

AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE AGROQUÍMICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO ITAJAÍ/SC

Adilson Pinheiro¹; Marcos Rivail da Silva²; Raquel Kraisch³; Joseline Molozzi⁴; Aline da Silva Dias⁵ & Alberto Wisniewski Júnior⁶

RESUMO --- O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pelas ações antrópicas. Entre essas ações está o uso de agroquímicos nas lavouras, os quais podem ser transportados para os corpos de águas principalmente por escoamento superficial. Neste trabalho foi realizado um estudo da ocorrência de agroquímicos em águas superficiais na bacia do rio Itajaí. O estudo compreendeu duas etapas: a primeira etapa consiste na coleta das amostras de água dos rios e a segunda etapa compreende o tratamento analítico das amostras. A técnica de extração utilizada foi de extração em fase sólida (SPE) com colunas C₁₈ e extração em fase líquida. O método instrumental foi a cromatografia líquida com detector ultravioleta. De um total de 106 amostras de água analisadas, apenas 3 apresentaram a presença dos herbicidas 2,4-D, pyrazossulfuron e quinclorac. As concentrações detectadas dos herbicidas ficaram acima do limite máximo permitido pela Diretiva Européia de qualidade de águas. Das concentrações do herbicida 2,4-D obtidas, apenas uma ficou abaixo do valor previsto pela Resolução 357/05 do CONAMA.

ABSTRACT --- The monitoring of quality parameters of the water sets himself up as basic tool to valuable environmental alterations caused by the anthropogenic actions. Among these actions the use of agrochemicals in the farm, which can be transported for the bodies of waters principally by superficial drainage. In this work a study of the occurrence was carried out of agrochemicals in superficial waters in the basin of the Itajaí River. The study understood two stages: the first stage consists of the collection of the samples of water of the rivers and the second stage understands the analytical treatment of the samples. The used extraction technique was the solid phase extraction (SPE) with C₁₈ columns and liquid phase extraction. The instrumental method went to high precision liquid chromatography with ultraviolet detector. Were water analyzed 106 samples of the water, but, only three shown 2,4-D, pyrazossulfuron and quinclorac. The detected concentrations of the agrochemicals were above the maximum limit allowed by the European Directive of Quality of Waters. Of the concentrations of the agrochemical 2,4-D obtained, as soon as one was below the value predicted by the Resolution 357/05 of the CONAMA.

Palavras-chave: herbicidas, água superficial.

¹ Professor doutor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Regional de Blumenau, SC. Rua São Paulo, 3250 - 89030-000 - Blumenau - SC. e-mail: pinheiro@furb.br.

² Professor doutor do Departamento de Química da Universidade Regional de Blumenau, SC. rivail@furb.br

³ bióloga, mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC. E-mail: raquelkraisch@yahoo.com.br.

⁴ bióloga, mestre em engenharia ambiental, pesquisadora do Laboratório de Biomonitoramento, da Universidade Regional Integrada - URI, Erechim - RS.

⁵ bióloga pela Universidade Regional de Blumenau, ex-bolsista PIPE-FURB Art. 170

⁶ químico, mestre em química, coordenador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Blumenau da Universidade Regional de Blumenau

1 INTRODUÇÃO

O aumento da população implica no aumento da produção de alimentos, que nas condições atuais, está associada ao aumento do consumo de agroquímicos, visando esta finalidade. Estes agroquímicos podem ser transferidos aos corpos de águas superficiais e subterrâneos. Eles são substâncias utilizadas na agricultura para controle das doenças, pragas e plantas invasoras nas culturas (Filizola *et al.* 2002).

As conseqüências indesejáveis que advém do uso dos agroquímicos existem e, entre estas, podemos citar resíduos destes no solo, ar e água (Molozzi, 2006), nos tecidos vegetais (Lima, 2005) e animais e, como decorrência destruição de microorganismos do solo, efeitos prejudiciais sobre organismos não-alvo, mortalidade de insetos benéficos e presença de resíduos em alimentos, além da contaminação ocupacional (Dores e De-Lamonica-Freire, 1999).

