocupantes, visto que seu uso está associado a uma série de problemas de saúde, incluindo câncer, problemas neurológicos e reprodutivos (Bochner, 2007; Carneiro, *et al.* 2015; Pignati, *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2024). É comum a intoxicação por meio da aplicação costal desses produtos ou mesmo pela lavagem dos equipamentos de proteção individual (Ristow *et al.*, 2020; Hess; Nodari, 2023). Como a exposição aos agrotóxicos pode ocorrer por diversas vias (inalação, ingestão e contato com a pele desprotegida), os casos de intoxicação nem sempre são fáceis de identificar³ (Vilallobos, Fazolli, 2017; Queiroz, *et al.*, 2019; Menck, *et al.*, 2019) e são agravados pelas alterações na

³ Segundo o Ministério da Saúde, a média de notificações por intoxicação por agrotóxicos por mês é de 1.192, um valor alto e que desconsidera as subnotificações. Esse e outros dados, podem ser obtidos no o Painel de Notificações de intoxicações exógenas do Ministério da Saúde, disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigipeq/vspea>>.

legislação ambiental que facilitam a comercialização dessas substâncias em usos rurais, domésticos e urbanos (Hess, 2018; Friedrich, *et al.*, 2021).

Durante a aplicação dos agrotóxicos, boa parte do produto não atinge o seu alvo principal – dispersando-se para outras áreas, o que caracteriza o processo de deriva. A volatilização do produto, a velocidade dos ventos e outras condições atmosféricas contribuem para esse fenômeno, sendo responsáveis pela poluição dos solos e pela dispersão de substâncias químicas em rios próximos a lavoura, afetando o modo de vida de diversas comunidades (Hess, 2018; Lopes-Ferreira *et al.*, 2023). Além disso, muitos agrotóxicos utilizados na agricultura apresentam elevado potencial de contaminação hídrica, sendo essa uma das consequências mais preocupantes, já que, ao atingirem os cursos d'água, os agrotóxicos podem comprometer tanto as águas superficiais quanto as águas subterrâneas, frequentemente usadas para abastecimento de diversas comunidades (Pignati, *et al.*, 2017; Hess, 2018).

Os impactos gerados pelos agrotóxicos podem ser graves nos ecossistemas aquáticos e impactam a qualidade da água, causando efeitos crônicos ao ecossistema – afetando toda a cadeia alimentar, uma vez que muitas substâncias são altamente persistentes e podem permanecer no ambiente por vários anos. Há ainda o potencial de bioacumulação, o que significa que podem se acumular em organismos vivos (Hess, 2018), e biomagnificação, caracterizada pelo acúmulo progressivo dessas substâncias de um nível trófico a outro ao longo da cadeia alimentar (Salomão; Américo-Pinheiro, 2018).

Embora os efluentes urbanos (esgotos) sejam a principal fonte de contaminação da água para consumo humano, é evidente que há diversos poluentes presentes nela, como medicamentos, hormônios, metais tóxicos e mesmo agrotóxicos (Hess, *et al.*, 2021; Silva, *et al.*, 2023). Os resíduos de agrotóxicos são a segunda principal fonte de contaminação da água (Wendling; Bargas, 2023). Grande parte dessas substâncias não são tratadas e eliminadas pelas estações convencionais de tratamento⁴ o que torna importante as pesquisas que analisem dados referentes a esses contaminantes (Villalobos; Fazolli, 2017; Hess, 2018; Panis, *et al.*, 2024). Em sua pesquisa, Souza Jr. (2021) constatou que, em 2014, 75% dos testes realizados detectaram a presença de agrotóxicos na água. Esse percentual subiu para 92% nos

⁴ Há pesquisas que indicam resultados positivos na possibilidade de degradação de agrotóxicos no meio aquoso por meio do processo de fotocatalise em reator solar (Demori; Forti, 2024).

testes realizados em 2017, evidenciando crescimento significativo da presença dessas substâncias na água tratada.

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS) monitora a qualidade da água para consumo humano que, para estar apta, deve ser insípida, incolor e inodora e seguir os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. Atualmente, está em vigor a Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Ela estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2021). Essa portaria determina que as operadoras responsáveis pelo sistema de abastecimento da água devem monitorar, semestralmente, 40 agrotóxicos (Brasil, 2021). Esses dados são inseridos no portal do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) que é um instrumento do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano (Vigiagua), ligado ao Ministério da Saúde (Hess, 2018; Oliveira Jr, *et al.*, 2019; Panis, *et al.*, 2024).

Apesar da crescente expansão do agronegócio e do uso expressivo de agrotóxicos no Brasil, observa-se uma lacuna de pesquisas que analisem, de forma sistemática e temporal, a qualidade da água destinada ao consumo humano em escala local. Nesse sentido, a realização de uma pesquisa que investiga a presença de agrotóxicos na água é essencial na conjuntura atual, pois, além de discutir dados sobre a qualidade da água e os potenciais riscos que resultam do modelo agrícola vigente, o estudo confronta o discurso do agronegócio enquanto vetor exclusivo de progresso econômico, uma vez que questiona os custos ambientais gerados pelo setor.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é averiguar a presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano, bem como a variação de suas concentrações ao longo de uma década. Assim, a investigação busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: como se caracteriza a presença de agrotóxicos na água distribuída para consumo humano no município de Tupã-SP, entre os anos de 2014 e 2024?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a presença de agrotóxicos na água distribuída para o consumo humano no município de Tupã-SP, no período de 2014 e 2024, com base nos dados do Sisagua e nos padrões estabelecidos pelas portarias de potabilidade vigentes.

2.2 Objetivos específicos

1. Verificar a presença de agrotóxicos na água de Tupã a partir de dados fornecidos pelo Sisagua (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano - Ministério da Saúde);
2. Identificar os Ingredientes Ativos que tiveram aumento e/ou redução na água distribuída para o consumo humano;
3. Analisar o uso de agrotóxicos na agricultura local a partir de dados obtidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e do Recursos Renováveis (IBAMA) e pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA-Agrofit);
4. Organizar e sistematizar dados para o município de Tupã, classificando as fontes poluentes, visando fomentar o desenvolvimento de estratégias para prevenir e mitigar impactos associados;
5. Discutir tendências observadas com base no uso de agrotóxicos e na sua presença na água distribuída para o consumo humano em Tupã.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Uso de agrotóxicos na agricultura e seus efeitos na água

Apesar de não ser o foco da pesquisa, é importante ressaltar que as questões agrárias no Brasil são complexas e há várias camadas que se cruzam e permeiam o assunto. Desde sua formação, o país foi marcado pela exploração de suas riquezas naturais e pela concentração fundiária, que moldou uma produção agrícola voltada ao capital e a produção em larga escala (Caio Prado Jr, 2011; Rangel, 2005; Motta, 2009). Se no passado tínhamos o tripé “escravo-latifúndio-monocultura”,

na atualidade, é o tripé “latifúndio-monocultura-agrotóxico” que marca o campo (Godoi; Domingos, 2020). A nova estrutura continua a trazer impactos, principalmente, quando a partir dos anos 1970, o país adota as tecnologias da Revolução Verde. Segundo Pignati:

O Brasil passou por períodos de incentivo para uma expansão da fronteira agrícola acompanhada de aplicação de capital e novos insumos. Foi sob essa realidade que se viu a porcentagem de consumo de agrotóxicos se elevar em níveis extremos e definir a qualidade e quantidade da produção de alimentos no país. (Pignati, *et al.* 2017, p. 184)

A Revolução Verde gerou rupturas na agricultura, pois modernizou as técnicas de produção por meio da introdução de fertilizantes, do uso cada vez mais frequente de agrotóxicos e, posteriormente, pelo uso de sementes geneticamente modificadas. Assim “o agronegócio tornou-se um dos pilares do imaginário desenvolvimentista que se consolidou no Brasil” (Melgarejo; Leite, 2023, p.109). Por trás dessa melhoria, havia o discurso de combate à fome, tema fundamental aos países subdesenvolvidos e ainda importante no atual contexto, uma vez que ainda há pessoas que vivem em situação de insegurança alimentar (Pignati et al., 2017). No entanto, o que as atuais pesquisas têm demonstrado é que essa modernização não tem respondido às necessidades alimentares. Segundo Bombardi (2023):

[...] seguimos debatendo a fome em um país que comemora safras recordes por anos consecutivos e que está entre os maiores produtores agrícolas do mundo. Ainda mais paradoxal, a fome na zona rural é maior do que na zona urbana: enquanto, em média, a fome severa atinge 9% da população brasileira, no campo esse índice é de 12%.
Definitivamente, os dados escancaram o fato de que produção agrícola deixou de ser sinônimo de produção de alimentos na economia mundializada do século XXI. (p. 40-41, grifo meu)

Ou seja, o aumento do uso de agrotóxicos não foi acompanhado de forma proporcional pela produção de alimentos, e, conforme cita essa pesquisadora, no século XXI a produção agrícola deixou de ser sinônimo de abastecimento alimentar:

A sociedade “moderna”, particularmente após a II Guerra Mundial, transformou a agricultura em uma imensa máquina de produção de *commodities* e agroenergia que tem submetido povos inteiros e seus territórios a uma grande miséria social e ecológica, em benefício de um processo crescente de concentração de terra, renda e poder nas mãos de empresas transnacionais, proprietários, especuladores e seus representantes nas câmaras legislativas e palácios de governo. Ainda que, alguns países, como os membros da União Europeia, busquem blindar sua

população dos malefícios causados pelas substâncias que ela mesma produz e exporta, ninguém escapa (Bombardi, 2024, p. 1)

O cultivo de cana-de-açúcar, soja, milho e algodão concentra a maior parte do uso de agrotóxicos no país (Bombardi, 2023) e sua utilização visa a “obtenção de colheitas em larga escala, tendo como base o capitalismo subalterno e voltado para uma atividade empresarial” (Godoi; Domingos, 2020; p. 185). Esse modelo contribui de forma significativa para a contaminação do solo, da água e do ar. A população, portanto, está mais suscetível à exposição de agrotóxicos, seja por meio do consumo de alimentos, seja pelo uso de água potencialmente contaminada (INCA, 2022; Godoi; Domingos, 2020, Carneiro, Fernando F.; *et al.*, 2015).

Durante a aplicação dos agrotóxicos – sendo ela feita por aviões, *drones*, pulverizadores acoplados em tratores ou equipamentos costais – ocorre a dispersão do produto que pode atingir a atmosfera e os corpos d’água de forma direta ou indireta, quando os resíduos que atingem o solo são transportados aos cursos hídricos por meio do escoamento superficial. É importante destacar que a volatilização do produto, que se intensifica com as altas temperaturas e a velocidade dos ventos, espalha os agrotóxicos para outras áreas. Conforme Garibotti; Godoy; Otesbelgue, (2023, p.209) “a deriva é um grande problema da agricultura convencional que acarreta danos ambientais, econômicos, à saúde humana e, inclusive, à produção de alimentos agroecológicos”. Mesmo que haja algumas regras sobre a aplicação, sabe-se que não há fiscalização adequada, contribuindo para dispersão dos agrotóxicos e para a poluição da água (Hess, 2018; Hess; Nodari; Lopes-Ferreira, 2021; Bombardi, 2023).

Pesquisas têm indicado a ocorrência de agrotóxicos em mananciais e na água tratada, sendo um reflexo desse modelo agrícola centrado no lucro (Bastos *et al.*, 2022). Diante deste cenário, é necessário repensar a atual prática agrícola uma vez que ela não tem gerado, necessariamente, aumento na produção de alimentos, mas tem contribuído para a contaminação ambiental, incluindo os recursos hídricos. Ou seja: “o uso de agrotóxicos possibilitou o aumento da produção agrícola, no entanto, o que parecia ser apenas benefício, hoje se mostra como um risco à saúde humana e ambiental” (Garibotti; Godoy; Otesbelgue, 2023, p. 207). A proteção dos recursos naturais é fundamental para um planeta mais sustentável e a proteção das águas é fundamental para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial a meta 6.3.

3.2 Agrotóxicos na água e desafios para o cumprimento do ODS 6

A água é um recurso vital que desempenha papel fundamental na sobrevivência e no equilíbrio do planeta. A má gestão desse recurso e a sua contaminação podem trazer sérias consequências para a saúde humana, a biodiversidade e aos ecossistemas (Magalhães Júnior, 2022). Por essa razão, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), abordam a questão da água tanto em objetivo específico quanto de forma transversal, e versa sobre a proteção e a gestão sustentável dos recursos hídricos, reconhecendo sua relação com a saúde humana, a biodiversidade e a sustentabilidade ambiental (Agenda 2030, 2015).

Figura 1 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) e suas metas.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

O ODS 6 trata da água justamente pelo reconhecimento desta como necessária e indissociável à vida, e visa assegurar sua disponibilidade, articular sua

gestão sustentável e garantir seu saneamento. Dentre as metas do ODS 6, a 6.3 estabelece que:

Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente (AGENDA 2030, 2015).

Assim, embora o foco sobre a poluição das águas tenha recaído, no decorrer do tempo, sobre a contaminação biológica e as doenças infecciosas que elas geram, é cada vez mais evidente que a contaminação química precisa receber a mesma atenção. O modelo agrário praticado no país se sustenta no uso de agrotóxicos e sua utilização indiscriminada gera contaminação e expõe que o país falha no cumprimento da meta 6.3, uma vez que a qualidade da água está ameaçada pela presença dessas substâncias⁵ (Hess *et al.*, 2021; Soares, 2010).

Segundo as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*, 2022), a água potável é aquela que não representa risco significativo à saúde, uma vez que é essencial à vida e todas as pessoas deveriam ter seu acesso assegurado de forma satisfatória, adequada e segura. No Brasil, a Portaria nº 888/2021 legisla sobre a potabilidade da água distribuída para a população e inclui, entre os parâmetros analisados na água, a presença de substâncias químicas que representam risco à saúde, como os agrotóxicos. A água tratada passa por processos para a eliminação de possíveis agentes contaminantes, mas nem todas as substâncias presentes nela são eliminadas no processo convencional de tratamento, restando resíduos (Panis, *et al.*, 2024). Segundo Bursztejn e Benetti (2023, p. 2):

O processo convencional de tratamento de água (clarificação química, filtração em areia e desinfecção com cloro), que é empregado na quase

⁵ É importante destacar que para além do ODS 6.3, os agrotóxicos interferem no cumprimento de outras metas, como a Meta 12.4, que visa “alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes [...] e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente” (AGENDA 2030, 2015). Segundo o Relatório Luz, publicado pelo Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030, que acompanha o cumprimento das metas dos ODS por meio da análise de dados oficiais do governo brasileiro, a meta 12.4 encontra-se em retrocesso, principalmente após a aprovação da Lei nº 14.785, que “ampliou o poder do Ministério da Agricultura e Pecuária sobre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e sobre a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) nas avaliações de risco de agrotóxicos e permitiu a produção para exportação de substâncias proibidas para o uso em território nacional em razão de sua toxicidade” (Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030, p. 85).

totalidade dos sistemas brasileiros, é insuficiente para remover agrotóxicos, mesmo quando encontrados em pequenas concentrações na água. A presença de agrotóxicos requereria que as estações de tratamento de água fossem dotadas com tecnologias mais avançadas, ou que fossem implantadas unidades complementares ao sistema convencional.

Assim, as portarias de potabilidade também determinam o Valor Máximo Permitido (VMP) dos resíduos presentes na água. O VMP é calculado com base em critérios toxicológicos e na avaliação de riscos à saúde humana considerando a quantidade segura para consumo a longo prazo (Hess, 2018; Mua, 2023). Porém, esse número não possui um valor padrão para todo o mundo, podendo variar de país para país. Em lugares onde a legislação ambiental é mais forte, esses números são, expressivamente, menores. Comparando valores permitidos no Brasil com a União Europeia, Bombardi (2023) diz que, no Brasil, “os limites de resíduos dessas substâncias [agrotóxicos] nos alimentos e na água costumam ser dezenas, centenas e até milhares de vezes maiores do que aqueles permitidos na União Europeia” (p. 02).

Essa disparidade conduz à ponderação de que, mesmo quando a presença desses contaminantes estão em concentrações abaixo do VMP permitido pela legislação brasileira, representa uma preocupação à saúde, uma vez que os limites nacionais são maiores do que os recomendados pela União Europeia (Lopes- Ferreira *et al.* 2022; Panis, *et al.*, 2024). Bombardi (2023) analisou a exposição de crianças aos agrotóxicos, e conclui:

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o índice de “ingestão diária aceitável” do tebuconazol é de 0,03 mg/kg e peso corporal. Isso significa que, “hipoteticamente”, uma criança de 20 quilos “poderia ingerir” até 0,6 mg de tebuconazol em um dia. Nesse exercício hipotético, considerando que o limite máximo de resíduo dessa substância no arroz, por exemplo, é de 6 mg/kg, se uma criança de 20 quilos consumir apenas 100 gramas de arroz (um dos alicerces da alimentação nacional) com resíduo de tebuconazol dentro dos limites autorizados no Brasil, ela já teria atingido a quantidade tolerada para seu peso corporal. Se essa mesma criança consumisse em um dia, além de 100 gramas de arroz, mais 100 gramas de laranja e 100 gramas de mamão com resíduos de tebuconazol, dentro dos limites autorizados pelo Brasil, ela já teria consumido o dobro do que o seu peso corporal poderia tolerar dessa substância (sem considerar a possível ingestão de resíduos de tebuconazol presentes em outros alimentos e na água (p. 74-76).

Ainda, nessa perspectiva Schlinker (2024) observou:

Baixos níveis de poluentes ambientais, que podem até ser toleráveis por adultos, podem ter efeitos tóxicos nas crianças. Isso ocorre por uma série de razões: células em crescimento são muito mais vulneráveis a toxinas, a barreira hematoencefálica do cérebro não está totalmente formada e os xenobióticos podem entrar no sistema nervoso central com mais facilidade [...] (p. 29)

Outra questão abordada por Schlinker (2024) é que, diante de incertezas científicas frente às consequências dos resíduos de agrotóxicos na água, deveria ser utilizado o princípio da precaução, ou seja, “cuidados antecipados com o desconhecido, cautela para uma atitude ou ação que não venha a concretizar-se ou a resultar em efeitos indesejáveis” (p. 51). Ou, se preferirmos, mudar a visão antropocêntrica – que prioriza a questão econômica em detrimento da natureza – para uma perspectiva biocêntrica. Segundo Gudynas (2019):

é preciso reconhecer um alto nível de incerteza e priorizar a gestão de riscos, assim como outros mecanismos, para determinar os limites que dividem os impactos aceitáveis e administráveis dos inaceitáveis. Além disso, a identificação desses limites tem, sem dúvida, um componente científico convencional (por exemplo, expresso na concentração de um contaminante na água), mas que também é político (expresso por exemplo, na determinação de quais são as variáveis relevantes para a sociedade e como avaliá-las, e nos limites de alteração ambiental que são socialmente aceitos). Essa abordagem deixa clara a relevância do princípio da precaução para a gestão ambiental (p. 168).

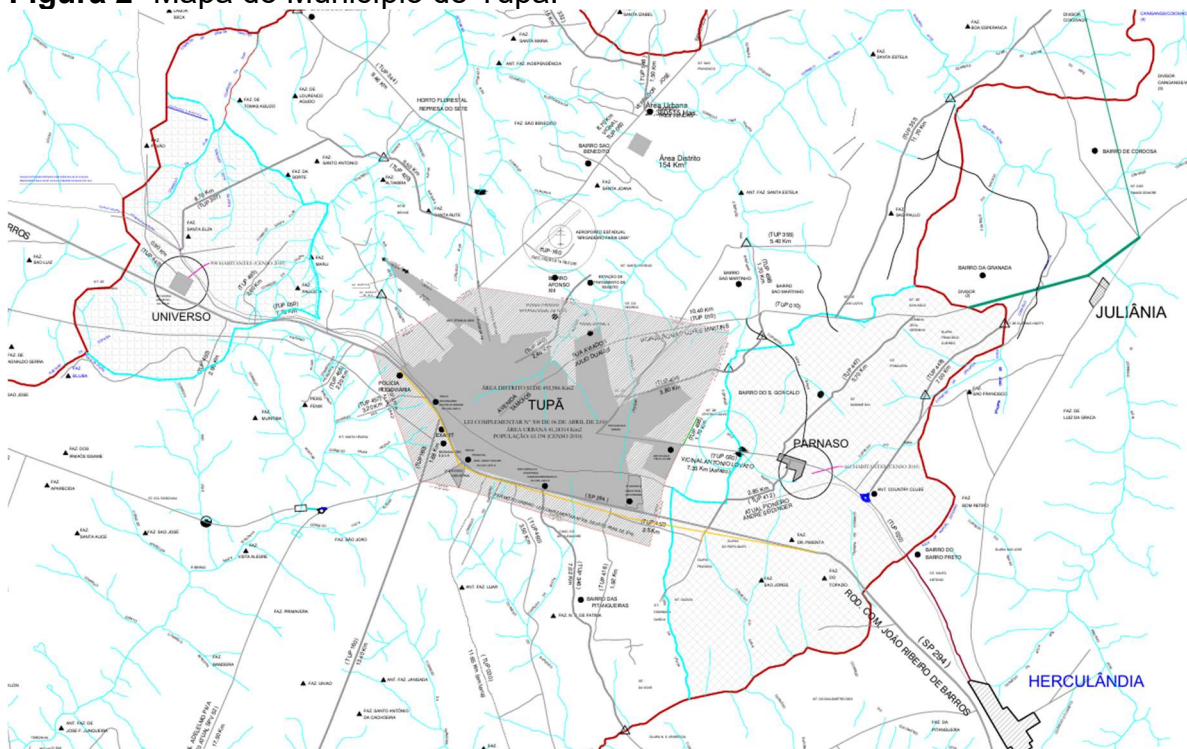
Vivemos um momento em que é impossível ignorar que a ação humana produz impactos e que suas consequências, com frequência, ultrapassam os tempos da vida humana (como a meia vida das substâncias químicas na água). Diante disso, é necessário refletir: a que custo mantemos esse modelo de produção agrícola? A adoção do princípio da precaução permitiria evitar a exposição desnecessária da população a resíduos químicos, especialmente em populações mais vulneráveis, como as crianças. Este princípio pressupõe agir para evitar o dano, sendo crucial para o cumprimento da meta 6.3 do ODS 6, que busca melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição por substâncias perigosas.

