



Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil

Douglas D. Grützmacher¹, Anderson D. Grützmacher¹, Dirceu Agostinotto¹,
Alci E. Loeck¹, Rodrigo Roman¹, Sandra C. Peixoto² & Renato Zanella²

RESUMO

Propôs-se, com este trabalho, avaliar e monitorar a presença de agrotóxicos nas águas do canal São Gonçalo e do rio Piratini, localizados na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Durante o cultivo do arroz irrigado foram coletadas, em cinco datas diferentes, três amostras de água do rio Piratini e quatro do canal São Gonçalo. A metodologia empregada na análise dos resíduos de quinclorac, carbofuran e clomazone, foi a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detecção por Arranjo de Diodos (HPLC-DAD) e, para os resíduos de fipronil e betaciflutrina, a Cromatografia Gasosa com Detecção por Captura de Elétrons (GC-ECD). Os resultados mostraram que da sementeira à colheita a quantidade de resíduos de agrotóxicos na água diminuiu; observou-se também que no ponto mais baixo (Laranjal), maior número de análises de águas com resíduos foi detectado (onze análises com resíduo de agrotóxico). O inseticida carbofuran e o herbicida quinclorac foram os produtos que apresentaram resíduos com maior frequência (16 e 15, respectivamente) enquanto o clomazone e o fipronil indicaram sete amostras com resíduos cada uma e a betaciflutrina não foi detectada em nenhum local.

Palavras-chave: canal São Gonçalo, Rio Piratini, herbicidas, inseticidas, qualidade da água

Monitoring of pesticides in two water sources in southern Brazil

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate and to monitor the presence of pesticides in the waters of the São Gonçalo channel and the Piratini river located in the southern region of the State of Rio Grande do Sul. During the rice growing season, water samples were collected five times, three samples from the river Piratini and four from the São Gonçalo canal. The methodology used for the analysis of residues of quinclorac, carbofuran and clomazone was the High Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detection (HPLC-DAD) and for residues of the pesticides fipronil and betacyfluthrin, the Gas Chromatography with Electron Capture Detection (GC-ECD) was used. Results show that from sowing to harvesting the quantity of pesticide residues in water decreased. It was also observed that, at the lowest point (Laranjal), a greater number of analyses contaminated with residues was detected (11 samples with some type of pesticide). Insecticide carbofuran and herbicide quinclorac were pesticides that presented residues more frequently (16 and 15 times, respectively). Clomazone and fipronil were present in each of the 7 samples with residues and betacyfluthrin was not detected at any site.

Key words: São Gonçalo channel, Piratini River, herbicide, insecticide, water quality

¹ Departamento de Fitossanidade/UFPel, Campus Universitário, CP 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. Fone/Fax: (53) 3275-7376. E-mail: douglasdanielg@terra.com.br

² Departamento de Química/UFSM, Campus Universitário, Prédio 17, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. Fone: (55) 3220-8011. E-mail: sandracadore@bol.com.br; rzanella@base.ufsm.br

INTRODUÇÃO

Atualmente, uma das grandes preocupações da humanidade diz respeito ao meio ambiente, sobretudo no que se refere à qualidade da água potável no mundo. Sabe-se que a agricultura é uma das inúmeras fontes possíveis de contaminação ambiental, geralmente apontada como importante contribuinte de poluentes.

A qualidade da água é medida por limites preestabelecidos por órgãos brasileiros e internacionais de proteção ambiental (CEE, 1980; Brasil, 1986). No Brasil, as águas classificadas em “classe I” podem ser destinadas ao consumo humano sem tratamento prévio, como aquelas encontradas em nascentes de morros protegidas por uma exuberante vegetação nativa com interferência humana incipiente.

A moderna agricultura que busca constante elevação de produtividade e maximização dos lucros, emprega uma carga expressiva de agroquímicos, dentre os quais se encontram os agrotóxicos, principalmente herbicidas, inseticidas e fungicidas, que podem causar poluição ambiental e desequilíbrio do agroecossistema.