O Brasil está entre os maiores consumidores de agroquímicos do mundo. Os mais utilizados são herbicidas (58% do total), inseticidas (13%) e fungicidas (11%). Durante todo o ano de 2001, o Brasil utilizou 158,7 mil toneladas de agroquímicos para uma área de 50,7 milhões de hectares de área plantada, gerando uma média de 3,13 kg/ha. (IBGE, 2005).

Pesquisas têm demonstrado que as concentrações de agroquímicos que atingem os corpos de água são, geralmente, baixas, em parte devido à baixa solubilidade dos produtos em água e também devido ao efeito da dispersão (Hubner *et al.*, 2002).

O destino dos pesticidas no ambiente é governado por processos de retenção (absorção e adsorção), de transformação (decomposição e degradação) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação, escoamento superficial) e por interações desses processos (Spadotto *et al.*, 2005).

Lavorenti *et al.* (2003) assim como Spadotto (2002), cita que os principais processos de transporte dos pesticidas são a lixiviação, o escoamento superficial e a volatilização.

A lixiviação é a principal forma de transporte no solo das moléculas não-voláteis e solúveis em água. As moléculas movimentam no perfil do solo juntamente com água por uma diferença de potencial da água em dois pontos, podendo as moléculas estacionarem na subsuperfície assim como atingirem o lençol freático. Fatores que influenciam na lixiviação são as propriedades dos pesticidas utilizados, a quantidade de precipitação e a textura e estrutura do solo. O escoamento superficial é a movimentação do agroquímico ao longo da superfície do solo até os rios. Os principais fatores que influenciam neste tipo de transporte são as características climáticas, geográficas e dos padrões de uso. A volatilização é o processo que distribui a molécula do pesticida das superfícies do solo, da planta ou da água para a atmosfera. Os processos físico-químicos do pesticida e do ambiente são os fatores que influenciam neste tipo de transporte (Lavorenti *et al.*, 2003).

O objetivo principal deste trabalho foi realizar um estudo da ocorrência de agroquímicos em águas superficiais em seis municípios localizados na bacia do rio Itajaí/SC. Estes municípios possuem como fonte de renda a agricultura.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para a realização do estudo é a parte superior da bacia do Itajaí, abrangendo os municípios de Agronômica, Alfredo Wagner, Aurora, Ituporanga, Pouso Redondo e Trombudo Central. Estes municípios foram selecionados por apresentarem produção agrícola, fazendo uso então, de agroquímicos. A bacia hidrográfica do rio Itajaí situa-se na vertente Atlântica, do Estado de Santa Catarina. A área da bacia é de 15.000 km². A região onde foram realizadas as coletas é caracterizada por cidades de pequeno porte, com solo rural utilizado para agropecuária e florestas.

Foram delimitados sete pontos amostrais (Figura 1) dentro dos quais se compreendem as sub-bacias dos rios Itajaí do Oeste, Itajaí do Sul, Rio das Pombas e Rio Trombudo.

