

**Monitoramento de Resíduos de
Agrotóxicos nas Redes de
Distribuição e Drenagem de Águas
da Estação Experimental
Terras Baixas**



ISSN 1678-2518
Dezembro, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 247

**Monitoramento de Resíduos
de Agrotóxicos nas Redes
de Distribuição e Drenagem
de Águas da Estação
Experimental Terras Baixas**

Maria Laura Turino Mattos
Fabia Amorim da Costa

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *Maria Laura T. Mattos*

1^a edição

1^a impressão (2016): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

M444q Mattos, Maria Laura Turino

Monitoramento de resíduos de agrotóxicos nas redes de distribuição e drenagem de águas da Estação Experimental de Terras Baixas / Maria Laura Turino
Mattos e Fabia Amorim da Costa. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016.

27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 247)

1. Pesticida. 2. Agrotóxico. 3. Resíduo. 4. Água.
I. Costa, Fabia Amorim. II. Título. IV. Série.

Sumário

| | |
|-------------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 7 |
| Introdução | 9 |
| Material e Métodos | 11 |
| Resultados e Discussão | 19 |
| Conclusões | 24 |
| Referências | 25 |

Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos nas Redes de Distribuição e Drenagem de Águas da Estação Experimental Terras Baixas

Maria Laura Turino Mattos¹

Fabia Amorim da Costa²

Resumo

Apesar do contingente de tecnologias que têm sido propostas para adequação das áreas agrícolas à legislação, a sua aplicação dentro das unidades de pesquisa agropecuária tem sido insuficiente. Nesse contexto, os monitoramentos ambientais constituem ferramentas valiosas à obtenção de informações-chave à readequação das zonas de produção agrícola e estabelecimento de ações ordenadas em estações experimentais em conformidade com a legislação ambiental. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do monitoramento de resíduos de agrotóxicos na rede de distribuição e de drenagem de águas da Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, e seus possíveis impactos sobre as águas de mananciais hídricos ao entorno, especialmente o canal São Gonçalo e o Arroio Padre Doutor. O monitoramento foi realizado em três épocas: janeiro (21/01/2015), fevereiro (10/02/2015) e março (31/03/2015). Coletaram-se 30 amostras de água nos seguintes pontos: (1) açude Três Bocas; (2) estação de

¹ Engenheira-agronoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Geógrafa, mestre em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

6 Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos nas Redes de Distribuição e Drenagem de Águas da Estação Experimental Terras Baixas

tratamento de água; (3) arroio Padre Doutor; (4) açude Lino, local de captação da água de irrigação; (5) dreno principal; (6) dreno secundário; (7) dreno açude Paulo Simões; (8) efluente do Sistema de Pesquisa e Desenvolvimento em Pecuária Leiteira (SISPEL).

Investigaram-se 81 ingredientes ativos pelo método multirresíduo. Agrotóxicos foram encontrados em água em concentrações abaixo do limite de detecção, ou seja, abaixo da concentração sensível do método analítico em todos os pontos de coleta, nas três datas amostrais. Devido ao manejo fitossanitário do cultivo de grãos atualmente praticado na estação de pesquisa, não ocorre acúmulo de resíduos de agrotóxicos na água superficial. Esse fato reforça a necessidade de monitorar continuamente as redes de drenagem com escoamento para o canal São Gonçalo e o arroio Padre Doutor, durante o período de cultivo dos grãos, como uma medida de gestão ambiental implementada nessa bacia hidrográfica.

Termos para indexação: impacto ambiental, recursos hídricos, sistemas de produção.

Monitoring of Pesticide Residues in Water and Drainage Network from the Experimental Lowlands Station

Despite the contingent of technologies proposed to adapt the agricultural areas to the legislation, their application within the agricultural research units have been insufficient. In this context, environmental monitoring is a valuable tool for obtaining key information on the readjustment of agricultural production zones and establishing orderly actions at experimental stations in accordance with environmental legislation. The objective of this work is to present the results of the monitoring of pesticide residues in the water distribution and drainage network from the Experimental Lowlands Station, at Embrapa Temperate Agriculture, in Capão do Leão, RS, and their possible impacts on waters from water sources to the environment, especially the São Gonçalo channel and Padre Doutor stream. The monitoring was carried out in three seasons: January (01/21/2015), February (02/10/2015) and March (03/31/2015). A total of 30 water samples were collected at the following points: (1) Três Bocas reservoir; (2) water treatment plant; (3) Padre Doutor stream; (4) Lino reservoir, location of irrigation water collection; (5) main drain; (6) secondary drain; (7) Paulo Simões drain reservoir; (8) effluent from the Research and Development System for Dairy Cattle (SISPEL). Multiresidue method was applied in order to investigate 81 active ingredients. Agrochemicals were found in water at concentrations

- 8 Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos nas Redes de Distribuição e Drenagem de Águas da Estação Experimental Terras Baixas

below the detection limit, that is, below the sensitive concentration of the analytical method at all collection points, on the three sampling dates. Due to the phytosanitary management of grain cultivation currently practiced at the research station, there is no accumulation of agrochemical residues in surface water. This fact reinforces the need to monitor continuously the drainage networks with drainage to the São Gonçalo channel and Padre Doutor stream, during the period of grains cultivation, as an environmental management measure implemented in this river basin.