3.3 Tupã e a Expansão Agrícola no Oeste Paulista: ocupação, violência e impactos ambientais

O município de Tupã, situado no interior do estado de São Paulo, possui área territorial de 627,99 km² e população de 63.928 habitantes, conforme dados do

Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2022). Como muitos municípios do Oeste Paulista, Tupã se originou a partir da expansão das lavouras de café entre o final do século XIX e início do século XX. Essa expansão foi acompanhada do avanço da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, pelo desmatamento e violência contra as várias etnias indígenas que habitavam a região.

Figura 2- Mapa do Município de Tupã.



Fonte: Prefeitura Municipal de Tupã

Dentre estes indígenas, estavam os Kaingang, que, no Planalto Ocidental Paulista, ocupavam as terras mais altas dos vales e espigões que margeavam os Rios Tietê, do Peixe, Aguapeí (ou Feio) e Paranapanema (Fabbri; Cury, 2018). Estas terras eram visadas pelos não indígenas devido ao potencial agrário e, consequentemente, o retorno econômico que proporcionariam. Assim, vastas áreas foram ocupadas de forma violenta, principalmente por meio da atuação de bugreiros, que atacavam e dizimavam aldeias para abrir espaço ao cultivo agrícola e à exploração madeireira. Vilas se formavam atraindo um contingente migratório crescente (Correa, 2021). Os Kaingang resistiam e “[...] foram as maiores vítimas, pois ainda viviam nas matas do interior paulista e recusavam contato com os ‘brancos’. Pagaram caro – com sangue – por resistir ao avanço da modernidade” (Fernandes; Domingues, 2018, p. 162).

Tupã foi fundada em 12 de outubro de 1929, por Luiz de Souza Leão, juntamente com João Ribeiro do Val e Eurípedes Soares da Rocha. Esses três homens haviam criado, anos antes, a empresa Melhoramentos da Alta Paulista para a extração de madeira, que contribuiu para o desflorestamento e abertura agrícola na região (Fabbri; Cury, 2018). Quando chegaram nesta localidade, os conflitos com os povos indígenas já haviam cessado, pois, anos antes, o Serviço de Proteção aos Índios havia trazido, do Paraná, “alguns índios kaingang já ‘civilizados’” (Fernandes; Domingues, 2018, p. 167), dentre os quais estava Vanuíre, indígena que atuou como intermediadora entre os Kaingang e os não indígenas. Assim, após décadas de resistência, ocorreu o aldeamento e a formação das Terras Indígenas de Vanuíre (no município de Arco-Íris, próximo a Tupã) e Icatú (no município de Braúna). Conforme Correa (2021, p. 132): “A história do genocídio do povo Kaingang paulista se confunde com a história do capitalismo implantado no Brasil”, visto que a lógica desenvolvimentista priorizou o crescimento econômico em detrimento dos direitos dos povos nativos e da conservação ambiental.

Por conseguinte, dois nomes se eternizaram na história e na memória dos habitantes de Tupã: o de Souza Leão – uma vez que foi o único a permanecer na cidade até o seu falecimento – como um homem de visão de negócios que fez fortuna e que acreditava no crescimento econômico da cidade e o da indígena Vanuíre, por ter contribuído na mediação dos Kaingang com os não indígenas, contribuído para a ocupação da região e, posteriormente, a formação do município de Tupã.

Mas por que retomar essa história? Porque não é possível falar de Tupã, sem associar seu passado agrícola – ainda base da economia atual – aos impactos causados aos povos nativos e ao meio ambiente local. As comunidades indígenas e a natureza foram – e continuam – sendo impactadas com o avanço da agricultura. O agronegócio, que nos últimos anos amplia a utilização de agrotóxicos, continua impactando os povos originários. Observamos isso na fala de Dirce, indígena Kaingang que vive na Terra Indígena Vanuíre. Ela expõe de maneira contundente como a expansão da monocultura canavieira e a pulverização aérea afetam diretamente a vida nas terras indígenas, mesmo se essas comunidades realizam atividades agrícolas com baixo impacto ambiental. No relato a seguir, é possível perceber como a deriva dos agrotóxicos impacta a fauna e os corpos d’água e atinge os modos de vida mais sustentáveis e autônomos:

Então eu falo, eu, eu no meu modo de pensar, os fazendeiros tão, tem, as vezes um filho, dois filhos e tem um monte de terra, enquanto os indígenas com um monte, tem... pedacinho de terra que nós tem, sendo que tem bastante gente. Então eles colocou nós num lugar que não tem sobrevivência, vai morrer no cercado, entendeu? Ali o que que nós tem e o pior ficou agora porque agora cercaram nós de cana, avião passa pra cima, pra baixo com veneno matando o que resta da gente, você vê muitos passarinhos mortos, no entanto você vê, a gente não pode pescar mais, muito peixe morto. Eu falo, tá vendo, o que a gente não pode pegar pra gente comer, eles tão matando, envenenando a água, tirando nosso alimento, né? Então é isso que a gente fica as vezes revoltado por causa disso, porque o que eles fizeram, enquanto a gente protege, eles acaba, tão acabando com tudo né. Então é isso que a gente fala, a gente sempre conversa na aldeia, poxa, a gente tamo aqui nesse lugar e nosso lugar é cercadinho, se for ver hoje nós tá cercado de cana, como nós vamos sobreviver ali dentro, nós indígena no meio das cana... e a [Rede] Globo [mostra a] mesma coisa, os índios lá de Minas [Gerais] porque aquele rio [rio Doce], tem um rio que é a riqueza deles [os Krenak da Terra Indígena em Resplendor] e acabaram e nós no nosso cercado que nós não pode passar de um lado pro outro. (sic, Cury, 2018, p. 134-5, meu grifo)

Esse depoimento evidencia o avanço na produção de biocombustíveis sobre as comunidades tradicionais, fazendo com que sofram as consequências da pulverização, ainda que essas comunidades pratiquem uma agricultura livre dessas substâncias. A cultura da cana-de-açúcar permeia muitos cursos d'água da região de Tupã, tornando-os vulneráveis às contaminações. Os agrotóxicos chegam a água por meio da deriva durante a sua aplicação ou por meio da lixiviação, quando nos períodos de chuva, as substâncias presentes no solo escoam para os rios. Essas águas, na sua maioria, são utilizadas para abastecimento de pequenos sítios e povos tradicionais que recorrem a elas para seus rebanhos e seus lares, estando vulneráveis mesmo quando não utilizam os agrotóxicos⁶. Dessa forma, fica evidente que, “agronegócio e agrotóxico se apresentam como pares inseparáveis de um processo que gera a morte. De um lado o território voltado para a garantia da vida e de outro o território da mercadoria, da territorialização do capital” (Macedo; Aquino Junior; Leão, 2023, p. 112).

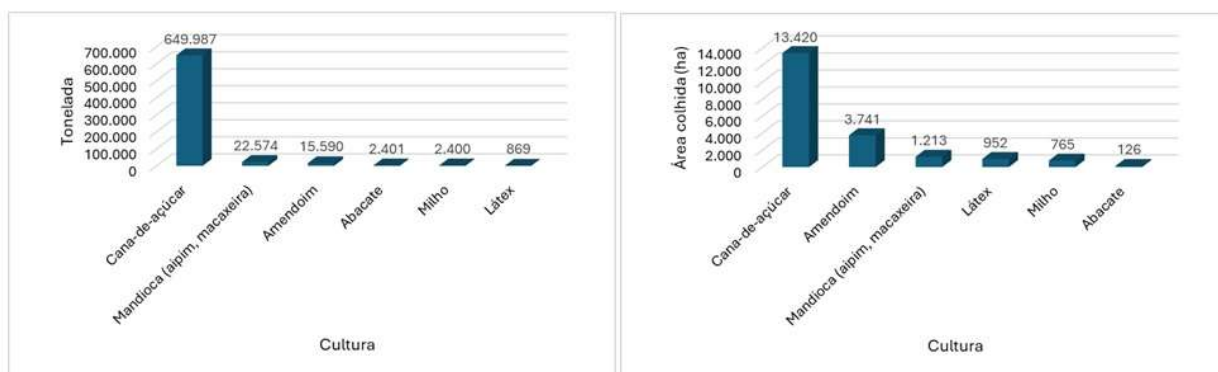
O modelo agrícola adotado na região, baseado na implantação de monoculturas, intensifica a degradação ambiental, pois exige, geralmente, alto uso de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. Para a pesquisadora Larissa Bombardi (2023):

⁶ Cabe ressaltar que as pessoas que vivem em áreas rurais têm maior dificuldade em acessar água com condições adequadas: “(...) três em cada dez pessoas (2,1 bilhões) não tinham acesso à água potável em casa. E, das pessoas que recebiam água potável, duas em cada três viviam em áreas urbanas. Dos 161 milhões de pessoas que utilizavam água superficiais não tratadas, 150 milhões viviam em zonas rurais” (Ministério da Saúde, 2020, p. 37).

O avanço da “moderna” agricultura capitalista no país é permeado por casos de violência contra indígenas, quilombolas, camponeses e trabalhadores rurais, além de contaminação química dos povos, dos solos e das águas. O avanço da agricultura de commodities só interessa aos grandes proprietários rurais, às grandes *tradings* e às grandes corporações de agrotóxicos, que, ademais, estão majoritariamente sediadas nos países do Norte, sobretudo na União Europeia, cuja legislação para agrotóxicos é abissalmente mais restritiva que a brasileira. Aqui se expressa a faceta mais cruel do colonialismo químico. (p. 68-69)

Os dados do último Censo Agropecuário, realizado em 2017, indicam que há relativa diversidade nas lavouras de Tupã. Nas permanentes, destacam-se culturas como a do abacate (2.401 toneladas em 126 ha) e do látex (combinando látex líquido e coagulado em 952 ha). No entanto, é nas lavouras temporárias que se observa a maior concentração: a produção de cana-de-açúcar totalizou quase 650 mil toneladas em 13.420 hectares, representando a maior cultura da região em extensão e volume, e o amendoim com 15.590 toneladas produzidas em 3.741 hectares (Figura 2).

Figura 3 - Produção e área colhida das principais culturas agrícolas em Tupã.



Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017), elaborado pela autora.

A Figura 2 mostra que a cana-de-açúcar e o amendoim são a base agrícola de Tupã (em área colhida), reforçando a concentração de culturas voltadas para a exportação e a produção de energia, especialmente no que se refere à cana-de-açúcar, e refletindo o padrão nacional de monocultura voltado para *commodities*. Embora proporcionalmente a produção de cana seja maior que a de amendoim, nacionalmente, Tupã se destaca por essa última.

A produção de amendoim no Brasil se concentra no estado de São Paulo (com cerca de 90% da produção nacional), e Tupã é responsável por quase 28% do amendoim exportado do estado (IEA-Apta, 2023). Em 2024, a exportação de

amendoim rendeu ao município a quantia de US\$ 102 milhões (Jornal Diário, 2025), já que além da produção *in natura*, a cidade possui fábricas que processam e comercializam diversos derivados, ampliando o alcance comercial da produção agrícola e agregando valor à cadeia produtiva local.

Ainda segundo o Censo Agropecuário de 2017, cerca de 31% dos estabelecimentos rurais em Tupã declararam utilizar agrotóxicos, o que corresponde a 205 produtores. Outros 16 afirmaram que utilizam, mas não o fizeram no momento da coleta dos dados, enquanto 514 declararam não utilizar. Embora a maioria não tenha declarado uso, é importante observar que as culturas desenvolvidas no município estão entre as que mais consomem agrotóxicos no país (Bombardi, 2023; Hess, 2018) e segundo o MS a de uso de agrotóxicos nos estabelecimentos agropecuários de Tupã é equivalente a 285.596,72 kg/ano (Ministério da Saúde, 2025). Estudo aponta que o número de aplicações de agrotóxico no cultivo de amendoim subiu 12% para a área tratada total, o que movimentou US\$ 98 milhões no ciclo 2022-23, sendo os fungicidas os produtos mais relevantes à proteção do amendoim, equivalendo a 42% no uso (Gottems, 2023).

Os dados revelam que a dinâmica agrícola de Tupã está alinhada a um modelo de produção aplicado no país que, embora economicamente expressivo, impõe ameaças ao equilíbrio ambiental e aos recursos hídricos conforme será abordado a seguir.

3.4 Tupã: Infraestrutura urbana e abastecimento hídrico

Em relação à infraestrutura urbana, Tupã apresenta indicadores positivos. Cerca de 97,4% dos domicílios contam com esgotamento sanitário adequado e em reação ao abastecimento de água, 92,2% da população está conectada à rede de distribuição — esse índice está abaixo da média estadual (95,1%), mas é superior à nacional (84,24%). Estima-se que cerca de 5 mil habitantes não têm acesso à água tratada no município (IBGE, 2022).

O abastecimento da cidade é realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), por meio de 18 poços em operação, dos quais o principal — conhecido como “poçoão” — capta água do Aquífero Guarani. A cidade conta com 13 reservatórios de água tratada, que armazenam 7,9 milhões de

litros, o equivalente a 65% do consumo diário, estimado em 12,1 milhões de litros (Jornal Diário, 2020; Instituto Água e Saneamento, 2022).

No âmbito da vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, os sistemas de abastecimentos existentes no município são cadastrados e monitorados no Sisagua, que é um instrumento do Ministério da Saúde que acompanha os padrões de potabilidade em todo território nacional. O Sisagua dispõe de informações sobre as seguintes formas de abastecimento na cidade: a) Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que se refere às instalações destinadas ao fornecimento coletivo de água tratada por meio de uma rede de distribuição e que são, geralmente, operadas por companhias de saneamento e b) Solução Alternativa Coletiva (SAC) que constitui uma modalidade de abastecimento coletivo que fornece água com ou sem canalização, mas sem rede de distribuição, atendendo comunidades por meio de captações e pontos de entrega⁷.

Os abastecimentos de tipo SAA e SAC são monitorados pelos prestadores de serviço, como a Sabesp, no caso de Tupã. De acordo com o Ministério da Saúde, os prestadores devem elaborar um plano de amostragem para cada sistema e solução, respeitando os planos mínimos de amostragem e em conformidade com as portarias de potabilidade vigentes.

Para a realização desta pesquisa, que procurou responder como se caracteriza a presença de agrotóxicos na água distribuída para consumo humano no município de Tupã-SP, entre os anos de 2014 e 2024, foram utilizadas as informações disponíveis no Sisagua referentes a essas duas formas de abastecimento (SAA e SAC).

A água distribuída para a população é utilizada cotidianamente em diversas atividades essenciais, como o preparo de alimentos e a hidratação, o que reforça a necessidade de estar de acordo com os padrões de qualidade/potabilidade. Ainda que seja considerada potável, a água tratada não está isenta da presença de substâncias químicas, como os agrotóxicos. Desta forma, conforme já abordado nessa dissertação, a legislação brasileira estabelece Valores Máximos Permitidos (VMP) para diferentes parâmetros. A seguir, serão apresentadas e discutidas as principais normativas que regulamentam a qualidade da água para consumo humano.

⁷ Existe, ainda, uma terceira forma de abastecimento, a Solução Alternativa Individual (SAI) que é uma forma de abastecimento que atende apenas um domicílio residencial com uma única família, sem caráter coletivo, normalmente por meio de poços ou outras fontes particulares.

3.5 A legislação brasileira

O Decreto Federal nº 79.367, de 1977, definiu que o Ministério da Saúde (MS) teria a competência legal para estabelecer os padrões de potabilidade da água, zelar pelo seu efetivo cumprimento (Ministério da Saúde, 2020), e:

[...] dispor sobre as competências dos prestadores de serviço de abastecimento de água e da vigilância da qualidade da água para consumo humano, o MS coordena o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano (Vigiagua), em articulação com as Secretarias de Saúde dos estados e município. (Ministério da Saúde, 2020, p.39)

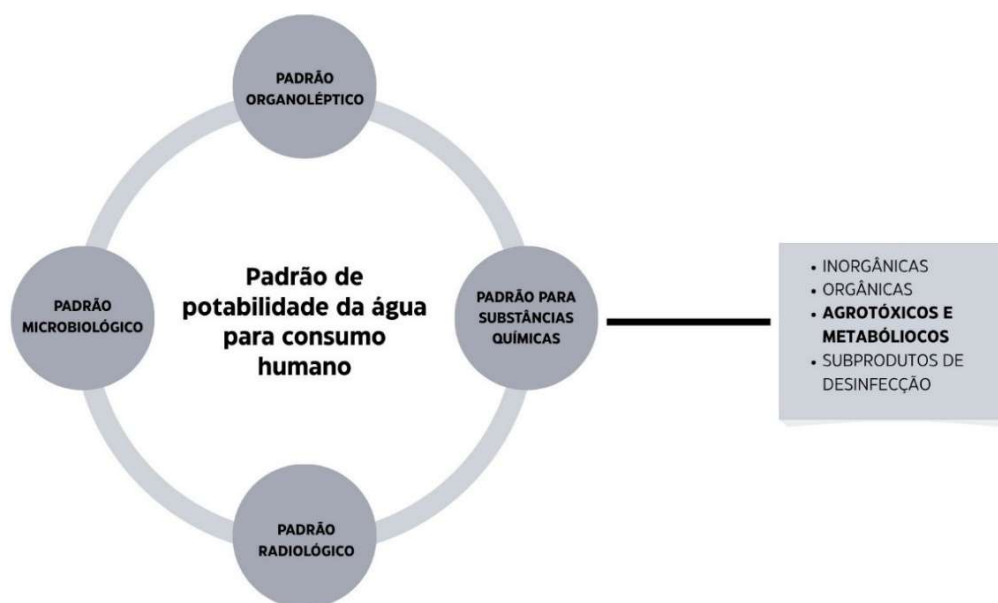
O Vigiagua é uma política pública vinculada ao Sistema Único de Saúde (SUS) que tem como principal objetivo “promover a saúde e prevenir doenças e agravos de transmissão hídrica” (Ministério da Saúde, 2020). Suas ações abrangem o monitoramento da qualidade da água, incluindo a vigilância sobre a presença de agrotóxicos. O programa busca diagnosticar as condições de abastecimento, avaliar e gerenciar os riscos à saúde com base nas informações coletadas e na análise do cumprimento das normas de potabilidade vigentes. Dentre os principais instrumentos do Vigiagua, está o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) que disponibiliza os dados sobre a qualidade da água no país, e armazena:

[...] os dados sobre as modalidades de abastecimento de água existentes nos municípios, informados rotineiramente pelos responsáveis pelos serviços de abastecimento de água, de forma a realizar o controle da qualidade da água, além de dados informados pelo setor saúde, que realiza a vigilância da qualidade da água. O Sisagua tem como objetivo, portanto, auxiliar o gerenciamento dos riscos à saúde associados ao abastecimento de água, com informações que ajudem no planejamento e na tomada de decisão das autoridades de saúde pública das Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. (Ministério da Saúde, 2020, p.39)

A atual versão do Sisagua disponibiliza os resultados das análises feitas nas águas a partir de 2014. Essas análises são orientadas pelas portarias de potabilidade que definem os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que devem ser analisados na água destinada ao consumo humano (Figura 4). Dentre os parâmetros, há o padrão para as substâncias químicas, que inclui o VMP para

substâncias inorgânica, orgânicas, produtos secundários e os agrotóxicos, sendo este último, o foco desta pesquisa.

