



**Evento:** XVI Seminário de Inovação e Tecnologia

## **MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS, SUBTERRÂNEAS E DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL <sup>1</sup>**

**Thuane Vitoria Spanivelo Rigo<sup>2</sup>, Roberto Carbonera<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido junto ao Curso de Agronomia e do Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ/UPF, Ijuí, RS.

<sup>2</sup> Estudante do curso Agronomia, bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - PIBITI/UNIJUÍ. E-mail: thuane.rigo@sou.unijui.edu.br

<sup>3</sup> Professor orientador, Projeto Projeto de Pesquisa em Sistemas Socioambientais, Sociedades Sustentáveis e Interdisciplinaridade, Curso de Agronomia e Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ/UPF. E-mail: carbonera@unijui.edu.br

### **INTRODUÇÃO**

A intensificação da agricultura nas últimas décadas proporcionou expressivos ganhos de produtividade, acompanhados pelo aumento da utilização de agrotóxicos para o controle de plantas invasoras, pragas e doenças. Apesar da importância desses produtos para a produção agrícola, seu uso inadequado ou excessivo pode ocasionar impactos ambientais, principalmente, pela contaminação dos recursos hídricos. Os agrotóxicos podem atingir águas superficiais e subterrâneas por meio do escoamento superficial, da lixiviação e da infiltração no solo, comprometendo a qualidade da água utilizada para abastecimento humano, dessedentação animal e manutenção dos ecossistemas aquáticos.

O Rio Grande do Sul destaca-se pela intensa atividade agrícola, especialmente na região noroeste, onde predominam cultivos de soja, milho e trigo, que demandam aplicações frequentes de herbicidas, fungicidas e inseticidas. Nesse contexto, o monitoramento da qualidade da água torna-se uma importante ferramenta para avaliar possíveis impactos ambientais decorrentes do uso desses produtos, contribuindo para a preservação dos recursos naturais e para a proteção da saúde pública (Carneiro, et al., 2015).

Este trabalho está relacionado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 – Água Potável e Saneamento, que busca assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água, e ao ODS 15 – Vida Terrestre, que incentiva a conservação dos ecossistemas e o uso sustentável dos recursos naturais.



Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de resíduos de agrotóxicos em águas superficiais, subterrâneas e destinadas ao consumo humano nos municípios de Ijuí e Augusto Pestana, Rio Grande do Sul, contribuindo para o monitoramento ambiental e para a avaliação da qualidade dos recursos hídricos em áreas agrícolas.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi desenvolvido a partir da coleta de treze amostras de água em diferentes pontos localizados nos municípios de Ijuí e Augusto Pestana, Rio Grande do Sul. Foram avaliadas amostras provenientes de águas superficiais, poços artesianos, água destinada ao abastecimento público, água de torneira e água filtrada, contemplando diferentes formas de utilização dos recursos hídricos.

Após as coletas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em que foram analisadas utilizando o método de Extração em Fase Sólida (Solid Phase Extraction – SPE), seguido de Cromatografia Líquida acoplada à Espectrometria de Massas em Tandem (LC-MS/MS), técnica reconhecida pela elevada sensibilidade e confiabilidade para determinação de resíduos de pesticidas em água.

Foram pesquisados herbicidas, fungicidas e inseticidas amplamente utilizados na agricultura brasileira, considerando os limites de detecção (LOD) e os limites de quantificação (LOQ) estabelecidos pelo laboratório. Os resultados obtidos foram organizados, interpretados e comparados com valores de referência da legislação brasileira para água destinada ao consumo humano (Brasil, 2021) e com os parâmetros adotados pela União Europeia (União Europeia, 2020), que estabelece limite máximo de  $0,10 \mu\text{g L}^{-1}$  para cada pesticida individual e  $0,50 \mu\text{g L}^{-1}$  para o somatório de pesticidas presentes na água destinada ao consumo humano.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram a presença de resíduos de agrotóxicos em diferentes amostras de água superficial e subterrânea coletadas nos municípios de Ijuí e Augusto Pestana.

### **Tabela 1. RESÍDUOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**



| RESÍDUOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS                                                                                                |                 |             |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMOSTRA                                                                                                                                     | Município       | Captação    | Resíduos Encontrados                                                                                                                                                                                     |
| Amostra 01                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | Atrazina 0,033; Clamazona <LOQ; Diurom <LOQ; Propiconazol 2,186; Propoxur <LOQ; Quincloraque 0,094; Tebuconazol 0,564 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                          |
| Amostra 02                                                                                                                                  | Ijuí            | Superficial | 2- 4-D <LOQ; Atrazina 0,922; Azoxistrobina <LOQ; Imidacloprido <LOQ; Metolacoloro 0,036; Simazina <LOQ; Tebuconazol 0,044 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                      |
| Amostra 03                                                                                                                                  | Ijuí            | Superficial | 2- 4-D <LOQ; Atrazina 1,736; Azoxistrobina <LOQ; Imidacloprido <LOQ; Metolacoloro 0,055; Propiconazol <LOQ; Simazina 0,060; Tebuconazol 0,050; Tetraconazol LOQ Tiametoxam <LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) |
| Amostra 04                                                                                                                                  | Ijuí            | Superficial | Atrazina 0,071; Carbendazim <LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                               |
| Amostra 05                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | Carbendazim <LOQ.                                                                                                                                                                                        |
| Amostra 06                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | n.d. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                                           |
| Amostra 07                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | n.d. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                                           |
| Amostra 08                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | n.d. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                                           |
| Amostra 09                                                                                                                                  | Ijuí            | Subterrânea | Propiconazol <LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                              |
| Amostra 10                                                                                                                                  | Augusto Pestana | Subterrânea | Metalocoloro 0,126 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                             |
| Amostra 11                                                                                                                                  | Augusto Pestana | Subterrânea | Atrazina <LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                                  |
| Amostra 12                                                                                                                                  | Augusto Pestana | Superficial | Atrazina 0,061; Clomazona <LOQ; Tebuconazol <LOQ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                               |
| Amostra 13                                                                                                                                  | Ijuí            | Superficial | n.d. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).                                                                                                                                                                           |
| * < LOQ = menor que o LOQ, ou seja, o composto está presente na amostra em nível de concentração que não pode ser quantificado pelo método. |                 |             |                                                                                                                                                                                                          |
| *n.d. = não detectado (< LOD)                                                                                                               |                 |             |                                                                                                                                                                                                          |

