

A sojicultura transgênica e a contaminação de recursos hídricos de comunidades do Pampa gaúcho

Henrique Rudolfo Hettwer  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) — Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
e-mail: henriquehettwer@gmail.com

Eduardo Schiavone Cardoso  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) — Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
e-mail: educard2016@gmail.com

Resumo

Este artigo integra amplo estudo acerca da problematização da expansão da sojicultura transgênica. Destaca impactos no meio ambiente e expõe riscos à saúde humana diante da contaminação por agrotóxicos de recursos hídricos na região do Pampa gaúcho. A área de estudo consiste nos cinco maiores municípios sojicultores do Rio Grande do Sul: Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul e Dom Pedrito. Inicialmente, contextualiza-se a sojicultura contemporânea e sua dinâmica expansionista. Posteriormente, são realizadas duas análises distintas: a primeira a partir dos relatórios das empresas de fornecimento de água sistematizados pelo Ministério da Saúde; e, a segunda, mediante coletas de água nos principais rios que percorrem esses municípios, encaminhadas à análise laboratorial. Ambos os estudos demonstraram a contaminação das redes de fornecimento de água às comunidades e dos rios destes municípios, o que gera diversos riscos às populações e ao meio ambiente do Pampa.

Palavras-chave: Soja; agrotóxicos; impactos ambientais; vulnerabilidade; luta pela água.

Transgenic soybean cultivation and the contamination of water resources of communities in the Pampa region of Rio Grande do Sul

Abstract

This article integrates a broad study on the problematization of the expansion of transgenic soybean farming. It highlights impacts on the environment and exposes risks to human health due to pesticide contamination of water resources in the Pampa region of Rio Grande do Sul. The study area consists of the five largest soybean-growing municipalities in Rio Grande do Sul: Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul and Dom Pedrito. Initially, contemporary soybean farming and its expansionist dynamics are contextualized. Subsequently, two distinct analyzes are carried out: the first based on reports from water supply companies systematized by the Ministry of Health; and, the second, through water collections in the main rivers that run through these municipalities, sent for laboratory analysis. Both studies demonstrated the contamination of water supply networks to communities and rivers in these municipalities, which creates several risks for the populations and environment of Pampa.



Este trabalho está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Keywords: Soja; pesticidas; environmental impacts; vulnerability; struggle for water.

El cultivo de soja transgénica y la contaminación de recursos hídricos de comunidades de la región pampeana de Rio Grande do Sul

Resumen

Este artículo integra un amplio estudio sobre la problematización de la expansión del cultivo de soja transgénica. Destaca los impactos sobre el medio ambiente y expone riesgos a la salud humana debido a la contaminación por pesticidas de los recursos hídricos en la región pampeana de Rio Grande do Sul. El área de estudio está formada por los cinco municipios productores de soja más grandes de Rio Grande do Sul: Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul y Dom Pedrito. Inicialmente se contextualiza el cultivo de soja contemporáneo y su dinámica expansionista. Posteriormente se realizan dos análisis distintos: el primero a partir de informes de empresas suministradoras de agua sistematizados por el Ministerio de Salud; y, el segundo, a través de recolecciones de agua en los principales ríos que discurren por estos municipios, enviadas para análisis de laboratorio. Ambos estudios demostraron la contaminación de las redes de abastecimiento de agua a las comunidades y ríos de estos municipios, lo que genera varios riesgos para las poblaciones y el medio ambiente de Pampa.

Palabras clave: Soja; pesticidas; impactos ambientales; vulnerabilidad; lucha por el agua.

Introdução

A soja alcançou uma relevância extraordinária no Brasil, em controversa dinâmica, especialmente nos últimos 50 anos. Conforme Bertrand, Laurent e Leclercq (1987), a cultura não ocupava 200 mil hectares em 1960, e, já em 1981 consistia em mais de 8 milhões de hectares. Introduzida inicialmente nos estados do sul do país, a cultura estendeu-se para todas as regiões.

A soja, introduzida em 1908 por imigrantes japoneses, representava uma cultura marginal. Usada inicialmente como adubo verde ou forragem, seria depois dada aos porcos sob a forma de grão. [...] O golpe de Estado militar de 1964 apenas veio reforçar a opção industrial do governo. A partir dele, a palavra de ordem passou a ser: “Produzir mais para exportar mais”. A economia brasileira precisava conseguir um excedente comercial crescente para permitir pagar as importações de petróleo e de tecnologia, indispensáveis para a indústria. Para consegui-lo, os teóricos do “milagre econômico” jogaram especialmente na modernização da agricultura. Não se tratava, porém, de apoiar todo o setor agrícola: apenas uma minoria de produtores, de produtos e de regiões iriam beneficiar-se da nova política agrícola. Como exemplo, entre 1968 e 1972, o preço de apoio para o arroz e o feijão preto, alimentos básicos da população, aumentaram, respectivamente, de 54% e de 102% contra 340% para a soja. Um sistema muito seletivo de crédito com taxas de juros negativas, isto é, inferiores à inflação, apoiava primeiro as culturas de exportação “não tradicionais”, e transformáveis pela indústria. Desta ótica, a soja se impôs como a cultura ideal. A demanda mundial desse produto não parava de crescer e ele podia ser transformado industrialmente sob a forma de óleo ou de torta. Além disso, sua cultura implica maior utilização de insumos (máquinas, adubos, sementes selecionadas, produtos fitossanitários, etc.) que dinamiza a

produção industrial para cima da agricultura (Bertrand, Lauren e Leclerq, 1987, p. 92).

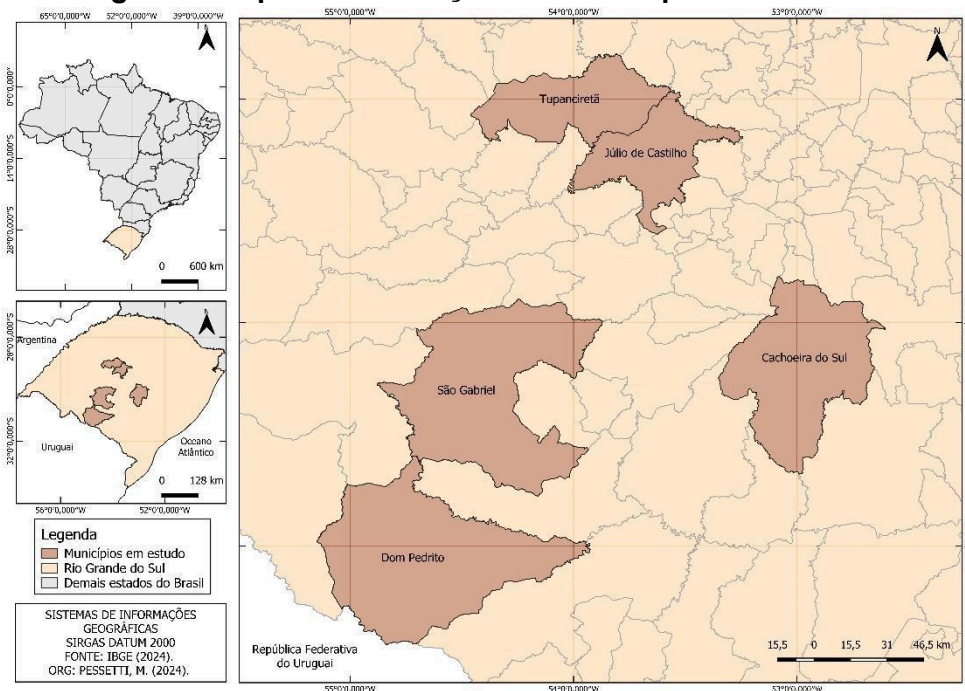
Há anos, a cultura ocupa o topo da balança comercial brasileira, ou seja, o que mais o país oferta comercialmente ao mundo, principalmente em grãos. Em 2022, foram comercializadas 78,9 milhões de toneladas, que renderam U\$ 46.664.300.000 (Brasil, 2022).