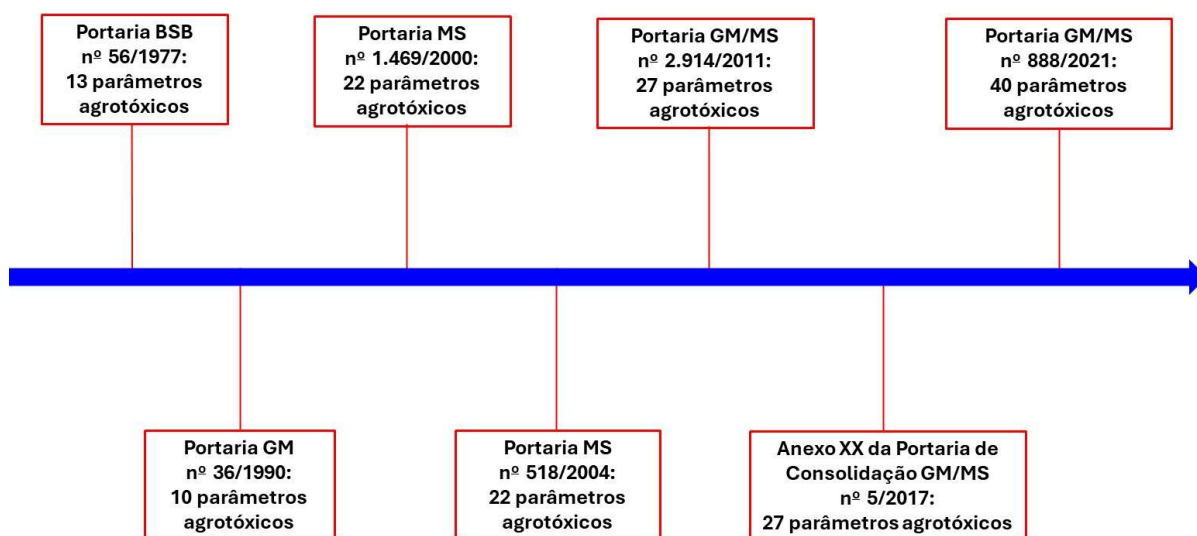
Figura 4 - Padrão de potabilidade da água (conforme legislação).



Fonte: elaborada pela autora.

No âmbito das atribuições do Vigiagua, as portarias de potabilidade constituem os instrumentos centrais para a vigilância da qualidade da água distribuída para a população. Desde o estabelecimento do Decreto Federal nº 79.367, de 1977, o país passou por sete atualizações nas normativas e, no que tange aos agrotóxicos, o número de ingredientes ativos a serem monitorados na água distribuída para a população, variou no decorrer do tempo, refletindo as mudanças nos critérios regulatórios (Figura 5).

Figura 5 - Marcos legais relacionados à potabilidade da água no Brasil.

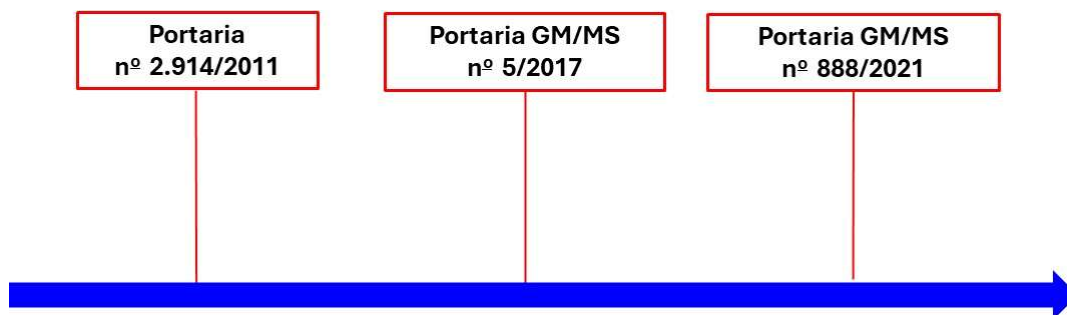


Fonte: elaborada pela autora.

A figura anterior demonstra que, ainda em 1977, o MS publicou a primeira legislação nacional sobre a potabilidade da água: a Portaria BSB nº 56. Naquele momento, ocorria a análise de 13 ingredientes ativos de agrotóxicos. Essa norma permaneceu em vigor até 1990, quando foi substituída pela GM nº 36 que reduziu as análises para 10 ingredientes ativos. Dez anos mais tarde, em 2000, ocorreu uma nova revisão legal e a Portaria MS nº 1.469 entrou em vigor. Essa portaria inclui o monitoramento de 22 ingredientes ativos.

É possível observar que, até aquele momento, as atualizações das portarias de potabilidade ocorriam em intervalos relativamente longos. Porém, a partir dos anos 2000, as revisões passaram a ocorrer com maior frequência. Em 2003, é criada a Secretaria de Vigilância em Saúde (no âmbito do Ministério da Saúde), responsável “pela atualização da norma brasileira de potabilidade da água e pela sua implementação em todo território nacional” (Schlinker, 2024, p. 40). No ano seguinte, foi publicada a Portaria nº 518, que manteve o monitoramento para os 22 parâmetros agrotóxicos da norma anterior.

As três últimas normativas sobre a potabilidade da água fazem parte do recorte temporal desta pesquisa: a Portaria nº 2.914/2011, sua consolidação no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017, e a mais recente e atualmente em vigor, a Portaria GM/MS nº 888/2021 (Figura 6).

Figura 6 - Legislação no período 2014-2024.

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando que o período analisado nesta pesquisa contempla a vigência dessas três últimas normativas, faz-se necessário explicar suas principais características e alterações. Ressalta-se que as informações extraídas do Sisagua foram interpretadas à luz dos parâmetros estabelecidos por essas três portarias.

3.5.1 Portaria nº 2.914/2011

A Portaria nº 2.914, de 2011, estabelecida pelo Ministério da Saúde, para os padrões de potabilidade da água, incluía aspectos microbiológicos, químicos e organolépticos permitidos na água tratada. Também estabelecia as competências e responsabilidades para a União, estados e para os prestadores de serviços de abastecimento de água. A normativa também abordava a importância dos planos de amostragem que deveriam assegurar a saúde pública e a segurança hídrica da população definindo o total de 27 ingredientes ativos para serem analisados na água distribuída para a população, com os resultados divulgados no Sisagua.

3.5.2 GM/MS nº 5/2017

A normativa de 2017 trouxe poucas mudanças em relação à anterior. Ela manteve os mesmos 27 parâmetros de agrotóxicos (Tabela 1), bem como o mesmo VMP, consolidando as informações de potabilidade da portaria anterior no anexo XX. Em seu art. nº 37 estabelece que: “A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos 7 e 8 do Anexo XX e demais disposições deste Anexo”. Já o art. 41, § 5º estabelece que o plano de amostragem para os parâmetros de agrotóxicos

deve ser elaborado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água e deve considerar a avaliação do uso desses produtos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas (Brasil, 2017). Também estabelece que as análises laboratoriais para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano podem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado com metodologias analíticas para a determinação dos parâmetros que devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes. A normativa orienta que o responsável colete as amostras, as envie para análise no laboratório de referência e disponibilize os resultados no Sisagua.

Tabela 1 – Agrotóxicos nas Portarias nº 2.914/2011 e GM/MS nº 5/2017.

Parâmetro	Unidade	VMP
2,4 D + 2,4,5 T	µg/L	30
Alaclor	µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona		
+Aldicarbesulfóxido	µg/L	10
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Carbendazim + benomil	µg/L	120
Carbofurano	µg/L	7
Clordano	µg/L	0,2
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	µg/L	30
DDT+DDD+DDE	µg/L	1
Diuron	µg/L	90
Endossulfan (a b e sais) (3)	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato + AMPA	µg/L	500
Lindano (gama HCH) (4)	µg/L	2
Mancozebe	µg/L	180
Metamidofós	µg/L	12
Metolacloro	µg/L	10
Molinato	µg/L	6
Parationa Metílica	µg/L	9
Pendimentalina	µg/L	20
Permetrina	µg/L	20
Profenofós	µg/L	60
Simazina	µg/L	2
Tebuconazol	µg/L	180
Terbufós	µg/L	1,2
Trifluralina	µg/L	20

Fonte: Elaborado pela autora com a partir da legislação

3.5.3 GM/MS nº 888/2021

A nova portaria trouxe alterações significativas no Anexo XX da norma anterior, com destaque para a ampliação do número de ingredientes ativos a serem monitorados semestralmente, que passou de 27 para 40. Ao analisar os dados da Tabela 2, observa-se a inclusão de 13 novos compostos, entre os quais merecem destaque a malationa, o paraquate e o fipronil. Esses três agrotóxicos pertencem à classe I de periculosidade, segundo o IBAMA, uma vez que apresentam alta toxicidade: a malationa e o paraquate são extremamente perigosos à saúde humana, enquanto o fipronil é amplamente reconhecido por seus impactos letais sobre as abelhas (Philomena; Oliveira, 2023).

Tabela 2 – Agrotóxicos na Portaria nº 888/21.

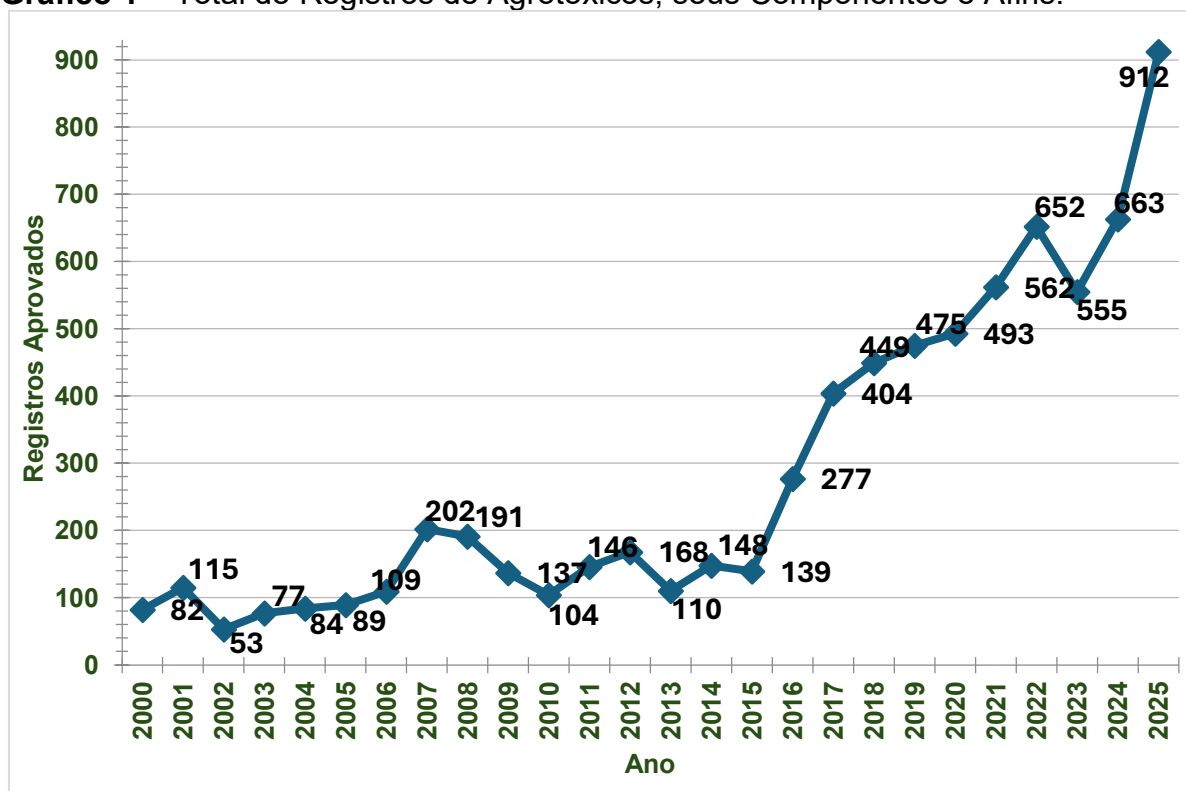
Parâmetro	Unidade	VMP
2,4 D	µg/L	30
Alacloro	µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona +Aldicarbesulfóxido	µg/L	10
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03
Ametrina	µg/L	60
Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetil-Atrazina - Dea, Deisopropil-Atrazina - Dia e Diaminoclorotriazina -Dact)	µg/L	2
Carbendazim	µg/L	120
Carbofurano	µg/L	7
Ciproconazol	µg/L	30
Clordano	µg/L	0,2
Clorotalonil	µg/L	45
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	µg/L	30
DDT+DDD+DDE	µg/L	1
Difenoconazol	µg/L	30
Dimetoato + ometoato	µg/L	1,2
Diuron	µg/L	20
Epoxiconazol	µg/L	60
Fipronil	µg/L	1,2
Flutriafol	µg/L	30
Glifosato + AMPA	µg/L	500
Hidroxi-Atrazina	µg/L	120
Lindano (gama HCH)	µg/L	2
Malationa	µg/L	60
Mancozebe + ETU	µg/L	8
Metamidofós + Acefato	µg/L	7
Metolacloro	µg/L	10
Metribuzim	µg/L	25
Molinato	µg/L	6

Paraquate	µg/L	13
Picloram	µg/L	60
Profenofós	µg/L	0,3
Propargito	µg/L	30
Protioconazol + ProticonazolDestio	µg/L	3
Simazina	µg/L	2
Tebuconazol	µg/L	180
Terbufós	µg/L	1,2
Tiametoxam	µg/L	36
Tiodicarbe	µg/L	90
Tiram	µg/L	6
Trifluralina	µg/L	20

Fonte: Elaborado pela autora com a partir da legislação.

Nota-se que a cada revisão (desde a primeira legislação sobre a potabilidade da água), o número de ingredientes ativos aumentou. Entretanto, esse crescimento não reflete de forma proporcional o aumento na autorização de novos ingredientes ativos no mercado. Ao observarmos a série histórica com os dados fornecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), concluímos que a quantidade de ingredientes ativos analisado na água é ínfimo quando comparado à quantidade que é comercializada (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Total de Registros de Agrotóxicos, seus Componentes e Afins.



Fonte: MAPA

O Gráfico 1 mostra uma tendência clara de crescimento nos registros de agrotóxicos no Brasil, principalmente a partir de 2014. Esse movimento revela não apenas a influência do *lobby* agroquímico, mas também a persistência de um modelo agrícola que aprofunda desigualdades e contaminações, reiterando a condição do Brasil como território de escoamento de produtos rejeitados em outros países (Bombardi, 2023; Souza; Barbieri; Adriano, 2021). Essa ideia reforça o que Larissa Bombardi conceitua como colonialismo químico:

Colonialismo químico e colonialismo molecular são, portanto, expressões-irmãs que descrevem de forma cabal o abismo que separa o Norte e o Sul globais. Esse abismo se revela nas assimetrias relacionadas às substâncias autorizadas, às diferenças e limites máximos e resíduos de agrotóxicos, às formas de aplicação dessas substâncias (pulverização aérea no Brasil e sua proibição na União Europeia) ou, ainda, às formas de violência química presentes nos conflitos fundiários em que agrotóxicos são usados como armas. (Bombardi, 2023, p. 78)

O Gráfico 1 também evidencia um salto nos registros de novas substâncias a partir de 2018, o qual pode ser explicado pelas mudanças políticas ocorridas no país naquele momento, que facilitaram a liberação desses produtos. No entanto, é necessário observar que o retorno do governo Lula, em 2023 – que trazia, na sua campanha, um discurso mais preocupado com o meio ambiente – gerou frustração, ao manter os registros de novos produtos em níveis elevados⁸. Talvez, o exemplo mais simbólico do retrocesso nas políticas ambientais seja a aprovação da Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, que flexibilizou os critérios para liberação de novas substâncias⁹. Conforme observou Godoi e Domingos (2020):

⁸ Embora o Poder Executivo, exercido pelo Presidente da República, desempenhe papel na proposição e sanção de políticas públicas, a formulação, alteração e aprovação das leis no Brasil é prerrogativa do Poder Legislativo (exercido pelo Congresso Nacional, composto pela Câmara dos Deputados e pelo Senado Federal). Na atual conjuntura política, o Congresso brasileiro é formado, majoritariamente, por parlamentares conservadores, que dentro do espectro político, são vinculados a partidos direita – muitos dos quais mantêm forte articulação com interesses do agronegócio e de setores econômicos tradicionais. Esse perfil legislativo não tem como prioridade às pautas ambientais, resultando, frequentemente, em entraves à aprovação de legislações mais rigorosas de proteção ambiental e de controle no uso de agrotóxicos.

⁹ Essa lei é decorrente do Projeto de Lei (PL) 1459/2022, que ficou conhecido como “Pacote do Veneno”. Entre as alterações estabelecidas pela nova legislação, destaca-se a centralização da decisão final sobre o registro de agrotóxicos no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), órgão cuja atribuição institucional está historicamente vinculada à promoção e ao fomento da produção agropecuária. Tal reconfiguração reduziu o protagonismo da ANVISA e do IBAMA no processo decisório, instituições cuja competência técnica está diretamente relacionada à avaliação de riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A nova legislação também incluiu o conceito de “risco aceitável” no critério de aprovação de produtos, substituindo a lógica anterior que vetava o registro de substâncias diante de evidências científicas de potencial carcinogênico, mutagênico ou teratogênico.

A realidade brasileira é que a regulamentação e comercialização dos agrotóxicos vivem sob a pressão e interesse da classe ruralista e da indústria química que desenvolvem e utilizam estes produtos. A indústria dos insumos agrícolas consegue criar uma rápida influência dentro do campo mesmo que não estejam diretamente presente neste. Dessa forma, grandes empresas agrícolas encontram formas de subordinar a produção do campo ao uso de seus produtos e aumentar o consumo destes e influenciar no modo como se dará a produção das lavouras (p. 189).

O ideal seria que as normas e os padrões de potabilidade fossem dinâmicos e acompanhassem os avanços da produção científica de forma autônoma. Porém, embora a atual portaria estabeleça que a norma brasileira para a água tratada deva ser revisada a cada cinco anos, ou em prazo inferior, se tecnicamente justificado (art. 51), não é essa a realidade brasileira. Temos, assim, um abismo entre a quantidade de agrotóxicos disponíveis no mercado e o número efetivamente analisado — e isso não se dá por acaso. Esse distanciamento entre conhecimento técnico e regulação encontra forte sustentação no poder político e econômicos das indústrias químicas e de seus representantes no Congresso.

Assim, a ação dos grupos de interesse do setor agrícola — identificado na chamada “bancada ruralista” — exerce pressão direta nas decisões que envolvem liberação de substâncias, flexibilização de normas e bloqueio de propostas mais restritivas (Souza Jr., 2021; Moura; Rozendo; Oliveira, 2020). Esse grupo promove a retórica de que o agronegócio é o motor econômico do país e o principal responsável pela segurança alimentar. Eles também argumentam que os agrotóxicos (ou “defensivos químicos”, como preferem chamar) são indispensáveis à produção. No entanto, essa narrativa encobre o fato de que esse modelo de agricultura produz majoritariamente *commodities* e intensifica os impactos ambientais e à saúde pública¹⁰ (Pescke; Perez; Lara, 2022; Souza; Barbieri; Adriano, 2021).