Várias são as culturas que necessitam de agrotóxicos permitindo, de certa forma, a contaminação do meio ambiente; como exemplo, tem-se as culturas do fumo e arroz, que podem trazer problemas de contaminação ambiental quando do uso indiscriminado de agrotóxicos. No caso da cultura do fumo, Bortoluzzi (2004) relata que agroquímicos utilizados nesta cultura foram encontrados em águas superficiais de uma microbacia hidrográfica de cabeceira no município de Agudo, RS. Neste trabalho, todos os teores de agrotóxicos detectados nas amostras de água foram considerados elevados, ultrapassando o limite de $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ por cada agrotóxico estabelecido para águas superficiais, pela comunidade européia (CEE, 1980).

Em relação à lavoura de arroz irrigado, a condução da cultura sob regime de irrigação por inundação tem gerado grande preocupação quanto a possíveis impactos ambientais. Segundo a FEPAM (2006), a lavoura de arroz constitui-se em atividade de alto potencial poluidor, pois a irrigação aumenta a possibilidade de transporte de agrotóxicos, via água da chuva e drenagem para mananciais hídricos e via lixiviação para os aquíferos.

No Rio Grande do Sul, o arroz irrigado ocupa, atualmente, cerca de 1.043.000 ha, com uma produção total de 6,3 milhões de toneladas, representando uma produtividade média de 6.000 kg ha^{-1} (IRGA, 2005). Nesta cultura, o uso de agrotóxicos para controle de doenças, insetos e plantas daninhas, é rotineiro, mas agrotóxicos são biocidas, matam organismos vivos, sendo raramente seletivos. Muitos agrotóxicos agem nos processos bioquímicos e fisiológicos que são comuns para um grande número de doenças e organismos não alvo (Mattos, 2004).

Em Santa Catarina, Noldin et al. (1997) ressaltam que a aplicação de herbicidas no arroz irrigado é efetuada predominantemente pelo método conhecido como benzedura, em que os produtos são aplicados diretamente na lâmina d'água, tanto em pré-semeadura quanto em pós-emergência do arroz e das plantas daninhas; este método pode contaminar os

rios com agrotóxicos devido à possibilidade de contaminação de bacias hidrográficas.

A demanda química por oxigênio, a turbidez e os fosfatos, são elevados na água que é drenada das lavouras de arroz conduzidas no sistema pré-germinado, em Santa Catarina (Molozzi et al., 2006).

Estudando a qualidade de água de seis bacias no Estado de Santa Catarina, Deschamps et al. (2003) também demonstraram que alguns parâmetros, como o fosfato e a turbidez, ultrapassaram os limites máximos estabelecidos pela resolução do CONAMA 357/2005. O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (Molozzi et al., 2006).

Nos últimos anos, trabalhos de monitoramento para avaliar o tempo de persistência dos herbicidas na água após a aplicação, têm sido realizados em lavouras de arroz irrigado (Hermes et al., 1999; Zanella et al., 2003).

Ao estudarem a dispersão dos herbicidas clomazone, quinclorac e propanil nas águas da bacia hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, no período de cultivo do arroz irrigado, Marchezan et al. (2003) verificaram que das 45 amostras de água coletadas na Bacia do Rio Vacacaí-Mirim, foram detectados resíduos dos herbicidas avaliados em 18 amostras.

Em trabalho conduzido com o objetivo de avaliar e monitorar a presença de agrotóxicos em amostras de águas superficiais, coletadas em área orizícola com lavouras cultivadas no sistema pré-germinado, de modo a avaliar o impacto do uso de herbicidas e inseticidas sobre os recursos hídricos verificou-se que, dos agrotóxicos estudados se encontraram os produtos oxadiazon, quinclorac e carbofuran, detectados em concentrações acima do limite máximo permitido pela legislação da comunidade européia, que estabelece $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ para todos os agrotóxicos, individualmente, em águas para consumo humano (Mattos et al., 2003).

A questão da contaminação das águas e os resíduos desses agrotóxicos nos alimentos é outra preocupação dos consumidores. Os metabólitos produzidos a partir da degradação dos agrotóxicos também podem representar um perigo à saúde das pessoas, já que muitos desses metabólitos são muitas vezes, mais tóxicos que os produtos originais.