No ano de 2000 foram cultivados 13.693.677 ha no país. Em 2008, o quantitativo foi de 21.252.721 ha e, em 2021, o total registrado foi de 39.185.745 ha cultivados (IBGE, 2022a). As principais unidades da federação produtoras são: Mato Grosso (10.461.712 ha), Rio Grande do Sul (6.107.620 ha) e Paraná (5.521.183 ha) (Pereira, 2023, p. 131).

A soja se insere na mundialização da agricultura, galvanizada pelo agronegócio. Conforme Mitidiero Jr. e Goldfarb (2021), o termo consiste num modelo de produção e gestão resultante da associação do capital agroindustrial nacional e internacional com a grande propriedade fundiária e o capital bancário e financeiro, da ciência, da tecnologia e da informação, na apropriação das terras e na imposição e consolidação de um tipo de uso da terra e um tipo de produção alimentar, com uma série de impactos sociais e ambientais. Fernandes, Welch e Gonçalves (2014) advertem que conceber o agronegócio como totalidade é uma estratégia do capitalismo agrário, pois esconde as diferenças constituídas pelas relações de poder que produzem as desigualdades, mascara a luta de classes.

Nesse contexto, a sojicultura ascende e se expande no espaço geográfico brasileiro, consistindo na principal cultura agrícola, especialmente como *commodity*, com o cultivo estimado de 96% na forma transgênica, que demanda o uso intenso de agrotóxicos. São considerados Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) todo organismo cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética, envolvendo atividade de manipulação de DNA/RNA recombinante, mediante a modificação de segmentos de DNA/RNA natural ou sintético que possa multiplicar-se em uma célula viva (Azevedo, Fungaro e Vieira, 2000). Porto-Gonçalves (2004) indica que a denominação OGM seja imprecisa, pois naturaliza a expressão, e não diferencia os processos naturais ou de criação híbrida humana, como as enxertias, os cruzamentos, por exemplo. Para o geógrafo, por certo, se deveria denominar como Organismos Transgenicamente Modificados (OTMs).

O *modus operandi* sojicultor, que hegemoniza os territórios, gera diversos impactos, como a maior concentração fundiária; a retração de cultivos alimentares de arroz, feijão, mandioca e da agricultura familiar; o desmatamento; a degradação de solos e ecossistemas; e a contaminação dos recursos hídricos e das redes de abastecimento de água.

Figura 1: Mapa de localização dos municípios analisados.

Fonte: IBGE (2024). Org.: Pessetti (2024).

O Rio Grande do Sul é o segundo estado brasileiro com a maior área produtiva sojicultora, consistindo em cerca de 6,5 milhões de hectares na safra 2022/2023 (CONAB, 2023). Nesse cenário, o objetivo deste artigo é verificar a contaminação dos recursos hídricos e das redes públicas de fornecimento de água às comunidades da região do Pampa gaúcho, onde, como ilustra a Figura 1, se localizam os cinco principais municípios sojicultores em área produzida do estado: Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul e Dom Pedrito (IBGE, 2017)¹.

Processos metodológicos

Metodologicamente, mediante uma reflexão materialista e dialética, ensejada por referencial bibliográfico, a sojicultura transgênica é contextualizada e são elencados alguns dos aspectos para sua expansão e dos impactos nos territórios que hegemoniza. Disposta esta contextualização, são procedidas duas análises distintas nos cinco municípios sojicultores. A primeira, a partir de dados oficiais das empresas públicas de fornecimento de água (estatal ou privada), sistematizados pelo Ministério da Saúde, responsável pelo Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), visa averiguar a contaminação das redes públicas de distribuição de água.

¹ Este estudo integra ampla pesquisa acerca da cadeia produtiva da soja, intitulada “Hegemonismos, pactos e impactos da sojicultura: territorialização e desterritorialização no Pampa gaúcho” (Hettwer, 2023).

A SOJICULTURA TRANSGÊNICA E A CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE COMUNIDADES DO PAMPA GAÚCHO

A segunda, consiste em duas coletas de amostras de água de rios que percorrem os municípios, realizadas em janeiro (dias 30 e 31, na fase de desenvolvimento da cultura) e maio (dias 6, 7 e 10, no período pós colheita), de 2023, submetidas a análises do Laboratório de Resíduos de Pesticidas (LARP-UFSM), que deriva relatórios de detecção, dispendo e discutindo seus resultados. Estes rios foram escolhidos devido a significância hidrográfica de suas bacias, consistindo nas principais redes fluviais de cada município, e por apresentarem papel crucial no abastecimento das populações. Os pontos de coletas designados seguiram o critério de maior extensão possível a jusante, após cada um destes rios haver percorrido percurso considerável em cada município. Ambas se circunstanciam em uma avaliação acerca dos riscos desta contaminação às comunidades rurais e urbanas dos municípios indicados e ao meio ambiente.

Figura 2: Demonstrativo de coletas de água com invólucros apropriados LARP.



Fonte: Renata H. Gehrke (2023).

Como ilustra a Figura 2, os procedimentos de coleta foram ajustados a partir de recomendações do LARP². As análises foram realizadas empregando as técnicas de extração em fase sólida (SPE) e de cromatografia líquida de ultra-alta eficiência acoplada à espectrometria de massas em série (UHPLC-MS/MS). A coleta de água nos rios foi realizada a uma distância de 2,00 metros da margem e a uma profundidade de 20 centímetros. Foram utilizados dois recipientes distintos por amostra coletada, em cada ponto de coleta, e um reservatório de isopor com gelo químico para manter a temperatura, ambos emprestados pelo LARP. O recipiente menor visou a coleta de água para análise da presença de glifosato; e, o outro, para averiguar a presença de outros possíveis resíduos de outros tipos de agrotóxicos.

² O LARP, criado em 2001, faz parte do Departamento de Química e do Centro de Ciências Naturais e Exatas da UFSM. O LARP é Acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro para Ensaio NBR ISO/IEC sob número CRL0627 (LARP, 2023).

A sojicultura transgênica

Mazoyer e Roudart (2010) destacam a transformação do cenário agrícola, que assimila um padrão industrial capitalista globalizado ao manejo da terra, com a crescente desvinculação de parte significativa dos agricultores com a produção de alimentos, inclusive para seu próprio consumo. Houve uma mudança radical na configuração do espaço rural, em todos os continentes, em maior ou menor profusão, a depender do grau de incremento tecnológico dos países. Os estabelecimentos rurais foram se tornando inteiramente especializados num número muito reduzido de produções particularmente rentáveis.

Milton Santos (2009) denomina esta agricultura globalizada como científica, pois nas áreas onde se instala, verifica-se uma importante demanda e bens científicos (sementes, pesticidas, fertilizantes, corretivos) e de assistência técnica.

Os produtos são escolhidos segundo uma base mercantil, o que também implica uma estrita obediência aos mandamentos científicos e técnicos. São essas condições que regem os processos de plantação, colheita, armazenamento, empacotamento, transportes e comercialização, levando à introdução, aprofundamento e difusão de processos de racionalização que se contagiam mutuamente, propondo a instalação de sistemismos, que atravessam o território e a sociedade, levando, com a racionalização das práticas, a uma certa **homogeneização** (Santos, 2009, p. 89, grifo nosso).

A sojicultura transgênica homogeneiza a paisagem e hegemoniza os territórios, com alto consumo de agrotóxicos, principalmente herbicidas, inseticidas e fungicidas. Isto gera a contaminação de solos, águas, outros cultivos e comunidades próximas. Carson (2010), ao retratar sua terra natal, os Estados Unidos, relata que a primavera surgia anunciada pela canção dos pássaros, mas agora foi silenciada pelo dano causado pela pulverização de agentes tóxicos que interromperam a vida. Conta que era comum, com a chegada da primavera, se ouvir os papos-roxos cantarem e virarem assunto no café da manhã. Mas, com a contaminação, os olmos morreram por se alimentarem de minhocas envenenadas. Calava-se assim o início da primavera com mais de vinte espécies mortas.