A ampliação do uso de agrotóxicos leva à naturalização de sua presença no cotidiano, e à consequente banalização da contaminação por essas substâncias — cuja dimensão, muitas vezes, sequer é de conhecimento da população. Com isso,

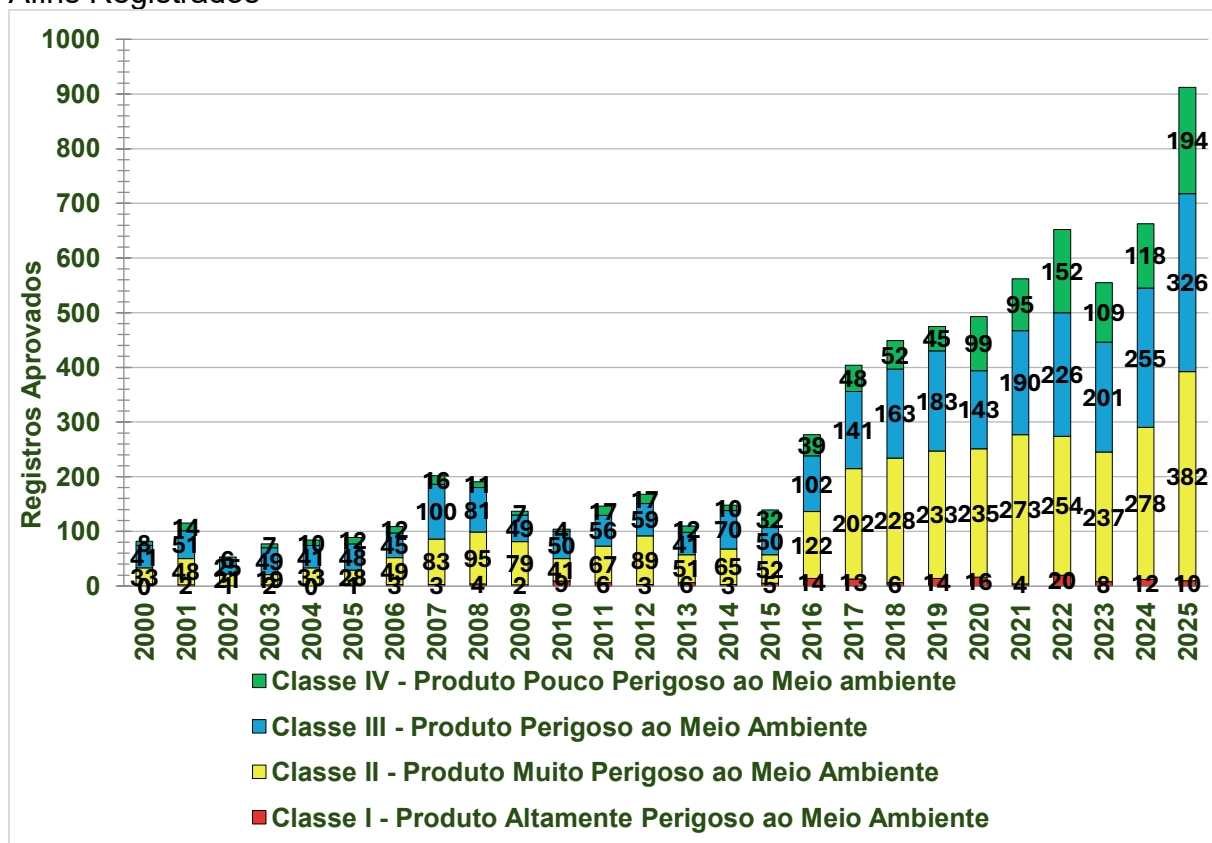
¹⁰ Em 2025, em meio ao debate sobre a Reforma Tributária, os benefícios fiscais aplicados à comercialização dos agrotóxicos foram mantidos. O mercado de agrotóxicos é favorecido por isenções fiscais previstas no Convênio ICMS 100/97, que beneficiam produtos classificados, pelo Governo Federal, como “essenciais”, tendo redução no Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) ou Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). O setor defende essas isenções argumentando que o fim desse benefício implicaria no aumento no preço dos alimentos, mas esse argumento é questionável, uma vez que a maior parte dos agrotóxicos é destinada a *commodities* de exportação — soja, milho, algodão e cana-de-açúcar — e não se destinam prioritariamente à alimentação da população. Críticos também veem nesses benefícios um ônus para o Estado.

o Brasil avança na contramão de países que adotam marcos regulatórios mais restritivos, onde a tendência é a redução progressiva dessas substâncias. Assim, o país se mantém refém de grandes empresas, e:

Nisso se constitui o abismo, essa *geografia do abismo*, esse trágico momento-mundo, em que empresas sediadas no hemisfério Norte, com a falaciosa justificativa de alimentar o mundo, lucram com a produção e a venda de substâncias que afetam a população de forma absolutamente desigual: são os do Sul, os pretos, os indígenas, as mulheres os que mais sofrem. Não apenas o problema da fome persiste como, além de famintos, estamos envenenados, com nossos ecossistemas igualmente contaminados. (Bombardi, 2023, p. 80)

Outra questão a ser analisada refere-se à toxicidade dos ingredientes ativos aprovados nos últimos anos (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Classificações Ambientais para os Agrotóxicos, seus Componentes e Afins Registrados



Fonte: MAPA.

O gráfico 2 mostra que entre 2014 e 2015 as classes II e III manteve relativo equilíbrio, porém, a partir de 2016 a classe II ultrapassa a classe III em número absoluto de registros por vários anos seguidos. A partir desse ano as aprovações

passam a crescer de forma mais significativa e uma análise detalhada do gráfico também revela que os registros de agrotóxicos no Brasil priorizam produtos classificados como de muito perigosos ao meio ambiente. Esse padrão reforça a crítica de que o país flexibilizou critérios ambientais ao aprovar cada vez mais substâncias com maior potencial destrutivo para os ecossistemas.

3.6 A inserção dos dados no Sisagua

O Sisagua serve como um importante indicador sobre a qualidade da água distribuída para a população do país. Desde sua idealização, em 1999, o sistema passou por quatro versões que buscaram atualizações e melhorias na divulgação dos resultados (Oliveira Jr, *et al.*, 2019). A primeira versão, ainda de forma experimental, começou em 2000. No ano seguinte, todas as unidades da federação passaram a enviar as informações referentes aos seus sistemas de abastecimento. Em 2004, ocorreu a segunda versão do portal, e entre os anos de 2005 e 2006, foram levantadas as melhorias pelas quais o sistema deveria passar para se adequar à Portaria de potabilidade 518/2004, que, na época, estava em vigor. Assim, em 2007 é disponibilizada uma terceira versão do sistema (Mata; Oliveira Junior; Ramalho, 2022). Após sete anos, em janeiro de 2014, foi disponibilizada a quarta versão do portal, que recentemente também passou por ajustes para se adequar a atual portaria.

Apesar da exigência legal solicitar que os municípios e as operadores insiram os dados no portal, ainda não há cumprimento dessa ação por alguns municípios, o que contribui para lacunas analíticas¹¹ (Oliveira Jr, *et al.*, 2019; Panis, *et al.*, 2024). Os estados do Paraná e de São Paulo possuem a base mais completa, apresentando resultados para mais de 90% dos municípios (Panis, *et al.*, 2024). O portal recebe “automaticamente os dados de controle e resultados das análises de água para consumo humano” (Mata; Oliveira Junior; Ramalho, 2022, p. 2) e os disponibiliza, sendo possível acessar os resultados para os três tipos de abastecimentos existentes:

¹¹ As regiões Norte e Nordeste possuem maior carência de dados (Oliveira Jr, *et al.*, 2019). Embora a ausência de dados dificulte uma análise precisa sobre a água que chega à população, o Sisagua é, ainda assim, uma base de dados nacional importante para se obter informações sobre o abastecimento e a qualidade da água distribuída para a população brasileira.

No Sisagua, é possível o cadastro de três formas de abastecimento: Sistema de Abastecimento de Água (SAA), cuja instalação é destinada à produção e ao provimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição; Solução Alternativa Coletiva (SAC), que se trata de uma modalidade de abastecimento coletivo, destinada a fornecer água potável, com ou sem canalização e sem rede de distribuição; e Solução Alternativa Individual (SAI), modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atende a domicílios residenciais com uma única família. (Mata; Oliveira Junior; Ramalho, 2022, p. 2)

A tabela de inserção de dados no Sisagua é estruturada para reunir, de forma padronizada, as informações territoriais, institucionais, operacionais e analíticas relacionadas ao monitoramento da água. As primeiras colunas são relacionadas à localidade onde foi realizada a análise, seguidas de informações sobre a instituição do responsável pelo abastecimento (com o tipo de instituição, sigla, nome e CNPJ, bem como os dados do escritório regional ou local vinculado) (Figura 7).

Figura 7 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.

Região geográfica	UF	Município	Tipo da Instituição	Sigla - Instituição	Nome da Instituição	CNPJ - Instituição	Nome do Escritório regional/local	CNPJ - Escritório	Código Forma de abastecimento
SUDESTE	SP	TUPÃ	Empresa Estadual	SABESP	COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO	43776517000180	TUPA SABESP	43776517034246	S355500000004

Fonte: (Print) Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), Ministério da Saúde (Brasil), referente ao período de 2020.

Em seguida, são registradas informações sobre o tipo de abastecimento (se SAA ou SAC), a identificação da Estação ou Unidade de Tratamento de Água (ETA/UTA), os dados sobre a origem da captação (se é superficial, subterrânea ou de água de chuva) e a caracterização da área atendida, distinguindo entre zona urbana e rural, informações temporais e técnicas referentes ao monitoramento, como ano de referência, semestre, mês, datas de coleta e análise, além do ponto de monitoramento (entrada ou saída do tratamento) (Figura 8).

Figura 8 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.

Tipo de abastecimento	Nome da Forma de abastecimento	Nome da ETA/UTA	Captação superficial	Captação subterrânea	Captação de água de chuva?	Área urbana?	Área rural?	Ano de referência	Semestre da coleta	Mês da coleta	Data da coleta	Data da análise	Ponto de monitoramento
SAA	TUPÃ-INDUSTRIAL	TUPÃ-INDUSTRIAL	Não	Sim	Não	Sim	Não	2020	2	SETEMBRO	22/9/2020 00:00:00	7/10/2020 00:00:00	PONTO DE CAPTAÇÃO

Fonte: (Print) Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), Ministério da Saúde (Brasil), referente ao período de 2020.

Por fim, é inserido o grupo de parâmetros analisados seguido pelo nome do ingrediente ativo (parâmetro) e as últimas quatro colunas da tabela são destinadas exclusivamente ao registro dos resultados (Figura 9).

Figura 9 - Tabela de Análise Completa de Controle Semestral – Sisagua.

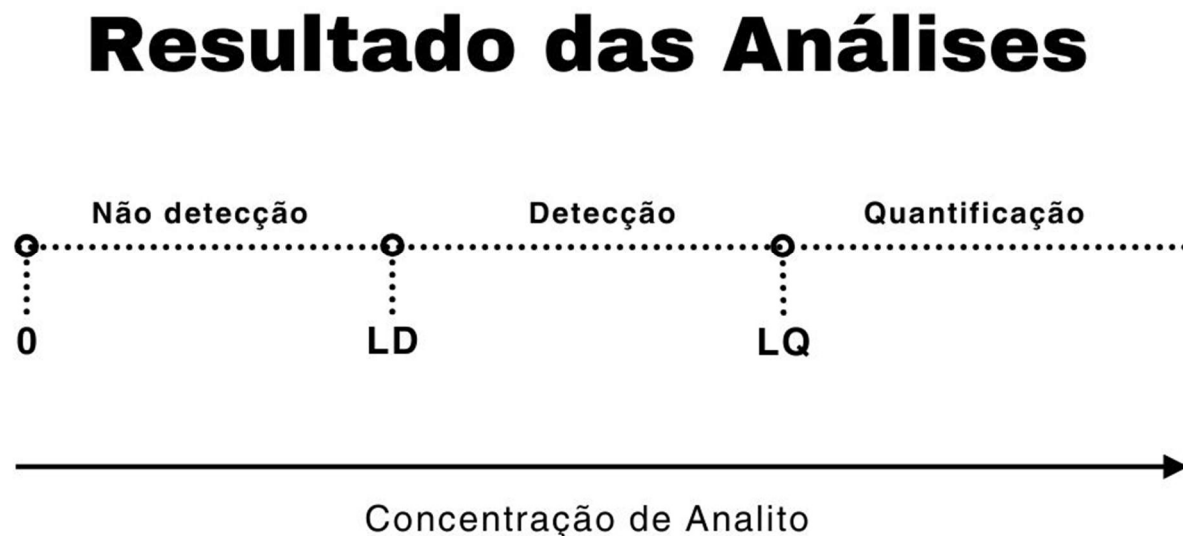
Grupo de parâmetros	Parâmetro	Atendimento ao padrão	Tipo de resultado	Valor Resultado	Valor LQ	Valor LD
Agrotóxicos	Aldrin + Dieldrin	N/A	QUANTIFICADO	0,0075	0,001	

Fonte: (Print) Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), Ministério da Saúde (Brasil), referente ao período de 2020.

A coluna “Tipo de resultado” indica se o resultado foi quantificado, se foi menor que o limite de quantificação (menor LQ/< LQ) ou se foi menor que o limite de detecção (menor LD/< LD). A coluna “Valor Resultado” é preenchida apenas quando há quantificação do parâmetro analisado. Já as colunas “Valor LQ” e “Valor LD” registram, respectivamente, os limites de quantificação e de detecção do método empregado na análise. Essas colunas, porém, não são sempre preenchidas, apesar de serem fundamentais para a correta interpretação dos resultados, especialmente nos casos em que a substância é detectada, mas não quantificada¹². Para melhor compreensão, observe a Figura 7:

¹² Observou-se, nesta pesquisa, que parte dos dados disponibilizados no Sisagua não apresenta os valores de limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) do método analítico empregado, quando os resultados das análises são quantificados. Nos casos em que os resultados são expressos como “menor que o LQ”, a coluna referente ao valor de LQ do método é preenchida. De modo análogo, quando os resultados são classificados como “menor que o LD”, registra-se na base de dados o valor correspondente ao LD do método utilizado.

Figura 10 - Quantificação dos resultados das análises.



Fonte: elaborado pela autora.

A figura acima exemplifica como os resultados são obtidos. Sendo:

- O **valor LD** (Limite de Detecção) indica a mais baixa concentração que pode ser detectada com certa confiabilidade pelo equipamento. Desta forma, os valores abaixo do LD sugerem que as substâncias estão ausentes ou em concentração inferior à capacidade do método analítico utilizado (Valentim, *et al.* 2019).

- O **valor LQ** (Limite de Quantificação) representa a mais baixa concentração que pode ser quantificada com precisão. Assim, quando o resultado é menor que LQ, significa que é possível detectar a presença da substância, mas não a concentração existente, pois o método e o equipamento utilizado não foram capazes de quantificar a concentração da substância na amostra analisada, com precisão e exatidão aceitáveis.

- O **Valor Resultado** corresponde à concentração numérica do analito identificado na substância analisada. Esse valor é apresentado quando a análise quantifica a presença da substância, ou seja, quando foi possível determinar a quantidade presente na amostra.

Destaca-se que um resultado inferior ao LD não significa, necessariamente, a ausência da substância na amostra, mas que a análise realizada não possui sensibilidade suficiente para detectá-la abaixo desse limite. Já os resultados inferiores

ao LQ, conforme explicado anteriormente, indicam que a substância foi detectada, entretanto, não foi possível determinar sua concentração com precisão, ou seja, não foi quantificá-la. Nesses casos, o Sisagua apresenta nas colunas “Valor LD” ou “Valor LQ”, apenas o valor do método analítico utilizado nas amostras. Ressalta-se também, que a adoção de métodos analíticos com limites de detecção e quantificação elevados compromete o monitoramento da qualidade da água, uma vez que apenas concentrações superiores a esses limites podem ser efetivamente identificadas e/ou mensuradas. Essa limitação restringe a interpretação dos resultados e dificulta a avaliação da presença de contaminantes em baixas concentrações.

Diante disso, para as análises realizadas nesta pesquisa, consideraram-se tanto os resultados quantificados quanto aqueles inferiores ao LQ, uma vez que, embora o método analítico não tenha permitido a quantificação da concentração na amostra, esses resultados detectam a presença do analito.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui uma abordagem quantitativa, de natureza exploratória, descritiva e documental. É exploratória por buscar mapear e sistematizar informações ainda pouco analisadas no contexto local acerca da presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano. Assume caráter descritivo ao analisar a ocorrência, frequência, distribuição temporal e concentração dos ingredientes ativos identificados no período de 2014 a 2024, sem a pretensão de estabelecer relações de causalidade. Classifica-se ainda, como documental por fundamentar-se exclusivamente em dados secundários provenientes de bases oficiais e documentos públicos, especialmente do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), bem como de normativas do Ministério da Saúde relacionadas ao padrão de potabilidade da água no Brasil.

Para a realização desta pesquisa, foi conduzido um levantamento bibliográfico na Plataforma Periódicos CAPES, realizado em dois momentos distintos: entre os meses de outubro de 2024 e março de 2025. Para a busca, foram utilizados os descritores “água potável”, “agrotóxicos” e “Sisagua”, com delimitação temporal das publicações entre os anos de 2010 e 2025. Conforme destacado na nota introdutória deste trabalho, optou-se pela utilização do termo “agrotóxicos”, assim, nas buscas em língua portuguesa, priorizou-se, sempre que possível, produções que adotassem essa

mesma terminologia, considerando que, em língua inglesa, o termo correspondente é “*pesticide*”. Além da revisão bibliográfica, foram utilizados dados secundários provenientes de bases de dados oficiais mantidas por órgãos públicos, como:

a) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, Agrofit): dados referentes à produção agrícola na região de Tupã-SP (área plantada, volume de produção e principais culturas);

b) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA): dados sobre a comercialização de agrotóxicos, permitindo a identificação das substâncias mais utilizadas e dos volumes comercializados anualmente;

c) Sistema e Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) do Ministério da Saúde: dados semestrais sobre a presença e concentração de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano.

O recorte temporal da pesquisa compreendeu o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2024, enquanto o levantamento dos dados nos órgãos oficiais ocorreu entre janeiro e março de 2025. Os dados foram estruturados utilizando o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SQL), o que permitiu maior eficiência no tratamento das informações e os resultados das análises da água foram sistematizados em planilhas do Excel (Microsoft). Já a interpretação dos dados foi realizada à luz da legislação vigente no período analisado (sendo as Portarias GM/MS nº 2.914/2011, GM/MS nº 518/2004 e GM/MS 888/2021), uma vez que as alterações nestas portarias influenciaram tanto os padrões de potabilidade quanto a forma como os dados foram inseridos no Sisagua. Os agrotóxicos escolhidos para análise desta pesquisa foram selecionados a partir da avaliação inicial dos resultados divulgados no Sisagua, priorizando aqueles com resultados quantificados e com valor Menor LQ, que indicam a presença da substância, apesar de não possibilitar a sua quantificação.

4.1 Forma de análise dos resultados

As análises dessa pesquisa seguiram os procedimentos descritos a seguir.

Inicialmente, foi feita uma análise exploratória das informações coletadas nas bases de dados oficiais. Os resultados das análises da água (coletados no Sisagua) e as informações referentes aos volumes de comercialização e uso de agrotóxicos na agricultura local (coletados no IBAMA e MAPA) foram organizados em

tabelas e gráficos, utilizando-se o Excel. Essa etapa permitiu uma visão geral do conjunto de dados, possibilitando a identificação dos agrotóxicos monitorados, das concentrações observadas nas amostras de água no decorrer do período analisado.

A etapa seguinte identificou os agrotóxicos com resultados quantificados e aqueles cujos valores foram reportados como inferiores ao limite de quantificação (menor LQ), uma vez que, em ambos os casos, a substância foi detectada na amostra. A análise também considerou as características dos sistemas de abastecimento de água. Durante a pesquisa, distinguiu-se os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), geralmente associados a poços mais profundos, das Soluções Alternativas Coletivas (SAC), vinculadas a poços mais superficiais. Essa abordagem permitiu verificar diferenças na susceptibilidade à contaminação.

Os resultados obtidos foram interpretados à luz das portarias de potabilidade vigentes no Brasil no período de estudo. Adicionalmente, realizou-se uma comparação com a legislação da União Europeia (reconhecida por adotar padrões mais restritivos para a presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano). Essa comparação permitiu discutir os resultados não apenas em relação aos limites legais nacionais, mas também numa perspectiva mais conservadora de proteção à saúde humana e ao meio ambiente.

Por fim, a integração entre os dados de qualidade da água, o tipo de sistema de abastecimento e as informações sobre o uso agrícola de agrotóxicos possibilitou uma análise crítica da exposição potencial da população e das limitações regulatórias, contribuindo para a compreensão dos riscos associados à presença desses compostos na água de consumo humano no município de Tupã.

4.2 Limitações do estudo

O objetivo inicial da pesquisa era realizar uma análise temporal sobre a presença de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano no município de Tupã-SP, entre os anos de 2014 e 2024. Para tanto, a pesquisa pretendia analisar exclusivamente os poços do Sistema de Abastecimento de Água (SAA), operados pela Sabesp no município. Esses poços são de captação subterrânea. Entretanto, os dados referentes ao ano de 2023 não estavam disponíveis no Sisagua no momento da coleta. Segundo informações da Sabesp, o aumento no número de ingredientes ativos decorrente da atualização no Anexo XX da Portaria GM/MS Nº 888, bem como

as adaptações no site do Sisagua, inviabilizaram o envio automático dos resultados das análises¹³. Em acordo firmado com a Vigilância, a Sabesp se comprometeu a inserir os dados gradualmente, contudo, até o momento da conclusão dessa pesquisa, essas informações permanecem indisponíveis.

