Estudos de
BIOLOGIA Ambiente e Diversidade

ARTIGO ORIGINAL

Toxicidade do sedimento em áreas próximas a curtumes

Toxicity of sediments in areas near tanneries

Nara Regina Terra[1], Ilda Rosa Feiden[2]

Recebido: 18/08/2013
Received: 08/18/2013

Aprovado: 12/11/2013
Approved: 11/12/2013

Resumo
Poluentes persistentes lançados no leito dos rios retornam ao sistema trófico danificando os organismos que o integram. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos sedimentos de áreas localizadas junto a curtumes e impactadas por múltiplos contaminantes. Para isto foram desenvolvidos ensaios crônicos (21 dias), semiestáticos utilizando *Daphnia magna* como organismo-teste. Foram expostos 520 indivíduos, a amostras coletadas entre maio de 2001 e março de 2002, para avaliar alterações na sobrevivência e na reprodução destes microcrustáceos. Como ambiente para o desenvolvimento dos testes foram utilizados sedimento e meio de cultivo M4 na relação de 1 : 4 (v : v), dispostos em béqueres de 50 mL. Cada béquer recebeu um microcrustáceo (LC 50-24h = 0,97 mg . L-1 K2Cr2O7 ± 0,04 mg . L-1) totalizando dez réplicas por amostra. Os ensaios foram desenvolvidos em condições controladas de iluminação (16h luz diárias) e temperatura (20 ± 2 °C). A reprodução dos microcrustáceos em amostras dos rios Cadeia e Feitoria foi inferior ao esperado, em todas as amostragens, o mesmo ocorrendo com as amostras de seus afluentes. O Teste de Duncan mostrou variação na reprodução ($p < 0,05$) tanto nos rios quanto em seus os afluentes. Os dados indicam presença de toxicidade crônica no ecossistema avaliado.
Palavras-chave: Ensaios crônicos. *Daphnia magna*. Ecotoxicidade.

Abstract
Persistent pollutants released into riverbeds return to the trophic system, damaging living organisms thereof. The objective of this work was to assess the quality of riverbed sediments in areas located near tanneries to investigate the impact of anthropic activity. To that end, semi-static, chronic assays (21 days) were developed using Daphnia magna *as test organism. A total of 520 individuals were exposed between May-01 and March-02 to assess the changes observed in the survival and reproduction of these microcrustaceans. As substrate for the development of the tests, river sediment and M4 culture medium were used in a 1 : 4 ratio (v : v) into 50 mL beakers. Each beaker received one microcrustacean (LC 50 - 24h = 0.97 mg . L-1 K2Cr2O7 ± 0.04 mg . L-1), in a total of ten replicates per sample. The tests were developed under controlled light conditions (16h photoperiod 16h light / 8h dark) and temperature (20 ± 2 ºC). Reproduction in both Cadeia and Feitoria rivers was lower than expected in all samples, the same occurring with samples from their tributaries. Duncan Test showed variations in reproduction ($p < 0,05$) in the rivers as well as in their tributaries. The data indicate the presence of chronic toxicity in the assessed ecosystem.*

***Keywords**: Chornic assays.* Daphnia magna. *Ecotoxicity.*

Doi: 10.7213/estud.biol.36.086.AO07

Disponível para download em: www.pucpr.br/bs

Estud Biol. 2014 jan/jun 36(86):65-77

Sob licença
Creative Commons

1 Mestre em Ecologia, Técnico II da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM), Porto Alegre, RS, Brasil, e-mail: nara.terra@ufrgs.br

2 Graduação em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul Farmacêutica, (CNPq - ATP-A, Processo n0 371743/2009-5), e-mail: ilda.feiden@hmv.org.br

Introdução

Os rios Cadeia e Feitoria, localizados no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, são afluentes do Rio Caí, tributário do Lago Guaíba, que constitui importante formação hídrica para a capital do estado e arredores. Estes rios recebem influência de polo metal-mecânico e curtumes que lançam dejetos em seus afluentes. As atividades relacionadas ao beneficiamento e ao manuseio do couro estão maciçamente presentes na área de estudo e possuem elevado potencial poluidor. Os metais pesados e substâncias tóxicas de origem antrópica retidos podem ser liberados devido à variação da correnteza ou das atividades biológicas locais, constituindo-se em importante fonte de disponibilização de contaminantes para a massa d'água.

