

# RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS CATARINENSES ADJACENTES A ÁREAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

José Alberto Noldin<sup>1</sup>; Francisco C. Deschamps<sup>2</sup>; Domingos S. Eberhardt<sup>3</sup>; Maicon dos Reis Soares<sup>4</sup>; Rubens Marschalek<sup>5</sup>; Ronaldir Knoblauch<sup>6</sup>; Douglas G. de Oliveira<sup>7</sup>; Donato Lucietti<sup>8</sup>; Andrey M. Rebelo<sup>9</sup>.

Palavras-chave: Qualidade de água, cromatografia líquida de alta eficiência; contaminação ambiental, agroquímicos.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas constitui-se nos principais fatores limitantes da produtividade e da produção do arroz irrigado em Santa Catarina (SC). O uso de agrotóxicos visa garantir o manejo adequado da lavoura e a produção com rentabilidade ao rizicultor. No entanto, o uso intensivo tem sido considerado potencialmente gerador de impactos ambientais indesejáveis, podendo ser agravado pelo manejo incorreto e fora das recomendações técnicas (Sosbai, 2014). Neste sentido, a sociedade vem pressionando a cadeia produtiva de arroz a adequar seus empreendimentos à legislação ambiental.

Estudos anteriores de monitoramento da qualidade das águas superficiais nas regiões orizícolas de SC, já relataram a presença de quantidades variáveis de alguns resíduos de agroquímicos (Deschamps et al., 2003 e 2013; Noldin et al., 2011). Entretanto, ao se avaliar as implicações ambientais desses produtos, observou-se que quinclorac, o herbicida mais frequentemente detectado (Deschamps et al., 2003), apresentou baixo risco de comprometimento ambiental (Resgalla Jr. et al., 2007). Nos estudos mais recentes relatados por Noldin et al. (2011) e Deschamps et al. (2013), o herbicida bentazon foi o agrotóxico mais comumente detectado. No entanto, estudos de risco ambiental indicaram baixos níveis de risco ambiental para o nível de resíduos detectados (dados não publicados). Ainda assim, a percepção geral da população é que alimentos como o arroz, devam ser produzidos seguindo práticas que minimizem ou mesmo eliminem o uso de agrotóxicos. Atingir este objetivo não é tarefa fácil, pois, inevitavelmente, haverá comprometimento da produção e da renda do agricultor. Como forma de conciliar estas restrições, há proposição para adoção do sistema de Produção Integrada de Arroz (PIA). A PIA está apoiada em princípios do manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, e no uso racional dos insumos agrícolas, minimizando assim, os impactos ambientais.

O objetivo deste trabalho foi o de monitorar a ocorrência de resíduo em água dos principais agroquímicos utilizados no sistema de produção de arroz irrigado de Santa Catarina.

## MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas no período de 08/10/2013 a 12/02/2014, em seis datas diferentes, em cinco regiões e/ou bacias hidrográficas: R1 - Bacias dos Rios Araranguá e Mampituba, em 17 pontos; R2 - Rio D'Una, Complexo Lagunar e Rio Tubarão, em 13 pontos; R3 - Bacia do Rio Camboriú, em 5 pontos; R4 - Bacia do Rio Itapocú, em 11 pontos; R5 - Bacia do Rio Itajaí, em 10 pontos de coleta.

As amostras foram encaminhadas para a Unidade de Ensaios Químicos da Epagri –

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC. E-mail:noldin@epagri.sc.gov.br; <sup>2</sup>Med. Veterinário, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; <sup>3</sup>Eng. Agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; <sup>4</sup>Eng. Agrônomo, PLANTAR Serviços Agronômicos LTDA, Tubarão, SC; <sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; <sup>6</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC; <sup>7</sup>Eng. Agrônomo, Extensionista da Epagri/Cetrar, Araranguá, SC; <sup>8</sup>Eng. Agrônomo, Extensionista da Epagri, Nova Veneza, SC; <sup>9</sup>Farmacêutico, Dr. em Química Analítica, Epagri/Estação Experimental de Itajaí, SC.

Estação Experimental de Itajaí. A pré-concentração das amostras foram realizadas por extração em fase sólida (SPE), utilizando cartuchos C18/SampliQ/Agilent Technologies. A análise de resíduo foi realizada utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em coluna C<sub>18</sub> e detector UV. Foram utilizados dois métodos cromatográficos distintos: (A) com fase móvel contendo acetoneitrila e água acidificada com ácido acético, para determinação de imazapic, imazethapyr, quinclorac, metsulfuron-methyl, bentazon, 2,4-D, penoxsulam, bispyribac-sodium, pyrazosulfuron-ethyl, tricyclazol e cyclosulfamuron (grupo dos ácidos); (B) com fase móvel contendo acetoneitrila e água (não acidificada) para determinação de carbofuran, carbofuran-3-hydroxy, carbofuran-3-keto, propanil, molinate, fipronil, thiobencarb, fenoxaprop-ethyl, oxyfluorfen e oxadiazon (grupo dos neutros).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, na safra 2013/2014, foram coletadas e analisadas 342 amostras, assim distribuídas: R1=102; R2=78; R3=36; R4=66; R5=60 amostras. Desse total, foram detectados resíduos do herbicida bentazon, do inseticida carbofuran e do fungicida tricyclazol, nas percentagens de 35,1%, 9,1% e 3,5% das amostras, respectivamente.