Com a transgenia de sementes, o uso de agrotóxicos elevou-se consideravelmente. Estudo de Hess e Nodari (2022) salienta o aumento do consumo por hectare de agrotóxicos. Conforme a pesquisa, em 2010, havia 65.374.591 hectares no Brasil usados para lavouras temporárias e permanentes que consumiram 384.501 toneladas de ingredientes ativos. Isto representa cerca de 5,88 quilos ou litros, a depender da formulação, por hectare. Em 2020, em 83.396.004 hectares, houve o uso de 685.746 toneladas de ingredientes ativos, o que significa a porção de 8,22 quilos ou litros por hectare, **um aumento de 39,79% no período**.

No Rio Grande do Sul, 63% das sementes de soja comercializadas possuem a tecnologia IPRO (Intacta) e 37% são Roundup Ready (RR), ambas desenvolvidas pela

Monsanto-Bayer (Embrapa, 2021). Esta produção condiciona o comércio de agrotóxicos, sendo a soja a principal consumidora (57%), seguida do milho (16%), do algodão (7%), de pastagem (5%), da cana-de-açúcar (4%), dos citros (3%), do feijão (2%), dos hortifrutigranjeiros (2%), do café, do arroz e do trigo (1% cada uma) e as demais culturas (1%) (Sindiveg, 2022).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2023a), de 1986 a julho de 2023, foram registrados no Brasil 3.235 agrotóxicos, de distintas categorizações, com a ampliação significativa nos registros a partir de 2005, quando se deu a aprovação da Lei de Biossegurança e a regulamentação da transgenia. Houve evolução significativa entre 2017 e 2022, e a maioria dos agrotóxicos é de herbicidas (1.073), inseticidas (754) e fungicidas (742).

Bombardi (2023) alerta para uma grande assimetria na fabricação e comercialização de agrotóxicos entre os países do Norte e do Sul global. De um lado, a União Europeia (US\$ 13,5 bilhões), a China (US\$ 8 bilhões) e os Estados Unidos (US\$ 4,5 bilhões) concentram a fabricação e a rentabilidade do segmento, ao passo que os países latino-americanos se posicionam como importadores destes produtos. O comércio mundial cresceu, de US\$ 44 bilhões, em 2017, para US\$ 56 bilhões, em 2020, concentrado em um oligopólio composto pela Syngenta (China), Bayer e Basf (Alemanha), Corteva e FMC (EUA) e UPL (Índia), que detém 80% do segmento mundial. De outra parte, Brasil e Argentina notabilizam-se pelo grande consumo de agrotóxicos: 719 mil toneladas e 457 mil toneladas, respectivamente, em 2021; muito mais que as 257 mil toneladas consumidas pelos Estados Unidos e pelas 244 mil toneladas consumidas pela China. Bombardi salienta que o mesmo fenômeno oligopolista ocorre no segmento de produção e exportação de sementes: Bayer, Corteva e Syngenta controlam mais de 80% do mercado mundial.

Este consumo intensificado de pesticidas com a sojicultura transgênica, espalha-se de diversas formas no ambiente, sob a forma de deriva, quando dispersada por aviões, drones e pulverizadores; é drenada para os cursos de água com as chuvas; concentra-se no solo e nos cultivos sucedâneos. Esta constância de um uso cada vez mais crescente vai provocar impactos ambientais e riscos sanitários. Segundo Panis et al. (2024), no Sudoeste do Paraná, região composta por 27 municípios, há uma alta incidência de casos de câncer de mama em mulheres: 41,4% — 14% superior à do restante do Brasil e 17% acima da registrada no próprio estado do Paraná. Os autores constataram que muitas trabalhavam em lavouras de soja e milho como ajudantes de aplicadores de agrotóxicos, e tinham algum tipo de contato com essas substâncias durante a descontaminação de seus equipamentos de proteção, como luvas, máscaras e óculos.

O Instituto Nacional de Câncer, órgão do Ministério da Saúde que pesquisa e subsidia políticas públicas para o câncer no Brasil, avalia como graves os riscos à contaminação por agrotóxicos. Segundo o INCA (2022), a contaminação pode ocorrer através da inalação, contato dérmico ou oral, durante a manipulação, aplicação e preparo do aditivo químico, no ambiente de trabalho rural e urbano; e pode contaminar também o meio ambiente, através de pulverizações aéreas, consumo de alimentos e água contaminados, além do uso de roupas contaminadas. Os efeitos à saúde humana podem ser agudos, através da pele, ocasionando irritação na pele, ardência, desidratação, alergias; através da respiração, gerando ardência do nariz e boca, tosse, coriza, dor no peito, dificuldade de respirar; ou através da boca, que causa irritação da boca e garganta, dor de estômago, náuseas, vômitos, diarreia.

Os efeitos crônicos, aqueles que aparecem após exposições repetidas a pequenas quantidades de agrotóxicos por um período prolongado, podem apresentar os seguintes sintomas: dificuldade para dormir, esquecimento, aborto, impotência, depressão, problemas respiratórios graves, alteração do funcionamento do fígado e dos rins, anormalidade da produção de hormônios da tireoide, dos ovários e da próstata, incapacidade de gerar filhos, malformação e problemas no desenvolvimento intelectual e físico das crianças. Estudos apontam grupos de agrotóxicos como prováveis e possíveis carcinogênicos (INCA, 2022).

A contaminação das redes públicas de fornecimento de água no Pampa gaúcho

O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água analisa as redes de fornecimento de água da maioria dos municípios brasileiros e identificou uma mistura de 27 agrotóxicos na água para consumo humano, ou seja, após o tratamento por empresas de saneamento. Os municípios sojicultores, Tupanciretã, São Gabriel, Júlio de Castilhos, Cachoeira do Sul e Dom Pedrito, também apresentaram a presença de agrotóxicos em suas redes de abastecimento de água. Há relatórios de incidência de pesticidas nos pontos de coleta para a rede, nos sistemas de distribuição e na saída do tratamento de água.

Nas suas análises, o Vigiagua (Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano), do Ministério da Saúde, utiliza referências padronizadas adotadas pela Anvisa: Limite de Detecção (LD)³ e Limite de Quantificação (LQ)⁴.

³ LD (Limite de Detecção): é a menor quantidade do analito presente em uma amostra que pode ser detectado, porém não necessariamente quantificada sob condições experimentais estabelecidas (ANVISA, 2003 apud Brasil, 2023b)

⁴ LQ (Limite de Quantificação): é a menor concentração do analito presente em uma amostra que pode ser determinado, com precisão e exatidão aceitáveis, sob condições experimentais aceitáveis. (ANVISA, 2003, apud Brasil, 2023b).

Tabela 1: Identificação de agrotóxicos por tipo na rede de distribuição de água de Tupanciretã.

Métrica	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP
Parâmetro	2018	2018	2021	2021	2022	2022
2,4 D + 2,4,5 T	0	0	33	17	0	0
Alacloro	1	0	34	17	18	9
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	0	0	33	17	18	9
Aldrin + Dieldrin	1	0	34	17	18	9
Atrazina	1	0	33	17	0	0
Carbendazim + benomil	0	0	33	17	0	0
Carbofurano	0	0	33	17	18	9
Clordano	1	0	34	17	18	9
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	0	0	33	17	18	9
DDT + DDD + DDE	0	0	34	17	18	9
Diuron	0	0	33	17	18	9
Endossulfan (a, β e sais)	1	0	34	17	0	0
Endrin	1	0	34	17	0	0
Glifosato + AMPA	1	0	35	19	20	10
Lindano (gama HCH)	1	0	34	17	18	9
Mancozebe	0	0	34	17	0	0
Metamidofós	0	0	33	17	0	0
Metolacloro	1	0	34	17	18	9
Molinato	1	0	33	17	18	9
Parationa Metílica	0	0	34	17	0	0
Pendimentalina	1	0	33	17	0	0
Permetrina	1	0	33	17	0	0
Profenofós	0	0	33	17	18	9
Simazina	1	0	33	17	18	9
Tebuconazol	0	0	33	17	18	9
Terbufós	0	0	33	17	18	9
Trifluralina	1	0	34	17	18	9

Fonte: Brasil, 2023b. Org.: Os autores, 2024.