Bioensaios constituem ferramentas valiosas na avaliação do ambiente visando a preservação e/ou recuperação do ecossistema e da qualidade da vida humana. A utilização de amostras de sedimento com este objetivo tem aumentado, sendo suas respostas aplicadas quando o objetivo é o conhecimento da qualidade dos recursos hídricos.

O microcrustáceo *Daphnia magna* responde bem em testes de exposição ao sedimento (Gillis *et al.*, 2005; Terra*et al.*, 2007), pois indivíduos desta espécie com idade superior a 48h, escavam a superfície do sedimento mobilizando substâncias depositadas (Suedel *et al*., 1996). A metodologia aplicada permite identificar ações de poluentes presentes no ambiente e não detectáveis por análises químicas tradicionais. Robinson, Capper e Klaine (2010) enfatizam a importância do hábito alimentar e do tempo de exposição dos organismos às amostras para a detecção destes efeitos. Weltens *et al*. (2000) informam que pequenas doses de contaminantes são suficientes para causar dano em *D. magna*, enquanto Ren *et al*. (2009a; b) relatam que o nível de resposta desta espécie está relacionado ao grau de contaminação ambiental e ao tempo de exposição aos poluentes.

Este trabalho avalia o efeito de xenobióticos em indivíduos de *D. magna* expostas a amostras de sedimento, uma vez que este compartimento acumula metais pesados, como o cromo, originado de indústrias localizadas na área.

Embora *D. magna* seja uma espécie alóctone foi utilizada com sucesso em outros estudos visando à avaliação da qualidade da água e do sedimento do Rio Caí tanto em áreas à jusante, como à montante dos locais avaliados no presente trabalho (Terra *et al*., 2007; Terra & Feiden, 2008; Vargas *et al*., 2008). Alterações na reprodução e na sobrevivência de *D. magna* foram utilizadas como parâmetros de avaliação para caracterizar a área de estudo.

O objetivo do estudo foi acompanhar a evolução da qualidade da área, de acordo com as alterações induzidas no desenvolvimento deste microcrustáceo, fornecendo informações importantes para a fiscalização, planejamento e recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

Materiais e métodos

Descrição dos pontos

As estações de coleta foram identificadas pelas iniciais do nome dos rios (Fei - Feitoria, CAD - Cadeia), seguidas do número indicativo da distância em quilômetros da foz (001 e 004 km). Os demais locais foram identificados pela letra P, por não possuírem denominação própria. Na Figura 1, encontra-se a localização dos pontos, os quais têm suas características e coordenadas geográficas descritas a seguir:

Cad001- (S29°36,25"W51°21,2"): Rio Cadeia, a 1 km da foz, em área influenciada por fontes de contaminação a seu montante, com prevalência de curtumes.

Fei001-(S29°35,34"W51°12,38"): Rio Feitoria, a 1 km da foz, em área influenciada diretamente por curtumes.

Fei004-(S29°34,23"W51°1,35"): Rio Feitoria, 4 km à montante dos demais locais deste estudo, porém sujeito a ação de agrotóxicos, devido à presença de pequenas propriedades rurais.

P1- (S51°05'30,26"W29°34'44,69"): Situado no município de Dois Irmãos a 50 m do lançamento de efluente de curtume, em córrego afluente ao rio Feitoria.

P2- (S51°09'42,23"W29°34'40,26"): Localizado no município de Ivoti, em efluente de curtume que chega ao rio Feitoria.