Index terms: environmental impact, pesticides, production systems, water resources

Introdução

Este trabalho compõe as atividades do Projeto MP5 “Zoneamento Agroambiental das Áreas Experimentais da Embrapa Clima Temperado (ZOA-AGRO)”, iniciado em 2014. É a segunda fase do Projeto MP5 “Gestão Ambiental das Unidades da Embrapa”, realizado de 2009 -2012, que proporcionou um primeiro diagnóstico físico das estações experimentais da Embrapa, a partir de dados pré-existentes, e o mapeamento e adequação ambiental das referidas estações a partir da legislação do Código Florestal anterior às mudanças de 2012.

Apesar do contingente de tecnologias que têm sido propostas para adequação das áreas agrícolas à legislação, a sua aplicação dentro das unidades de pesquisa tem sido insuficiente. Há necessidade de uma caracterização detalhada das situações ambientais identificadas no diagnóstico ambiental das propriedades, bem como várias ações de restauração ecológica.

É fundamental ressaltar que a ecologia é, principalmente, uma ciência de síntese (MOTA, 1953), que vem auxiliando no planejamento ambiental, em trabalhos de zoneamento e bioindicadores associados às paisagens e aos sistemas agrícolas, sendo necessários os estudos agronômicos de análise para complementarem a base de conhecimento para a interpretação dos resultados de monitoramentos ambientais relacionados aos sistemas produtivos.

No Estado do Rio Grande do Sul, monitoramentos ambientais têm indicado a presença do herbicida glifosato em arrozais irrigados com água proveniente da Lagoa Mirim, sendo detectadas concentrações acima de $7 \mu\text{g L}^{-1}$, que é o valor máximo permitido pela Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA) (MATTOS et al., 2002). Outro monitoramento indica a ocorrência de resíduos de oxadiazona, quincloraque e carbofurano em águas dos canais de drenagem de granja orizícola, em nível acima do limite máximo permitido pela legislação da Comunidade Europeia, que estabelece $0,10 \mu\text{g L}^{-1}$ para

Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos nas Redes de Distribuição e Drenagem de Águas da Estação Experimental Terras Baixas

todos os agrotóxicos, individualmente, em águas para o consumo humano. Tal fato evidencia a necessidade de adoção de boas práticas agrícolas de modo a racionalizar o uso dessas moléculas (MATTOS; DESCHAMPS, 2003).

Estudos de monitoramento de agrotóxicos em áreas piloto da Produção Integrada de Arroz (PIA), na Planície Costeira externa e Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, no período 2007/2008, também indicaram a presença de resíduos de glifosato na superfície da lâmina d'água de irrigação (MATTOS et al., 2008). A detecção de resíduos de fungicidas, herbicidas e inseticidas, na água e sedimento de lavouras de arroz irrigado, demonstra a aplicabilidade dos monitoramentos na indicação da qualidade dos recursos naturais de um particular ecossistema onde a PIA esteja sendo praticada, e pode facilitar a sua certificação. Ao mesmo tempo, indica a necessidade de se intensificar o Manejo Integrado de Pragas (MIP), de modo a racionalizar o uso de agrotóxicos e, consequentemente, assegurar a qualidade ambiental e do arroz produzido preservando a saúde de consumidores (MATTOS et al., 2011).

O monitoramento de agrotóxicos na água do canal São Gonçalo e do rio Piratini, na região sul do Rio Grande do Sul, oriundos principalmente de aplicações na cultura de arroz irrigado, indicou a presença de resíduos dos herbicidas clomazona e quincloraque, e dos inseticidas carbofurano e fipronil (GRÜTZMACHER et al., 2008).

Considerando-se o potencial de contaminação de recursos naturais por agrotóxicos, os monitoramentos ambientais, principalmente sobre a qualidade da água, constituem ferramentas valiosas para obtenção de informações-chave à readequação de áreas de produção agrícola. A combinação das informações permitirá estabelecer ações ordenadas nas estações experimentais, em conformidade com a legislação ambiental.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do monitoramento de resíduos de agrotóxicos na rede de distribuição e drenagem de águas da Estação Experimental Terras Baixas, e seus possíveis impactos ao manancial hídrico ao entorno, especialmente no canal São Gonçalo e no arroio Padre Doutor.