Em razão desta problemática é que se elaborou este trabalho no intuito de se conhecer melhor algumas questões relacionadas à degradação e persistência de agrotóxicos nas águas e conhecer a qualidade da água utilizada para o consumo humano. O objetivo específico do trabalho foi avaliar e monitorar a presença de agrotóxicos na água de mananciais hídricos resultante, principalmente das suas aplicações na cultura de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletaram-se, no presente trabalho, amostras de água de dois mananciais hídricos da Região Sul do Estado do Rio Grande do Sul: Rio Piratini e Canal São Gonçalo. No Rio Piratini foram coletadas três amostras, uma na cabeceira do

Rio (BR 293) onde não se cultiva arroz, utilizada como amostra em branco, uma segunda na região intermediária da extensão do rio (Ponte Liscano – BR 116), onde se tem as primeiras lavouras de arroz e outra próxima do Canal São Gonçalo (Rio Piratini Liscano), que também apresenta lavouras de arroz nas duas margens; já no Canal São Gonçalo foram coletadas quatro amostras de água em cada data de coleta, sendo uma próxima à Lagoa dos Patos (Balneário Laranjal), outra próxima a Lagoa Mirim (Santa Isabel) e as outras duas em pontos intermediários (Liscano e Eclusa), uniformemente distribuídos entre os dois primeiros pontos (Figura 1). Coletou-se um litro de água por amostra para realização das análises. As amostras de água foram coletadas a aproximadamente 40 cm de profundidade em recipientes de vidro, colocadas imediatamente em caixas de isopor contendo gelo e de imediato conduzidas ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria, o qual dispõe da infra-estrutura necessária para a realização das análises, visto que dispõe de todos os materiais e equipamentos imprescindíveis à realização das análises. O transporte das amostras até o laboratório (LARP) foi realizado no dia seguinte à coleta, através de caixas de isopor com gelo no seu interior, para sua conservação.

Os agrotóxicos estudados foram os herbicidas quinclorac (Facet) e clomazone (Gamit) e os inseticidas carbofuran (Furadan), fipronil (Standak) e betaciflutrina (Bulldock). A metodologia empregada na análise dos resíduos de quinclorac, carbofuran e clomazone, foi a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detecção por Arranjo de Diodos (HPLC-DAD), enquanto para a análise dos resíduos de fipronil e betaciflutrina se utilizou a técnica de Cromatografia Gasosa com Detecção por Captura de Elétrons (GC-ECD) utilizando-se coluna DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm); foram considerados apenas os produtos originais, não sendo estudados os metabólitos.

São apresentadas a seguir as características físico-químicas dos cinco produtos estudados.

Tabela 1. Grupo químico e formulação dos agrotóxicos estudados

Produto	Nome comercial	Grupo químico	Tipo de formulação
Quinclorac	Facet	Acido quinolinocarboxílico	Pó molhável
Clomazone	Gamit	Isoxazolidinonas	Micro Encapsulado
Carbofuran	Furadan	Carbamato	Granulado
Fipronil	Standak	Pirazol	Suspensão concentrada
Beta ciflutrina	Bulldock	Piretróide	Suspensão concentrada

Com relação à época de aplicação, pode-se afirmar que os herbicidas (quinclorac e clomazone) são aplicados no início do desenvolvimento da cultura do arroz (novembro e dezembro). Fipronil, inseticida utilizado em tratamento de sementes é empregado no momento do plantio da cultura do arroz irrigado (outubro e novembro), enquanto os inseticidas carbofuran e betaciflutrina em estágio mais adiantado de desenvolvimento da cultura (janeiro e fevereiro).

Cinco coletas de água foram realizadas, com frequência de coleta de aproximadamente 30 dias a primeira em 30 de

novembro de 2005, quando começaram as primeiras aplicações dos herbicidas estudados, a segunda coleta foi realizada em 29 de dezembro de 2005, quando se tinha ainda uma grande utilização de agrotóxicos na lavoura de arroz, realizou-se a terceira coleta em 31 de janeiro de 2006, quando se concentram as aplicações de vários inseticidas, a quarta coleta foi em 28 de fevereiro de 2006, quando as aplicações de agrotóxicos se encontravam em fase final, sendo poucos os produtos aplicados neste período, enquanto a última em 28 de março de 2006, quando não se tem mais aplicações de agrotóxicos nas lavouras de arroz na região.