P3- (S51°09'48,06"W29°34'47,32"): Situado no mesmo município, em afluente do Rio Feitoria, a jusante de lançamento de curtume.

P4- (S51°10'17,08"W29°34'32,84"): Localizado em Ivoti, em córrego formado apenas por efluente de curtume que deságua no Rio Feitoria.

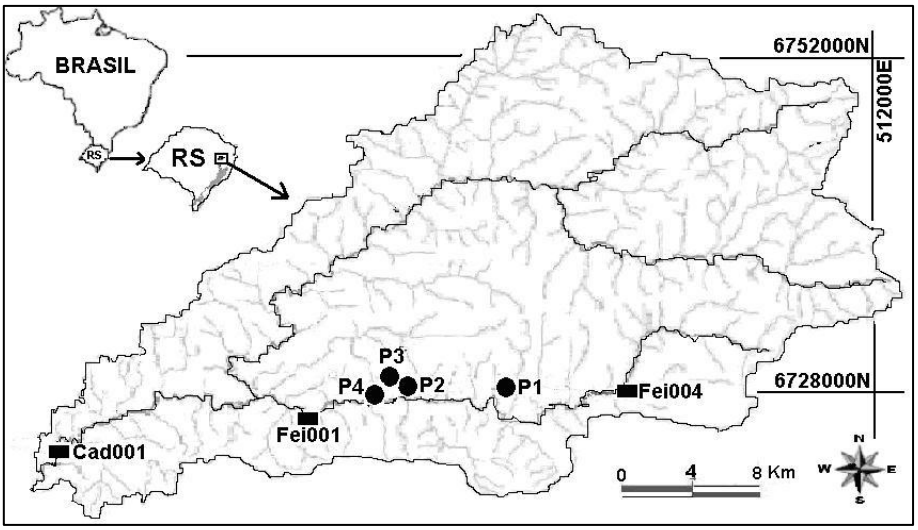

Figura 1. Localização dos pontos de amostragem na Bacia hidrográfica do rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil.

Amostragem:

Entre maio de 2001 e março de 2002 foram coletadas seis amostras de sedimento em um local do rio Cadeia e em dois locais do rio Feitoria. Além destas, foram coletadas sete amostras de sedimento de quatro afluentes do Rio Feitoria junto a despejos de curtumes (Figura 1). A amostragem foi realizada com draga de Petersen, transportado em gelo até o laboratório e estocado no escuro a 4 ºC por até um mês, visando à sua preservação (Ingersoll *et al*., 1995; Terra *et al*., 2009).

Daphnia magna

Daphnia magna, cladócero de águas continentais constitui importante ferramenta em estudos de avaliação ambiental (Nebeker *et al*., 1984; Nebeker *et al*.1986; Suedel *et al*., 1996; Gillis *et al*., 2005), por ser de fácil cultivo, rápido crescimento e fornecer respostas importantes em curto período de exposição. Cladóceros em geral absorvem compostos tóxicos do sedimento

através da ingestão de partículas uma vez que são filtradores não seletivos tornando-se assim bons indicadores da qualidade do sedimento (Weltens *et al.*, 2000).

Laboratório

Os lotes que forneceram as matrizes foram mantidos em béqueres com valor nominal para 2000 mL, contendo 1000 mL de meio de cultivo M4 e 25 cladóceros, em germinadora programada para 20 °C ± 2 °C e 16h-luz-dia (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 12713, 2009). Foi utilizado M4 por ser um meio que fornece todos os nutrientes necessários para a espécie (Elendt & Bias, 1990). Antecedendo a exposição, os lotes, após a terceira geração, foram submetidos a testes de sensibilidade ao dicromato de potássio, sendo aceitos aqueles que apresentaram LC 50-24h = 0,97 mg . L-1 $K_2Cr_2O_7$ ± 0,04 mg . L-1. Os valores de LC50 -24h foram determinados pelo método Trimmed Spearman-Karbermethod (Hamilton *et al.*, 1977) aplicando o programa de computador Toxstat 1.5.