Material e Métodos

Caracterização da área submetida ao monitoramento ambiental

A Estação Experimental Terras Baixas (ETB) está situada no município de Capão do Leão, RS, sendo uma das três bases físicas da Embrapa Clima Temperado. Com mais de 70 anos de existência, possui histórico de pesquisa voltada ao desenvolvimento de tecnologias para os sistemas de produção de terras baixas, que abrangem 8 milhões de hectares na região Sul do país. Nesse contexto, as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação concentram-se na cadeia produtiva do arroz irrigado, por sua grande importância econômica e social para a região e para o país, contemplando também a diversificação da produção de grãos (soja, sorgo, milho, trigo) e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) (<https://www.embrapa.br/clima-temperado/infraestrutura/etb>).

Localizada na sub-bacia arroio Fragata/Moreira, a ETB tem suas águas drenadas por córregos afluentes do canal São Gonçalo (Figura 1). Com terras parcialmente hidromórficas e predominância de solos planossólicos (CUNHA; COSTA, 2013), abrange uma área de 3.492,03 ha, 75% dos quais considerados áreas remanescentes de vegetação nativa [banhado (58,6%); campo nativo (35,2%); floresta (6,18%)]; 23% uso consolidado [agricultura (51,2%); eucalipto (6,8%); pastagem cultivada (41%); prédios urbanos (1,2%)], e os restantes 2% recursos hídricos [açudes (77%); canais (23%)]. Além disso, acha-se instalada junto ao estuário da Lagoa dos Patos e muito próximo das lagoas

Mirim e Mangueira, que, no conjunto, formam o maior sistema lacustre brasileiro.

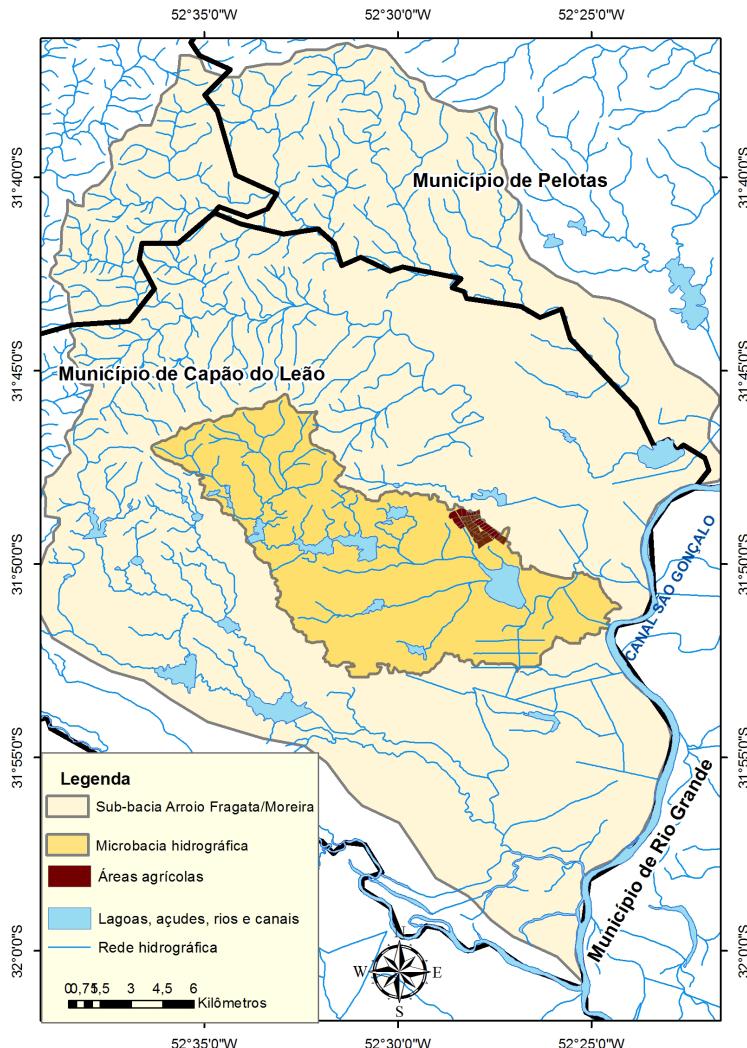


Figura 1. Mapa da sub-bacia arroio Fragata/Moreira, com a localização das áreas agrícolas da ETB. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2016.