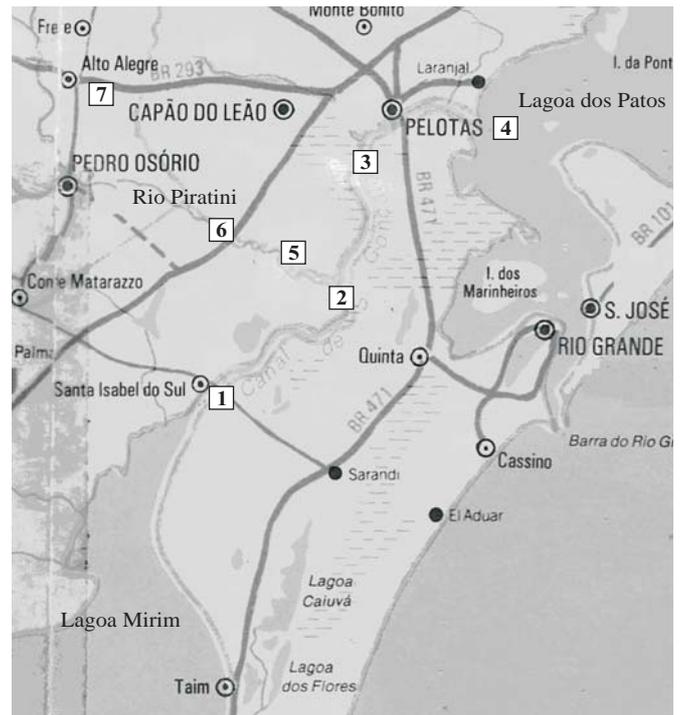


Figura 1. Local de coleta das amostras: Canal São Gonçalo: 1: Santa Isabel; 2:Liscano; 3: Eclusa; 4: Laranjal. Rio Piratini: 5: Rio Piratini Liscano; 6: Ponte do Liscano; 7: BR-293

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se, conforme a Tabela 1 na primeira coleta, maior número de locais com resíduos, totalizando sete locais, ou seja, todos os pontos de coleta apresentaram resíduos enquanto a última coleta mostrou menor número de locais com resíduos com apenas três pontos indicando algum tipo de resíduo. Considerando-se o período em que o experimento foi realizado, nota-se diminuição desses resíduos nas águas do Canal São Gonçalo e do Rio Piratini, dos meses de novembro (quando a maioria dos agrotóxicos são aplicados) até o mês de março (quando não são mais realizadas aplicações de agrotóxicos). Na Tabela 1 também é possível observar que em cada local de coleta foram encontrados, sempre, três agrotóxicos dos cinco estudados, mostrando a persistência desses produtos na água.

As análises de água que apresentaram maior número de resíduos foram as amostras do Laranjal, com onze análises

Tabela 2. Número de locais com resíduos e número de agrotóxicos quantificados nas diferentes datas de coleta. Pelotas, RS, Brasil, 2007

Época coleta	Nº de locais com resíduos	Nº de agrotóxicos quantificados
1ª coleta – 30/11/2005	7	3
2ª coleta – 29/12/2005	4	3
3ª coleta – 31/01/2006	5	3
4ª coleta – 28/02/2006	5	3
5ª coleta – 28/03/2006	3	3

com resíduos de agrotóxicos, ou seja, 24% das análises com resíduos (Tabela 2), cuja explicação pode estar relacionada ao fato de ser o ponto de menor altitude, e para onde as águas escoam, além de concentrar os resíduos de agrotóxicos; o segundo local em que se observou maior número de análises com resíduos, foi a amostra da Eclusa, localizada anteriormente ao ponto do Laranjal, onde também é válido o raciocínio anterior, isto é, os dois pontos de menor altitude indicaram maior número de análises com resíduos. A Eclusa indicou nove análises com resíduos, isto é, 20% do total; para os demais locais não se observou esta tendência. A amostra da Ponte Pedro Osório surge com menor número de análises, ou seja, três amostras com resíduos. É importante considerar que no período em que se realizaram as coletas de água, a região passava por uma forte estiagem e o nível do rio Piratini se encontrava muito baixo, praticamente sem vazão, o que pode explicar, em parte, este número menor de análises com resíduos neste ponto.