Bioensaios

Os testes foram realizados com amostras de sedimento bruto (Schuytema *et al.*, 1996; Terra *et al*., 2007), após a remoção com pinça de organismos macroscópicos para evitar interferência nas respostas (Ingersoll *et al*., 1995). Os cuidados com a vidraria seguiram o mesmo tratamento utilizado em trabalhos anteriores (Terra, Lemos, Feiden, & Corrêa, 2001; Terra *et al.*, 2006).

Na semana anterior ao início das observações o sedimento foi distribuído em béqueres (50 mL), cobertos com filme para laboratório e mantidos em geladeira até o início dos testes. No dia anterior à distribuição dos microcrustáceos, foi colocado sobre o sedimento, meio de cultivo M4, na relação de 1 : 4 (v : v), conforme vem sendo utilizado (Burton, 1992; Suedel, Deaver, & Roger, 1996; Terra *et al*., 2006). Testes e cultivos foram mantidos nas mesmas condições, porém em germinadoras separadas para evitar a contaminação. Os ensaios iniciaram com a inclusão de dez microcrustáceos por amostra, distribuídos um a um por béquer. Paralelamente foram conduzidos grupos controles submetidos às mesmas condições dos organismos expostos às amostras, porém apenas com M4.

Os cladóceros foram observados as segundas, quartas e sextas-feiras para mortalidade (ausência total de movimento) e reprodução. Após o registro do número de neonatos por réplica, o meio de cultivo M4 foi substituído por meio recente evitando o rompimento da camada superior do sedimento. Em seguida os dafinídeos adultos foram devolvidos ao béquer de origem e alimentados com alga *Desmodesmus subspicatus* (Chodat, 1926) (10-7células·cm-3) e ração para peixe fermentada, complementada com fermento biológico, seguindo norma nacional (Hegewald e Schmidt, 2000; ABNT, 2009).

Como avaliação estatística dos dados relativos à reprodução, foi aplicado o Teste de Duncan (SPSS for Windows, Versão 9.0.1, SPSS Inc.1999) estabelecendo-se uma comparação entre os locais e entre os momentos das amostragens. Este teste apresenta precisão de respostas quando há igual número de repetições (n = 10) e fornece alto grau de discriminação, informando os resultados semelhantes entre si.

O nível de comprometimento de cada local foi estabelecido considerando a análise estatística, o número de neonatos e a relação sobrevivência/mortalidade. Eram esperados pelo menos 80% de indivíduos vivos ao fim de cada exposição.

Resultados

Os resultados deste estudo são analisados a seguir indicando as alterações observadas nos organismos-teste expostos às amostras de sedimento de cada local.

Afluentes dos rios Cadeia e Feitoria

A reprodução mostrou-se alterada com o número de neonatos abaixo da expectativa em todos os ensaios conduzidos (Figura 2). Comparando o número de nascimentos, observou-se menor geração de cladóceros e maior desvio padrão considerando o número de neonatos nas amostras de sedimento dos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria, em relação ao Controle (Figura 3). A mesma figura aponta ainda para geração semelhante de neonatos entre as amostras e inferior ao Controle.