Em todas as regiões, a maior percentagem de amostras contaminadas com resíduo de bentazon foi constatada nos meses de outubro, novembro e dezembro, período coincidente com aplicação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em arroz irrigado. A alta frequência de amostras com resíduo de bentazon também está relacionada com o uso do produto para o controle das plantas daninhas, especialmente de sagitária, resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS. Os maiores percentuais de amostras com resíduo de bentazon foram verificados nas bacias do Araranguá/Mampituba (R1), com 94,1% e 70,6% de amostras com resíduo, nas coletas realizadas no dia 26 de novembro e no dia 7 de novembro, respectivamente. Nas demais regiões, a frequência máxima de amostras com resíduo de bentazon foi de 53,8% na região do Complexo Lagunar (R2) na coleta de 28 de novembro; 80% na bacia do Rio Camboriú nas três coletas realizadas nos meses de outubro e novembro; 90,9% e 81,8% na bacia do Rio Itapocú, nas coletas realizadas no dia 10 de outubro e 7 de novembro, respectivamente; 70% na bacia do Rio Itajaí, nas coletas de 7 e 12 de dezembro (Tabela 1). Não foi observada nenhuma amostra com resíduo de bentazon nos meses de janeiro e fevereiro. As concentrações máximas de resíduo de bentazon foram de 135,9 µg L<sup>-1</sup>, 40,69 µg L<sup>-1</sup>, 37,25 µg L<sup>-1</sup> e 9,55 µg L<sup>-1</sup>, respectivamente nas regiões R1, R4, R2, R5 e R3 (Tabela 1).

A ocorrência de resíduo do inseticida carbofuran foi constatada nos meses de novembro e dezembro, nas regiões R1, R2, R4 e R5. As maiores frequências de amostras de água com resíduo de carbofuran foram de 41,2% na coleta de 26 de novembro na bacia dos Rios Araranguá e Mampituba (R1); 76,9% na coleta de 28 de novembro na região do Complexo Lagunar (R2); 81,8% na coleta de 7 de novembro na bacia do Rio Itapocú; e, 30% na coleta realizada no dia 11 de dezembro na bacia do Itajaí (R5). Na bacia do Rio Camboriú não foi observado nenhuma amostra com resíduo de carbofuran (Tabela 1). As concentrações máximas observadas de resíduo de carbofuran foram de 5,1 µg L<sup>-1</sup> na região R2, e variando de 4,1 e 5,0 µg L<sup>-1</sup> nas regiões R1, R4 e R5 (Tabela 1).

No mês de fevereiro, foi detectada a presença do fungicida tricyclazol em 7 amostras (41,2%) coletadas na Bacia do Araranguá e Mampituba (R1), e em 3 amostras (30%) na Bacia do Rio Itajaí (R5), período este coincidente com a concentração da aplicação de fungicidas para o controle da brusone na cultura do arroz irrigado em Santa Catarina. A concentração máxima de resíduo de tricyclazol foi de 4,36 µg L<sup>-1</sup>, 3,1 µg L<sup>-1</sup> e 1,8 µg L<sup>-1</sup>, respectivamente nas regiões R4, R1 e R5 (Tabela 1).

A ocorrência de resíduo do herbicida bentazon em amostras de águas das regiões produtoras de arroz irrigado, em SC, havia sido relatada anteriormente por Noldin et al

(2011) e por Deschamps et al. (2013). Os mesmos autores também constaram que a maior frequência de amostras com resíduo foi nos período de outubro a dezembro.

Comparando com os resultados dos monitoramentos realizados nas safras anteriores (Noldin et al., 2011; Deschamps et al., 2013), constatou-se que na safra 2013/2014, as concentrações máximas observadas sofreram poucas variações. Nos estudos anteriores, foram relatadas concentrações que variaram de 2,15 a 8,71  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Noldin et al., 2011) e de 1,9 a 116,5  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Deschamps et al., 2013). No presente estudo, as concentrações variaram de 2,17 a 135,93  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Destaca-se ainda o fato de que o período de outubro a dezembro de 2013 foi de déficit hídrico na região sul de Santa Catarina, tendo sido constada redução drástica na vazão de vários rios, fato que pode explicar o aumento nas concentrações máximas de resíduo em alguns pontos de amostragem no referido período.

