

AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA UTILIZANDO BIOENSAIOS COM *Daphnia magna* EM ÁGUA DE LAVOURA DE ARROZ NO MUNICÍPIO DE MOSTARDAS, RS, BRASIL.

Thelma Duarte Brandolt^{1*}, *Eduardo A. Lobo*²

¹ Pós-graduação em Licenciamento Ambiental e Desenvolvimento Sustentável – UNISC/ Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.

² Departamento de Biologia e Farmácia da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC/ Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.

* E-mail: thelmaduarte@bol.com.br

Recebido em 21 de agosto de 2010.

Aceito em 23 de setembro de 2010.

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar a toxicidade aguda da água proveniente dos canais de uma lavoura orizícola irrigada pela Lagoa dos Patos, na localidade de Mostardas/RS, através da utilização de bioensaios com o organismo teste *Daphnia magna*. Foram escolhidos 3 locais de amostragem: um próximo ao ponto de captação da água (P1); um na saída de uma área de plantio (P2), e outro no dreno de retorno da água para a Lagoa dos Patos (P3). As coletas foram realizadas em três momentos do ciclo produtivo: antes, durante e após a irrigação, correspondendo aos meses de Novembro de 2007, Janeiro e Março de 2008. Os testes foram realizados no Laboratório de Ecotoxicologia da UNISC, seguindo a norma técnica ABNT 12713. Após 48 horas de exposição aos efluentes, observou-se o número de indivíduos imóveis por concentração e calculou-se a porcentagem de imobilidade. O resultado do teste foi expresso pela Concentração Efetiva Inicial Mediana - CE(I)50 48h, que corresponde à concentração da amostra que causou efeito agudo a 50% dos organismos. Os resultados indicaram, nos diferentes locais de coleta e estágios de manejo da lavoura, uma baixa toxicidade para este bioindicador, ou mesmo ausência de toxicidade, uma vez que apresentaram uma CE(I) 50 48h superior a 75% na escala de toxicidade relativa, de acordo com o sistema de monitoramento estabelecido durante o ciclo de produção. Neste sentido, visando à corroboração dos mesmos, sugere-se o aumento da periodicidade do desenho experimental, bem como a realização das coletas em período mais próximo da aplicação dos agroquímicos.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Arroz. Agrotóxicos. Ecotoxicologia aguda. *Daphnia magna*.

1 Introdução

Importante corpo d'água do Rio Grande do Sul, a Lagoa dos Patos, maior do Brasil e segunda maior da América Latina, tem aproximadamente 240 km de comprimento, 40 km de largura e uma superfície de 10.144 km². Disposta paralelamente à costa Atlântica do Estado, possui uma única saída para o Oceano Atlântico, localizada em seu extremo meridional, na cidade de Rio Grande. Recebe uma contribuição de águas doces de áreas de drenagem que cobrem a metade do Estado e tem como fontes primárias de entrada de água as bacias do Lago Guaíba, e em um menor grau, do Rio Camaquã [1]. Toda a margem leste da Lagoa é recortada por fazendas onde predomina a orizicultura, recebendo assim, todo o efluente proveniente desta atividade.

A espécie *Oryza sativa*, à qual pertence a grande maioria das variedades de arroz cultivadas no mundo, é integrante da família *Poaceae*, presente principalmente nos países em desenvolvimento e desempenha importante papel socioeconômico. No Brasil, o maior produtor de arroz é o Estado do Rio Grande do Sul, representando praticamente a metade do

cultivo nacional e, aproximadamente, 25% da produção de toda a América Latina [2].

O licenciamento ambiental para orizicultura é previsto em Legislação Federal, através da Resolução 237 de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (FEPAM), por sua vez, classifica a lavoura de arroz irrigado como atividade de alto potencial poluidor, enquadramento creditado ao grande volume de água usado para irrigação e à possibilidade de descarte de água com resíduos de fertilizantes e agroquímicos utilizados nos ciclos de irrigação e de drenagem [3].