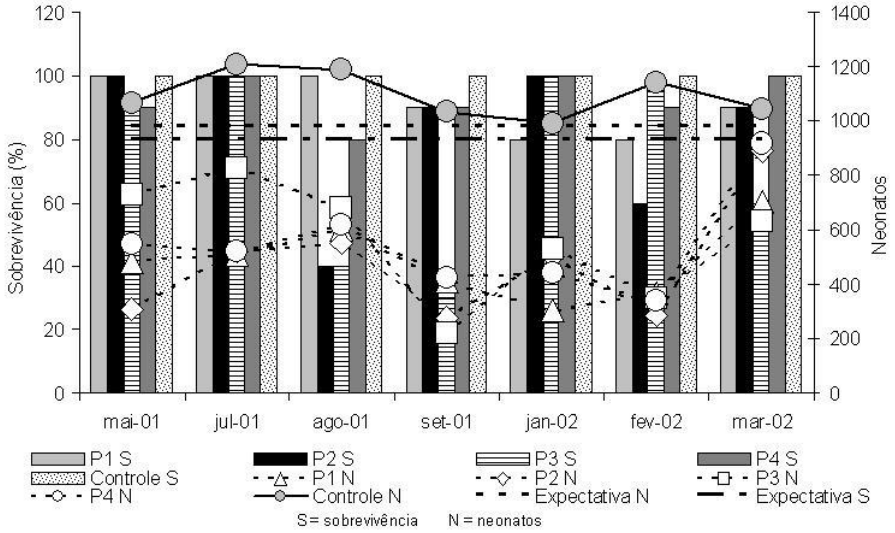

Figura 2. Porcentagem de sobrevivência das matrizes e número de neonatos de *D. magna* em amostras de sedimento dos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria.

Em fevereiro (estação de seca), a diferença do número de nascimentos nas amostras e no controle foi mais acentuada, enquanto que em março a diferença diminuiu (Figura 4). Não foi constatado efeito da sazonalidade entre os resultados.

Na avaliação da toxicidade aguda, é importante salientar que a mortalidade foi elevada em 28% dos ensaios em P2 e em 43% dos ensaios em P3 classificando estas amostras como indutoras de toxicidade aguda. Foi constatado que em P3 sobreviveram menos de 80% das matrizes em três das sete amostragens, com apenas 30% de sobreviventes em setembro de 2001, enquanto que em P1 e P4 a sobrevivência manteve-se dentro do esperado. Ao fim das observações das amostras coletadas em agosto de 2001, P2 e P3 possuíam apenas 40% de cladóceros vivos (Figura 2). Entre as 28 amostras analisadas neste grupo, 5 induziram a mortalidade dos organismos-teste acima da expectativa, correspondendo a 19% das amostragens. Fonte: dados da pesquisa

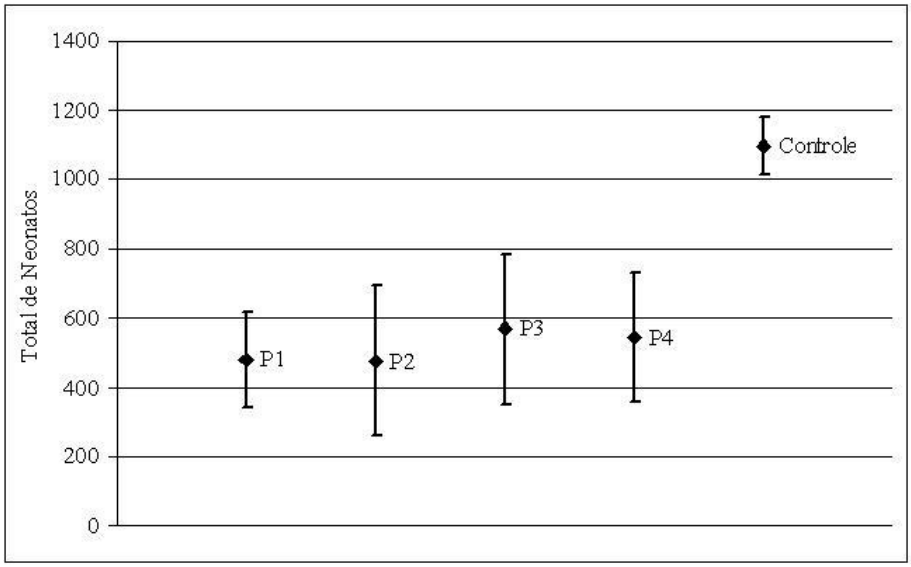

Figura 3. Desvio padrão de neonatos de *Daphnia magna* em amostras de sedimento dos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria, por ponto de amostragem.