O Canal São Gonçalo é um canal natural que liga a Lagoa dos Patos à Lagoa Mirim; apresenta uma extensão de aproximadamente 70 km e largura de uns 100 m., com lavouras de arroz irrigado nas suas duas margens, é um significativo recurso hídrico utilizado pelos orizicultores da região de Pelotas, que o utilizam para captação de água com fins à irrigação de suas lavouras. De um lado se delimita pelo município de Rio Grande e, do outro lado, pelos municípios de Pelotas, Capão do Leão, Pedro Osório e Arroio Grande, é também para este canal que converge a devolução da água utilizada nas lavouras de arroz, o qual poderá estar recebendo resíduos de agrotóxicos. Um dos principais afluentes do Canal São Gonçalo é o Rio Piratini. As águas do Canal São Gonçalo se deslocam da Lagoa Mirim para a Lagoa dos Patos, motivo pelo qual se encontrou maior número de resíduos no Laranjal, ou seja, os resíduos se deslocam com a água para os pontos mais baixos.

Tabela 3. Número de análises de água com resíduos em cada um dos pontos de coleta. Pelotas, RS, Brasil, 2007

Amostra	Nº de análises com resíduos	% de análises com resíduos
BR 293	8	18
Eclusa	9	20
Laranjal	11	24
Liscano-São Gonçalo	4	9
Liscano-Piratini	5	11
Ponte Pedro Osório	3	7
Santa Isabel	5	11
Total	45	100

Observa-se, na Tabela 3, que o inseticida carbofuran e o herbicida quinclorac apresentaram o maior número de amostras com resíduos (16 e 15 amostras, respectivamente) considerando-se todo o período estudado. Quinclorac e clomazone também foram os únicos produtos estudados que se mostraram presentes em todas as datas de coleta. Os agrotóxicos clomazone e fipronil apresentaram sete amostras com resíduos cada uma, já para o inseticida betaciflutrina não foram detectados resíduos em nenhuma amostra nem em qualquer data estudada, esses resultados mostram a alta capacidade que esses agrotóxicos apresentam de serem encontrados como contaminantes de águas. Barriuso et al. (1996) citam que cerca de 20% das quantidades dos agrotóxicos usados como tratamento profilático de plantas, podem alcançar as águas superficiais, este número só não é maior porque existem alguns processos que atuam na imobilização de moléculas de agrotóxicos, diminuindo a quantidade de poluentes. A transferência de moléculas de agrotóxicos dos ecossistemas terrestres aos aquáticos é uma constante, sobretudo em áreas agrícolas, devido ao uso de elevadas quantidades e de tipos diferentes de princípios ativos por área e em razão ainda, das altas taxas de erosão do solo (Lins et al., 2001; Bortoluzzi et al., 2006).

Tabela 4. Número de amostras de água com resíduos para os diferentes agrotóxicos estudados. Pelotas, RS, Brasil, 2007

Agrotóxico	Amostras com resíduos					Total	%
	1ª*	2ª	3ª	4ª	5ª		
Carbofuran	5	4	3	2	2	16	35
Quinclorac	6	2	2	4	1	15	33
Clomazone	0	1	3	2	1	7	16
Fipronil	7	0	0	0	0	7	16
Betaciflutrina	0	0	0	0	0	0	0
Total	18	7	8	8	4	45	100

* 1ª: 30/11/2005; 2ª: 29/12/2005; 3ª: 31/01/2006; 4ª: 28/02/2006; 5ª: 28/03/2006

Analisando-se cada um dos produtos estudados em cada uma das datas, observa-se que fipronil, quinclorac e carbofuran apresentaram maior número de amostras com resíduos na primeira data de coleta, com sete, seis e cinco amostras com resíduos, respectivamente. O inseticida fipronil indicou resíduos detectados apenas nesta primeira data de coleta, uma vez que as demais coletas não apresentaram resíduos deste produto; já na última data de coleta se verifica que foram detectados resíduos de carbofuran (duas amostras), quinclorac (uma amostra) e clomazone (uma amostra), ou seja, nesta última data de coleta se observa, quando comparada com a primeira, menor número de agrotóxicos detectados e também menor número de amostras com resíduos (Tabela 3). Carbofuran, quinclorac, clomazone, fipronil e betaciflutrina representaram, respectivamente, 35, 33, 16, 16 e 0% das análises com resíduos de agrotóxicos.