Apresenta áreas com relevo plano e suavemente ondulado, nas seguintes coordenadas geográficas (LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA, 2016):

- Latitude: 31° 52' 00" S
- Longitude: 52° 21' 24" W.
- Altitude: 20 m a 3 m (Fonte: Google Earth, e levantamento Planialtimétrico realizado na ETB)

A precipitação média anual é de 1.366,9 mm, e evapotranspiração anual média de 1.103,1 mm (NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 2016). O solo é classificado como Planossolo Háplico, e suas propriedades físicas e químicas (CUNHA, 1996) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas do Planossolo Háplico da área da Estação Experimental Terras Baixas.

| Camada | Profundidade (Cm) | Densidade do Solo (mg m ⁻³) | Carbono Orgânico (%) | Capacidade de Campo (%) |
|--------|-------------------|---|----------------------|-------------------------|
| 1 | 0-26 | 1,50 | 1,90 | 33,5 |
| 2 | 26-42 | 1,66 | 1,30 | 31,5 |
| 3 | 42-57 | 1,50 | 1,20 | 32,3 |
| 4 | 57,92 | 1,55 | 0,50 | 32,4 |

Características do monitoramento

O monitoramento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em uma área aproximada de 200 ha, em três épocas: janeiro (21/01/2015), fevereiro (10/02/2015) e março (31/03/2015). As amostras de água foram coletadas em fontes pontuais e não pontuais de

poluição ambiental, e em fontes para o consumo animal e humano. Foram coletadas 30 amostras de água ao longo dos três meses, nos seguintes pontos (Figura 2): (1) açude Três Bocas; (2) estação de tratamento de água; (3) arroio Padre Doutor; (4) açude Lino [captação da água de irrigação]; (5) dreno principal; (6) dreno secundário; (7) dreno açude Paulo Simões; (8) efluente do Sistema de Pesquisa e Desenvolvimento em Pecuária Leiteira (Sispel). Com relação às épocas de coleta, a primeira em janeiro ocorre quando há grandes aplicações de fungicidas e inseticidas nas lavouras de produção de grãos; a segunda em fevereiro, quando há reduzida aplicação de agrotóxicos; e a terceira em março, quando não há mais controles fitossanitários no campo experimental. As condições climáticas registradas no período das coletas constam nas Figuras 3 e 4.

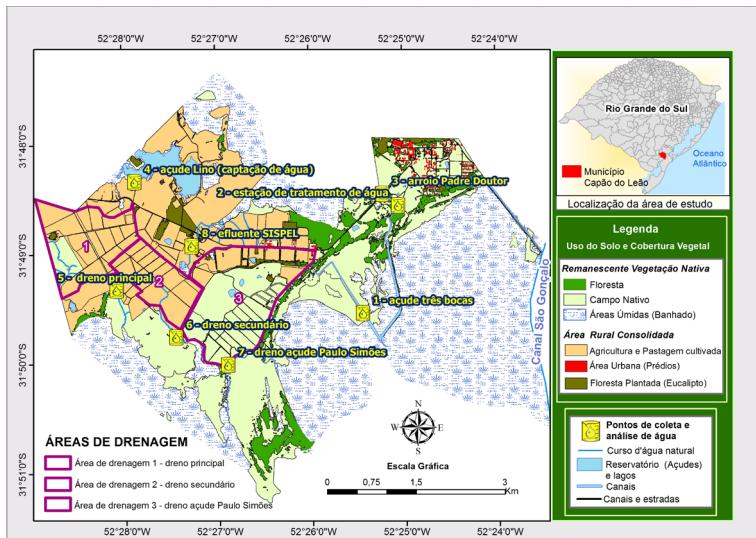


Figura 2. Mapa da Estação Experimental Terras Baixas (ETB). Pontos de coleta de amostras na microbacia hidrográfica, áreas de drenagem e limite da sub-bacia com o canal São Gonçalo, localizados na sub-bacia arroio Fragata/Moreira: (1) açude Três Bocas; (2) estação de tratamento de água; (3) arroio Padre Doutor; (4) açude Lino [captação da água de irrigação]; (5) dreno principal; (6) dreno secundário; (7) dreno açude Paulo Simões; (8) efluente Sispel.

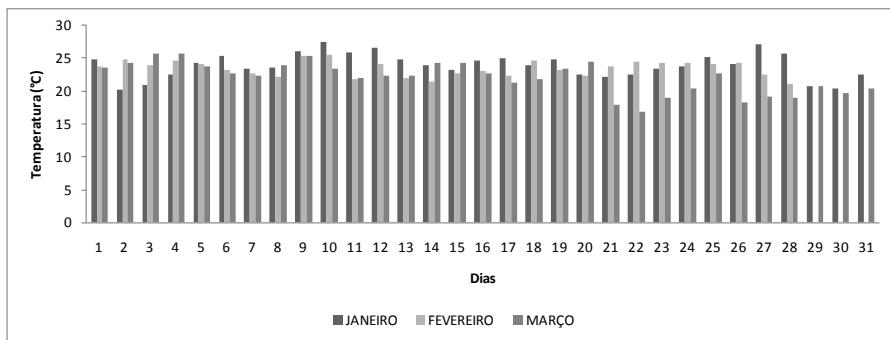


Figura 3. Médias diárias de temperatura, no período de coleta de amostras de água. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