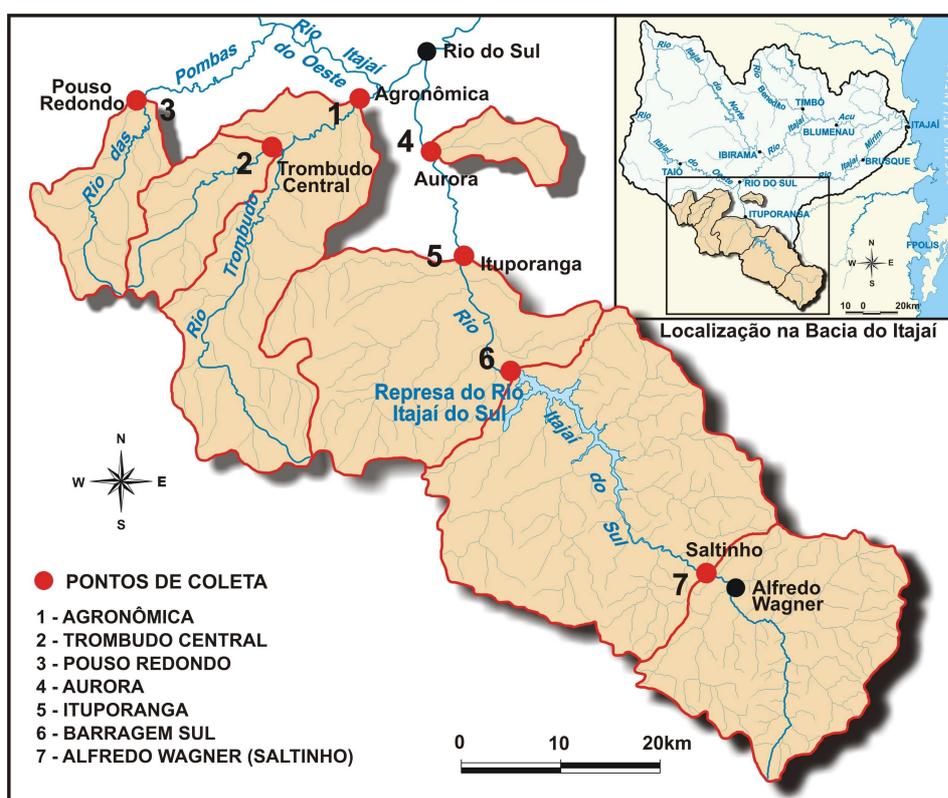


Figura 1: Pontos de coleta

Através da figura 2, observa-se a grande variedade de tipos de solos da região, sendo que há predominância do tipo de solo argiloso.