A máxima concentração de resíduos encontrada em cada data de coleta para cada agrotóxico analisado é apresentada na Tabela 4. Comparando-se com o LOD (limite de detecção) verifica-se que o herbicida quinclorac mostrou maior concentração na terceira data de coleta, cerca de 178 vezes

superior ao Limite de Detecção. O inseticida carbofuran foi detectado em uma concentração maior na última coleta, 115 vezes superior ao limite de detecção, enquanto o herbicida clomazone apresentou a máxima concentração na quarta data de coleta, cerca de 217 vezes superior ao limite de detecção. O inseticida fipronil foi detectado apenas na primeira data de coleta, no entanto, neste momento foram encontrados resíduos em todas as amostras, ou seja, todos os pontos apresentavam resíduos de fipronil. A máxima concentração encontrada para este inseticida foi cerca de 380 vezes superior ao limite de detecção (Tabela 5).

Tabela 5. Máxima concentração dos resíduos de agrotóxicos detectados em água no estudo, nas diferentes datas de coleta. Pelotas, RS, Brasil, 2007

Agrotóxico	Máxima concentração ($\mu\text{g kg}^{-1}$)					LOD ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
	30/11	29/12	31/01	28/02	28/03	
Quinclorac	0,63	1,36	5,34	1,39	0,40	0,03
Carbofuran	0,50	2,48	11,76	4,36	14,99	0,13
Clomazone	< LOD	1,41	4,72	6,51	2,36	0,03
Fipronil	1,14	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,003
Betaciflutrina	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,003

LOD: Limite de detecção

Os resultados deste trabalho concordam com os resultados do trabalho de Marchezan et al. (2005) que também observaram que alguns dos agrotóxicos utilizados na cultura do arroz irrigado podem persistir na água utilizada na irrigação da lavoura arrozeira, sendo que em trabalho realizado para monitorar a persistência de herbicidas utilizados em arroz irrigado, verificaram que o clomazone foi o herbicida mais persistente em águas de rios, seguido de quinclorac, bentazon, 2,4-D e propanil; em razão desta persistência eles sugerem que se mantenha a água na lavoura por determinado período, até ocorrer a degradação desses resíduos, como forma de evitar contaminação de mananciais hídricos, enquanto Machado et al. (2003) realizaram trabalho com o objetivo de determinar a persistência de diferentes herbicidas aplicados na lâmina de água no arroz irrigado cultivado no sistema pré-germinado com lâmina de água constante e concluíram que a concentração dos herbicidas decaiu com o tempo de amostragem e varia com o produto usado. A partir dos 28 dias não se detectou a presença de resíduos de herbicidas na água, que pode ser a explicação para que alguns agrotóxicos tenham sido encontrados nas primeiras coletas e não serem mais encontrados nas demais coletas. Macedo & Chaves (2006) citam que, quando práticas adequadas de manejo de água e da cultura são utilizadas, se consegue reduzir substancialmente o impacto ambiental causado pelo cultivo do arroz irrigado.

Os resultados deste trabalho, no qual se estudou o comportamento de apenas cinco agrotóxicos utilizados na lavoura arrozeira e se verificou que quatro deles foram detectados em mananciais hídricos e associados, ainda, aos resultados do trabalho de Marchezan et al. (2005) que também detectaram a persistência de herbicidas utilizados em lavoura de arroz em águas de rios, mostram a necessidade da sua continuidade para que se possa ter maiores informações sobre o com-

portamento desses agrotóxicos. O trabalho ora apresentado mostra a necessidade de se monitorar esses mananciais hídricos por um período maior, de preferência ao longo dos doze meses do ano, para se verificar o comportamento desses produtos, ao longo do ano.

CONCLUSÕES

1. Resíduos de carbofuran, quinclorac, clomazone e fipronil, são encontrados nas águas do Canal São Gonçalo e do Rio Piratini.
2. Resíduos de betaciflutrina não são encontrados nas águas do Canal São Gonçalo nem do Rio Piratini.
3. Dos agrotóxicos estudados, carbofuran e quinclorac são os mais persistentes.
4. Águas localizadas em pontos mais baixos (menores altitudes), como as próximas do Laranjal, apresentam maiores quantidades de resíduos de agrotóxicos.
5. Os resíduos de agrotóxicos na água reduziram da semeadura à colheita do arroz.