Além disso, os dados de 2024, embora já disponíveis no sistema, referem-se, exclusivamente, a poços do tipo SAC, o que compromete a continuidade da série histórica, uma vez que os dados anteriores correspondem, majoritariamente, ao sistema SAA. Observou-se ainda que os dados relativos aos sistemas do tipo SAC, aparecem de forma pontual e não sistemática no Sisagua. Essas lacunas (informações descontínuas dos mesmos poços no período de uma década) não favorecem a realização de análises estatísticas mais aprofundadas, especialmente em modelos de séries temporais, além de comprometerem a análise linear entre 2014 e 2024. Contudo, tais limitações não inviabilizam a pesquisa, uma vez que os dados disponíveis ainda permitem identificar a presença de agrotóxicos nos sistemas de abastecimento de água acessada pela população do município de Tupã.

Desta forma, apesar das limitações anteriormente apontadas, os dados referentes ao período de 2014 e 2022, bem como os resultados de 2024 (ainda que restritos aos poços de tipo SAC) constituem base consistente para avaliar a presença e a evolução da ocorrência de agrotóxicos na água tratada e distribuída para a população de Tupã-SP. Assim, o estudo mantém-se alinhado ao objetivo geral, ao analisar a presença dessas substâncias na água destinada ao abastecimento público do município.

4.3 Delimitação do estudo

O estudo limitou-se à análise da concentração de resíduos de agrotóxicos na água potável de Tupã-SP. Não foram objeto de estudo os demais parâmetros apresentados na legislação, os subprodutos gerados pela interação dessas substâncias nem as possíveis formas de eliminá-las.

¹³ O Sisagua possui uma ferramenta (*webservice*) que permite o recebendo automático das informações do monitoramento realizado pelas operadoras. Segundo a Sabesp, esse sistema perdeu sua operabilidade durante as mudanças realizadas durante a transição para a nova portaria.

4.4 Aspectos éticos

Este estudo não apresentou nenhum tipo de risco às pessoas, pois utilizou exclusivamente dados secundários e de acesso irrestrito relativos aos agrotóxicos presentes na água de consumo humano, não sendo necessário a submissão ao Comitê de Ética.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos sistemas de abastecimento analisados (SAA e SAC)

Conforme previamente exposto, o Sisagua disponibiliza dados referentes aos Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e a Solução Alternativa Coletiva (SAC). No período de uma década, delimitado nesta pesquisa, o município de Tupã-SP, registrou análises para sete poços do tipo SAA, com dados para os anos de 2014 e 2022, e para nove poços do tipo SAC, cujas análises ocorreram de forma pontual e em anos alternados.

Os poços classificados como SAA que apresentaram registros de análise no Sisagua são:

- Tupã Central;
- Industrial;
- Ipiranga;
- Universitário;
- Parnaso;
- Universo, e
- Varpa.

Já os sistemas classificados como SAC com registros de análise no mesmo período incluem:

- Amendupã Produtos Alimentícios LTDA;
- Autoposto Bichim VI LTDA;
- Caetés Comércio de Combustíveis LTDA;
- Casa da Criança;

- Granja Morishita Monteiro;
- Granja Morishita III;
- Jocec Indústria Metalúrgica LTDA;
- Lauro Huraki Morishita, e
- Sociedade Grande Hotel Tamoios.

Os resultados discutidos a seguir, foram separados conforme o sistema de abastecimento e analisados conforme o tipo de resultado: valor quantificado e valor menor LQ. Em ambos, ocorre a presença de agrotóxicos na análise da água.

5.2 Resultados dos sistemas de abastecimento do tipo SAA

5.2.1 Resultados quantificados

Para o município de Tupã, o Sisagua disponibiliza informações de poços tipo SAA para os anos de 2014 a 2022¹⁴. Neste intervalo, há resultados com valores quantificados de agrotóxicos na água tratada entre os anos de 2014 e 2020 (Tabela 3), bem como resultados que indicam a detecção dessas substâncias entre os anos de 2016 e 2022, com resultados inferiores ao limite de quantificação (menor LQ), que serão analisados a seguir.

Tabela 3 - Poços tipo SAA com resultados Quantificados.

Poços	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tupã Central	X	X	X			X	
Industrial	X	X	X	X		X	X
Ipiranga	X	X	X	X	X	X	
Parnaso	X	X	X				
Universitário	X	X	X			X	X
Univero	X	X	X				X
Varpa	X	X	X			X	

Fonte: Elaborado pela autora – Dados do Sisagua.

Os dados da Tabela 3 indicam que entre os anos de 2014 e 2016, todos os poços SAA registraram ao menos um resultado quantificado para agrotóxicos, evidenciando um período de maior ocorrência dessas substâncias na água distribuída

¹⁴ Como dito anteriormente, os resultados das análises de 2023 não estão inseridas no Sisagua e os dados divulgados para o ano de 2024 referem-se exclusivamente para poços dos sistemas de tipo SAC.

para a população. A partir de 2017, observa-se uma redução no número de poços com resultados quantificados, sendo que em 2018 apenas o poço Ipiranga apresentou resultados positivos. Este poço apresentou resultados quantificados consecutivamente entre 2014 e 2019, indicando maior vulnerabilidade da população que acessa essa água. Em 2019, verifica-se uma retomada dos registros, a exceção dos poços Parnaso e Universo. Já em 2020, os registros quantificados voltam a ser pontuais. A Tabela 4 indica os agrotóxicos quantificados na água destinada ao consumo humano no município de Tupã-SP, por ano.

Tabela 4 - Agrotóxicos quantificados na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAA).

Ano	Agrotóxicos Quantificados
2014	2,4-D + 2,4,5-T; Alacloro; Aldrin + Dieldrin; Atrazina; Clordano; DDT + DDD + DDE; Endossulfan (α , β e sais); Endrin; Glifosato + AMPA; Lindano (gama HCH); Metolacloro; Molinato; Pendimentalina; Permetrina; Simazina; Trifluralina
2015	2,4-D + 2,4,5-T; Alacloro; Aldrin + Dieldrin; Atrazina; Clordano; DDT + DDD + DDE; Endossulfan (α , β e sais); Endrin; Glifosato + AMPA; Lindano (gama HCH); Metolacloro; Molinato; Pendimentalina; Permetrina; Simazina; Trifluralina
2016	Alacloro; Aldrin + Dieldrin; Atrazina; Clordano; DDT + DDD + DDE; Endossulfan (α , β e sais); Endrin; Glifosato + AMPA; Lindano (gama HCH); Metolacloro; Molinato; Pendimentalina; Permetrina; Simazina; Trifluralina
2017	Lindano (gama HCH)
2018	Lindano (gama HCH)
2019	Aldrin + Dieldrin
2020	Aldrin + Dieldrin

Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

A análise da Tabela 4 indica a recorrência de determinados ingredientes ativos no período de 2014 a 2020, com drástica redução da quantificação de agrotóxicos a partir de 2016 (assunto discutido a seguir). Dentre os ingredientes ativos quantificados, destaca-se o lindano (gama HCH) com resultados no período de 2014 a 2018. O aldrin e o dieldrin, por sua vez, foram quantificados entre 2014 e 2016 e novamente em 2019 e 2020. A presença desses compostos sugere que sua presença na água não decorre necessariamente de aplicações recentes, mas de sua elevada persistência ambiental e longa meia vida, uma vez que pertencem ao grupo dos organoclorados (substâncias caracterizadas pela persistência elevada em água, ar,

sedimento e solo, além de apresentar alta toxicidade aguda e crônica para seres humanos e animais e potencial de bioacumulação nos seres vivos).

Entre os anos de 2017 e 2018, verificou-se a quantificação exclusiva do agrotóxico lindano. Esses resultados ocorreram para o poço Industrial (em 2017) e para o Ipiranga (em ambos os anos). Esse ingrediente ativo já havia sido quantificado no período anterior, entre 2014 e 2016, inclusive nos demais poços SAA. O lindano, ou gama-hexaclorociclohexano, é um inseticida cujo uso agrícola foi cancelado, pelo Ministério da Agricultura, através da Portaria nº 329, de 02 de setembro de 1985, devido à sua alta persistência ambiental e/ou periculosidade. Posteriormente, sua monografia foi excluída, pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 11, de 08 de janeiro de 1998, mantendo-se autorizado apenas como preservante de madeiras até 2006, quando sua utilização foi definitivamente proibida (ANVISA, 2006; INCA 2022). Os resultados apresentados no Gráfico 3 indicam que a sua concentração diminuiu no decorrer do tempo. As análises realizadas em 2014 registraram valores de 0,1 µg/L, sendo progressivamente reduzidos para 0,01 µg/L e 0,009 µg/L nos anos subsequentes, tanto para o poço Industrial como para o poço Ipiranga. Destaca-se que, mesmo após décadas de sua proibição, e apesar da redução observada, o composto permanece detectável no ambiente, evidenciando a sua persistência ambiental.

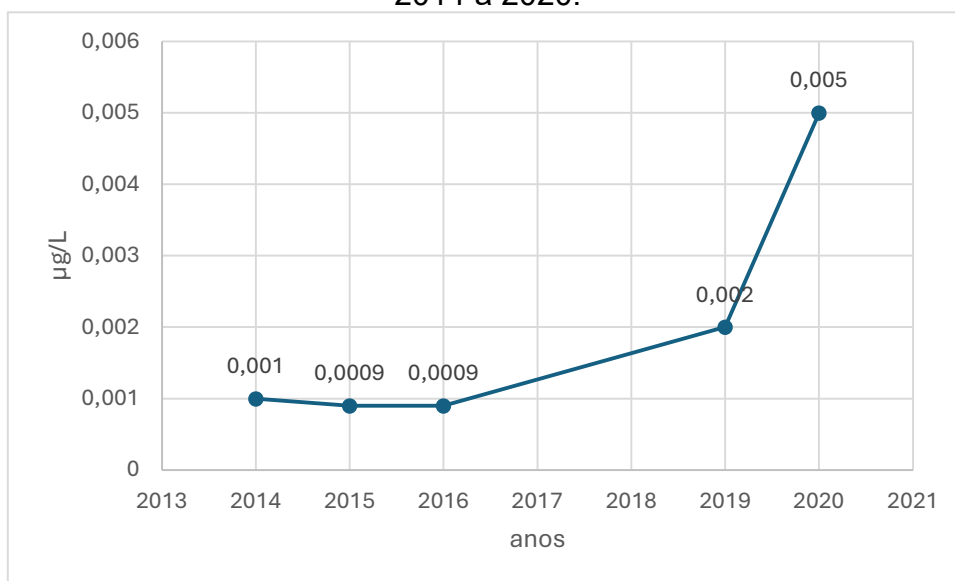
Gráfico 3 - Concentração de Lindano Quantificado no período de 2014 a 2018.



Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Já nos anos de 2019 e 2020 foram quantificados exclusivamente o agrotóxico aldrin e seu metabólico dieldrin nos poços Tupã Central, Ipiranga e Varpa (2019), Universo (2020) e Universitário e Industrial em ambos os anos. O poço Universitário evidenciou um leve crescimento conforme indicado no Gráfico 4. Assim como o lindano, o aldrin é um inseticida banido no Brasil devido sua alta persistência ambiental e/ou periculosidade.

Gráfico 4 - Concentração de Aldrin e Dieldrin no SAA Universitário no período de 2014 a 2020.



Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Apesar de todos os resultados quantificados para os agrotóxicos na água tratada em Tupã, entre os anos de 2014 e 2020, se encontrassem dentro do VMP das legislações vigentes, algumas quantificações chamam a atenção. Além dos agrotóxicos já citados acima, os resultados referentes ao herbicida glifosato (sal isopropilamina de N-fosfonometil) glicina) e/ou seu metabólico AMPA merecem destaque. Por três anos consecutivos (de 2014 a 2016), todos os poços do sistema SAA apresentaram valores quantificados para esse ingrediente ativo.

O glifosato é um herbicida amplamente utilizado, pois além de ser economicamente acessível, possui ação sistêmica de amplo espectro no controle de pragas em diversas culturas, sendo utilizado, principalmente, nas produções agrícolas baseadas em sementes geneticamente modificadas (Domínguez, *et al.*, 2016, Carretta, *et al.*, 2019). Esses sistemas de cultivo, prometiam a redução no uso de

agrotóxicos, porém, o surgimento de plantas invasoras resistentes tem intensificado a sua utilização¹⁵.

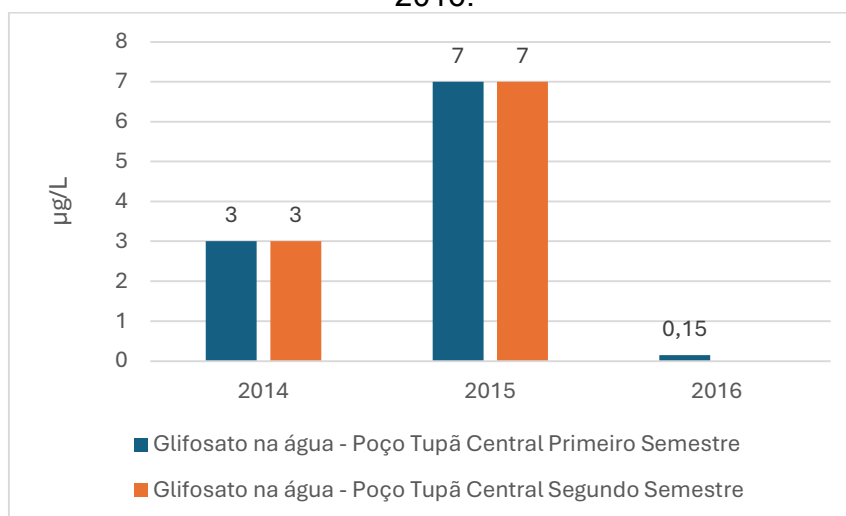
Segundo dados do IBAMA (2024) sobre a comercialização dos agrotóxicos no país, em 2024 foi vendido o equivalente a 231.888,21 ton. de glifosato, configurando-o como ingrediente ativo mais vendido no Brasil. Somente o estado de São Paulo comercializou o equivalente a 18.979,36 toneladas no mesmo ano (IBAMA, 2025). A sua ampla utilização gera um rastro, pois os seus resíduos já foram detectados no solo, em águas superficiais devido ao escoamento e em águas subterrâneas (Ortega, Ponce, 2022; Osten, Dzul-Caamal, 2017, Kiefer, *et al.*, 2024).

Os gráficos 5, 6, 7 e 8, destacam a presença do glifosato nos poços Tupã Central, Parnaso, Universo e Varpa, para os anos de 2014 a 2016. Ainda que apresentem resultados distintos, eles sinalizam que a presença do glifosato na água não é uma contaminação pontual e indicam relação com o uso dessa substância na agricultura. Os gráficos apresentam padrões semelhantes nas concentrações de glifosato, sendo mais elevadas entre 2014 e 2015, sobretudo no primeiro semestre. Em relação ao ano de 2016, chama atenção a queda abrupta nos valores quantificados, que apresentaram valor resultado de 0,15 µg/L (Tupã Central) e 0,007 µg/L (demais poços). Esse resultado pode indicar efetivamente uma diminuição na concentração, quando comparada aos anos anteriores, ou indicar um erro na divulgação dos dados, uma vez que há a tendência de crescimento na concentração, quando se considera o padrão dos resultados anteriores¹⁶ como por exemplo, 3 µg/L e 7 µg/L para o poço Tupã Central ou 10 µg/L e 18 µg/L para o poço Parnaso.

¹⁵ Conforme Mua (2023, p. 31-32): “Desenvolvidas com a promessa de diminuir o uso de agrotóxicos por carregarem genes de resistência a herbicidas [...], no entanto, ao contrário da promessa, houve um aumento significativo do uso de agrotóxicos, pois plantas invasoras se tornaram resistentes aos herbicidas e as pragas-alvo se tornando também resistente às toxinas produzidas pelas plantas transgênicas, o que exigiu aumento no uso de herbicidas e inseticidas”.

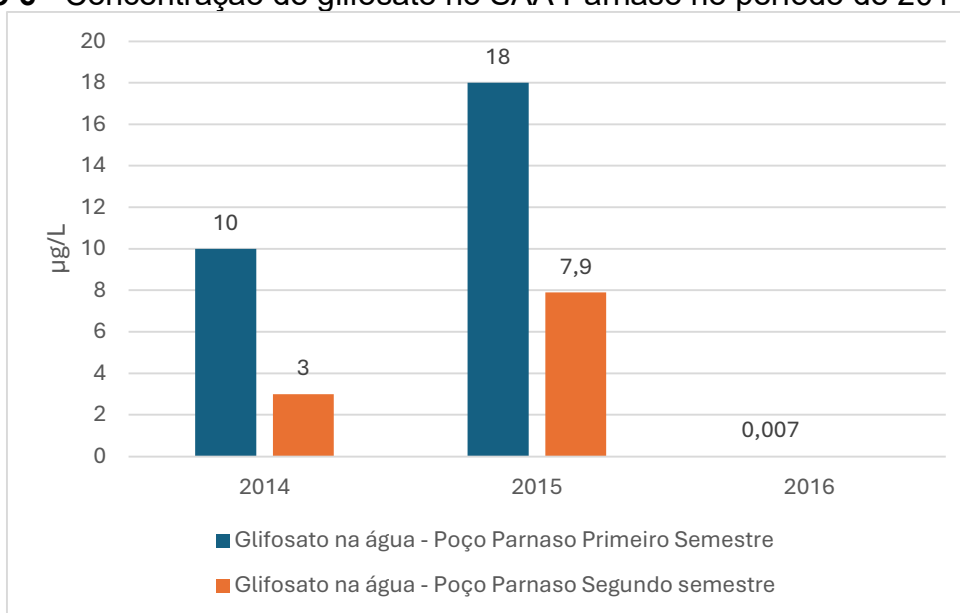
¹⁶ Curiosamente, os dados sobre as vendas por Unidades da Federação para agrotóxicos, indica que para o ano de 2016 foi comercializado no Estado de São Paulo o equivalente a 16.684,63 ton., frente a 17.328,79 para 2014 e, 19.142,41 para 2015. A quantidade comercializada deste Ingrediente Ativo para todas as unidades da federação para os anos de 2014 a 2016 foram, respectivamente: 193.947,87 ton., 193.945,89 ton. e 185.602,22 ton.

Gráfico 5 - Concentração de glifosato no SAA Tupã Central no período de 2014 a 2016.

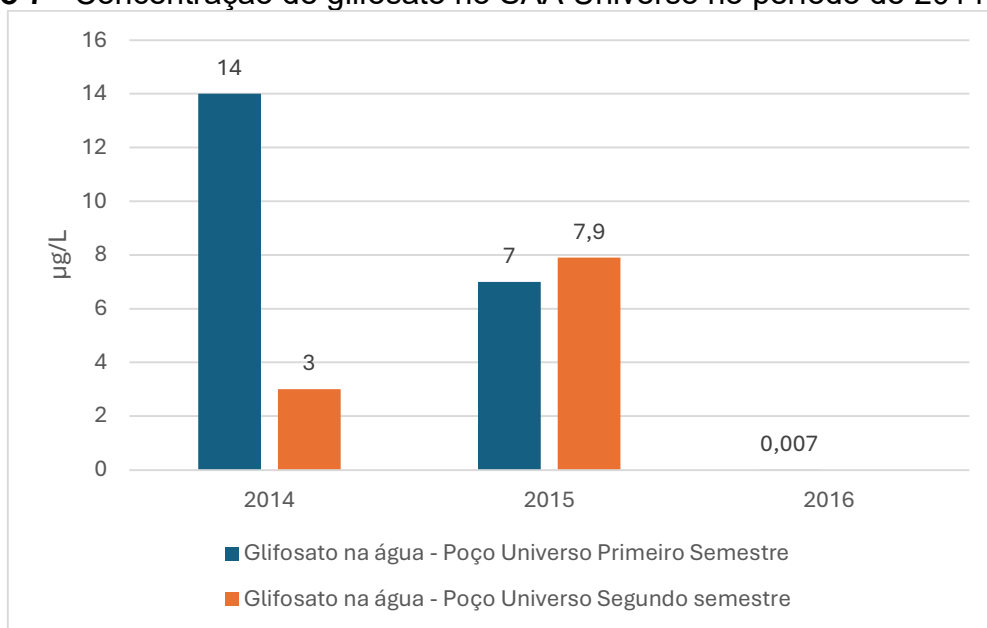


Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

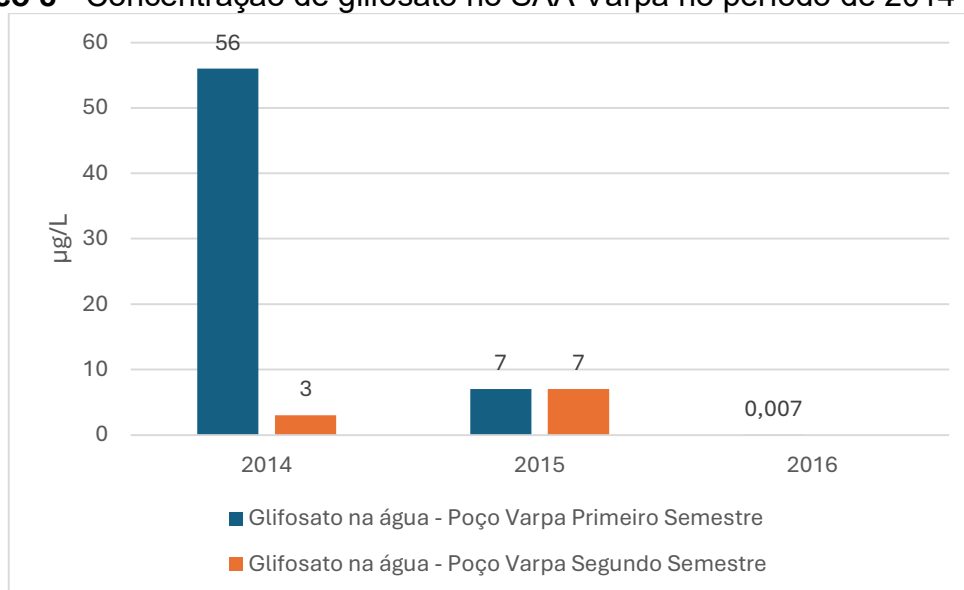
Gráfico 6 - Concentração de glifosato no SAA Parnaso no período de 2014 a 2016.



Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Gráfico 7 - Concentração de glifosato no SAA Universo no período de 2014 a 2016.

Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Gráfico 8 - Concentração de glifosato no SAA Varpa no período de 2014 a 2016.

Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Os dados referentes ao poço Tupã Central se mantiveram estáveis no período analisado, enquanto os demais poços apresentaram maior variação nas concentrações de glifosato. Nesse sentido, destaca-se que no primeiro semestre os maiores valores foram quantificados nos poços Varpa e Universo. O poço de Varpa chama atenção devido ao valor quantificado em 56 µg/L (para o primeiro semestre de 2014), indicando um possível evento agudo de poluição, com queda para 7 µg/L no ano seguinte. Tendência semelhante de queda entre 2014 e 2015 é observada no

poço Universo, cujas concentrações passaram de 14 µg/L para 7 µg/L. Já os poços Tupã Central e Parnaso, apresentam um aumento, em ambos os semestres, nas concentrações do período de 2014 e 2015.

A detecção do glifosato nos poços do tipo SAA levanta hipóteses relevantes, pois, embora estudos indiquem que os agrotóxicos podem atingir os corpos d'água por meio da lixiviação, da infiltração da água das chuvas e da irrigação (Silva; Barp; Armiliato, 2017, Kiefer, *et al.*, 2024), o glifosato é menos persistente na água, em razão da sua elevada solubilidade e meia-vida curta (González Ortega; Fuentes Ponce, 2022). Durante o processo de degradação do glifosato, ocorre a formação de subprodutos, como o ácido aminometilfosfônico (AMPA). Considerando que os resultados divulgados no Sisagua não distinguem o glifosato de seu principal metabólico, é possível inferir que parte dos valores quantificados na amostra corresponda ao AMPA, uma vez que esse composto tende a permanecer mais tempo no ambiente. Estudos indicam que a persistência do AMPA no solo e na água é superior à do glifosato, o que reforça a necessidade de cautela na interpretação dos resultados e de maior detalhamento analítico nos sistemas de monitoramento (Silva; Barp; Armiliato, 2017; González Ortega; Fuentes Ponce, 2022).

Esses resultados também podem estar relacionados a práticas operacionais de mistura entre diferentes fontes de abastecimento, como águas subterrâneas e superficiais. Nesse sentido, a literatura aponta que a Sabesp adota, em determinados contextos, a prática de mistura de águas de diferentes origens, conforme identificado por Franco Filho, Orsatti e Netto (2007). Ainda que não haja registros públicos que confirmem oficialmente a adoção desse procedimento no município de Tupã, sua eventual ocorrência não pode ser descartada e poderia contribuir para explicar a presença de glifosato na saída do tratamento, conforme os dados divulgados pelo Sisagua.

Quando comparado aos primeiros herbicidas comercializados e utilizados na agricultura para as mesmas funções, o glifosato é frequentemente considerado menos tóxico para os seres humanos e animais. Segundo Nogueira *et al.* (2021, p. 104):

Este composto inibe a 5-enolpiruvato-shikimato 3-fosfato-sintase (EPSPS), uma enzima que impede a biossíntese de ácidos aromáticos. Esta rota não está presente em animais, fazendo com que o glifosato seja considerado um dos defensivos menos tóxicos utilizados.

Ainda assim, o uso do glifosato é alvo de intenso debate e controvérsia no que se refere aos possíveis efeitos negativos em relação à saúde humana e ao meio ambiente (Meftaul, 2020; Pol, Hupffer, Figueiredo; 2021). Nogueira *et al.* (2021) aponta existir evidências de que o glifosato “pode levar a danos hepatorreais em camundongos e diminuição da biodiversidade de microrganismos de ambientes aquáticos e terrestres” (p. 104). Em 2015 a Agência Internacional Pesquisa sobre o Câncer (IARC), que faz parte da Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou o glifosato, juntamente com outros agrotóxicos, como provável carcinógeno para os seres humanos (Souza Junior, 2021; Silva; Schmidt; Santos, 2021), sendo associado ao desenvolvimento do Linfoma não Hodgkin (INCA, 2022).

Dessa forma, embora os valores quantificados de glifosato nas amostras da água tratada no município de Tupã, durante esse período, estejam dentro do limite máximo permitido pela legislação brasileira, que equivale a 500 µg/L, esses resultados são significativamente maiores ao limite permitido na União Europeia, que equivale a 0,1 µg/L (Lopes-Ferreira *et al.*, 2022). A legislação brasileira, permite um valor cinco mil vezes maior do que o aceito pela comunidade europeia (Bombardi, 2023; Mua, 2023; Hess, *et al.*, 2021; Friedrich *et al.*, 2021). Essa discrepância corrobora para a afirmação de que a “regulamentação do uso de agrotóxicos no Brasil é [...] dissonante com os padrões internacionais” (Mua; Melgarejo, 2023, 2023, p. 1).

Outra diferença normativa significativa refere-se à mistura de substâncias. Enquanto a legislação da União Europeia se esforça para inibir a presença simultânea de diferentes compostos, estabelecendo um limite máximo de 0,5 µg/L para o total de agrotóxicos presentes na água, no Brasil, a legislação, além de permitir valores individuais mais elevados, estabelece os VMP apenas de forma individualizada (Bombardi, 2023; Soares, 2010). Os resultados obtidos nos poços de tipo SAA em Tupã indicam a ocorrência de misturas cujos valores totais ultrapassam esse limite de 0,5 µg/L, evidenciando a fragilidade da legislação e seu caráter mais permissivo quando comparada à normativa europeia (Pignati, 2017; Hess, 2018; Bombardi, 2023). Hess (2018) reforça a necessidade de uma avaliação integrada dos riscos associados à presença de múltiplos contaminantes na água. Para a autora:

[...] mesmo quando os contaminantes individuais presentes na água estiverem em concentração abaixo dos valores máximos permitidos estabelecidos na portaria, os riscos à saúde podem ser significativos, como o resultado das interações entre os poluentes, e destes com o meio ambiente (Hess, 2018, p. 37).

Considerando que a exposição a resíduos de agrotóxicos não se restringe à água, ocorrendo também por meio da ingestão de alimentos e pelo contato direto com essas substâncias, esses dados configuram um sinal de alerta. Para além da classificação ambiental realizada pelo IBAMA, que categoriza os produtos segundo sua periculosidade ao meio ambiente, a ANVISA (2019) os enquadra conforme o grau de toxicidade aguda – variando de extremamente tóxicos até não classificados¹⁷ – evidenciando o potencial danos que os agrotóxicos podem causar à saúde humana. Nesse contexto, a análise isolada dos VMP mostra-se insuficiente para dimensionar a complexidade e a cumulatividade dos riscos envolvidos na exposição de agrotóxicos na saúde humana.

5.2.2 Resultados classificados como inferiores ao limite de quantificação

Embora os resultados classificados como Menor que o Limite de Quantificação (<LQ) não gerem valores quantificados, eles indicam que há a presença da substância na amostra. Assim, torna-se necessário indicar e analisar quais ingredientes ativos foram detectados nos poços do tipo SAA (Tabela 4).

Tabela 5 - Agrotóxicos com resultado Menor LQ na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAA).

Ano	Agrotóxicos Detectados (resultado Menor LQ)
2016	Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Alacloro, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina, 2,4 D + 2,4,5 T
2017	Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Alacloro, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina, 2,4 D + 2,4,5 T

¹⁷ A ANVISA classifica os riscos dos agrotóxicos de acordo com o grau de intoxicação aguda, sendo: Categoria 1: Produto Extremamente Tóxico; Categoria 2: Produto Altamente Tóxico; Categoria 3: Produto Moderadamente Tóxico; Categoria 4: Produto Pouco Tóxico; Categoria 5: Produto Improvável de Causar Dano Agudo e Não Classificado – Produto Não Classificado (ANVISA, 2019).

2018	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (a, β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2019	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (a, β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2020	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (a, β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2021	Alacloro, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Endossulfan (a, β e sais), Endrin, Lindano (gama HCH), Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2022	Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH)

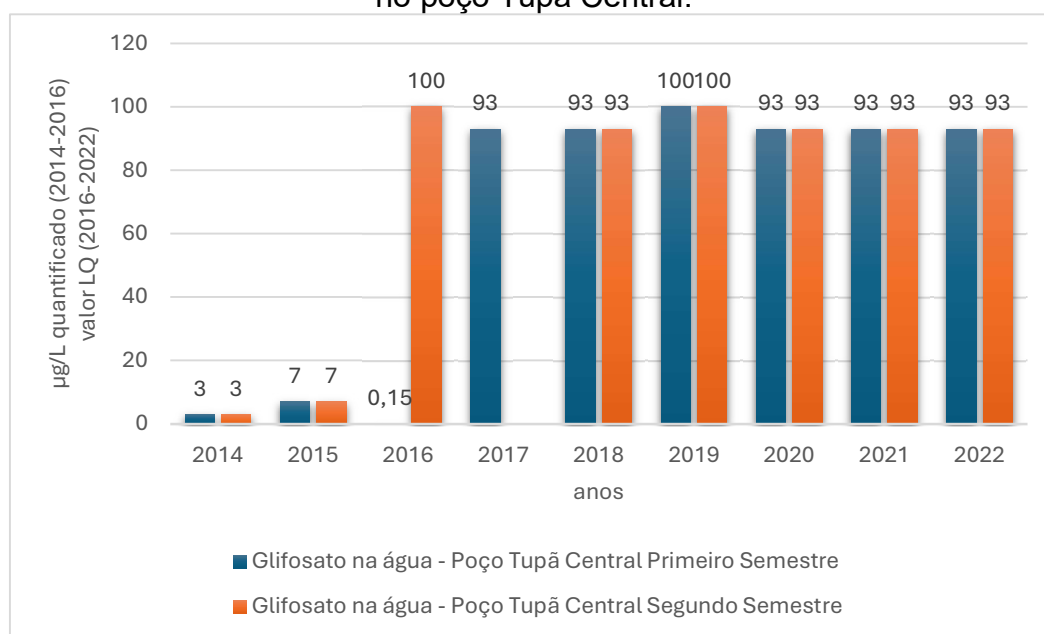
Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

Uma breve comparação entre a Tabela 3 e a Tabela 4 permite perceber que muitos ingredientes ativos transitam entre resultados quantificados e não quantificados (por exemplo, o 2,4 D, aldrin (dieldrin), atrazina, endossulfan, glifosato, entre outros), indicando que há uma presença contínua e não apenas episódios pontuais dessas substâncias na água. Verifica-se a recorrente detecção de agrotóxicos organoclorados banidos, como DDT e lindano, apontando para um quadro de poluição histórica persistente.

Dentre os resultados analisados, destaca-se o caso específico do glifosato. Embora esse herbicida tenha sido quantificado nos anos de 2014 a 2016, a partir do segundo semestre de 2016, os resultados passaram a ser classificados como inferiores ao limite de quantificação para todos os poços analisados, com exceção do ano de 2021. Quando o Sisagua registra os resultados como “menor LQ”, o sistema informa apenas o valor do Limite de Quantificação adotado no método da análise (uma

vez que não há valor quantificado). Nota-se que a partir do segundo semestre de 2016, os limites de quantificação empregados nas análises tornaram-se significativamente mais elevados. Essa alteração analítica compromete a comparação dos dados ao longo do tempo, gerando uma lacuna na análise da evolução da presença do glifosato na água destinada ao consumo da população de Tupã, conforme indicado no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Valor Quantificado (2014-2016) e Valor LQ (2017-2022) para o glifosato no poço Tupã Central.



Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

O Gráfico 9 indica os valores quantificados de glifosato entre os anos de 2014 e 2016 e, a partir do segundo semestre de 2016, os limites de quantificação adotados nas análises da água. Observa-se que esses limites passaram a se situar entre 93 µg/L a 100 µg/L, sendo, significativamente superiores às concentrações anteriormente detectadas. Esse aumento indica a adoção de métodos menos sensíveis¹⁸, isto é, procedimentos com limites de quantificação mais elevados, que requerem concentrações maiores do analito para sua mensuração. Como

¹⁸ Ressalta-se que essa pesquisa não realizou as análises laboratoriais, tendo em vista a proposta de avaliação no período de uma década, o que inviabilizaria a execução direta das coletas e análises. Assim, este estudo baseou-se em dados secundários obtidos junto ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Destaca-se que o sistema não disponibiliza informações acerca dos métodos analíticos empregados nas análises realizadas. No entanto, fornece os valores de limite de detecção (LD), limite de quantificação (LQ) e, quando aplicável, os resultados quantificados das análises, o que permite a realização de inferências quanto à sensibilidade analítica e às limitações metodológicas dos dados utilizados.

consequência, as análises tornam-se menos capazes de detectar baixas concentrações de substâncias. Essa alteração compromete a comparação temporal dos dados e impõe uma limitação relevante para a avaliar da qualidade da água no município de Tupã-SP. Ao elevar os limites de quantificação produz-se um apagamento estatístico que não pode ser ignorado, uma vez que concentrações potencialmente presentes deixam de ser registradas. Além disso, esses limites analíticos significativamente mais elevados, quando comparados à literatura científica internacional e a normativas mais restritivas, sugerem que concentrações relevantes do ponto de vista toxicológico podem estar presentes na água sem serem efetivamente quantificadas. Dessa forma, a ocorrência de resultados não quantificados, sobretudo no caso do glifosato, não deve ser interpretada de forma positiva, uma vez que podem indicar limitação metodológica no monitoramento.

Pesquisas indicam que mesmo em baixas concentrações, os agrotóxicos podem provocar efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente. Estudos experimentais com *zebrafish* demonstram impactos em seus embriões quando expostos a água contendo baixas concentrações de agrotóxicos (Mua; 2023). Segundo Mua (2023, p. 43):

[...] resultados experimentais de estudos mostram que, por exemplo, os agrotóxicos à base de glifosato, melation e piriproxifem causam a morte de embriões de peixes em apenas 24 horas de exposição, independente da concentração utilizada, comprovando que não há dose segura para a exposição de agrotóxicos. Estas comprovações científicas crescentes exigem alterações nas normas que associam doses com uso seguro.

A exposição contínua, bem como a presença simultânea de múltiplos ingredientes ativos, ainda que em baixas concentrações, evidenciam um quadro de contaminação persistente da água destinada ao abastecimento público. Esse cenário reforça que os resultados inferiores ao LQ não representam ausência de risco ambiental e sanitário e devem ser considerados no que tange ao cumprimento do ODS 6.

Nesse sentido, o ano de 2022 é relevante, pois, além do preenchimento do limite de quantificação, o Sisagua também informou o limite de detecção das análises. A disponibilização simultânea desses parâmetros permite inferir que as concentrações das substâncias detectas se situavam entre o LD e o LQ. Para esse ano, o método apresentou valor LD de 59 µg/L e LQ de 93 µg/L, indicando que as concentrações de

glifosato se encontravam nesse intervalo. Quando comparados aos resultados das análises iniciais, cujas quantificações variaram entre 7 µg/L e 56 µg/L, esses dados podem indicar a possibilidade de concentrações superiores às anteriormente quantificadas, uma vez que o intervalo entre LD e LQ passou a abranger valores acima dos registrados nos anos iniciais.

Diante do exposto, é imperativo que o Sisagua aperfeiçoe a inserção dos dados de monitoramento e disponibilize integralmente as informações relativas aos métodos analíticos empregados para que se possa contribuir de forma mais efetiva para a avaliação da água consumida pela população. A realização de análises com limites de detecção e quantificação elevados, associados à divulgação não sistemática dos dados, gera lacunas que podem ser interpretadas como estratégicas. O apagamento estatístico da qualidade da água atua como uma forma de poder sobre o que se torna conhecido, na medida em que limita a visibilidade do risco, enfraquece a capacidade crítica da população e restringe a formulação de demandas sociais.

À luz do pensamento do filósofo Michel Foucault (2006, 2009), o saber não é apenas um instrumento neutro de compreensão da realidade, mas está sujeito a relações de poder que definem o que pode ser dito, conhecido e governado. Nessa perspectiva, a ausência ou fragmentação sistemática de dados sobre a quantificação de agrotóxicos na água não deve ser compreendida como uma simples lacuna técnica ou administrativa, mas como um possível efeito de um regime político de produção da verdade. Na perspectiva foucaultiana, controlar o que é medido, divulgado ou silenciado equivale a controlar e exercer poder nos limites do debate público, produzindo uma forma de governamentalidade em que a gestão da informação se torna central para a manutenção de determinadas racionalidades políticas e econômicas. Essa interpretação dialoga com os estudos que apontam a influência do *lobby* agroquímico na formulação de políticas regulatórias no Brasil (Moura; Rozendo; Oliveira, 2020).

Por fim, essa situação compromete a capacidade de produção de informações e possibilidade de avaliar os riscos relacionados a exposição dos agrotóxicos. Conforme observado por Pol, Hupffer e Figueiredo (2021, p. 289): “a gestão dos riscos dos agrotóxicos é complexa e situa-se na fronteira de decisões do sistema político e do sistema econômico, que se centram no crescimento econômico com a ampliação da proteção da produção de alimentos e ampliação do PIB nacional”. Essa dinâmica contraria o princípio da precaução e fragiliza o cumprimento do ODS

6, especialmente no que se refere à meta 6.1, que prevê o acesso universal à água potável segura, e à meta 6.3, que estabelece a necessidade de melhoria da qualidade da água por meio da redução da poluição química.

5.3 Resultados dos sistemas de abastecimento do tipo SAC

5.3.1 Descontinuidade e ausência de monitoramento

Entre os anos de 2014 e 2024, os dados referentes à Solução Alternativa Coletiva (SAC) disponíveis no Sisagua evidenciam um monitoramento irregular, descontínuo e pontual. Não há registros de análises para sistemas do tipo SAC no município de Tupã-SP entre os anos de 2014 e 2017 e, apenas a partir de 2018 esses resultados passam a ser disponibilizados de forma não sistemática, o que dificulta uma análise temporal em série histórica. Desta forma, a análise que se segue, tem por objetivo apenas caracterizar as informações que o Sisagua traz sobre esse tipo de abastecimento.

5.3.2 Resultados classificados como inferiores ao limite de quantificação

No ano de 2018, o Sisagua apresenta dados de quatro poços classificados como tipo SAC, sendo: Jocec Indústria Metalúrgica LTDA, Sociedade Grande Hotel Tamoios, Autoposto Bichim e Panificadora Kipão. Para todos, os resultados divulgados indicaram valores menores que o Limite de Quantificação (LQ). Ressalta-se que esses poços tiveram os resultados de suas análises apenas para esse ano.

Em 2019, ocorre a divulgação de dados para o poço Caetés Comércio de Combustíveis, cujos resultados também foram classificados como menores que o LQ. Entre 2020 e 2022, bem como em 2024, o Sisagua apresenta os resultados do poço Casa da Criança, nos quais, em todos os anos analisados, os resultados estavam abaixo do LQ. No ano de 2024, ainda foram divulgados resultados para o poço Lauro Huraki Morishita, além dos poços Granja Morishita Monteiro e Granja Morishita III, sendo que, para ambos, os resultados também se classificavam como menores que o LQ, e com registros restritos ao ano citado (ver Tabela 5, sobre os agrotóxicos detectados em poços do sistema SAC). Ainda que seja possível detectar a presença de agrotóxicos na água a partir das análises disponíveis no Sisagua, esse padrão na

divulgação dos resultados inviabiliza uma análise das reais condições desses poços, uma vez que a divulgação dos resultados ocorre de forma isolada.