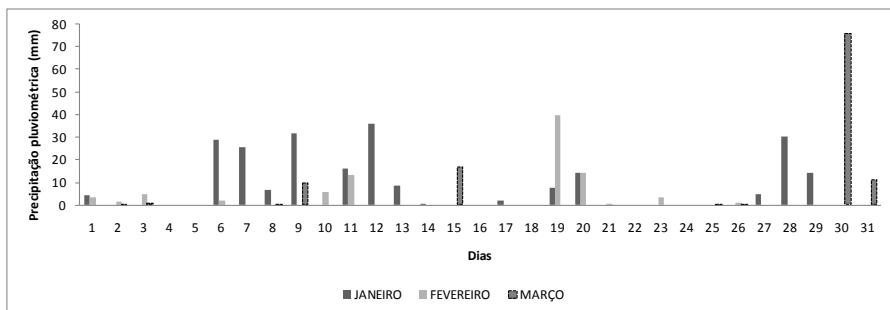


Figura 4. Médias diárias da precipitação pluviométrica, no período de amostragem da água. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

Cada amostra correspondeu à coleta de 1 L d'água, utilizando-se frascos de poliestireno. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor (com gelo) e transportadas para o laboratório de microbiologia agrícola e ambiental da Embrapa Clima Temperado, onde foram armazenadas em freezer a -15 °C. As amostras mantiveram-se congeladas, conforme estabelecido em *American Public Health Association* (1998), até o momento da análise. No laboratório NSF Bioensaios Prestação de Serviços de Análises e Certificação Ltda., Viamão (RS), foram realizadas as análises por meio

de um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo *Applied Biosystems 3200 Qtrap*, sendo determinados os níveis residuais das moléculas originais de fungicidas, herbicidas e inseticidas e de metabólitos, por meio de método multirresíduo.

Os ingredientes ativos e metabólitos avaliados e seus respectivos limites de detecção (LD) e quantificação (LOQ) constam na Tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes ativos e metabólitos investigados, e seus respectivos limites de detecção (LD) e quantificação (LOQ).

| Ingrediente ativo | Unidade | LOQ1 | LD2 |
|-------------------------|--------------------|------|-------|
| 2,4 - D | µg L ⁻¹ | 0,32 | 0,1 |
| 3 - Hidroxi carbofurano | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| 3 Keto carbofurano | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Abamectina | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Acetato de fentina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| AMPA | µg L ⁻¹ | 9 | 3 |
| Atrazina | µg L ⁻¹ | 0,4 | 0,1 |
| Azinsulfurana | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Azoxistrobina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Benfuracarbe | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Bentazona | µg L ⁻¹ | 1,02 | 0,3 |
| Beta ciflutrina | µg L ⁻¹ | 0,3 | 0,1 |
| Bifentrina | µg L ⁻¹ | 0,1 | 0,03 |
| Bispiribaque sódico | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Captan | µg L ⁻¹ | 0,5 | 0,2 |
| Carbaril | µg L ⁻¹ | 0,03 | 0,01 |
| Carbofurano | µg L ⁻¹ | 5 | 1 |
| Carbosulfano | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Carboxina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Carpropamida | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Casugamicina | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |

Continua...

Continuação Tabela 2.

| Ingrediente ativo | Unidade | LOQ1 | LD2 |
|------------------------|--------------------|-------|-------|
| Cialofope butílico | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Ciclossulfamuron | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Cicloxicidim | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Ciflutrina 1,2,3,4 | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Cipermetrina 1,2,3,4 | µg L ⁻¹ | 50 | 20 |
| Clefoxidim | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Cletodim | µg L ⁻¹ | 0,1 | 0,03 |
| Clomazona | µg L ⁻¹ | 5 | 0,3 |
| Clorantraniliprole | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Clorimurom etílico | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Clorotalonil | µg L ⁻¹ | 0,033 | 0,01 |
| Deltametrétrina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Difenoconazol | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Ditiocarbamatos em CS2 | µg L ⁻¹ | 1 | 0,3 |
| Edinfenfós | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Espinossabe | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Etoxiuslusfurón | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Fenitrotiona | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Fenoxaprope-p-etílico | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Fetin hidróxido | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Fipronil | µg L ⁻¹ | 0,6 | 0,2 |
| Fluazifope p butílico | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Flumioxazina | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Fomezafem | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Glifosato | µg L ⁻¹ | 3,4 | 1 |
| Imazapique | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Imazapir | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Imazetapir | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Imidacloprido | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Kasugamicina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Lufenurom | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |

Continua...