Em função do comprometimento ambiental dos ecossistemas receptores do efluente orizícola, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água utilizada na cultura do arroz. Nesse sentido, os bioensaios detectam as respostas dos organismos face às alterações ambientais [4]. Dentre os distintos biomonitoramentos existentes, o ecotoxicológico estuda o impacto potencialmente deletério de substâncias ou compostos químicos que constituem poluentes ambientais sobre organismos vivos, avaliando a toxicidade e os riscos de poluentes em laboratório e no meio ambiente [5].

Neste contexto, a presente pesquisa objetivou avaliar a toxicidade aguda das águas de irrigação e de drenagem oriundas dos canais de uma lavoura orizícola banhada pela Lagoa dos Patos, na localidade de Mostardas/RS/ Brasil, através da utilização de bioensaios com o organismo teste *Daphnia magna* STRAUS, 1820 (Cladocera, Crustacea).

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição do Local e Método de Coleta

O Município de Mostardas, no litoral sul do RS, situa-se no istmo formado pela Lagoa dos Patos e Oceano Atlântico, na microrregião metropolitana de Porto Alegre. Apresenta uma área estimada de 1.984 km² e uma população de aproximadamente 12.500 habitantes, sendo em torno de 60,3% urbana e 39,7% rural. A produção do arroz é destaque econômico na região, sendo que a área plantada é de aproximadamente 33.000 ha⁻¹ ano [6]. A lavoura orizícola escolhida para o estudo situa-se no 4º Distrito: Dr. Edegaro Pereira Velho.

Quanto ao manejo da área de estudo, cerca de 30 dias antes do plantio aplicou-se o inseticida Fipronil em tratamento de semente. Através do sistema convencional, cerca de 150 ha de arroz das variedades BR-IRGA 409, IRGA 417, IRGA 416 e em torno de 70% de IRGA 422 CL, foram plantados de 25/10/07 a 05/11/07. A densidade de semeadura ficou em torno de 100 a 150 kg ha⁻¹. Através de pulverização terrestre com trator, foram aplicados 1,5 L ha⁻¹ do herbicida Imazethapyr com vazão de 100 L ha⁻¹ de calda, de 12 a 17/11/07. A irrigação iniciou a partir desta data. O arroz permaneceu cerca de 20 dias no primeiro banho, houve uma pausa na irrigação por 3 a 4 dias para redução do nível de água por evaporação, então, a irrigação foi retomada e só findou em 22/02/2008.

Nesta lavoura orizícola foram estabelecidos três locais de coleta (Figura 1), representados como P1, P2 e P3, sendo P1: o canal de entrada da água vinda da Lagoa dos Patos para lavoura; P2: um canal na saída de uma área plantada e P3: o dreno de retorno da água para a Lagoa, após a passagem pela lavoura.

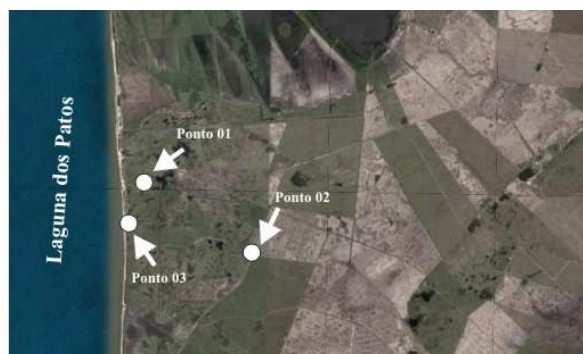


Figura 1: Pontos de coleta do efluente proveniente de lavoura orizícola no 4º Distrito Dr. Edegaro Pereira Velho, Mostardas/RS.

Uma vez que outras propriedades despejam seus efluentes na Lagoa, a determinação destes pontos foi necessária para que pudesse ser estabelecida uma comparação entre a carga tóxica que entra na lavoura e a que sai dela, verificando o impacto do lançamento do efluente desta propriedade no corpo hídrico.