Tabela 6 - Agrotóxicos com resultado Menor LQ na água para consumo humano no município de Tupã-SP, por ano (Poços tipo SAC).

Ano	Agrotóxicos detectados (menor LQ) em poços tipos SAC
2018	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2019	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2020	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2021	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Endossulfan (α , β e sais), Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Parationa Metílica, Pendimentalina, Permetrina, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2022	2,4 D + 2,4,5 T, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Carbofurano, Clordano, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Diuron, Glifosato + AMPA, Lindano (gama HCH), Mancozebe, Metamidofós, Metolacoloro, Molinato, Profenofós, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Trifluralina
2024	2,4 D, Alacloro, Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Ametrina, Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetil-Atrazina – DEA, Deisopropil-Atrazina – DIA e Diaminoclorotriazina), Carbendazim, Carbofurano, Ciproconazol, Clordano, Clorotalonil, Clorpirifós + clorpirifós-oxon, DDT + DDD + DDE, Difenconazol, Dimetoato + ometoato, Diuron, Epoxiconazol, Fipronil, Flutriafol, Glifosato + AMPA, Hidroxi-Atrazina, Lindano (gama HCH), Malationa, Mancozebe + ETU, Metamidofós + Acefato, Metolacoloro, Metribuzim, Molinato, Paraquate,

	Picloram, Profenofós, Propargito, Protioconazol + Proticonazol-destio, Simazina, Tebuconazol, Terbufós, Tiametoxam, Tiodicarbe, Tiram, Trifluralina
--	---

Fonte: Elaborado pela autora – dados do Sisagua.

A análise da tabela evidencia que alguns ingredientes ativos (como o friponil, malationa e paraquate, entre outros) só foram detectados em 2024, o que não necessariamente indica sua ausência nos anos anteriores, mas reflete a alteração na legislação ocorrida em 2021 e a ampliação do número de ingredientes ativos a serem analisados, que passa de 27 para 40.

5.3.3 Resultados quantificados: o caso do poço Amendupã

Do conjunto dos sistemas de abastecimento de tipo SAC analisados, o poço Amendupã Produtos Alimentícios LTDA se destaca de forma significativa. Esse poço teve os resultados de suas análises divulgadas em dois anos: 2019 e 2022. Enquanto em 2022 os resultados foram classificados como inferiores ao Limite de Quantificação (Menor LQ), em 2019 foram observados resultados quantificados (ainda que com valores dentro do VMP indicado na legislação do período) para todos os seguintes agrotóxicos: 2,4 D + 2,4,5 T, alacloro, aldicarbe (aldicarbesulfona e aldicarbesulfóxido), aldrin (dieltrin), atrazina, carbendazim (benomil), carbofurano, clordano, clorpirifós (clorpirifós-oxon), DDT (DDD e DDE), diuron, endossulfan (α, β e sais), endrin, glifosato (AMPA), lindano (gama HCH), mancozebe, metamidofós, metolacloro, molinato, parationa metílica, pendimentalina, permetrina, profenofós, simazina, tebuconazol, terbufós e trifluralina.

Em 2019, para a análise deste poço, o Sisagua apresentou, simultaneamente, os valores quantificados e o valor LQ utilizado nos métodos analíticos. Essa informação possibilita uma análise mais detalhada do monitoramento e permite uma maior transparência e confiabilidade na discussão dos resultados.

Dos agrotóxicos quantificados em 2019, destacamos o glifosato com valor de 10 µg/L, evidenciando a presença mensurável desse herbicida em um sistema alternativo de abastecimento (LQ do método: 10 µg/L). Embora o valor esteja dentro dos limites permitidos na legislação brasileira – que, como já abordado anteriormente, aceita uma detecção de até 500 µg/L – esse valor estaria acima do padrão no limite permitido nos países europeus.

Ainda mais relevante foi a quantificação do fungicida mancozebe, que apresentou concentração de 81,89 µg/L (LQ do método: 10 µg/L). À época, estava em vigor a Portaria GM/MS nº 5/2017 que estabelecia um VMP de 180 µg/L para essa substância, estando de acordo com o VMP vigente no período. Contudo, a legislação mais recente (Portaria 888/2021) reduziu significativamente esse VMP para 8 µg/L, o que faz com que o valor observado em 2019 esteja acima do limite aceito atualmente.

A elevada concentração do agrotóxico mancozebe é particularmente preocupante considerando seu uso agrícola em diversas culturas (Joode; *et al.*, 2016; López-Fernández; *et al.*, 2017), como o amendoim – cultivo de destaque no município de Tupã. Assim, sua quantificação na água sugere uma possível relação entre as práticas agrícolas locais e a consequente contaminação subterrânea. A utilização do mancozebe foi descontinuada na União Europeia a partir de 2020 (Chemtrust, 2020), mas é permitida e utilizada no Brasil. Esse ingrediente ativo pertence a classe II, seguindo o IBAMA, sendo considerado muito perigoso.

Nesse mesmo ano, também foi quantificada a presença do inseticida e acaricida profenofós em concentração de 10 µg/L (LQ do método: 10 µg/L). Embora na época da análise, o VMP estabelecido fosse de 60 µg/L, a legislação vigente atualmente estabelece um limite bem mais restritivo, no valor de 0,3 µg/L, indicando que o valor detectado em 2019 se encontra significativamente acima do padrão atualmente aceito. O profenofós é um inseticida utilizado no Brasil e que também teve seu uso descontinuado na União Europeia desde 2002 devido seus efeitos ao meio ambiente e à saúde (Hess; *et al.*, 2021). Adicionalmente, chama atenção o resultado obtido para o agrotóxico molinato, cujo valor quantificado foi de 1 µg/L, frente a um VMP de 6 µg/L. Embora esse resultado esteja abaixo do limite legal, trata-se de uma concentração relevante, sobretudo quando considerada a exposição crônica e a ocorrência concomitante de outros agrotóxicos no mesmo sistema de abastecimento.

Esses resultados adquirem maior relevância quando se considera a profundidade dos poços de tipo SAC. Diferentemente dos poços utilizados no sistema público de abastecimento operado pela Sabesp (de tipo SAA), que captam predominantemente águas mais profundas, muitos poços do sistema de tipo SAC exploram aquíferos mais rasos¹⁹, que fazem parte da formação do Grupo Bauru

¹⁹ Conforme Rios e Rabelo (2021, p. 2): A manutenção da qualidade de um corpo d'água subterrâneo está associada à capacidade do aquífero em absorver ações externas, naturais ou antrópicas. A esta capacidade, atribui-se a denominação de vulnerabilidade natural ou vulnerabilidade intrínseca do

(Kiang; Stradioto; Silva, 2016; Rios; Rabelo, 2021). Essa característica hidrogeológica indica que poços menos profundos são mais suscetíveis à contaminação difusa proveniente das atividades agrícolas.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que o Sisagua é uma ferramenta relevante para o diagnóstico sobre o abastecimento e a qualidade da água no Brasil. No entanto, os achados desta pesquisa indicam que o sistema ainda apresenta limitações. A disponibilização incompleta dos dados, especialmente a ausência sistemática de informações sobre os valores de limite de quantificação (LQ) e limite de detecção (LD), restringe a transparência do monitoramento da água destinada ao consumo humano. Assim, sugere-se que os resultados dos testes sejam completamente disponibilizados, sendo preenchidos todos os campos disponíveis na tabela de resultados, a saber: Valor Resultado (quando houver valor quantificado), e disponibilizar o Valor LQ e LD do método utilizado na análise.

As lacunas informacionais observadas, impactam diretamente o desenvolvimento de pesquisas científicas e consequentemente dificultam a análise qualitativa quanto ao cumprimento do ODS 6, em especial no que se refere a meta 6.3, sobre a melhoria da qualidade da água e à redução da poluição química. A pesquisa aponta que essas lacunas e resultados devem ser interpretados à luz de um contexto mais amplo, marcado pela intensa pressão do modelo agrícola predominante que contribui para fragilidades nos mecanismos de controle e limitações na transparência das informações relativas aos sistemas de abastecimento público.

Observou-se que, ao longo do período analisado, ocorreram detecções e quantificações de agrotóxicos na água tratada e distribuída para a população e Tupã-SP. Embora os resultados estejam em conformidade com os parâmetros legais vigentes, não se pode interpretá-los como sinônimo de ausência de risco. Partindo do princípio da precaução, tais achados indicam a necessidade de medidas preventivas para evitar agravamentos, uma vez que a tendência observada é de crescimento. Cabe ressaltar que esta pesquisa não se propôs a realizar uma análise meramente

aquífero. Um solo de maior granulometria como um solo arenoso é mais propenso a receber uma contaminação que um solo argiloso, por exemplo – assim como aquíferos mais rasos são mais propensos a serem contaminados que aquíferos mais profundos.

normativa (sobre a aplicação da lei), justamente por compreender que esse discurso constitui uma armadilha, por permitir exposições crônicas a substâncias potencialmente perigosas.

Os resultados desta pesquisa indicaram a presença de agrotóxicos na saída do tratamento de poços classificados como Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Soluções Alternativas Coletivas (SAC). Diferentemente dos poços que captam águas mais rasas disponíveis na formação do Grupo Bauru, os poços do tipo SAA possuem a captação em aquíferos mais profundos, assim, os achados desta pesquisa suscitam preocupações quanto a integridade desses reservatórios e à sua possível vulnerabilidade à contaminação. Embora a vulnerabilidade desses aquíferos não tenha sido objeto de estudo dessa pesquisa, os resultados reforçam a necessidade de estudos que aprofundem a compreensão desses processos.

Por fim, destaca-se a importância de pesquisas futuras que investiguem os impactos da exposição crônica a baixos níveis de agrotóxicos na água potável, bem como os efeitos combinados da presença de múltiplos agrotóxicos. Essa necessidade torna-se ainda mais relevante considerando que a legislação brasileira não estabelece um limite máximo total para a soma dessas substâncias, o que reforça os desafios associados à proteção da saúde da população e à garantia no acesso a água segura.

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030. (2015). **ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/>>. Acesso em: 03 nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Nota Técnica sobre a reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Lindano**. Brasília: Anvisa. 7 p. 2006. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/111215/117797/lindano.pdf/39f519f7-ee51-4fd8-9528-23c1826ce2be?version=1.0>. Acesso em: 05 dez. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Relatório dos resultados das análises de amostras monitoradas no Ciclo 2023**. Programa De Análise De Resíduos De Agrotóxicos Em Alimentos – PARA: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/relatorio-2013-para-2023> Acesso em: 7 jul. 2025.

ALBRING, Kátia Maria Freitas; CEOLIN, Silvana; COSTA; Angélica Reolon da. Exposição a agrotóxicos e câncer: revisão integrativa de literatura. **Research, Society and Development**, v.12, n. 9, e13412943294, 2023 (CC BY 4.0), ISSN 2525- 3409.

AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê, *et al.* O uso e agrotóxicos e os impactos nos ecossistemas aquáticos. **Revista Científica ANAP**. Brasil, v. 8, n. 13, 2015, p. 101-115.

ANGUS, Ian. **Enfrentando o antropoceno**: capitalismo fóssil e a crise do sistema terrestre. Tradução de Glenda Vicenzi e Pedro Davoglio. 1ª edição. São Paulo: Boitempo, 2023.

BARROS, Geraldo Sant’Ana de Camargo; ADAMI, Andréia Cristina de Oliveira. **Índices Exportação do Agronegócio** – Janeiro a Dezembro 2024. CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP, 2025. Disponível em: <[https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/ndices%20de%20Exporta%C3%A7%C3%A3o%20Agro_jan%20a%20dez%202024\(1\).pdf](https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/ndices%20de%20Exporta%C3%A7%C3%A3o%20Agro_jan%20a%20dez%202024(1).pdf)> Acesso em: 05 jul. 2025.

BASTOS, G. P., CAMARGO, F. P., TORRES NETTO, A., VERNIN, N. S.; ANDRADE, R. C. Monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano no estado do Rio de Janeiro (2015-2019). In: **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 19, e 15, 2022. Doi: <https://doi.org/10.21168/rega.v19e15>.

BERINGER, Juliana da Silva, *et al.* O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. **Rev. Elet. Cient. da UERGS** (2019) v. 5, n.1, p. 17-26.

BOCHNER, Rosany. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Ciênc. saúde coletiva** 12 (1), mar 2007 <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100012>

BOMBARDI, Larissa Mies. **Agrotóxicos e colonialismo químico**. São Paulo: Elefante, 2023.

BOMBARDI, Larissa M. Agricultura brasileira e uso de agrotóxicos – emergência ambiental e de saúde pública. In: SCORZA, Fulvio A., BOMBARDI, Larissa M., BELTRAMIM, Larissa. **Agrotóxicos & Saúde Humana**. São Paulo: Ed. Dos Editores, 2024.

BONNEUIL, Christophe; FRESSOZ, Jean-Baptiste. **O acontecimento antropoceno** – A Terra, a história e nós. Tradução: Marcela Vieira. São Paulo: Quina Editora, Ed. Unicamp, 2024.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em: 30 de out. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 3 out. 2017. Edição extra.

BRASIL. **Portaria n. 888 de 04 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>> Acesso em 15 de jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº. 14.785 de 27 de dezembro de 2023**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14785.htm#art65>. Acesso em: 30 de out. 2024.

BURZTEJN, Sara; BENETTI, Antônio D. Monitoramento de agrotóxicos em sistemas de abastecimento de água: uma análise comparada entre a Portaria n. 888/2021 e as Diretivas Internacionais. In: **Rev. Águas Subterrâneas**. V. 37, n. 3, e-30220, 2023.

CAMPAGNOLLA, Clayton; MACÊDO, Manoel Moacir Costa. Revolução Verde: passado e desafios atuais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 39, n. 1, e26952, 2022 DOI: 10.35977/0104-1096.cct2022.v39.26952.

CARNEIRO, Fernando Ferreira; RIGOTTO, Regina Maria; AUGUSTO, Luiz Guilherme Silva de Souza; FRIEDRICH, Karen; BURIGO, Adilza Condessa D. **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, Expressão Popular, 2015.

CARRETTA, Laura; CARDINALI, Alessandra; MAROTTA, Ester; ZANIN, Giuseppe; MASIN, Roberta. A new rapid procedure for simultaneous determination of glyphosate and AMPA in water at sub µg/L level. In: **Journal of Chromatography**. A Volume 1600, 30 August 2019, Pages 65-72.

CERDEIRA, Antonio; MORANDI, Marcelo; BARIZON, Robson. **Manejo responsável de produtos químicos**. Consumo e produção responsáveis: contribuições da Embrapa/Júlio Cesar Pascale Palhares *et al.*, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

CHEMTRUST. Harmful fungicide Mancozeb to be banned in the EU. **ChemTrust**, 13 nov. 2020. Disponível em: <https://chemtrust.org/news/mancozeb-ban-eu/>. Acesso em: 23 dezembro 2025.

CORREA, Rubens Arantes. Civilização e progresso no Oeste Paulista: companhias de colonização, estrada de ferro e o genocídio dos índios Kaingang. **Revista Latino-America de História** (Programa de Pós-graduação em História Unisinos), V 10, n° 26, Ago/ Dez de 2021, p. 117-134. INSS: 2238-0620.

CURY, Marília Xavier. Memória do Território: resistência Kaingang no Oeste de São Paulo (p. 125-152). In: CARNEIRO, Maria Luiza Tucci; ROSSI, Mirian Silva (orgs.). **Índios no Brasil**: vida, cultura e morte. São Paulo: IHF, LEER/ USP; Intermaior, 2018.

DEMORI, Maiara Aparecida Pessoa Frigulio; FORTI, Juliane Cristina. Photodegradation of Pesticides in Solar Reactor: A Systematic Literature Review. In: **Anais do Simpósio Internacional em Agronegócio e Desenvolvimento - SIAD**. Anais.Tupã (SP) UNESP/FCE, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/anaissiad/914104-PHOTODEGRADATION-OF-PESTICIDES-IN-SOLAR-REACTOR--A-SYSTEMATIC-LITERATURE-REVIEW>. Acesso em: 30/07/2025

DINIZ, Débora; GEBARA, Ivone. **Esperança Feminista**. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 2022.

DOMÍNGUEZ, Anahí; BROWN, George Gardner; SAUTTER, Klaus Dieter; OLIVEIRA, Cintia Mara Ribas de; VASCONCELOS, Eliane Carvalho de; NIVA, Cintia Carla; BARTZ, Marie Luise Carolina; BEDANO, José Camilo. Toxicity of AMPA to the earthworm *Eisenia Andrei Bouché*, 1972 in tropical artificial soil. **Scientific Reports**, 2016. 6:19731 | DOI: 10.1038/srep19731

DUTRA, Lidiane Silva; FERREIRA, Aldo Pacheco; HORTA, Marco Aurélio Pereira; PALHARES, Paulo Roberto. Uso de agrotóxicos e mortalidade por câncer em regiões de monoculturas. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, V. 44, N. 127, P. 1018-1035, out-dez 2020.

ENGELMANN, Wilson; HOHENDORFF, Raquel Von. Direito humano-ambiental e o ODS 12. In: MARTÍN, Laura Miraut; CASTILLO, Antonio Sorela. **Perspectiva multidisciplinar de los Derechos Humanos en el contexto social del siglo XXI**. 1ª ed., 2023, p. 118-127.

FABBRI, Angélica; CURY, Marília Xavier. Memórias do território e resistência Kaingang: a contribuição e experiência do Museu Índia Vanuïre (p. 153-168). In: CARNEIRO, Maria Luiza Tucci; ROSSI, Mirian Silva (orgs.). **Índios no Brasil: vida, cultura e morte**. São Paulo: IHF, LEER/ USP; Intermaior, 2018.

FERNANDES, Edson; DOMINGUES, Luís Paulo. **Fronteira Infinita: índios, bugreiros, escravos e pioneiros na Baururú do século XIX**. Bauru-SP: Universo Eleganti Produção Cultural, 2018.

FERREIRA, Diego; SOUZA JR, José Ronaldo de C. Comércio exterior do agronegócio em 2023. **Carta de Conjuntura IPEA** | 62 | Nota 6 | 1º trimestre de 2024. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2024/01/240123_cc_62_nota_6_comercio_exterior_do_agronegocio.pdf> Acesso em: 18 out. 2024.

FILHO, Althen T.; SCHÄFER, Bárbara T. **Agrotoxicolonialismo: um desrespeito às leis da vida**, In: MUA, Cíntia T. B.; MEGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos: impactos sobre a saúde e equilíbrio ecossistêmico**. Londrina, PR: Thoth, 2023.

FOUCAULT, Michel. **As Palavras e as coisas**. Tradução: Laura Fraga de Almeida Sampaio. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do Poder**. Organização e Tradução: Roberto Machado. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2009.

FRANCO FILHO, Fernando Willi Bastos; ORSATTI, Walter Antônio; NETTO, José Paulo G. M. Otimização da exploração de poços no aquífero fissurado de Lins–SP, através de captação, controle e interpretação digital de dados. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, 15., 2007, Natal. *Anais [...]*. São Paulo: ABAS, 2007.

FRIEDRICH, Karen; SILVEIRA, Gabriel Rodrigues da; AMAZONAS, Juliana Costa; GURGEL, Aline do Monte; ALMEIDA, Vicente Eduardo Soares de; SARPA, Marcia. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. **Cad. Saúde Pública** 37 (4) • 2021 • <https://doi.org/10.1590/0102-311X00061820>

GARIBOTTI, Vanda; GODOY; Joana R.; OTESBELGUE, Alex. A deriva dos agronegócios e os impactos na saúde humana. In: MUA, Cíntia T. B.; MEGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos: impactos sobre a saúde e equilíbrio ecossistêmico**. Londrina, PR: Thoth, 2023.

GODOI, Emiliano Lobo de; DOMINGOS, Ana Tereza Souza. Políticas públicas e sua interface com o consumo de agrotóxicos no Brasil. In: **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE)**. ISSN 2318-5732, v. 8, nº 3, 2020.

GONZÁLEZ ORTEGA, Emmanuel; FUENTES PONCE, Mariela. Donámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. **Rev. Int. Contam. Ambie.** 38, p. 127-144, 2022.

GOTTEMS, Leonardo. Defensivos para amendoim movimentam US\$ 98 milhões. In: **Agrolink**. Publicado em 18/04/2023. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/noticias/defensivos-para-amendoim-movimentam-usd-98-milhoes_478461.html> Acesso em: 05 jul. 2025.

GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL PARA A AGENDA 2030 (GT Agenda 2030). **VIII Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável Brasil**, 2024. Disponível em: https://gtagenda2030.org.br/wp-content/uploads/2024/10/rl_2024_pt-web-completo_lowres.pdf. Acesso em: 30 jun. 2025.