Na Amostra 01, de água subterrânea de Ijuí, foi observada a maior concentração encontrada no estudo, correspondente a  $2,186 \mu\text{g L}^{-1}$  de propiconazol. Na mesma amostra também foram quantificados tebuconazol ( $0,564 \mu\text{g L}^{-1}$ ), quincloraque ( $0,094 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e atrazina ( $0,033 \mu\text{g L}^{-1}$ ). A presença de diferentes princípios ativos em uma mesma amostra evidencia a ocorrência simultânea de resíduos de agrotóxicos e reforça a importância do monitoramento das águas subterrâneas. Nas águas superficiais de Ijuí, a Amostra 02 apresentou  $0,922 \mu\text{g L}^{-1}$  de atrazina,  $0,036 \mu\text{g L}^{-1}$  de metolacoloro e  $0,044 \mu\text{g L}^{-1}$  de tebuconazol. A Amostra 03 apresentou a maior concentração de atrazina registrada no estudo, com  $1,736 \mu\text{g L}^{-1}$ , além de  $0,055 \mu\text{g L}^{-1}$  de metolacoloro,  $0,060 \mu\text{g L}^{-1}$  de simazina e  $0,050 \mu\text{g L}^{-1}$  de tebuconazol. Já a Amostra 04 apresentou  $0,071 \mu\text{g L}^{-1}$  de atrazina. Em algumas amostras subterrâneas, como as Amostras 06, 07 e 08, não foram detectados resíduos, enquanto nas Amostras 05 e 09 os compostos analisados ficaram abaixo do limite de quantificação. Em Augusto Pestana, a Amostra 10 apresentou  $0,126 \mu\text{g L}^{-1}$  de metolacoloro em água subterrânea. Na Amostra 11, a atrazina foi identificada em concentração inferior ao LOQ. A Amostra 12, de água superficial, apresentou



0,061  $\mu\text{g L}^{-1}$  de atrazina, enquanto clomazona e tebuconazol ficaram abaixo do LOQ. Na Amostra 13, de água superficial de Ijuí, não foram detectados resíduos.

Na União Europeia, a Diretiva (UE) 2020/2184 estabelece o limite de 0,10  $\mu\text{g L}^{-1}$  para cada pesticida individual, sendo que alguns resultados encontrados ficaram acima desse valor, como propiconazol, tebuconazol, atrazina e metolacoloro. No Brasil, a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece VMPs específicos para diferentes agrotóxicos. Os valores encontrados para atrazina (1,736  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), metolacoloro (0,126  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e simazina (0,060  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) permaneceram abaixo dos respectivos limites brasileiros, de 2,0, 10 e 2,0  $\mu\text{g L}^{-1}$ . A presença de diferentes resíduos, principalmente nas Amostras 01 e 03, reforça a importância do monitoramento da qualidade da água. Mesmo com valores abaixo dos limites da legislação brasileira, os resultados mostram a ocorrência de agrotóxicos em águas superficiais e subterrâneas, destacando a necessidade de acompanhamento contínuo e de práticas que reduzam o risco de contaminação dos recursos hídricos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento realizado permitiu identificar a presença de resíduos de agrotóxicos em diferentes fontes hídricas da região estudada, evidenciando que as atividades agrícolas podem influenciar a qualidade da água superficial, subterrânea e destinada ao consumo humano. Embora nem todas as amostras tenham apresentado resíduos detectáveis, a ocorrência de diferentes princípios ativos demonstra a necessidade de manter o acompanhamento periódico desses recursos, especialmente em regiões com intensa produção agrícola.

Os resultados obtidos reforçam a importância da adoção de práticas de manejo mais sustentáveis, do uso racional de agrotóxicos e da implementação de medidas que reduzam o risco de contaminação ambiental. Além disso, o estudo contribui para ampliar o conhecimento sobre a dinâmica dos resíduos de pesticidas em recursos hídricos da região noroeste do Rio Grande do Sul, fornecendo informações que podem subsidiar futuras pesquisas, programas de monitoramento e ações voltadas à proteção da qualidade da água.

Por fim, destaca-se que o desenvolvimento deste trabalho proporcionou a integração entre atividades de campo, análises laboratoriais e interpretação científica dos resultados, evidenciando a importância da pesquisa para a formação acadêmica e para a produção de conhecimentos que contribuam com a sustentabilidade ambiental e a segurança dos recursos hídricos.



**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Contaminação ambiental. Monitoramento ambiental. Qualidade da água.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica (PIBITI), ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP/UFSM), ao professor orientador Roberto Carbonera e às instituições que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV/Expressão Popular, 2015.

UNIÃO EUROPEIA. **Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption**. Official Journal of the European Union, 2020.

UFSM. Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP). **Relatórios de Ensaio nº 3629-I e nº 3629-II**. Santa Maria, RS, 2025.