A amostragem contemplou um ciclo orizícola, uma vez que foram realizadas coletas nos três pontos antes, durante e após a irrigação, nas datas de: 03.11.2007, 27.01.2008 e 10.03.2008.

As coletas consistiram na captação da água dos referidos pontos em garrafas de plástico (PET) de 500 mL, que foram devidamente identificadas e preservadas temporariamente em campo, em um recipiente térmico com gelo. As amostras foram congeladas e assim permaneceram até o momento de realização dos testes no Laboratório de Ecotoxicologia da UNISC.

2.2 Metodologia de Cultivo e Teste

Os organismos-teste foram cultivados seguindo os procedimentos metodológicos descritos na norma ABNT 12713 [7]. O cultivo foi realizado em 10 lotes, utilizando beakers de 2L, cada um contendo 1L de meio de cultura com 25 a 30 indivíduos fêmeas. Diariamente, os lotes foram alimentados com cultura algácea, sendo utilizada a alga *Senedesmus subspicatus*. As culturas foram mantidas a 20°C e em fotoperíodo de 16 horas dentro de uma germinadora. Uma vez por mês os indivíduos foram testados em nível de sensibilidade com dicromato de potássio, visando assegurar a qualificação dos testes de toxicidade. Para a realização dos testes, os neonatos (2 a 26 h de idade) foram expostos a soluções contendo o efluente. A partir da amostra foram preparadas cinco diluições e um controle, sendo que as diluições foram realizadas com precisão volumétrica, utilizando-se progressão geométrica de razão 1/2.

2.3 Processamento da Informação

Para calcular a CE(I)50 48h (Concentração Efetiva Inicial Mediana – concentração da amostra no início do ensaio que causa efeito agudo a 50% dos organismos expostos em 48h nas condições de ensaio) foi utilizado o método estatístico Trimmed Sperman-Karber Method para dados não paramétricos. [8]. A partir dos resultados das determinações da CE(I)50 48h foi utilizada uma escala de toxicidade relativa, conforme mostra a Tabela 1 [9].

Tabela 1. Escala de toxicidade relativa para CE(I)50 48h (%) com *Daphnia magna*.

Percentil	CE(I)50 48h (%)	Toxicidade relativa
25°	< 25%	Extremamente tóxica
75°	50-75%	Medianamente tóxica
	>75%	Pouco tóxica

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Testes de sensibilidade

De dezembro de 2007 a junho de 2008, os testes de sensibilidade com dicromato de potássio obtiveram valores de CE(I)50 24h dentro da faixa recomendável por padrões internacionais, de 0,6 a 1,7 mg L⁻¹, validando os referidos testes.

3.2 Testes Ecotoxicológicos

Os resultados dos testes ecotoxicológicos expressos como CE(I) 50 48h, nos pontos e datas de coleta, encontram-se na Tabela 2 e Figura 2. De forma geral, observa-se que todas as amostras analisadas, nos diferentes locais de coleta e estágios de manejo da lavoura, enquadraram-se como pouco tóxicas, uma vez que apresentaram valor superior a 75% na escala de toxicidade relativa.

Tabela 2. Valores da CE(I) 50 48h, nos três pontos de coleta nas datas I (03.11.2007), II (27.01.2008) e III (10.03.2008), utilizando bioensaios com *Daphnia magna*.

Datas de Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Coleta I	ST	77,1%	ST
Coleta II	95%	98,3%	ST
Coleta III	95%	ST	ST

ST: Sem Toxicidade.