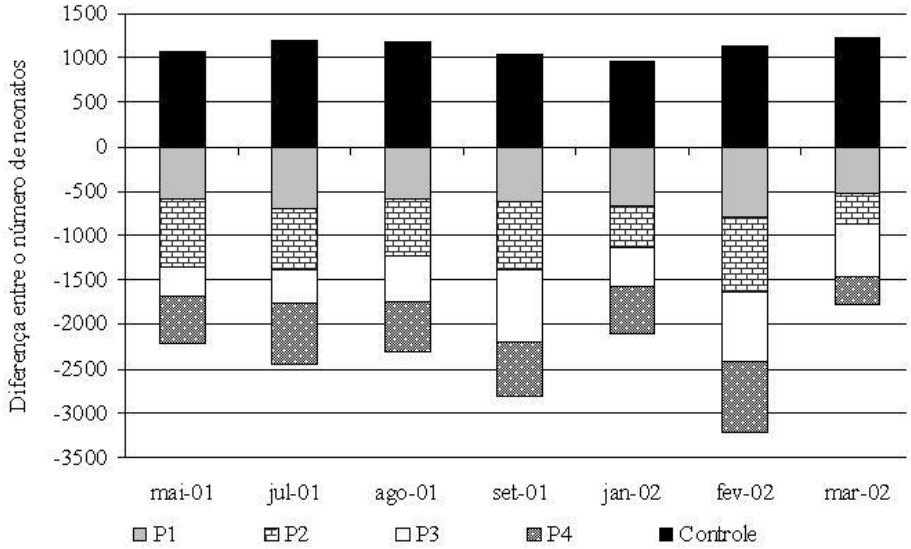

Figura 4. Inibição reprodutiva de *D. magna* exposta a sedimentos dos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria

Embora a mortalidade elevada seja incomum em amostras ambientais, este parâmetro foi considerado, pois a informação indica presença de carga poluidora intensa no ambiente. A amostra de maio de 2001 acusou toxicidade aguda para Fei04 com mortalidade de 100% das matrizes e a de setembro de 2001 para Cad001 com sobrevivência de 60% dos organismos-teste (Figura 5).

A atividade reprodutiva também apresentou respostas alteradas com a formação de neonatos em número inferior ao esperado em todas as amostras. O desvio padrão indicou que a geração de neonatos nas amostras foi semelhante entre os pontos e distantes do Controle, observando-se em Fei004 a maior variação de respostas (Figura 6).

Comparando o número de neonatos gerados no grupo Controle com aqueles gerados nas amostras de sedimento dos rios observa-se maior amplitude de variação nos meses de maio-01 e junho de 2001 (Figura 7).

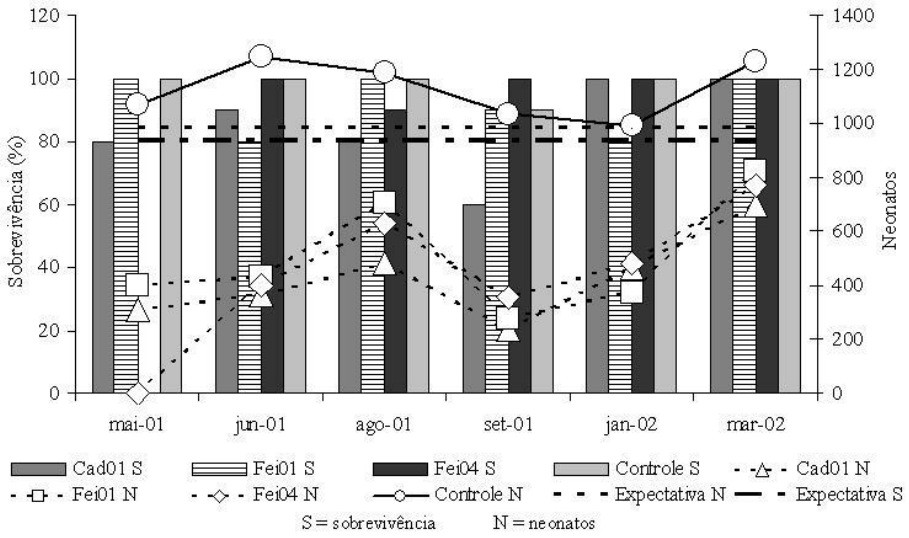

Figura 5. Porcentagem de sobrevivência das matrizes e número de neonatos de *Daphnia magna* em amostras de sedimento dos rios Cadeia e Feitoria.