Em Tupanciretã, a empresa responsável é a empresa gaúcha Corsan (Companhia Riograndense de Saneamento [privatizada em 2022]) que coleta água subterrânea para abastecer a população. Nas amostras de 2018, 2021 e 2022, disponíveis nos relatórios oficiais do órgão, não houve identificação de agrotóxicos na rede de distribuição de água acima do VMP (Valor Máximo Permitido). Conforme a Tabela 1, foram identificados resíduos de agrotóxicos em valores permitidos legalmente (abaixo do VMP), que podem ser percebidos no universo de análises realizadas no ano correspondente.

Tabela 2: Identificação de agrotóxicos por tipo na rede de distribuição de água de São Gabriel.

Métrica	Total de análises com resultado acima do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP
Parâmetro	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2,4 D + 2,4,5 T	0	3	4	2	4	3	20	2
Alacloro	0	3	4	2	4	3	20	11

Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	0	3	4	2	4	3	20	11
Aldrin + Dieldrin	0	3	4	2	4	3	20	11
Atrazina	1	0	4	2	4	3	20	2
Carbendazim + benomil	0	3	2	2	4	3	20	2
Carbofurano	0	3	4	2	4	3	20	11
Clordano	0	3	4	2	4	3	20	9
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	0	3	4	2	4	3	20	11
DDT + DDD + DDE	0	3	4	2	4	3	20	11
Diuron	0	3	4	2	4	3	20	11
Endossulfan (α, β e sais)	0	3	4	2	4	3	20	0
Endrin	0	3	4	2	4	3	20	0
Glifosato + AMPA	0	3	4	2	4	3	22	12
Lindano (gama HCH)	0	2	4	2	4	3	20	11
Mancozebe	0	3	4	2	4	3	20	2
Metamidofós	0	3	4	2	4	3	20	2
Metolacoloro	0	3	4	2	4	3	20	11
Molinato	0	3	4	1	4	3	20	11
Parationa Metilica	0	3	4	2	4	3	20	0
Pendimentalina	0	3	4	2	4	3	20	0
Permetrina	0	3	4	1	4	3	20	0
Profenofós	0	4	4	2	4	3	20	11
Simazina	0	0	4	2	4	3	20	11
Tebuconazol	0	4	4	2	4	3	20	11
Terbufós	0	4	4	2	4	3	20	11
Trifluralina	0	4	4	1	4	3	20	11

Fonte: Brasil, 2023b. Org.: Os autores, 2024.

Em São Gabriel, a empresa responsável é a São Gabriel Saneamento S.A., concessionária privada que gerencia o abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto na cidade, a partir do rio Vacacaí. De acordo com a Tabela 2, em 2016, na rede de distribuição de água foi identificada a substância Atrazina – (VMP: 2,0 µg/L), acima do VMP. Foram realizadas diversas coletas de água para análise, no período 2016-2022, para todos os parâmetros indicados. Houve a detecção, abaixo do VMP, de ingredientes ativos, em números de amostras identificadas na tabela.

Em Júlio de Castilhos, a empresa responsável é a Corsan. A captação é toda feita por poços artesianos num total de 12, sendo que 9 são conduzidos por adutora de água bruta até a sede do município. No período sistematizado pelo Sisagua, não houve identificação de resíduos de qualquer agrotóxico acima do VMP. Porém, ainda que abaixo do VMP, foram detectados resíduos de agrotóxicos em análises dos anos de 2020, 2021 e 2022, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Identificação de agrotóxicos por tipo na rede de distribuição de água de Júlio de Castilhos.

Métrica	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas	Total de análises com resultado abaixo do VMP
Parâmetro	2020	2020	2021	2021	2022	2022
2,4 D + 2,4,5 T	8	4	16	8	7	4
Alacloro	9	4	16	8	17	9

A SOJICULTURA TRANSGÊNICA E A CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE COMUNIDADES DO PAMPA GAÚCHO

Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	8	4	16	8	17	9
Aldrin + Dieldrin	9	4	16	8	17	9
Atrazina	9	4	16	8	7	4
Carbendazim + benomil	8	4	16	8	7	4
Carbofurano	8	4	16	8	17	9
Clordano	1	0	16	8	17	9
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	8	4	16	8	17	9
DDT + DDD + DDE	8	4	16	8	17	9
Diuron	8	4	16	8	17	9
Endossulfan (a, β e sais)	9	4	16	8	7	4
Endrin	9	4	16	8	7	4
Glifosato + AMPA	2	0	18	10	11	6
Lindano (gama HCH)	1	0	16	8	17	9
Mancozebe	8	4	16	8	7	4
Metamidofós	8	4	16	8	7	4
Metolacloro	9	4	16	8	17	9
Molinato	9	4	16	8	17	9
Parationa Metílica	8	4	16	8	7	4
Pendimentalina	9	4	16	8	7	4
Permetrina	1	0	16	8	7	4
Profenofós	8	4	16	8	17	9
Simazina	9	4	16	8	17	9
Tebuconazol	8	4	16	8	17	9
Terbufós	8	4	16	8	17	9
Trifluralina	9	4	16	8	17	9

Fonte: Brasil, 2023b. Org.: Os autores, 2024.

Cachoeira do Sul é atendida pela Corsan, com captação realizada no Rio Jacuí. No período de 2014 a 2022, não houve ocorrência de agrotóxico detectado acima do VMP na rede de distribuição de água do município. Notabiliza-se na Tabela 4 que houve a identificação de diversos agrotóxicos na rede de distribuição de água do município, abaixo do VMP.

Tabela 4: Identificação de agrotóxicos por tipo na rede de distribuição de água de Cachoeira do Sul.

Métrica	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas
Parâmetro	2018	2019	2020	2021	2022	2022
2,4 D + 2,4,5 T	0	0	0	3	1	2
Alacloro	0	0	0	3	2	5
Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	2	0	1	3	2	6
Aldrin + Dieldrin	0	0	0	3	2	5
Atrazina	0	0	0	3	1	2
Carbendazim + benomil	2	1	1	3	1	4
Carbofurano	2	1	1	3	2	6
Clordano	0	0	0	3	2	6
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2	1	1	3	2	5
DDT + DDD + DDE	0	0	0	3	2	6
Diuron	2	1	1	3	2	6
Endossulfan (a, β e sais)	0	0	0	3	1	3
Endrin	0	0	0	3	1	3
Glifosato + AMPA	0	0	0	7	4	7
Lindano (gama HCH)	0	0	0	3	2	6
Mancozebe	1	1	1	3	1	4
Metamidofós	2	1	1	3	1	4
Metolacloro	0	0	0	3	2	5

Molinato	0	0	0	3	2	5
Parationa Metílica	2	1	1	3	1	3
Pendimentalina	0	0	0	3	1	3
Permetrina	0	0	0	3	1	3
Profenofós	2	1	1	3	2	6
Simazina	0	0	0	3	2	5
Tebuconazol	2	1	1	3	2	6
Terbufós	2	1	1	3	2	6
Trifluralina	0	0	0	3	2	5

Fonte: Brasil, 2023b. Org.: Os autores, 2024.

Por fim, Dom Pedrito também é atendido pela Corsan, com 85% da captação de água sendo feita no Rio Santa Maria e 15% na barragem da Serrinha. No período 2014-2022, não foram detectados agrotóxicos na rede de distribuição de água acima do VMP. Como ilustra a Tabela 5, identificou-se a presença de agrotóxicos abaixo do VMP, de 2017 a 2022.

Tabela 5: Identificação de agrotóxicos por tipo na rede de distribuição de água de Dom Pedrito.