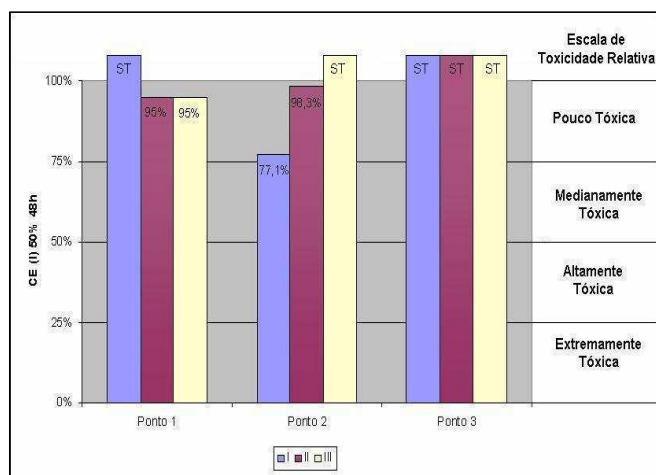


Figura 2: Histogramas dos valores da CE(I) 50 48h, nos três pontos de coleta nas datas I (03.11.2007), II (27.01.2008) e III (10.03.2008), utilizando bioensaios com *Daphnia magna*, incluindo a escala de toxicidade relativa (ST: Sem Toxicidade).

Tendo em vista que, em um mesmo período de avaliação, cada ambiente de amostragem passa por diferentes interferências, é necessário que os resultados provenientes de

cada um dos locais de coleta sejam comparados em seqüência, ou seja, durante o decorrer do ciclo produtivo.

Conforme a Figura 3, o ponto 1 (P1), canal periódico de transporte de água da Lagoa dos Patos para a lavoura, durante a coleta I (CI) encontrava-se apenas com pequenas poças remanescentes de água, uma vez que ainda não estava ocorrendo bombeamento para irrigação. Devido a baixa profundidade encontrada no local pré-estabelecido, a coleta teve que ser realizada neste canal cerca de 200 m a montante, onde havia maior volume hídrico, provavelmente, remanescente da safra anterior e de precipitações. Nesse caso, justifica-se a ausência de toxicidade atestada pela CE (I) 48h de 100%.

Na CII, o P1 encontrava-se com abundância de água, pois a lavoura estava sendo irrigada. A CE (I) 48h de 95% sugere que, em termos de toxicidade, a água advinda da Lagoa dos Patos, neste momento, não apresentava toxicidade significativa à vida aquática. Na CIII a CE (I) 48h manteve o percentual de 95%, representando baixa toxicidade. O canal apresentou alteração com relação ao seu nível de água, reduzido em decorrência do término da irrigação.



Figura 3: Ponto de amostragem (P1) nos três momentos de coleta durante o ciclo produtivo, respectivamente: CI, CII e CIII.

O P2 (Figura 4) é um canal que conduz a uma área cultivada, permanentemente inundado, apenas com variações de vazão e vegetação. Cabe ressaltar que este local de amostragem é compartilhado com propriedades lindeiras, das quais não se possui conhecimento da fase produtiva em que se encontravam em cada coleta, assim como dos agroquímicos utilizados, quantidades, forma de aplicação, entre outros fatores que podem ter contribuído nos valores obtidos, interferindo conseqüentemente, no alto desvio-padrão verificado (CV = 13.9%), comparativamente aos outros pontos de coleta.

Na CI, a lavoura encontrava-se na fase do plantio das sementes, que 30 dias antes haviam recebido tratamento com o inseticida Fipronil. Nesta fase, o P2 obteve uma CE (I) 50 48h de 77,1%, a menor entre as resultantes, apesar de ainda enquadrar-se como de baixa toxicidade, aproximando-se de um nível mais elevado na escala de toxicidade adotada, o medianamente tóxico. A pulverização de inseticidas por produtores vizinhos, por exemplo, pode ter sido um fator agravante, pelo sinergismo das concentrações e pela própria técnica de pulverização que, uma vez aliada a fortes chuvas ou ventos, propicia ampla propagação e contaminação da água e do solo.