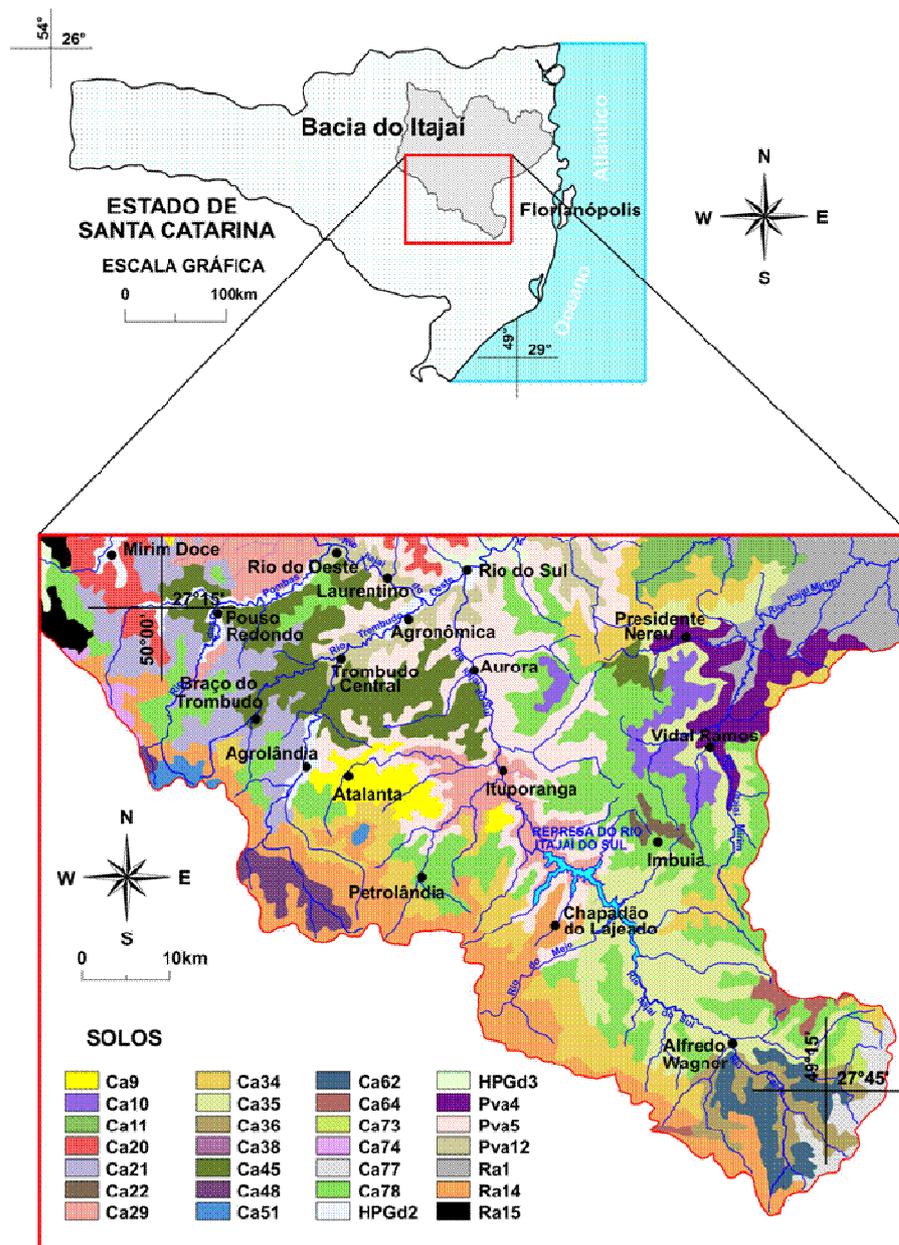


Figura 2: Tipos de solo da área de estudo

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo compreendeu duas etapas distintas. A primeira etapa consiste na coleta das amostras de águas de rios e a segunda etapa compreende o tratamento analítico das amostras em laboratório.

Para a realização do estudo foram definidos 7 pontos de amostragens. As coletas foram mensais e ocorreram de dezembro de 2004 a março de 2007. Contudo as análises cromatográficas que já foram realizadas compreendem apenas amostras dos anos de 2004, 2005 e 2006 (sendo que nem todas as sete amostras correspondentes a cada mês foram analisadas) tendo sido analisadas 106 amostras.

3.1 Coleta e preservação da água

As coletas foram realizadas, com a garrafa de Van Dorn, sendo coletado cerca de 2 litros de águas, as quais são transportadas para análise do laboratório do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Blumenau, pertencente à Universidade Regional de Blumenau.

No laboratório, foi realizada a limpeza dos materiais que foram levados a campo com acetato de etila e álcool, para que não haja nenhum tipo de contaminação das amostras. Antes de colocar as amostras nos recipientes, estes foram lavados por três vezes com a mesma água da amostra, assim como os recipientes que serviram para retirar as amostras.

As amostras foram colocadas em garrafas “PET”, as quais, após a coleta, foram acondicionadas em uma caixa de isopor. Em laboratório, as amostras permaneceram na geladeira, a mais ou menos 4° C, ou congeladas até a realização das análises.

3.2 Reagentes e químicos

Os solventes, acetonitrila, acetato de etila e metanol são Grau Pesticida e foram adquiridos junto a Carlo Erba. O ácido fosfórico e o etanol são Grau Análise, sendo adquiridos junto à MERCK. Toda a vidraria utilizada no laboratório foi devidamente limpa de acordo com o uso. O padrão utilizado para a determinação dos agroquímicos quinclorac, metsulfuron metílico, 2,4 – D e pirazosulfuron foram obtidos junto a SUPELCO. As colunas *BAKERBOND spe octadecyl* (C₁₈) foram adquiridas junto a J.T. BAKER.

3.3 Extração dos agroquímicos

Os agroquímicos que foram analisados são quatro: quinclorac, metsulfuron metílico, 2,4 – D e pirazosulfuron. Todos são herbicidas utilizados na agricultura.