Métrica	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises com resultado abaixo do VMP	Total de análises realizadas
Parâmetro	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022
2,4 D + 2,4,5 T	0	0	0	3	2	1	2
Alacloro	0	0	0	2	2	2	4
Aldicarbe + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido	2	2	1	2	2	2	4
Aldrin + Dieldrin	0	0	0	2	2	2	4
Atrazina	0	0	0	2	2	1	2
Carbendazim + benomil	2	2	1	2	2	1	2
Carbofurano	2	2	1	2	2	2	4
Clordano	0	0	0	1	2	2	4
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2	2	1	2	2	2	4
DDT + DDD + DDE	0	0	1	2	2	2	4
Diuron	2	2	1	2	2	2	4
Endossulfan (a, β e sais)	0	0	0	2	2	1	2
Endrin	0	0	0	2	2	1	2
Glifosato + AMPA	0	0	0	2	4	3	5
Lindano (gama HCH)	0	0	0	1	2	2	4
Mancozebe	2	1	1	2	2	1	2
Metamidofós	2	2	1	2	2	1	2
Metolacloro	0	0	0	2	2	2	4
Molinato	0	0	0	2	2	2	4
Parationa Metílica	2	2	1	2	2	1	2
Pendimentalina	0	0	0	2	2	1	2
Permetrina	0	0	0	1	2	1	2
Profenofós	2	2	1	2	2	2	4
Simazina	0	0	0	2	2	2	4
Tebuconazol	2	2	1	2	2	2	4
Terbufós	2	2	1	2	2	2	4
Trifluralina	0	0	0	2	2	2	4

Fonte: Brasil, 2023b. Org.: Os autores, 2024.

Bombardi (2023) destaca que o Brasil padece de legislações mais frouxas quanto a uso e dosagem dos agrotóxicos, em comparação com a União Europeia, por exemplo. Acrescenta-se a isso a preocupação com as diferentes combinações de substâncias

químicas na água, o que pode agravar ainda mais os riscos às populações e ao meio ambiente.

De acordo com instituições e especialistas, dentre eles a Fundação Oswaldo Cruz, que reúne cientistas em um Grupo de Trabalho sobre agrotóxicos, há fragilidade no sistema de controle da água potável brasileira. Segundo a Fiocruz (2020), a resolução da Revisão do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, é insuficiente para averiguar a contaminação das redes de distribuição de água no Brasil. Em parecer técnico, o órgão público de pesquisa e tecnologia, vinculado ao Ministério da Saúde, adverte sobre os critérios de análise da água potável brasileira.

A Fiocruz registra a presença de três insuficiências nos marcos regulatórios da potabilidade da água quanto a agrotóxicos a serem corrigidas: 1) A necessária inclusão de agrotóxicos na lista dos prioritários para avaliação da potabilidade; 2) A redefinição do número de IA (Ingredientes Ativos) e das concentrações máximas permitidas por amostra; 3) Ações a serem desenvolvidas em caso de não conformidade e recomendações para as concessionárias.

O segundo limitador da legislação brasileira vigente para a análise da potabilidade da água quanto à presença de agrotóxicos é o critério de medição de presença da substância química na água, bastante subestimada, se observados padrões da União Europeia, por exemplo, região fabricante de alguns dos principais produtos usados no Brasil. Tal como demonstra Bombardi (2023), o herbicida 2-4D apresenta VMP de 30 ug/l (microgramas por litro), 300 vezes maior que a UE, tal como o inseticida e acaricida Clorpirifós; o herbicida Diuron apresenta 900 vezes maior aceitabilidade no critério brasileiro que a UE (90 x 0,1 ug/l); o fungicida e acaricida Mancozebe é 1.800 vezes mais permissivo no Brasil que na UE (180 x 0,1 ug/l), assim como o fungicida Tebucanazol. O agrotóxico mais consumido no Brasil, particularmente na sojicultura, o glifosato, apresenta inacreditável aceitabilidade 5.000 vezes superior ao padrão europeu. Para a Fiocruz, é fundamental rever esses critérios.

Segundo a portaria, para os agrotóxicos que compõem a listagem final dos IA a serem monitorados, foram definidos valores máximos permitidos (VMP) de resíduos, a partir da equação preconizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Contudo, o cálculo não seguiu um padrão semelhante para todos os IA, e não foi apresentada uma justificativa para essa variação. Embora o VMP sugerido na revisão da portaria ($\mu\text{g/L}$) tenha sido calculado a partir do menor NOAEL⁵ revisado nas diretrizes internacionais, o fator de segurança interespecie variou entre 100 e 1000, sem que fosse apresentada justificativa técnica para tal variação. Outra questão relevante é que uma descrição geral do estudo que levou ao cálculo do NOAEL não foi disponibilizada como espécie estudada, via de exposição, desfechos

⁵ NOAEL (do inglês *No Observed Adverse Effect Level*) é uma sigla usada em toxicologia que significa Nível Sem Efeitos Adversos Observáveis de uma substância ou agente tóxico (Fiocruz, 2020).

toxicológicos observados, sendo fundamental que essas informações sejam fornecidas pelo MS. Contrariando a recomendação da OMS, que adota na equação para cálculo do VMP o fator de alocação de 0,1, assumindo que 10% da IDA vem da água, foi utilizado o fator de alocação de 0,2, permitindo que os valores definidos no cálculo sejam menos restritivos. Também não foi adotado o mesmo peso corpóreo para cada VMP, não sendo apresentada justificativa para tal variação (Fiocruz, 2020, p. 3).

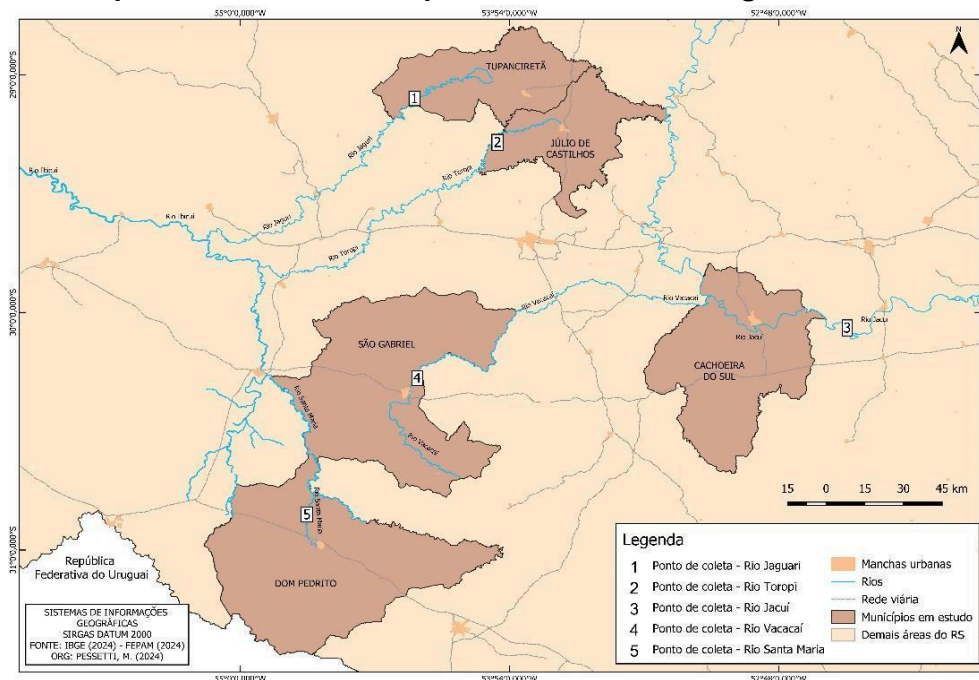
A simples indicação da presença da substância química na água não revela todos os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, pois há a possibilidade da interação entre os agrotóxicos, provocando efeitos aditivos, sinérgicos, a manifestação de efeitos tóxicos de forma não linear, ou seja, não proporcional às doses, e a vulnerabilidade diferenciada dos expostos (Fiocruz, 2020).