Na CII, a aplicação do herbicida Imazethapyr havia sido feita via pulverização terrestre na propriedade em estudo. A

análise do efluente do P2, nesta época, resultou em CE (I) 50 48h de 98,3%, considerado pouco tóxico. Esta coleta foi realizada dois meses após a aplicação do herbicida, prática seguida pelo início da irrigação. Uma avaliação sobre a persistência do Imazethapyr na lâmina de água, concluiu que a partir de 40 dias da aplicação já não foi detectada a presença do herbicida, o que mostra a necessidade de um manejo adequado da água e a contenção da mesma na lavoura, ao menos no período em que estejam presentes resíduos de pesticidas na água de irrigação, para que mananciais hídricos e áreas adjacentes às lavouras não sejam contaminados [10].

Na CIII, a cultura já estava pronta para colheita. O P2 apresentou CE (I) 50 48h de 100%, caracterizando ausência de toxicidade, condição que poderia ser atribuída ao distanciamento da data de aplicação dos agroquímicos. Deve ser ressaltada nessa fase, a forte incidência de vegetação no local



Figura 4: Ponto de amostragem (P2) nos três momentos de coleta durante o ciclo produtivo, respectivamente: CI, CII e CIII.

O P3 (Figura 5) é um drene por onde a água das plantações retorna para a Lagoa dos Patos. É sinuoso e sempre alagado, variando seu nível conforme a época. Repleto de vegetação ciliar e macrófitas, destacando-se o *Junco* e *Aguapés*. Há notável presença de peixes, inexistentes nos outros locais de amostragem.



Figura 5: Ponto de amostragem (P3) nos três momentos de coleta durante o ciclo produtivo, respectivamente: CI, CII e CIII.

Todos os ensaios referentes ao P3 resultaram em um CE (I) 50 48h de 100%, caracterizando ausência de toxicidade.

Tendo em vista o manejo da área de estudo, descrito na metodologia, no mês de outubro de 2007 houve tratamento das sementes com inseticida Fipronil e no mês de novembro de 2007 a pulverização terrestre do herbicida Imazethapyr. Portanto, nos três momentos de coleta (03.11.2007; 27.01.2008 e 10.03.2008), a propriedade já havia passado por algum destes tratamentos químicos.

Importante seria haver uma aproximação entre a aplicação do produto químico e a coleta das amostras para

efetivamente verificar se a presença de vegetação aquática no drene de retorno à Lagoa pode estar colaborando como um filtro natural para descontaminação *in situ* de resíduos de produtos químicos, evitando o despejo de efluente contaminado, conforme sugerem estes resultados. Sabe-se que o estabelecimento de uma área tampão, formada por vegetação natural, entre o campo agrícola e os reservatórios de água naturais serve de barreira para contaminações [11].

A Classe Toxicológica dos agroquímicos deve servir de alerta para os cuidados a serem tomados no manuseio, estocagem e, principalmente, no manejo da água de irrigação das lavouras de arroz. O inseticida Fipronil encontra-se na classe II, é considerado altamente tóxico. O herbicida Imazethapyr, na classe III, é considerado mediamente tóxico. Essa informação coincide com os resultados encontrados na área da lavoura, uma vez que a análise da amostragem posterior a aplicação do agroquímico considerado mais perigoso, o Fipronil, obteve valor mais elevado do que a da análise que sucedeu a aplicação do Imazethapyr, CE (I) 50 48h de 77,1% e 98,3%, respectivamente.

No Brasil, são poucos os trabalhos desenvolvidos para a avaliação conjunta da toxicidade de inseticidas e herbicidas utilizados nas lavouras de arroz irrigado, limitando a previsão de possíveis efeitos antagônicos, aditivos ou sinérgicos que podem ocorrer entre misturas de produtos, prática comum nas condições de campo da cultura do arroz irrigado, uma vez que o uso conjugado de agroquímicos, especialmente de inseticidas e herbicidas, pode resultar em efeitos sinérgicos sobre a biota aquática e alterar a toxicidade original até mesmo de produtos com baixo risco ecológico [12].