LITERATURA CITADA

- Barriuso, E.; Calvet, R.; Schiavon, M.; Soulas, G. Les pesticides et les polluants organiques des sols: transformations et dissipation. *Étude et Gestion des Sols*, v.3, n.4, p.279-296, 1996.
- Bortoluzzi, E. C. Caracterização quali-quantitativa de sedimento fluvial oriundo da microbacia hidrográfica Fumageira de Agudo, Rio Grande do Sul, Brasil. Brasília: Bortoluzzi, E. C., 2004. 75p. Relatório Técnico CNPq
- Bortoluzzi, E. C.; Rheinheimer, D. dos S.; Gonçalves, C. S.; Pellegrini, J. B. R.; Zanella, R.; Copetti, A. C. C. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.4, p.881-887, 2006.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.20 de 10 de junho de 1986. Brasília: DOU, 1986. 92p.
- CEE – Comunidade Econômica Européia. Directiva 80/778/CEE relativa a qualidade de águas destinadas ao consumo humano. *Jornal Oficial da Comunidade Européia*, n.L299, 20p, 1980.
- Deschamps, F. C.; Noldin, J. A.; Eberhardt, D. S.; Knoblauch, R. A qualidade da água em áreas cultivadas com arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3., 2003; Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 25, 2003. Anais... Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2003. p.700-702.
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental – Henrique Luis Roessler. Licenciamento ambiental. Atividades agropecuárias. <http://www.fepam.rs.gov.br>, 13 Set. 2006.
- Hermes, L. C.; Noldin, J. A.; Fay, E. F. Dissipação do herbicida clomazone em arroz irrigado em sistemas pré-germinado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 1., 1999; Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 23, 1999. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.685-688.
- IRGA – Instituto Rio-Grandense de Arroz. Área cultivada de arroz. <http://www.irga.rs.gov.br>, 20 Jul. 2005.

- Lins, M.; Bramorski, J.; Pinheiro, A.; Breuckmann, H. Influência da cobertura do solo e do comprimento da vertente no transporte de sedimentos. In: Paiva, E. M. C. D.; Paiva, J. B. D. (ed.). Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos. Santa Maria: ABRH/UFSM, 2001. cap.1, p.11-23.
- Macedo, V. R. M.; Chaves, A. P. L. Qualidade da água e racionalização do uso na lavoura de arroz irrigado no RS. Lavoura Arrozeira, v.54, n.439, p.27-38, 2006.
- Machado, S. L. de O.; Zanella, R.; Marchezan, E.; Primel, E. G.; Gonçalves, F. F.; Villa, S. C. C.; Maziero, H. Persistência de herbicidas na água de irrigação no arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3 e Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 25, 2003, Camboriu. Anais... Itajaí: EPAGRI, 2003, p.692-694.
- Marchezan, E.; Camargo, E. R.; Zanella, R.; Primel, E. G.; Gonçalves, F. F.; Machado, S. de O.; Macedo, V. R. M.; Marcolin, H. Dispersão dos herbicidas clomazone, quinclorac e propanil nas águas da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, no período de cultivo do arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3, Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 25, 2003, Camboriu. Anais... Itajaí: EPAGRI, 2003, p.689-691.
- Marchezan, E.; Santos, F. M. dos; Camargo, E. R.; Machado, S. L. de O.; Zanella, R.; Ávila, L. A. de; Gonçalves, F. F.; Primel, E. G.; Macedo, V. R. M. Monitoramento em rios e persistência de herbicidas em arroz irrigado. Santa Maria: UFSM, 2005. 8p. Informe Técnico, 05.
- Mattos, M. L. T. A cultura do arroz irrigado e o meio ambiente. In: Gomes, A. da S.; Magalhães Júnior, A. M. (ed.) Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.861-899.
- Mattos, M. L. T.; Deschamps, F. C.; Petrini, J. A. Monitoramento ambiental de pesticidas em águas de lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 3, Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 25, 2003, Camboriu. Anais... Itajaí: EPAGRI, 2003. p.697-699.
- Molozzi, J.; Pinheiro, A.; Silva, M. R. da Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.
- Noldin, J. A.; Hermes, L. C.; Rossi, M. A.; Ferracini, V. L. Persistência do herbicida clomazone em arroz irrigado em sistema pré-germinado. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 22, 1997. Balneário Camboriú. Anais... Itajaí: EPAGRI, 1997, p.363-364.
- Zanella, R.; Primel, E. G.; Gonçalves, F. F.; Kurz, M. H. S.; Mixture, C. M. Development and validation of high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of herbicides residues in surface and agriculture waters. Journal of Separation Science, v.26, p.1-6, 2003.