Segundo estudo do professor Luiz Fernando Ferraz da Silva (Jornal da USP, 2022), não há como evitar a presença dos agrotóxicos no cotidiano, mesmo com a fervura da água e a utilização de filtros. O especialista explica que o problema dos compostos está no efeito cumulativo no organismo, já que os agrotóxicos estão presentes não só na água, mas também nos alimentos, e podem gerar processos inflamatórios crônicos e disfunções metabólicas, principalmente, além de potencializar problemas de saúde já existentes.

A contaminação de rios no Pampa gaúcho

Os agrotóxicos causam impactos diretos, indiretos e cumulativos, no solo, no ar e na vegetação não alvo, em organismos não alvo, na saúde humana (Ciarrocchi, 2021).

Figura 3: Mapa de localização dos pontos de coletas de água em rios do Pampa.

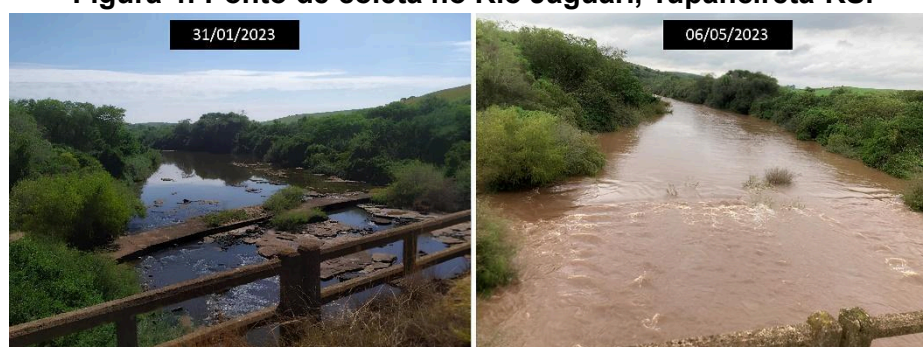


Fonte: IBGE (2024). Org.: Pessetti (2024).

Um dos principais impactos é a contaminação das bacias hidrográficas nas regiões de cultivo da soja transgênica. Para perceber sua ocorrência nos recursos hídricos dos municípios sojicultores destacados, houve duas coletas de água, nos principais rios que percorrem seus territórios, cujos pontos estão indicados na Figura 3.

O ponto de coleta de Tupanciretã, no Rio Jaguari (Figura 4), está localizado no Distrito de Espinilho Grande, a 56,5 km da sede do município (via estradas vicinais), na localidade de Passo da Lage, que possui as coordenadas geográficas 29°05'24.8"S e 54°17'36.3"O. A primeira coleta de água no Rio Jaguari foi realizada em 31/01/2023 e as amostras foram entregues ao LARP nesta mesma data. O relatório de resultados emitido a partir da análise de 06/02/2023 apresentou a detecção dos compostos Carbendazim e Tebuconazol, este último em quantidade menor que o Limite de Quantificação do Método [$<LOQ$], como ilustra o Quadro 1. Nesta primeira coleta, não houve a detecção de glifosato na amostra coletada.

Figura 4: Ponto de coleta no Rio Jaguari, Tupanciretã-RS.



Fonte: Milena de M. Hettwer e Renata H. Gehrke (2023).

A segunda coleta no Rio Jaguari, no mesmo ponto geográfico, deu-se em 06/05/2023. Neste período, houve maior intensidade pluviométrica, o que acarretou a cheia do rio. O resultado da segunda coleta, com análise laboratorial realizada em 01/06/2023, devidamente acondicionada no LARP, detectou a presença de 2,4-D, de Imidacloprido e de Tiametoxam.

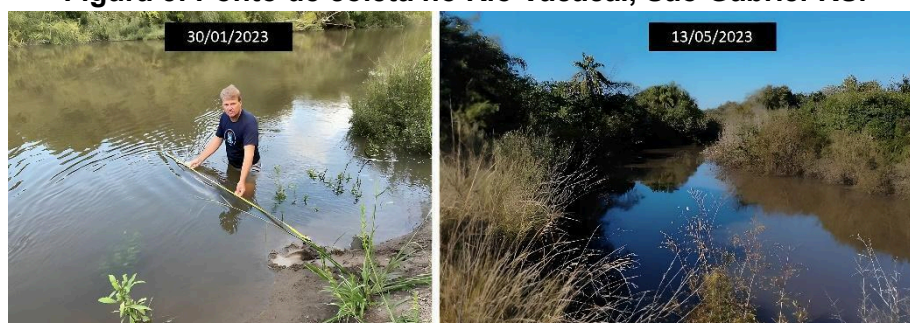
Quadro 1: Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Tupanciretã.

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração ($\mu\text{g/L}$)	Quantidade detectada Coleta 2 - Concentração ($\mu\text{g/L}$)
Carbendazim	0,02	Não detectado
Imidacloprido	Não detectado	0,192
Tebuconazol	$<LOQ$	Não detectado
Tiametoxam	Não detectado	0,02
2,4-D	Não detectado	0,052

Fonte: LARP, 2023. Org.: Os autores, 2024.

Em São Gabriel, o ponto de coleta no Rio Vacacaí (Figura 5) está localizado no Distrito de Tiaraju, a uma distância aproximada de 16,4 km da sede municipal, de coordenadas geográficas 30°16'40.5"S e 54°16'45.3"O. A primeira coleta de água ocorreu em 30/01/2023. As amostras de água foram analisadas pelo LARP em 06/02/2023. Nesta coleta, houve a detecção de diversos agrotóxicos: Azoxistrobina, Carbendazim, Carbofurano(<LOQ), Carboxim (<LOQ), Clorimurrom etílico, Epoxiconazol, Imidacloprido, Quincloraque, Tebuconazol, Tiametoxam, conforme ilustra o Quadro 2. Nesta coleta não houve a detecção específica de glifosato na amostra analisada.

Figura 5: Ponto de coleta no Rio Vacacaí, São Gabriel-RS.



Fonte: Thiago Magoga e Autores (2023).

A segunda coleta de amostras de água foi realizada no mesmo ponto do Rio Vacacaí, em 13/05/2023. Neste período, houve a maior incidência de chuvas, após a estiagem que assolou a região e comprometeu a produtividade das lavouras sojicultoras, o que drenou resíduos do entorno, além de ampliar o leito do rio. Nesta segunda coleta, houve a detecção de diversos resíduos de agrotóxicos na amostra coletada: 2,4-D (<LOQ), epoxiconazol (<LOQ), imidacloprido, quincloraque, tebuconazol e tiametoxam, como mostrado no Quadro 2. A amostra de água para análise específica da presença de glifosato não registrou a incidência do composto.

Quadro 2: Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em São Gabriel.

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada Coleta 2 - Concentração (µg/L)
Azoxistrobina	0,079	Não detectado
Carbendazim	0,023	Não detectado
Carbofurano	<LOQ	Não detectado
Carboxim	<LOQ	Não detectado
Clorimurrom etílico	0,054	Não detectado
Epoxiconazol	0,256	<LOQ
Imidacloprido	0,128	0,093
Quincloraque	1,229	0,079

A SOJICULTURA TRANSGÊNICA E A CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE COMUNIDADES DO PAMPA GAÚCHO

Tebuconazol	1,233	0,032
Tiametoxam	0,119	0,027
2,4-D	Não detectado	<LOQ

Fonte: LARP, 2023. Org.: Os autores, 2024.

O ponto de coleta em Júlio de Castilhos (Figura 6), ocorreu no Balneário Costa do Toropi, divisa com o município de Quevedos, a 35,9 km da sede municipal (via estradas vicinais), nas coordenadas geográficas 29°16'26.2"S e 53°56'51.2"O. A primeira coleta de água no Rio Toropi ocorreu em 31/01/2023, analisada pelo LARP em 06/02/2023. A região do ponto de coleta apresenta vastas lavouras de soja, em relevos pouco acidentados, as denominadas coxilhas. Os resultados de detecção apresentaram a incidência de agrotóxicos na água: Carbendazim e Imidacloprido, conforme o Quadro 3. O teste para detecção de glifosato não apurou a existência do composto na amostra.