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que os ensaios de toxicidade realizados com *D. magna* nas amostras de água avaliadas apresentaram baixa toxicidade ou não apresentaram efeito tóxico para o organismo-teste, de acordo com o sistema de monitoramento estabelecido, no período específico que incluiu um ciclo de produção. Neste sentido, visando à corroboração dos mesmos, sugere-se o aumento da periodicidade do desenho experimental, bem como a realização da coleta das amostras mais próxima do período de aplicação dos agroquímicos.

ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT, USING BIOASSAYS WITH *Daphnia magna*, OF THE WATER IN RICE FARM, MUNICIPALITY OF MOSTARDAS, RS, BRAZIL.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the acute toxicity of the water from the channels of rice fields irrigated by the Lagoa dos Patos, in the town of Mostardas, RS, through the use of

bioassays with the test organism *Daphnia magna*. Three sampling locations we selected: one near the point of water catchments (P1), an output of an area planting (P2), and another on the drain water return to the Patos Lagoon (P3). Samples were collected at three times during the production cycle: before, during and after irrigation, corresponding to the months of November 2007, January and March 2008. The tests were performed at the Laboratory of Ecotoxicology of UNISC, following the technical standard ABNT 12713. After 48h, the number of immobile individuals for concentration was observed, and from these data the percentage of immobility was calculated. The test result is expressed in Median Initial Effective Concentration - CE (I) 50 48h, which corresponds to the sample concentration at the beginning of the test, which causes acute effect of 50% of exposed organisms. The results indicated, in different sampling sites and stages of crop management, a low toxicity for this biological indicator, or even absence of toxicity, since it showed an EC (I) 50 48h more than 75% in the range of toxicity relative, according to the monitoring system established, an specific period that included the production cycle. In this sense, aimed at corroborating the results, it is suggested to increase the frequency of experimental design and conduct the sampling closer to the period of agrochemicals application.

Keywords: Water Quality. Rice. Agrotoxics. Acute Toxicology. *Daphnia magna*.

REFERÊNCIAS

- [1] TOLDO, E.E., et al. Journal of Coastal Research, Vol. 16, nº 3, p. 816-822, 2000.
- [2] Site oficial sobre a orizicultura, organizado pelo Instituto Rio Grandense de Arroz Irrigado. Disponível em : <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20070822101515.pdf>. Acesso em: 30/10/2008.
- [3] CHOMENKO, L. Conflito de usos entre recursos naturais e agricultura irrigada. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO, 1, 1997, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: FARSUL, 2003, CD-ROM.
- [4] GOLDSTEIN, E.G. *Procedimento para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes*. São Paulo: CETESB, 1990.
- [5] BOHRER, M.B. *Biomonitoramento das lagoas de tratamento terciário do sistema de tratamento dos efluentes líquidos industriais (SITEL) do pólo petroquímico do Sul, Triunfo, RS, através da comunidade zooplancônica*. 1995. 469 f. Tese (Doutorado em Ciências) – UFSCar, São Paulo. 1995.
- [6] Site oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGe. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/municipios/dados.php?tab=b5&codmun=1250&uf=43&descricao=Mostardas>. Acesso em: 26/06/2010.
- [7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro, 2004.
- [8] HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Burlington Research Inc. Fci. Tecnol. Vol. 7, nº 11, p. 114-119, 1979.
- [9] LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. Avaliação da qualidade de águas doces continentais base em algas diatomáceas epilíticas: Enfoque metodológico. p. 277-300. In: TUCCI, C. E. M. & MARQUES, D. M. (Org.), Avaliação e Controle da Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. P. 277-300. 2000.
- [10] Site oficial sobre a orizicultura, organizado pelo Instituto Rio Grandense de Arroz Irrigado. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20080130091117.pdf>. Acesso em: 02/07/2008.
- [11] Site oficial da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Disponível em: http://www.cnpaf.Embrapa.Br/publicacao/circulartecnica/circ_74.pdf. Acesso em: 20 set. 2008.
- [12] TOMITA, R.Y., BEYRUTH, Z., FONTES, A.F.A. Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo, Vol. 71, p. 1-749, 2004.