Houve a utilização de duas metodologias no presente estudo. Foi utilizada uma metodologia de extração líquido-líquido, no período de 2004 a 2005, e, outra metodologia de extração sólido-líquido, no período de 2006 a 2007.

3.3.1 Extração líquido – líquido

Para a extração líquido-líquido foi utilizada a metodologia estabelecida por Hernández-Romero *et al.* (2004) para análise de herbicidas em águas. Sendo que as análises foram realizadas no laboratório de química da Universidade Regional de Blumenau.

Das amostras coletadas em campo, foram filtrados 200 mL em um Funil de Büchner. As amostras foram filtradas, com um papel filtro faixa preta. Passou-se para um funil de separação, onde foram colocados 20 mL de éter etílico e hexano na proporção 6:94. A fase orgânica separada

foi transferida para um erlenmeyer contendo 5g de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4). O extrato restante, fase aquosa, foi recolocado no funil sendo adicionados 20 mL de uma solução de éter etílico e hexano 15:85.

A fase orgânica foi adicionada ao erlenmeyer que já continha sulfato de sódio e a fase orgânica da primeira extração. A fase aquosa foi passada novamente para o funil e adicionada uma solução de éter etílico e hexano 50:50. A fase orgânica foi adicionada ao erlenmeyer e a fase aquosa foi descartada em frasco especial para rejeito inorgânico líquido. O conteúdo líquido do erlenmeyer foi transferido para um balão de fundo redondo para ser reduzido a 10 mL no evaporador rotativo na velocidade 4 (60rpm) e temperatura de 30°C.

O extrato foi passado para uma coluna com 10 cm de florisil e 2 cm Na_2SO_4 . Eluiu-se com 40 mL de solução de éter etílico e hexano 6:94, 30 mL de solução de éter etílico e hexano 15:85 e 20 mL de solução de éter etílico e hexano 50:50, sendo, posteriormente, levado para o evaporador rotatório.

Ao material resultante, foram adicionado 5 mL de acetonitrila. Transferiu-se quantitativamente para um balão volumétrico de 5 mL, passando-se posteriormente para um *vial* de 5mL. O extrato final foi acondicionado sob refrigeração 4°C \pm 3°C até a análise cromatográfica.

3.3.2 Extração sólido – líquido

O procedimento utilizado na extração sólido-líquido dos agroquímicos em estudo nas águas envolveu a técnica proposta pela EPA (Environmental Protection Agency) 608/8080 constante no *BAKERBOND application notes* da J.T.Baker Corporation. A técnica envolve o uso de uma estação de extração montada no laboratório, com a utilização de colunas *BAKERBOND spe octadecyl* (C_{18}). O rendimento de extração dos agroquímicos em estudo utilizando esta metodologia situa-se entre 80% a 120%.

Uma etapa importante consistiu na limpeza dos instrumentos e vidrarias utilizados para a extração. O primeiro passo foi realizar uma filtração simples com a amostra de água. Para a extração de agroquímicos foram utilizadas colunas J.T. Baker, *BAKERBOND spe*TM. Inicialmente a coluna foi condicionada com 3 ml de acetato de etila, 1 ml de metanol e 1 ml de água destilada. Em seguida passou-se toda a amostra (1L de água) por esta coluna condicionada, com auxílio de bomba de vácuo. Após o término da passagem da água pela coluna deixou-se seca-lá no vácuo por 15 minutos.

A recuperação dos agroquímicos presentes nas amostras foi realizada com a adição de 0,5 mL de acetato de etila, sendo recuperado em balão volumétrico de 1 mL onde o volume final será ajustado com acetato de etila, sendo finalmente passado para um Vial e mantido em freezer até análise.