GUDYNAS, Eduardo. **Direitos da Natureza**: ética biocêntrica e políticas ambientais. Tradução de Igor Ojeda. São Paulo: Elefante, 2019.

HESS, Sônia (org.). **Ensaio sobre a poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 2018.

HESS, Sonia Corina; NODARI, Rubens Onofre; LOPES-FERREIRA, Monica. Agrotóxicos: críticas à regulação que permite o envenenamento do país. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Edição especial - Agronegócio em tempos de colapso planetário: abordagens críticas Vol. 57, p. 106-134, jun. 2021. DOI: 10.5380/dma.v56i0.76169. e-ISSN 2176-9109

HESS, Sonia Corina; NODARI, Rubens Onofre. **Sobre os agrotóxicos com uso autorizado no Brasil**. In: MUA, Cíntia T. B.; MEGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos**: impactos sobre a saúde e equilíbrio ecossistêmico. Londrina, PR: Thoth, 2023.

IDEC – INSTITUTO DE DEFESA DOS CONSUMIDORES. **Pesquisa detecta agrotóxicos em ultraprocessados de origem animal**. 28 jul. 2022. Disponível em: < <https://idec.org.br/release/pesquisa-detecta-agrotoxicos-em-ultraprocessados-de-origem-animal>> Acesso em: 14 jul. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER – INCA. **Agrotóxico**. Rio de Janeiro: INCA, 20 mai. 2022. Atualizado em 20 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 20 dez. 2025.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Municípios e Saneamento – Tupã (SP)**, 2022. Disponível em: < <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/tupa#:~:text=92%2C22%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o%20%20C3%A9,5.406%20habitantes%20n%C3%A3o%20%20C3%A9%20coletado.>>> Acesso em: 05 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Censo_Agropecuario/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/censoagro2006_2apuracao.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>. Acesso em: 21 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola em São Paulo**. Dados de 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sp>. Acesso em 24 de out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro 2022**. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/tupa.html>. Acesso em: 15 de ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Portaria nº 84, de 15 de outubro de 1996**. Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/Portaria_84.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. 2022. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/paineis-de-informacoes-de-agrotoxicos/paineis-de-informacoes-de-agrotoxicos#Painel-comercializacao>>. Acesso em 28 de out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. 2024. Atualizado em 18 dezembro 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 07 jan. 2026.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA-Apta). **Amendoim**, 2023. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ou/O.php?codTexto=16190 #:~:texto=A%20origem%20das%20exportação%C3%A7%C3%B5es%20do%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20de%20alterando%20em%20gr%C3%A3o>. Acesso em: 02 de out de 2024.

JOODE, Berna van Wendel de; *et al.* Manganese concentrations in drinking water from villages near banana plantations with aerial mancozeb spraying in Costa Rica: Results from the Infants' Environmental Health Study (ISA). In: **Environmental Pollution**, 215 (2016) 247e257. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.015>

JORNAL DIÁRIO DE TUPÃ. Abastecimento: Tupã consome 12,1 milhões de litros de água por dia. 13 de out de 2020. Disponível em: <<https://www.diariotupa.com.br/Noticias/noticia.php?abastecimento-tupa-consome-12-1-milhoes-de-litros-de-agua-por-dia&IdNoticia=22599&IdCategoria=5>> Acesso em: 18 abr. 2025.

JORNAL DIÁRIO DE TUPÃ. Amendoim tem previsão de boa safra este ano. 05 de fev. de 2025. Disponível em:
<https://www.diariotupa.com.br/Noticias/noticia.php?amendoim-tem-previsao-de-boasafra-este-ano&IdNoticia=51976&IdCategoria=0> Acesso em 05 jul. 2025.

KIANG, C. H.; STRADIOTO, M. R.; SILVA, F. P. Tipos hidroquímicos do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo. In: *Águas Subterrâneas* (2016) 30(2):224-245. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v30i2.28005>

KRENAK, Ailton. **Futuro Ancestral**. São Paulo: Cia das Letras, 2022.

LEÇA, Renato G. C. Agrotóxicos e Doenças Visuais. In: SCORZA, Fulvio A., BOMBARDI, Larissa M., BELTRAMIM, Larissa. **Agrotóxicos & Saúde Humana**. São Paulo: Ed. Dos Editores, 2024.

LEITE, Luan C. O. F.; PEREIRA, Renata de O.; SILVA, Jonathas B. Ferramentas para a priorização do monitoramento de agrotóxicos em mananciais. In: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. V. 16, n 2, e9968,2032 – e-ISSN 2176-9168. DOI: 10.17765/2176-9168.2023v16n2e9968

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cad. Saúde Pública**, 37(2): e00116219, 2021 <https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>

LOPES-FERREIRA, M.; MALESKI, A.L.A.; BALAN-LIMA, L.; BERNARDO, J.T.G.; HIPOLITO, L.M.; SENI-SILVA, A.C.; BATISTA-FILHO, J.; FALCAO, M.A.P.; LIMA, C. Impact of Pesticides on Human Health in the Last Six Years in Brazil. **Int. J. Environ. Res. Public Health**. 2022, 19, 3198. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063198>

LOPES-FERREIRA, Monica; DISNER, Geonildo Rodrigo; HESS, Sonia Corina; NODARI, Rubens Onofre; LIMA, Carla. Critical analysis of the extensive aerial application of pesticides and its implications for human health. **Journal of Environmental Science and Public Health**. 7 (2023): 31-36.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, O.; *et al.* Effects of hydrochemistry variables on the half-life of mancozeb and on the hazard index associated to the sum of mancozeb and ethylenethiourea. *Environmental Research* Volume 154, April 2017, Pages 253-260.

MACEDO, Cátia Oliveira; AQUINO JUNIOR, Paulo Olívio Correa de; LEÃO, João Victor Rocha. Agronegócio e agrotóxico: dois pecados, uma sentença no campo paraense. In: **Boletim Paulista de Geografia**, nº 110, jul.-dez. 2023, p. 94-116. ISSN: 2447-0945.

MACHADO, M. G.; ORRUTÉA, J. F. G.; PANIS, C. Pesticides, Drinking Water and Cancer Risk: A Portrait of Paraná Southwest, Brazil. **Pollutants** 2024, 4, 302–315. <https://doi.org/10.3390/pollutants4030020>.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira; LOPES, Frederico Wagner de Azevedo (org.). **Recursos hídricos**: as águas na interface sociedade-natureza. 1. ed. [S.l.]:

Oficina de Textos, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 22 out. 2023.

MAPA DA ÁGUA. Disponível em: <https://mapadaagua.reporterbrasil.org.br/> Acesso em: 22 out. 2023.

MATA, Renan Neves da; OLIVEIRA JÚNIOR, Aristeu de; RAMALHO, Walter Massa. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): avaliação da completude dos dados sobre cobertura de abastecimento, 2014-2020. In: **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, 31 (3): e20211095, 2022. DOI: 10.1590/S2237-96222022000300003.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **Histórias das agriculturas no mundo**. São Paulo: Ed. Unesp, 2010.

MEFTAUL, I. M. et al. Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture? **Environmental Pollution**. Volume 263, Part A, August 2020.

MELGAREJO, Leonardo; LEITE, Acácio Z. Apontamentos gerais sobre o agronegócio e sindemia no Brasil. In: MUA, Cíntia Teresinha Burhalde; MELGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos: impactos sobre a saúde e o equilíbrio ecossistêmico**. Londrina, PR: Thoth, 2023.

MENCK, V. F.; OLIVEIRA, J. M. Intoxicação do(a) trabalhador(a) rural por agrotóxicos: (Sub)notificação e (in)visibilidade nas políticas públicas de 2001 a 2015. **Segur. Alimento. Nutr.** 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Agrofit - Registro de agrotóxicos**. 2024. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/AGROFIT/AGROFIT.html> Acesso em: 28 de out. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). Diagnóstico do abastecimento de água para consumo humano no Brasil em 2019. In: **Boletim Epidemiológico**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Volume 51, nº 13, março 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Painel Vigilância da Saúde das Populações Expostas a Agrotóxicos. 2025. Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental/vigipeq/vspea> > Acesso em: 23 nov. 2025

MOORE, Jason W. (org.). **Antropoceno ou Capitaloceno: natureza, história e a crise do capitalismo**. Tradução de Antônio Xerxenesky, Fernando Silva e Silva. São Paulo: Elefante, 2022.

MOSSINI, Simone A. e MACHINSKI JR, Miguel. Resíduos de praguicidas em alimentos. In: VILLALOBOS, Jorge U. G. e FAZOLLI, Silvio A (orgs.). **Agrotóxicos – um enfoque multidisciplinar**. Maringá: Eduem, 2017.

MOTTA, Márcia Maria Menendes. **Direito à Terra no Brasil: a Geração do Conflito (1795-1824)**. São Paulo: Alameda editorial, 2009.

MOURA, Joana Tereza Vaz de; ROZENDO, Cimone; OLIVEIRA, Marcio Vilela de. Movimento e contramovimento e as configurações do campo político em torno da utilização dos agrotóxicos no Brasil. In: **Desenvolv. e Meio Ambiente**, v. 54, p. 560-609, jul./dez. 2020. Doi: 10.5380/dma.v54i0.75103.

MUA, Cíntia Teresinha Burhalde; MELGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos: impactos sobre a saúde e o equilíbrio ecossistêmico**. Londrina, PR: Thoth, 2023.

NOGUERA, Osvaldo Manuel Nuñez; *et al.* Tolerância de microrganismos eucariotos ao herbicida glifosato. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 42, n. 1, p. 103-112, jan./jun. 2021. DOI: 10.5433/1679-0367.2021v42n1p103

OLIVEIRA JÚNIOR, Aristeu de; MAGALHÃES, Tiago de B.; MATA, Renan N.; SANTOS, Fabiana S. G. dos; OLIVEIRA, Daniel C. de; CARVALHO, Jonas L. B. de; ARAÚJO, Wildo N. de. Sistema de Informação da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, 28(1):e2018117, 2019.

PANIS, Carolina; CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessoa; GABOARDI, Shaiane Carla. Overview of the pesticide contamination provided by the last Brazilian water quality surveillance information system for human consumption (SIS´ AGUA 2022) report. **Science of the Total Environment**. 951 (2024) 175583.

PASCHOAL, Adilson. **Pragas, agrotóxicos e a crise ambiente: problemas e soluções**. São Paulo: Expressão Popular, 2019.

PEREIRA, Felipe; COUTINHO, Mateus. Na contramão do mundo, Brasil perpetua isenção fiscal a agrotóxicos. In: **UOL**, Brasília, 18/07/2024. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2024/07/18/na-contramao-do-mundo-brasil-perpetua-isencao-fiscal-a-agrotoxicos.htm?cmpid=copiaecolahttps://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2024/07/18/na-contramao-do-mundo-brasil-perpetua-isencao-fiscal-a-agrotoxicos.htm> Acesso: 15 dez. 2024.

PERUZZOLO, M. C.; GRANGE, L.; RONQUI, L. Mortalidade de abelhas sem ferrão *scaptotrigona bipunctata* sob os efeitos dos herbicidas paraquat e diquat. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 24, n. 1cont., e2407, 2021.

PESCKE, Ismael K.; PEREZ, Karla J.; LARA, Daniela M. de. Se não agora, quando? Água e saneamento como ODS da Agenda 2030 e a realidade no Rio Grande do Sul (Brasil). In: **Revista Brasileira de Educação Ambiental – Revbea**. São Paulo, v. 17, nº 2, p. 433-451, 2022.

PHILOMENA, Antônio L.; OLIVEIRA; Romulo André A. de. Solução agroecológica e derivas de agrotóxicos: mecanismos conhecidos. In: MUA, Cíntia Teresinha

Burhalde; MELGAREJO, Leonardo (orgs). **Agrotóxicos**: impactos sobre a saúde e o equilíbrio ecossistêmico. Londrina, PR: Thoth, 2023.

PIGNATI, Wanderlei; Antônio, MACHADO; Janine M. H; MACHADO, Luciana C. (2017). Os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente: uma visão holística. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(10), 3261-3268, 2017.

PIGNATI, Wanderlei. Agronegócio e Agrotóxicos e Impactos na Saúde Humana e no Ambiente. In: SCORZA, Fulvio A., BOMBARDI, Larissa M., BELTRAMIM, Larissa. **Agrotóxicos & Saúde Humana**. São Paulo: Ed. Dos Editores, 2024.

POL, Jefferson J.; HUPFFER, Haide M.; FIGUEIREDO, João Alcione S. Os riscos do agrotóxico glifosato: controvérsia científica ou negação do dano à saúde humana? In: **R. Opin. Jur.** Fortaleza, ano 19, n. 32, p. 267-295, set./dez. 2021. Doi: 10.12662/2447-6641oj.v19i32.p267-295.2021.

POMPEIA, Caio. **Formação política do agronegócio**. São Paulo: Elefante, 2021.

PRADO JÚNIOR, Caio. Formação do Brasil contemporâneo: colônia. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

QUEIROZ, Paulo Roberto; LIMA, Kenio Costa; OLIVEIRA, Tamires Carneiro de; SANTOS, Marquiony Marques dos; JACOB, Jadson Ferreira; OLIVEIRA, Andréa Maria Brandão Mendes de. Sistema de Informação de Agravos de Notificação e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **REV BRAS EPIDEMIOL** 2019; 22: E190033. DOI: 10.1590/1980-549720190033.

RAMOS, Fabrício Menezes, *et al.* Toxicidade aguda de Roundup para larvas de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. ISSN: 2595-573X1, Curitiba, v.7, n.3, p.1-7, 2024.

RANGEL, I. A questão agrária brasileira. In: RANGEL, I. A. Obras reunidas. v. 2. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

RIBEIRO, Robson de Jesus. **Desigualdade socioterritorial, violação de direitos e uso de agrotóxicos**. Curitiba: CRV, 2022.

RIGAL, S.; *et al.* Farmland practices are driving bird population decline across Europe. In: PNAS, **Ecology Sustainability Science**, 2023 - Vol. 120, No. 21 e2216573120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216573120>

RIOS, Israel H. R.; RABELO, Jorge L. Estudo do risco de contaminação de aquíferos de sub-bacias baianas. **Água Subterrâneas**. Seção Estudo de Caso e Notas Técnicas, 2021.

RISTOW, Letiane Peccin; BATTISTI, Iara Denise Endruweit; STUMM, Eniva Miladi Fernandes; MONTAGNER, Sandra Emilia Drews. Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. **Saúde Soc. São Paulo**, v.29, n.2, e180984, 2020. DOI 10.1590/S0104-12902020180984

ROSA, Joatan Machado da; *et al.* Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação? **Rev. Ciênc. Agroveterinárias** 18 (1): 2019, Lages, SC, Brasil (ISSN 2238-1171).

SALOMÃO, Gledson Renan; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Ecotoxicidade de agrotóxicos para macrófitas aquáticas. **Periódico eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**. [S. l.], v. 14, n. 2, 2018. DOI: [10.17271/1980082714220181925](https://doi.org/10.17271/1980082714220181925).

SARPA, Marcia; FRIEDRICH, Karen. Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer no contexto da saúde coletiva: o papel da agroecologia como suporte às políticas públicas de prevenção do câncer. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, V. 46, N. Especial 2, P. 407-425, Jun 2022.

SCHLINKER, Cristina Simões. **Análise das quantidades de agrotóxicos permitidas na água potável sob a perspectiva da saúde de crianças e adolescentes**. São Paulo: Ed. Dialética, 2024.

SCORZA, Fulvio A., BOMBARDI, Larissa M., BELTRAMIM, Larissa. **Agrotóxicos & Saúde Humana**. São Paulo: Ed. Dos Editores, 2024.

SILVA, Tainana Filipe da; BARP, Elisete Ana; ARMILIATO, Neide. Avaliação da toxicidade celular do glifosato sobre as gônadas de Danio rerio (Cyprinidae). **Ver. Saúde Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 85-95, jan./jun. 2017 - ISSN 2316-347X

SILVA, Leandro de B.; SCHIMIDT, Fernando; SANTOS, Alex Mota dos. Ciência ambiental: reflexões sobre o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em águas potável, superficial e subterrânea. In: **Eng. Sanil. Ambiental**, v. 26, n. 21 mar/abr, 2021 – p. 193-200.

SISAGUA. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da água para consumo humano. **Parâmetro – Agrotóxico**. 2022. Disponível em: <https://sisagua.saude.gov.br/sisagua/login.jsf>. >Acesso em: 12 out. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH) – Painel de indicadores. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaW50ODBmLTk3NDgtODFmMWQ4OWViOGUwliwidCI6ImUwYml0MDEyLTgxMGltNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SOARES, Wagner Lopes. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente**: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. Tese de Doutorado, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2010.

SOARES, Wagner Lopes; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos obre a saúde. **Revista Saúde Pública**, 2012, 46 (2): 209-17.

SOUZA, Rafael S. de; BARBIERI, Isabele B.; ADRIANO, Mexiana Z. A contaminação agroquímica no Brasil vista como crime de ecocídio. Por uma abordagem ecocêntrica na regulação de agrotóxicos. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**.

Ed. Espacial – Agronegócio em tempos de colapso planetário: abordagens críticas. Vol. 57, p. 229-244, jun. 2021. DOI> 10.5380/dma.v56i0. e-INSS 2176-9109.

SOUZA, Sérgio Domiciano Gomes de; SOUSA, Maria Rosângela Martins de. Efeitos ambientais da modernização agrícola no Brasil: o avanço da agricultura e pastagem nos biomas brasileiros. In: **Revista GEOgrafias**, v.18, n.1, jan./jun. 2022, ISSN 2237-549X.

SOUZA JUNIOR, Ednilson Gomes. Agrotóxicos na Água Potável: Considerações sobre os Municípios da Bacia Hidrográfica do rio Itabapoana. **VII Seminário Regional sobre Gestão dos Recursos Hídricos**. Campos dos Goytacazes, RJ: Novembro 2021. DOI:10.19180/2177-4560.v15n12021p60-74.

STEDIE, Nilva L. R.; LUCAS, João I. P.; CIOATO, Fernanda M.; RECH, Tatiane. Manejo de resíduos perigosos gerados na agricultura. In: **Revista Caderno Pedagógico**. Studies Publicações e Editora Ltda. Curitiba, v. 21, nº 8, p. 1-23, 2024.

TOOGE, Rikardy. Quem criou o termo 'agrotóxico' e por que não 'pesticida' ou 'defensivo agrícola'. In: **G1**. 07/10/2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/10/07/quem-criou-o-termo-agrotoxico-e-por-que-nao-pesticida-ou-defensivo-agricola.ghtml>. Acesso em: 20 abr. 2025.

VALENTIM, Luís S.O.; *et al.* Água potável e resíduos de agrotóxicos no estado de São Paulo. In: **BEPA**, 2019, 16 (186), p. 43-53.

VILLALOBOS, Jorge U. G. e FAZOLLI, Silvio A (orgs.). **Agrotóxicos – um enfoque multidisciplinar**. Maringá: Eduem, 2017.

WAITZBERG, Dan L. A microbiótica intestinal e o impacto dos agrotóxicos. In: SCORZA, Fulvio A., BOMBARDI, Larissa M., BELTRAMIM, Larissa. **Agrotóxicos & Saúde Humana**. São Paulo: Ed. Dos Editores, 2024.

WENDLING, Gabriel Gomes; BARGOS, Danúbia Caporusso. Análise dos altos números de concessões de registro agrotóxicos de 2017 a 2022 no Brasil e suas possíveis consequências. **Boletim Paulista de Geografia**, nº 110, jul.-dez. 2023 (ISSN: 2447-0945).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first and second addenda. 4th. Ed. Geneva: Word Health Organization, 2022. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>> Acesso em: 8 junho 2025.

YANO, Marcus Guilherme Bianchi. Economia: As estatísticas e perspectivas sobre a economia de Tupã (2). **Jornal Diário Tupã**, edição de 5/11/2024. Disponível em: <<https://www.diariotupa.com.br/Noticias/noticia.php?economia-as-estatisticas-e-perspectivas-sobre-a-economia-de-tupa-2&IdNoticia=50437&IdCategoria=5#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20Fund%C3%A7%C3%A3o,Agropecu%C3%A1ria%20com%208%2C76%25.>> Acesso em: 21 de abr. 2025.

YERA, Aleinnys M. B.; *et al.* Occurrence of Pesticides Associated to Atmospheric Aerosols: Hazard and Cancer Risk Assessments. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 00, No. 00, 1-10, 2020. Printed in Brazil – 020. <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200017>

YERA, Aleinnys M. B.; VASCONSELLOS, Pérola C. Pesticides in the atmosphere of urban sites with different characteristics. **Elsevier**, v. 156, December: 2021, Pages 559-567. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.10.049>.