Continuação Tabela 2.

| Ingrediente ativo | Unidade | LOQ1 | LD2 |
|------------------------|--------------------|------|-------|
| Malation | µg L ⁻¹ | 0,1 | 0,03 |
| Mesotriona | | 0,01 | 0,003 |
| Metribuzin | µg L ⁻¹ | 10 | 3 |
| Metsulforana metílica | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Molinato | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Nicosulfuron | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Oxadiazona | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Oxifluorfem | µg L ⁻¹ | 50 | 20 |
| Pendimentalina | µg L ⁻¹ | 5 | 1 |
| Penoxulam | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Pirazosulfuron etílico | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Pirimifós metílico | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Piroquilona | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Profenofós | µg L ⁻¹ | 0,01 | 0,003 |
| Propanil | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Propiconazol | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Quincloraque | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Quintozeno | µg L ⁻¹ | 0,07 | 0,02 |
| Sulfluramide | µg L ⁻¹ | 10 | 3 |
| Tebuconazol | µg L ⁻¹ | 0,3 | 0,1 |
| Tembotriiona | µg L ⁻¹ | 2,4 | 0,8 |
| Tetraconazol | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Tiabendazol | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Tiametoxam | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Tiobencarbe | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Triciclazol | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Triclopir | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Triclorfon | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |
| Trifloxistrobina | µg L ⁻¹ | 5 | 2 |

Os resultados foram interpretados de acordo com os regulamentos do Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2016a), da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency*) (EPA, 2016) e da Comunidade Europeia (CEE, 1980), que estabelece o valor padrão de $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ para agrotóxicos e seus metabólitos na água de consumo humano.

A legislação brasileira que estabelece os valores máximos permitidos (VMP) de resíduos de agrotóxicos em águas superficiais (doces e salobras) (BRASIL, 2016a) prevê, atualmente, os seguintes ingredientes ativos que constam no método multirresíduo dessa investigação: atrazina ($2 \mu\text{g L}^{-1}$); carbaril ($0,02 \mu\text{g L}^{-1}$); 2,4D ($30,0 \mu\text{g L}^{-1}$); glifosato ($280 \mu\text{g L}^{-1}$); e malation ($0,1 \mu\text{g L}^{-1}$). Enquanto que na legislação brasileira que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2016b), relacionam-se os seguintes ingredientes ativos com seus VMP: 2,4 D ($30,0 \mu\text{g L}^{-1}$); atrazina ($2 \mu\text{g L}^{-1}$); carbofurano ($7 \mu\text{g L}^{-1}$); glifosato + AMPA ($500 \mu\text{g L}^{-1}$); molinato ($6 \mu\text{g L}^{-1}$); pendimentalina ($20 \mu\text{g L}^{-1}$); profenofós ($60 \mu\text{g L}^{-1}$); e tebuconazol ($180 \mu\text{g L}^{-1}$).

Resultados E Discussão

Em geral, as concentrações de agrotóxicos em água não atingiram o limite de detecção em todos os pontos de coleta e nas três épocas amostrais, ou seja, em concentrações inferiores ao LD da molécula (Tabela 3). Considerando-se os dados sobre precipitação pluviométrica e temperatura nas datas de coleta de água (Figuras 3 e 4), ocorreram condições favoráveis tanto para fatores bióticos (como degradação microbiana) como para fatores abióticos (como fotodegradação e volatilização). Outro aspecto importante se a considerar nesse ambiente é o revelo do solo plano e suavemente ondulado, que influenciou o movimento dos herbicidas ao longo da superfície, que, juntamente com o escorramento da água de chuva ou o vento, poderiam chegar até a superfície de águas dos rios, lagos e terrenos

de menor declividade (LAVORENTI, 1996). Além disso, possivelmente, a grande área de banhados funcionou como zona tampão (*buffers*), no entorno dos açudes, bem como a vegetação no interior dos drenos, contribuindo para maior retenção dos herbicidas no solo e, consequentemente, impedindo o movimento para os açudes e para o arroio Padre Doutor.

A estimativa de contaminação de águas superficiais por glifosato em Planossolo Háplico, simulada por meio do sistema computacional ARAqua, indicou que não há concentração estimada de glifosato na água superficial acima do valor para o padrão de potabilidade. Isso se deve ao alto coeficiente de adsorção (Koc) associado às propriedades da molécula, o que resultou, provavelmente, na adsorção do glifosato, refletindo em uma lenta mobilidade do herbicida através do perfil do solo (PEREIRA et al., 2016). Estudo realizado por Mattos et al. (2002) também mostrou a formação de resíduo ligado do glifosato em solo hidromórfico: Gleyssolo HÁPLICO ta Eutrófico. Dessa forma, atribui-se a baixa concentração estimada de glifosato na água aos atributos físicos do Planossolo Háplico, que favorecem a adsorção de agrotóxicos e, consequente, propiciaram concentrações das moléculas abaixo do LD em água superficial.