3.4 Análise cromatográfica

Foi utilizado um Cromatógrafo Líquido Varian® ProStar 230, com um detector UV-Vis ProStar 310 com um comprimento de onda de trabalho de 280nm. As condições analíticas foram: coluna: C18 (250 x 4,6 mm, filme 5µm), os solventes utilizados foram: Metanol (A), água acidificada com ácido fosfórico 0,05M (B), acetonitrila (C). O fluxo dos solventes foi regulado como segue: no início, 0% de A, 75% de B e 25% de C, sendo mantidos por 20 minutos onde as condições mudaram para: 0% de A, 30% de B e 70% de C. No final, a composição dos solventes ficou: 0% de A, 0% de B e 100% de C. A pressão máxima foi de 400 atm e a mínima de 6 atm. A taxa de fluxo foi de 1 mL/min e o volume injetado foi de 20 µL.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo foram analisadas 106 amostras. A presença de herbicidas somente foi detectada no mês de dezembro de 2004 e no mês de dezembro de 2005. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos nas análises de agroquímicos, bem como a data de coleta e a concentração de resíduos de agroquímicos encontrada nos municípios.

Tabela 1- Resultados das análises de resíduos de agroquímicos, com as datas e concentrações.

Pontos de coleta	Concentração (µg L ⁻¹)	Dezembro 2004	Dezembro 2005
Agronômica	2,4 - D	74,5	nd
	Pyrazosulfuron-etil	23	nd
	Quinclorac	33,5	nd
Pouso Redondo	2,4 - D	34,8	nd
	Pyrazosulfuron-etil	nd	nd
	Quinclorac	nd	nd
Aurora	2,4 - D	nd	3,81
	Pyrazosulfuron-etil	nd	nd
	Quinclorac	nd	48,84

nd – não detectado

Observa-se que em Agronômica e Aurora foram encontrados resíduos dos herbicidas 2,4-D e quinclorac, sendo que em Agronômica também foi encontrado resíduo de pyrazosulfuron-etil. Segundo Noldin *et al.* (2005) os resultados dos trabalhos de monitoramento da qualidade de água desenvolvidos em Santa Catarina, pela Epagri, em parceria com a Embrapa, mostraram a presença de resíduos de alguns agroquímicos utilizados nas lavouras de arroz. Dos herbicidas monitorados, os detectados com maior frequência foram o quinclorac, 2,4-D e oxadiazon.

As concentrações de quinclorac para o ano de 2004 e 2005 (33,5 e 48,84 $\mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente), encontradas nesta pesquisa ficaram acima dos valores encontrados por Deschamps *et al.* (2003), onde monitorando sete bacias hidrográficas em Santa Catarina, verificaram que as concentrações de quinclorac variaram de 1,13 a 24,7 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Em Pouso Redondo, foi encontrado resíduos de 2,4-D, na concentração de 34,8 $\mu\text{g L}^{-1}$. Kraisch (2006), verificando a ocorrência de resíduos de herbicidas em águas subterrâneas (poços freáticos), os quais são utilizados para consumo humano, no município de Pouso Redondo, encontrou resíduos de pyrazosulfuron-etil na concentração de 1,15 $\mu\text{g L}^{-1}$. Esta mesma molécula também foi encontrada em poço freático no município de Aurora na concentração de 0,87 $\mu\text{g L}^{-1}$. Este herbicida utilizado na cultura de arroz na região.

De acordo com CEPI - Centro de Epidemiologia da Secretaria do Estado da Saúde do Paraná citado por Mattos (2001), os agroquímicos aparecem em segundo lugar como causa de intoxicação humana. Nos anos de 1993 e de 1994, foram registrados cerca de 1141 e 1059 casos, respectivamente. Os agroquímicos estão entre os principais responsáveis pela ocorrência de câncer de estômago.