Considerando que o herbicida bentazon foi o mais frequentemente detectado neste estudo, certamente é o que desperta maior preocupação. Nesse sentido, a recomendação de uso do herbicida bentazon (Basagran) é de 960 g i.a.  $\text{ha}^{-1}$ , dose esta que diluída numa lâmina de água de 10 cm, equivaleria estimar a concentração em 960  $\mu\text{g L}^{-1}$ , cerca de 7 vezes superior a concentração máxima detectada (Tabela 1). A legislação vigente no Brasil (CONAMA, 2011) não inclui o herbicida bentazon entre os produtos listados com limites máximos de resíduo permitido em água. Estudos de ecotoxicologia de bentazon sobre o bioindicador *Daphnia magna* (Nakagome; Noldin; Resgalla Jr., 2006) mostraram valores de  $\text{CE}_{50}$  (48 horas) de 3.900.000  $\mu\text{g L}^{-1}$ , valores estes 28 mil vezes superiores a concentração máxima detectada neste estudo. Os referidos autores concluíram que o herbicida bentazon apresentava baixo risco de impacto sobre o microcrustáceo *Daphnia magna*. Sendo assim, apesar do aumento da concentração média deste herbicida, a margem de segurança ainda está bastante alta. Com a adoção e reforço de algumas práticas de produção com baixo impacto ambiental e de PIA, veiculadas por meio dos treinamentos realizados junto aos produtores e corpo técnico da cadeia produtiva do arroz irrigado em SC, é possível a racionalização no uso de agrotóxicos.

Por outro lado, a presença de agroquímicos em amostras de água coletadas nas regiões produtoras de arroz irrigado indicam falhas no sistema de manejo de água das lavouras. Isso indica que os trabalhos e ações de transferência de tecnologias, treinamentos e de conscientização dos produtores devem ser intensificados, já que o desejável é manter as águas superficiais livres de qualquer contaminante, seja de origem agrícola ou urbana.

## CONCLUSÕES

A ocorrência de amostras de água com resíduo de agrotóxicos em todas as regiões produtoras de arroz irrigado de Santa Catarina indica a existência de falhas no sistema de manejo das lavouras. Esse fato nos remete para a necessidade de se intensificar as ações de capacitação e conscientização dos produtores, buscando melhorias nas práticas de manejo adotadas nas lavouras.

## AGRADECIMENTOS

À Fapesc (Proc. 6946/2011-9) e CNPq (Proc. 562451/2010-2), e os Tec. Agrícolas Geovani Porto e Samuel B. dos Santos, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAMA. **Resolução n 357, 18 de março de 2005.** Diário Oficial. **Anais...** Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.  
DESCHAMPS, F.C. et al. Resíduos de agroquímicos em água nas áreas de arroz irrigado, em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3./ REUNIÃO

DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** 2003, p.683–685.

DESCHAMPS, F.C. et al. Agrotóxicos na água superficial sugerem melhorias nas práticas de manejo das lavouras de arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria, RS. **Anais...** 2013, p.892–895.

NAKAGOME, F.K.; NOLDIN, J.A.; RESGALLA JR, C. Toxicidade aguda e análise de risco de herbicidas e inseticidas utilizados na lavoura do arroz irrigado sobre o cladóceros *Daphnia magna*. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 16, p. 93–100, 2006.

NOLDIN, J.A. et al. Monitoramento de resíduos de agrotóxicos em áreas de produção de integrada de arroz irrigado: Bacia do Rio D'Una, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7., 2011. Balneário Camboriú, SC. **Anais...** 2011, p.607-609.

RESGALLA JR., C. et al. Risk analysis of herbicide quinclorac residues in irrigated rice areas , PubMed Commons. **Ecotoxycology**, v.16, n.8, p. 565–571, 2007.

SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. In: Reunião Técnica Da Cultura Do Arroz Irrigado, 30., 2014. Bento Gonçalves, RS: Sosbai, 2014. 189p.

Tabela 1. Resumo dos resultados observados na análise de 342 amostras de água analisadas em 5 regiões de cultivo de arroz na safra 2013/14, apresentando os dados da concentração máxima, frequência máxima e épocas que foram detectadas a presença de resíduos de agrotóxicos. Epagri, 2015.

BACIAS AMOSTRADAS	Pontos de coleta	Bentazon			Tricyclazol			Carbofuran		
		Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx. (%)	Época	Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx.	Época	Conc. máx. (µg/L)	Freq. máx.	Época
R1-Bacia do Rio Araranguá + Mampituba	17	135,9	94,1	out/dez	3,1	41,2	fev	5,0	41,2	nov
R2-Rio D'Una + Complexo Lagunar + Rio Tubarão	13	40,69	53,8	out/nov	n.d	n.d	n.d	5,1	76,9	nov
R3-Bacia do Rio Camboriú	5	9,55	80,0	out/nov	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
R4-Bacia do Rio Itapocú	11	69,77	90,9	out/nov	4,36	0,1	nov	4,1	81,8	nov
R5-Bacia do Rio Itajaí	10	37,28	70,0	nov/dez	1,8	30,0	fev	4,4	30,0	dez