Figura 6: Ponto de coleta no Rio Toropi, Júlio de Castilhos-RS.



Fonte: Milena de M. Hettwer e Autores (2023).

Quadro 3: Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Júlio de Castilhos.

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada Coleta 2 - Concentração (µg/L)
Carbendazim	0,12	Não detectado
Imidacloprido	0,092	0,15
Tebuconazol	Não detectado	<LOQ
Tiametoxam	Não detectado	<LOQ
2,4-D	Não detectado	0,032

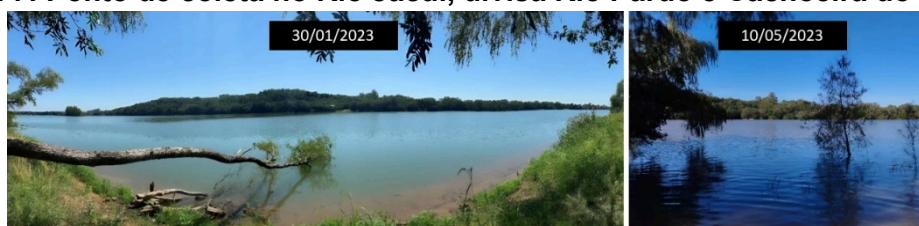
Fonte: LARP (2023). Org.: Os autores (2024).

A segunda coleta foi realizada em 06/05/2023, encaminhada ao laboratório em 11/05/2023, devidamente acondicionada, e com análise do LARP em 01/06/2023. Neste período, o rio avolumou seu leito em função das chuvas mais incidentes na região, após a estiagem. Segundo a análise laboratorial, foram identificados agrotóxicos nesta segunda coleta no Rio Toropi: 2,4-D, Imidacloprido, Tebuconazol (<LOQ) e Tiametoxam (<LOQ).

O ponto de coleta do Rio Jacuí (Figura 7), ocorreu a jusante, já no município de Rio Pardo, no Distrito de Pederneiras, nas coordenadas geográficas 30°03'43.7"S e

52°30'59.5"O, após a contribuição do afluente Rio Iruí ao Rio Jacuí, que delimita Cachoeira do Sul/Rio Pardo. A primeira coleta de água neste ponto foi realizada em 30/01/2023, encaminhada nesta data ao LARP, que realizou a análise em 06/02/2023. Segundo a análise laboratorial, foram identificadas as presenças dos compostos Carbendazim (<LOQ) e Tebuconazol, conforme o Quadro 4. A amostra específica para o composto glifosato não apresentou a ocorrência do pesticida.

Figura 7: Ponto de coleta no Rio Jacuí, divisa Rio Pardo e Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Thiago Magoga e Autores (2023).

A segunda coleta no Rio Jacuí, após um período de chuvas mais consistentes, ocorreu em 10/05/2023. A análise foi realizada pelo LARP em 01/06/2023. Houve a detecção dos seguintes compostos na segunda coleta: 2,4-D (<LOQ), Imidacloprido, Quincloraque, Tebuconazol e Tiametoxam (<LOQ); e não houve identificação de glifosato.

Quadro 4: Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Cachoeira do Sul.

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração (µg/L)	Quantidade detectada Coleta 2 - Concentração (µg/L)
Carbendazim	<LOQ	Não detectado
Imidacloprido	Não detectado	0,084
Quincloraque	Não detectado	0,062
Tebuconazol	0,05	0,042
Tiametoxam	Não detectado	<LOQ
2,4-D	Não detectado	<LOQ

Fonte: LARP, 2023. Org.: Os autores, 2024.

O ponto de coleta em Dom Pedrito, no Rio Santa Maria (Figura 8), deu-se na localidade de Caveiras, nas coordenadas geográficas 30°50'47.1"S e 54°43'16.0"O.

Figura 8: Ponto de coleta no Rio Santa Maria, Dom Pedrito-RS.

Fonte: Thiago Magoga e Autores (2023).

A primeira coleta no Rio Santa Maria ocorreu em 30/01/2023, com análise do LARP realizada em 06/02/2023, que detectou a presença de agrotóxicos: Carbendazim, Quincloraque, Tebuconazol e Tiametoxam, como demonstrado no Quadro 5. A verificação para a detecção específica de glifosato resultou na inexistência do composto na amostra coletada.

Quadro 5: Resultados de detecção de resíduos de compostos analisados das Coletas 1 e 2 em Dom Pedrito.

Ingredientes ativos detectados	Quantidade detectada Coleta 1 - Concentração ($\mu\text{g/L}$)	Quantidade detectada Coleta 2 - Concentração ($\mu\text{g/L}$)
Bentazona	Não detectado	0,039
Carbendazim	0,042	<LOQ
Imidacloprido	Não detectado	0,057
Quincloraque	4,254	0,327
Tebuconazol	0,233	0,11
Tiametoxam	0,095	0,046
2,4-D	Não detectado	0,202

Fonte: LARP, 2023. Org.: Os autores, 2024.

A segunda coleta no Rio Santa Maria ocorreu em 07/05/2023, em período chuvoso, que adensou consideravelmente o volume do rio. A análise desta segunda coleta de água foi realizada pelo LARP em 01/06/2023. Foram identificados os seguintes compostos na amostra coletada: 2,4-D, Bentazona, Carbendazim (<LOQ), Imidacloprido, Quincloraque, Tebuconazol e Tiametoxam, como mostra o Quadro 5. A análise específica para o glifosato não detectou a presença da substância na amostra coletada.

Considerações finais

O modelo hegemônico de sojicultura transgênica imbrica-se num paradoxo, de uma potente narrativa de sua necessária expansão diante dos impactos para sua reprodução. O requisito básico do modelo é a adoção de OGMs que exige farto uso de agrotóxicos,

sobretudo de transnacionais, muitos deles proibidos nos países em que são fabricados, ou com controles muito mais rigorosos em seus países que os regulamentados no Brasil. Há uma permissividade preocupante que vem gerando diversos riscos ao meio ambiente e à saúde humana, impactando a biodiversidade e ameaçando a saúde humana. Há o comprometimento até mesmo dos serviços públicos de distribuição de água, com a comprovada contaminação da água consumida nos municípios brasileiros.

As análises de relatórios do Sistema de Vigilância da Água identificaram a contaminação por ingredientes ativos nas torneiras das casas dos municípios sojicultores estudados. O mesmo ocorreu na análise das amostras de água coletadas nos rios do Pampa. Ainda que, na maioria das ocorrências, estas sejam em patamares aceitáveis pela legislação brasileira, quando comparadas ao rigor europeu, há alarmante e contrastante preocupação. Do ponto de vista da saúde humana, os alertas emitidos por instituições como a Fiocruz e o INCA e pesquisas acadêmicas indicam que a exposição prolongada a essas substâncias pode ter impactos graves. Estudos têm evidenciado que muitos agrotóxicos utilizados no Brasil são associados a doenças crônicas, incluindo cânceres, problemas neurológicos e distúrbios hormonais. Essas instituições reforçam a urgência de regulamentações mais rigorosas, tanto no controle dos tipos e quantidades de agrotóxicos utilizados quanto na fiscalização das práticas de manejo e proteção de mananciais. Sem medidas efetivas, a segurança hídrica e a saúde de diversas comunidades estarão cada vez mais ameaçadas, afetando desde a qualidade da água consumida até a sustentabilidade da agricultura e da vida aquática.

Esses dados ilustram o que Bombardi (2023) denominou “colonialismo químico” e evidenciam a necessidade de uma revisão da legislação com parâmetros mais rigorosos, reduzindo os limites permitidos e ampliando a fiscalização sobre a aplicação de agrotóxicos. Isso é fundamental para proteger a biodiversidade e garantir que a população tenha acesso a água de qualidade e livre de contaminantes. Para além, como apontam diversos estudos, é preciso rever o modelo de produção hegemônico, tão degradante à biodiversidade, às comunidades e suas vivências e à saúde humana. É preciso, isto sim, constituir outro sentido produtivo, que considere a vida, a cultura e o meio ambiente, num viés agroecológico.