Trabalhos realizados por Marchezan *et al.* (2005) mostram que das 48 amostragens realizadas no rio Vacacaí-Mirim, 30 foram no período de cultivo do arroz. Observaram que 52% das amostras apresentaram a presença de pelo menos um herbicida. Sendo que os herbicidas presentes em maior quantidade de amostras foram clomazone e quinclorac, sendo que 73 e 100% das amostras contaminadas com estes produtos foram observadas na época de cultivo da cultura. Considerando-se apenas as amostras contaminadas, as médias obtidas foram 0,5, 0,9, 0,6 e 0,3 $\mu\text{g L}^{-1}$, para clonazone, quinclorac, bentazone e 2,4-D, respectivamente.

No Rio Grande do Sul Mattos *et al.* (2003), monitorando as águas de lavouras cultivadas no sistema de plantio pré-germinado, no município de Rio Grande, em duas safras agrícola, revelaram a ocorrência de resíduos em seis das 46 amostras analisadas. Os produtos detectados foram: quinclorac (18,3 a 23,8 $\mu\text{g L}^{-1}$), carbofuran (5,31 $\mu\text{g L}^{-1}$), oxadiazon (6,67 a 7,73 $\mu\text{g L}^{-1}$).

Trabalhos realizados por Primel *et al.* (2005), avaliando o potencial teórico da lixiviação e o risco de poluição das águas por herbicidas, utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central de Rio Grande do Sul, dividiu os agroquímicos entre aqueles que podem ser transportados dissolvidos em água e os que podem ser transportados associados aos sedimentos. O quinclorac apresenta um potencial médio em relação a esse parâmetro, enquanto o 2,4-D possui um baixo potencial de poluição de água de superfície. Quanto ao transporte no sedimento em suspensão, o herbicida 2,4-D apresenta baixo potencial de poluição de águas de superfície, e o quinclorac um potencial médio de poluição dessas águas. Os autores enfocam que a conjunção de altas doses de

herbicidas aplicados, o alto potencial de lixiviação e solos com baixa capacidade de retenção sugerem uma situação de alto risco dos herbicidas para o meio ambiente.

As concentrações detectadas dos pesticidas analisados ficaram acima do limite máximo permitido pela Diretiva Européia de qualidade das águas, que estabelece $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ para todos os pesticidas individualmente em águas para consumo humano. No Brasil, a Resolução nº 357/2005 do CONAMA estabelece padrão de qualidade (concentração máxima) na água para o herbicida 2,4-D. Os limites são $4,0 \mu\text{g L}^{-1}$, para as águas de Classe 1 e, $30,0 \mu\text{g L}^{-1}$ para as águas de Classe 2 e 3. A Portaria nº 518 de 26/03/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões potabilidade das águas, define que a concentração permitida para o herbicida 2,4 D é de $30,0 \mu\text{g L}^{-1}$. Ambas as portarias, no entanto, não definem o padrão da concentração da molécula pyrazosulfuron e quinclorac. Do mesmo modo, as concentrações dos herbicidas encontrados ficaram acima das concentrações encontradas quando comparadas com trabalhos realizados no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Trabalhos realizados por Tamanaha *et al.* (2003) sobre a toxicidade dos agroquímicos utilizados na cultura do arroz no Vale do Itajaí, SC indicaram que quinclorac possui toxicidade acentuada para microalga *Chorella pyrenoidosa*, com CE_{50} de $1,267 \text{ mg/L}$, mostrando que este agroquímicos pode comprometer a vida dos produtores primários aquáticos.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que em apenas em 3 amostras (2,83%) houve a presença de agroquímicos.

Destas amostras:

- Em nenhuma foi encontrado a molécula de metsulfuron – metílico;
- Nas três amostras foram encontradas concentrações de 2, 4 – D;
- Das três amostras, em apenas uma (dezembro de 2004 em Agrônômica) foi encontrado a molécula de pyrazosulfuron – etil;
- Em duas amostras (Pouso Redondo e Aurora) foi encontrada a molécula de quinclorac;
- Apenas uma das concentrações encontradas de 2,4 – D (Aurora – $3,81 \mu\text{g L}^{-1}$) ficou abaixo da concentração permitida pela legislação brasileira.
- As concentrações das moléculas encontradas ficaram acima dos valores permitidos pela União Européia.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao CNPq Processo 470736/2005-6 pelo financiamento, a CAPES pela bolsa do terceiro autor e, ao Programa de Iniciação Científica PIPE-FURB Art. 170, pela bolsa ao quinto autor.