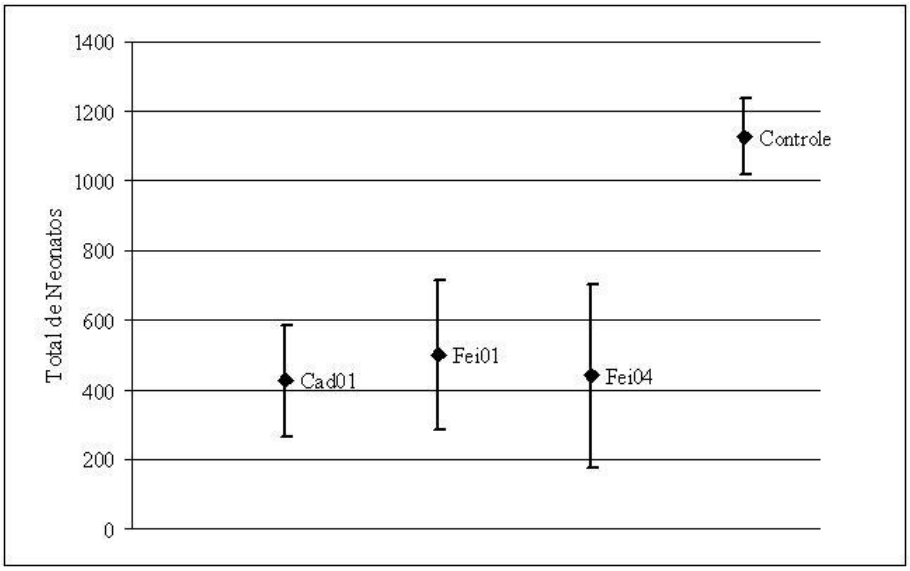

Figura 6. Desvio Padrão do número de neonatos de *Daphnia magna* em amostras de sedimento dos rios Cadeia e Feitoria, por ponto de amostragem.

Utilizando o Teste de Duncan para a comparação de cada ponto ao longo do período de amostragem, observou-se variação nas respostas ($p < 0.05$) tanto nas amostras de sedimento dos rios quanto de seus afluentes, sendo a variação maior encontrada em Fei004 e em P1 locais estes, que formaram quatro grupamentos diferenciados (Tabelas 1 e 2).

O mesmo teste estatístico, quando comparou a geração de neonatos entre os pontos, identificou homogeneidade de respostas em junho e setembro de 2001, janeiro e março de 2002 para as amostras dos rios Cadeia e Feitoria, e nos meses de agosto e setembro de 2001 e fevereiro de 2002 para as amostras dos afluentes destes rios (Tabelas 3 e 4).