Referências

AZEVEDO, José Lúcio de; FUNGARO, Maria Helena Pelegrinelli; VIEIRA, Maria Lúcia Carneiro. Transgênicos e evolução dirigida. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v.2, p. 451-464, jul. out. 2000. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.

BERTRAND, Jean-Pierre; LAURENT, Catherine; LECLERQ, Vincent. **O mundo da soja**. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1987.

A SOJICULTURA TRANSGÊNICA E A CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE COMUNIDADES DO PAMPA GAÚCHO

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

BRASIL. Ministério da Economia. **Balança comercial brasileira**. Brasília, DF, 2022. Disponível em https://balanca.economia.gov.br/balanca/pg_principal_bc/principais_resultados.html#:~:text=At%C3%A9%20a%201%C2%BA%20Semana%20de,US%24%2010%2C80%20bilh%C3%B5es. Acesso em: 13 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Sistema de agrotóxico e fitossanitário**. Brasília – DF: 2023a. Disponível em <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrofit/index.htm>. Acesso em: 20 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília – DF: 2023b. Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/demas/situacao-de-saude/vigiagua>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Safra brasileira de grãos**. Brasília – DF: 2023. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 20 set. 2024.

CIARROCCHI, Isabella Rocha. **Efeito da radiação gama na degradação de pesticidas (azoxistrobin e carbendazim) em morango**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba: 2021 – 107 p.

FERNANDES, Bernardo Mançano; WELCH, Clifford Andrew; GONÇALVES, Elienai Constantino. **Os usos da terra no Brasil: debates sobre políticas fundiárias**. – 1ª. ed. – São Paulo: Cultura Acadêmica: Unesco, 2014. (Vozes do campo) ISBN 978-85-7983-521-6 1.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja RR: tecnologia Embrapa representa menor custo ao produtor no RS**. Artigo de Joseani Antunes (MTb 9693/RS), da Embrapa Trigo, e Lebna Landgraf (MTb 2903/PR), da Embrapa Soja. Brasília – DF: 15 nov. 2021b. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/66186218/soja-rr-tecnologia-embrapa-representa-menor-custo-ao-produtor-no-rs#:~:text=Na%20safra%202020%2F2021%2C%20a.RR%20e%2075%25%20para%20IPRO>. Acesso em: 05 ago. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Presença de agrotóxicos em água potável no Brasil: Parecer técnico do GT de Agrotóxicos da Fiocruz para a Revisão do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, para o parâmetro “agrotóxicos”**. GT Agrotóxicos Fiocruz. Rio de Janeiro: 12 abr. 2020. Disponível em https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u91/recomendacoes_cp_fiocruz_revisao_portaria_agua_versao_final_2020.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.

HESS, Sonia Corina; NODARI, Rubens. Agrotóxicos no Brasil: panorama dos produtos entre 2019 e 2022. **Revista Ambientes em Movimento**, n. 2, vol. 2., p. 39-52. Florianópolis: dez. 2022. Disponível em <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/am/article/view/5484/4965>. Acesso em: 23 dez. 2024.

HETTWER, Henrique Rudolfo. **Hegemonismos, pactos e impactos da sojicultura - territorialização e desterritorialização no Pampa gaúcho**. Tese (doutorado) -

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, RS, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6957>. Acesso em: 16 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Coleção de Mapas Municipais | 2020**. Rio de Janeiro: 2022f (atualização). Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-municipais/31452-colecao-de-mapas-municipais.html>. Acesso em: 16 set. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Agrotóxico. Brasília – DF: 10 nov. 2022. Disponível em <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico#:~:text=Agrot%C3%B3xicos%20s%C3%A3o%20produtos%20que%20ADmic%C3%A9ticos,2002%3B%20INCA%2C%202021>. Acesso em: 06 out. 2024.

JORNAL DA USP. **Levantamento mostra que água para consumo humano tem alto índice de agrotóxico**. Texto de Vinicius Botelho. São Paulo: 09 jun. 2022. Disponível em <https://jornal.usp.br/atualidades/levantamento-mostra-que-agua-para-consumo-humano-tem-alto-indice-de-agrotoxico/>. Acesso em: 29 mar. 2024.

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

MITIDIERO JR, Marco Antonio; GOLDFARB, Yamila. O agro não é tech, o agro não é pop e muito menos tudo. **Revista Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Brasil**. ISBN 978-65-87504-26-1. Setembro, 2021. Disponível em <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/brasilien/18319-20211027.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

PANIS, Carolina; CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessoa; GABOARDI, Shaiane Carla; TEIXEIRA, Géssica Tuani; ALVES, Fernanda Mara; SILVA, Janaína Carla da; SCANDOLARA, Thalita Basso; RECH, Daniel; GURZENDA, Susie; PONMATTAM, Jamie; OHM, Joyce; CASTRO, Maria C.; LEMOS, Bernardo. Exposure to Pesticides and Breast Cancer in an Agricultural Region in Brazil. **Environmental Science & Technology** 2024 58 (24), 10470-10481. DOI: 10.1021/acs.est.3c08695

PEREIRA, Lorena Izá. As dimensões do controle do território brasileiro no século XXI. **Revista Mutirão**. Folhetim de Geografias Agrárias do Sul, v. 4, n. 2, 2023. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/mutiro/article/view/258930/44361>. Acesso em: 23 dez. 2024.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **O desafio ambiental**. Coletânea Os porquês da desordem mundial. Mestres explicam a globalização. Org. Emir Sader. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização**. São Paulo: Record, 2009.

SINDIVEG. **Mercado total de defensivos agrícolas por produto aplicado**. São Paulo: 2022. Disponível em <https://sindiveg.org.br/mercado-total/>. Acesso em: 08 fev. 2024.

Sobre os autores

Henrique Rudolfo Hettwer – Graduação em Geografia (Instituto Federal de São Paulo). Graduação em História (Uninter). Pós-graduação em Direitos Humanos (Universidade Federal do Rio Grande). Pós-graduação em Sociologia (Universidade Federal de Santa Maria). Pós-graduação em Filosofia (Universidade Federal de Pelotas). Mestrado em Geografia (Universidade Federal de Santa Maria). Doutorado em Geografia (Universidade Federal de Santa Maria). Professor das redes públicas municipal e estadual e da rede privada. **OrcID** – <https://orcid.org/0000-0003-0353-4588>.

Eduardo Schiavone Cardoso – Graduação em Geografia (Bacharelado) pela Universidade de São Paulo (USP) (1989). Graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade de São Paulo (USP) (1991). Mestrado em Geografia (Geografia Humana) pela Universidade de São Paulo (USP) (1996). Doutorado em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (USP) (2001). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). **OrcID** – <https://orcid.org/0000-0002-9240-578X>.

Como citar este artigo

HETTWER, Henrique Rudolfo; CARDOSO, Eduardo Schiavone. A sojicultura transgênica e a contaminação de recursos hídricos de comunidades do Pampa gaúcho. **Revista NERA**, v. 27, n. 4, e10247, out.-dez., 2024. DOI: 10.47946/rnera.v27i4.10247.

Declaração de Contribuição Individual

As contribuições científicas presentes no artigo foram construídas em conjunto pelos(as) autores(as). O(a) autor(a) **Henrique Rudolfo Hettwer** foi o responsável pelas funções: Conceitualização, Curadoria de dados, Investigação, Redação (rascunho original) e Redação (revisão e edição). O(a) segundo(a) autor(a) **Eduardo Schiavone Cardoso** foi o responsável pelas funções: Análise formal, Metodologia, Supervisão e Visualização, conforme a Taxonomia CRediT (Contributor Roles Taxonomy).

Recebido para publicação em 11 de janeiro de 2024.

Devolvido para revisão em 02 de outubro de 2024.

Aceito a publicação em 11 de novembro de 2024.

O processo de editoração deste artigo foi realizado por Lorena Izá Pereira e Camila Ferracini Origuela.