BIBLIOGRAFIA

DESCHAMPS, F.C.; NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. (2003) “*Resíduos de agroquímicos em águas nas áreas de arroz irrigado em Santa Catarina*” in Anais Simpósio Brasileiro de Arroz Irrigado, Balneário Camboriu.

DORES, E.F.G.C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E.M. (1999) “*Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático*” Pesticidas: Rev. Ecotoxicologia e Meio Ambiente.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; SANS, L. M. A. *et al.* (2002) “*Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guairá*” Pesq. Agropec. Bras., v..37, n.5, pp.659-667.

HUBNER, A.; BACH, M.; FREDE, H. G. (2002) “*Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs*” Agriculture, Ecosystems & Environment. v.20, p.191-204.

IBGE (2005) Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente 2002, Rio de Janeiro, IBGE, 382 p.

KRAISCH, R. (2006) “*Avaliação da Contaminação por Agroquímicos nas Águas Subterrâneas da bacia do Itajaí/SC*” Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J.B. (2003) “*Comportamento de pesticidas em solos – fundamentos*” in Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.3.

LIMA, C.V.S. (2005) “*Avaliação da ocorrência de agroquímicos nas diferentes estruturas da planta de arroz (Oryza sativa L.)*” Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Regional de Blumenau-FURB.

MACHADO, A.E.; NOLINAS, A. (2003) “*A gestão de recursos hídricos no Brasil: Conceitos e propostas*” in. BALARINI, O.F.O. Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão das águas. Porto Alegre. EDI PUCS.

MARCHEZAN, E.; ZANELLA, R.; AVILLA, L.A. *et al.* (2005) “*Ocorrência de herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado na bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, durante a safra 2004/05*” in anais 26 Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Santa Maria. SOSBAI.

- MATTOS, M.L.T.; DESCHAMPS, F.C.; PETRINI, J.A. (2003) “*Monitoramento Ambiental de Pesticidas em Águas de Lavoura de Arroz Irrigado no Sistema Pré-Germinado*” in anais 25 Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Balneário Camburiú, Epagri. pp.697-699.
- MOLOZZI, J. (2006) “*Avaliação quantitativa e qualitativa das águas utilizadas na cultura do arroz irrigado em áreas produtoras da bacia do Itajaí/SC*” Dissertação Universidade Regional de Blumenau.
- NOLDIN, J.A.; EBERHARDT, D.S. (2005) “*A realidade ambiental e a lavoura orizícola brasileira*” in: anais 26 Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Santa Maria. SOSBAI.
- PRIMEL, E.G.; ZANELLA, R.; SCHERER, M.H. et al. (2005) “*Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul: Predição Teórica e Monitoramento*” Química Nova. v.28. pp. 605-609.
- SPADOTTO, C.A. (2002) “*Screening method for assessing pesticide leaching potential*”. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba, v. 12, pp. 69-78.
- SPADOTTO, C.A.; GOMES, M.A. F.; MATALLO, M.B.; LUCHINI, L.C. (2005) “*Previsão da lixiviação do herbicida tebuthiuron no solo e estimativa da concentração em águas subterrâneas em área de recarga do aquífero Guarani*” in Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM. In: ZOBY, J.L.G.; OLIVEIRA, F.R. (Equipe técnica). Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- TAMANAHA, M. da S.; RESGALL JR., C.; RÖRIG, L.R. et al. (2003) “*Avaliação da toxicidade de seis agroquímicos utilizados na cultura do arroz irrigado em teste de inibição de crescimento alga*”. In: Anais 25 CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3. e REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO,.Balneário Camburiú, Epagri. pp. 714 -716.