Na água do arroio Padre Doutor, uma ampla variedade de substâncias podem estar dissolvidas, e partículas presentes na massa líquida podem ser transportadas e carregar agrotóxicos, mudando continuamente de posição e estabelecendo um caráter fortemente dinâmico para a questão da qualidade da água (BRASIL, 2006b). Assim, infere-se que inexiste “risco zero” para detecção de resíduos de agrotóxicos na água desse arroio. Porém, é importante considerar que no período em que foram realizadas as coletas de água a precipitação pluviométrica foi baixa (Figura 4) e o nível do arroio Padre Doutor estava muito baixo, praticamente sem vazão, o que explicaria, em parte, a não detecção de resíduos nesse ponto de coleta.

O período em que foi realizado o monitoramento contemplou épocas de alta (janeiro), média (fevereiro) e baixa (março) utilização de agrotóxicos (inseticidas e fungicidas) em lavouras na ETB. Porém, não englobou as épocas de maior número de aplicações de herbicidas (novembro e dezembro). Isso é um indicativo da necessidade de continuidade desse monitoramento na ETB.

Em síntese, nesse trabalho buscou-se avaliar se a água captada no açude Lino apresentava resíduos de agrotóxicos e se havia transporte desses agrotóxicos aplicados nas lavouras de grãos (arroz, milho e soja) para os canais de drenagem com escoamento em regime não-permanente para o canal São Gonçalo, fontes de água para o consumo animal (açudes), banhado da ETB, e para o consumo humano (arroio Padre Doutor).

Tabela 3. Concentração de resíduos de agrotóxicos detectados em amostras de água em todos os pontos de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016.

| Ingrediente ativo | Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$) | Limite de detecção |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 2,4 - D | < LD | 0,1 |
| 3 - Hidroxi carbofurano | < LD | 2 |
| 3 Keto carbofurano | < LD | 2 |
| Abamectina | < LD | 0,003 |
| Acetato de fentina | < LD | 2 |
| AMPA | < LD | 3 |
| Atrazina | < LD | 0,1 |
| Azinsulfurana | < LD | 2 |
| Azoxistrobina | < LD | 2 |
| Benfuracarbe | < LD | 2 |
| Bentazona | < LD | 0,3 |
| Beta ciflutrina | < LD | 0,1 |
| Bifentrina | < LD | 0,03 |
| Bispiribaque sódico | < LD | 2 |
| Captan | < LD | 0,2 |

Continua...

Continuação Tabela 3.

| Ingrediente ativo | Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$) | Limite de detecção |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Carbaril | < LD | 0,01 |
| Carbofurano | < LD | 1 |
| Carbosulfano | < LD | 2 |
| Carboxina | < LD | 2 |
| Carpropamida | < LD | 2 |
| Casugamicina | < LD | 0,003 |
| Cialofope butílico | < LD | 2 |
| Ciclossulfamuron | < LD | 2 |
| Cicloxicidim | < LD | 2 |
| Ciflutrina 1,2,3,4 | < LD | 2 |
| Cipermetrina 1,2,3,4 | < LD | 20 |
| Clefoxidim | < LD | 0,003 |
| Cletodim | < LD | 0,03 |
| Clomazona | < LD | 0,3 |
| Clorantraniliprole | < LD | 2 |
| Clorimurom etílico | < LD | 0,003 |
| Clorotalonil | < LD | 0,01 |
| Deltametrina | < LD | 2 |
| Difenoconazol | < LD | 2 |
| Ditiocarbamatos em CS2 | < LD | 0,3 |
| Edinfenfós | < LD | 2 |
| Espinosa-be | < LD | 0,003 |
| Etoxisuslfuron | < LD | 2 |
| Fenitrotiona | < LD | 2 |
| Fenoxaprope-p-etílico | < LD | 2 |
| Fetin hidróxido | < LD | 2 |
| Fipronil | < LD | 0,2 |
| Fluazifope p butílico | < LD | 0,003 |
| Flumioxazina | < LD | 0,003 |
| Fomezafem | < LD | 0,003 |
| Glifosato | < LD | 1 |

Continua...

Continuação Tabela 3.

| Ingrediente ativo | Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$) | Limite de detecção |
|------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Imazapique | < LD | 2 |
| Imazapir | < LD | 2 |
| Imazetapir | < LD | 2 |
| Imidacloprido | < LD | 2 |
| Kasugamicina | < LD | 2 |
| Lufenuron | < LD | 0,003 |
| Malation | < LD | 0,03 |
| Mesotriona | < LD | 0,003 |
| Metribuzin | < LD | 3 |
| Metsulforana metílica | < LD | 2 |
| Molinato | < LD | 0,003 |
| Nicosulfuron | < LD | 0,003 |
| Oxadiazona | < LD | 2 |
| Oxifluorfem | < LD | 20 |
| Pendimetalina | < LD | 1 |
| Penoxulam | < LD | 2 |
| Pirazosulfuron etílico | < LD | 2 |
| Pirimifós metílico | < LD | 2 |
| Piroquilona | < LD | 2 |
| Profenofós | < LD | 0,003 |
| Propanil | < LD | 2 |
| Propiconazol | < LD | 2 |
| Quincloraque | < LD | 2 |
| Quintozeno | < LD | 0,02 |
| Sulfluramide | < LD | 3 |
| Tebuconazol | < LD | 0,1 |
| Tembotriona | < LD | 0,8 |
| Tetraconazol | < LD | 2 |
| Tiabendazol | < LD | 2 |
| Tiametoxam | < LD | 2 |
| Tiobencarbe | < LD | 2 |

Continua...

Continuação Tabela 3.

| Ingrediente ativo | Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$) | Limite de detecção |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Triciclazol | < LD | 2 |
| Triclopir | < LD | 2 |
| Triclorfon | < LD | 2 |
| Trifloxistrobina | < LD | 2 |

Conclusões

Devido ao manejo fitossanitário do cultivo de grãos atualmente praticado na estação de pesquisa, não ocorre acúmulo de resíduos de agrotóxicos na água superficial. Esse fato reforça a necessidade de monitorar continuamente as redes de drenagem com escoamento para o canal São Gonçalo e o arroio Padre Doutor, durante o período de cultivo dos grãos, como uma medida de gestão ambiental implementada nessa bacia hidrográfica.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos assistentes Claudinei Bonemann Rosso, Liane Aldrighi Galarz e Renato Amaral Kuhn, da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na realização deste trabalho.

Referências

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357**, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 25 set. 2016a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006b. 212 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

CEE (Comunidade Econômica Européia). Directiva 80/778/CEE relativa a qualidade de águas destinadas ao consumo humano. **Jornal Oficial da Comunidade Européia**, n.L299, 20 p, 1980.

CUNHA, N. G. da. **Estudos dos solos do município de Capão do Leão**. Pelotas: EMBAPA-CPACT; Ed. UFPel, 1996. 59 p. (EMBAPA-CPACT. Documentos CPACT, 11/96).

CUNHA, N. G. da; COSTA, F. A. da **Solos da Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 152).

Monitoramento de Resíduos de Agrotóxicos nas Redes de Distribuição e Drenagem de Águas da Estação Experimental Terras Baixas

EPA. US Environmental Protection Agency. **Ground Water and Drinking Water.** Table of Regulated Drinking Water Contaminants. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/table-regulated-drinking-water-contaminants>>. Acesso em: 25 out. 2016.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 632–637, abr. 2008.

LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA. Dados climáticos. Capão do Leão, ETB. Disponível em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/>. Acesso: 22 de set. 2016.

LAVORENTI, A. Comportamento dos herbicidas no meio ambiente. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO, 1996. Campinas. **Anais**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1996. 256 p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 5).

MATTOS, M. L. T.; DESCHAMPS, F. C. **Monitoramento ambiental de agrotóxicos em águas de lavouras de arroz irrigado no sistema pré-germinado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4).

MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; NUNES, C. D. M.; MOURA NETO, F. P.; MAGALHAES JUNIOR, A. M. de; PETRINI, J. A.; SANTOS, I. B. dos. **Monitoramento de agrotóxicos em áreas piloto da produção integrada de arroz irrigado na planície costeira externa e fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 197).

MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; NUNES, C. D. M. Applicability of monitoring in the indication of the quality of water resources in agroecosystems where is practised integrated production of rice. In: CONGRESSO MUNDIAL DA ÁGUA, 14., 2011, Porto de Galinhas. **Gerenciamento adaptativo da água: Olhando para o Futuro: anais.** [Porto de Galinhas]: IWRA/Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos do Estado de Pernambuco, 2011.

MATTOS, M. L. T.; PERALBA, M. C. R.; DIAS, S. L. P.; PRATA, F.; CAMARGO, L. Monitoramento ambiental do glifosato e do seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 143-154, jan/dez. 2002.

MOTA, F. S. da **Visão agroclimática do Brasil Meridional**. Pelotas: IAS. Divisão Agroclimática do Brasil, 1953. 19 p. (Boletim Técnico, 11).

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS. Dados mensais. Período 1971/2000. Disponível em: <<http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/index.html>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

PEREIRA, D. C.; MATTOS, M. L. T.; COSTA, F. A.; CUNHA, N. G. da Estimativa de contaminação de águas superficiais por glifosato em agroecossistema de terras baixas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMATEMPERADO, 6., 2016, Pelotas. **Ciência: Empreendedorismo e Inovação:** anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/clima-temperado/iniciacao-cientifica>>. Acesso em: 31 out. 2016.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