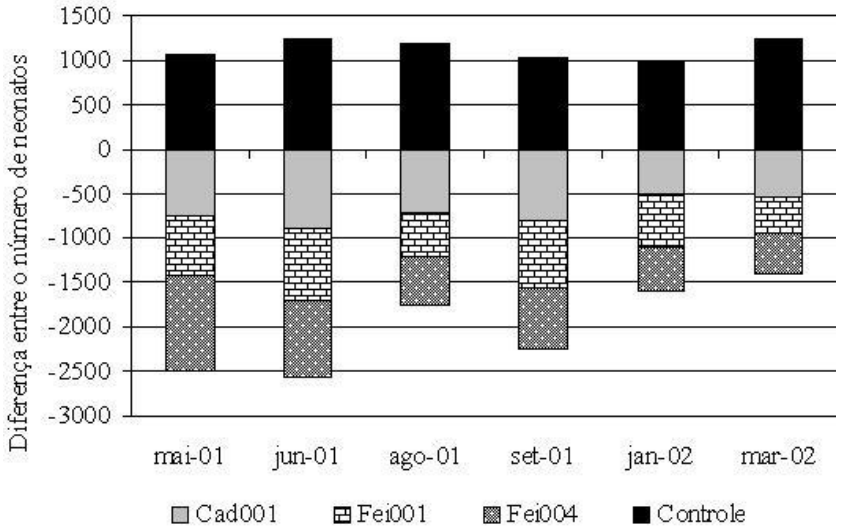

Figura 7. Inibição reprodutiva de *D. magna* exposta a sedimentos dos rios Cadeia e Feitoria (neonatos expostos – neonatos controle).

Discussão

Poluentes persistentes lançados por indústrias ou disponibilizados do leito dos rios retornam ao sistema alterando o equilíbrio ambiental. Este processo interfere nos organismos expostos a amostras destes locais, como observado em dados gerados neste, e em estudos prévios (Terra *et al*., 2006, 2007).

Tabela 1. Comparação das médias reprodutivas entre os meses, por ponto amostrado nos rios Cadeia e Feitoria. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p<0.05$).

Cad001		Fei001		Fei004	
Mês	Média	Mês	Média	Mês	Média
set-01	23,4 [a]	set-01	27,7 [a]	mai-01	0 [a]
mai-01	31,0 [a]	jan-02	37,6 [a,b]	set-01	35,6 [b]
jun-01	36,8 [a,b]	mai-01	39,9 [a,b]	jan-02	37,6 [b]
jan-02	46,9 [b]	jun-01	43,1 [b]	jun-01	39,7 [b]
ago-01	47,9 [b]	ago-01	70,9 [c]	ago-01	63,1 [c]
mar-02	69,7 [c]	mar-02	82,4 [c]	mar-02	77,2 [d]

D. magna são microcrustáceos apropriados para avaliações desta natureza, pois foram identificadas partículas de sedimento no intestino de organismos desta espécie em ensaios realizados com amostras deste compartimento (Gillis *et al*., 2005). Fatores como tamanho do corpo, taxa de crescimento e fases da vida interferem na absorção e excreção de substâncias (Zitko, 1981). A ação destes contaminantes altera as funções orgânicas, desencadeando processos de subnutrição e estresse em cladóceros que ingerem partículas de sedimento contaminado (Cairns *et al.*, 1984). Cowgill, Emmel, Hopkins, Takahashi e Parker (1986) observaram que organismos estressados podem produzir ninhadas menores que aqueles não submetidos a qualquer tipo de pressão. Esta informação encontra-se reforçada neste trabalho, quando 96% das amostras apresentaram pequena produção de jovens. No presente estudo, foram observadas relações entre a resposta dos indivíduos e os locais examinados. A geração de indivíduos por matrizes expostas a amostras de sedimento dos rios Cadeia e Feitoria foi inferior ao esperado em todas as amostragens, o mesmo ocorrendo em 93% das amostras de seus

afluentes. Amostras dos locais de estudo induziram a baixa atividade reprodutiva, além de apresentarem desvio padrão, relativo ao número de neonatos, maior que no Controle.

Tabela 2. Comparação das médias reprodutivas entre os meses, por ponto amostrado nos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0.05$).

P1		P2		P3		P4	
Mês	Média	Mês	Média	Mês	Média	Mês	Média
jan-02	30,3 [a]	fev-02	28,4 [a]	set-01	22,2 [a]	fev-02	34,4 [a]
fev-02	36,5 [a,b]	mai-01	31,0 [a]	fev-02	35,1 [a,b]	jan-02	44,0 [a]
set-01	41,0 [a,b]	jan-02	50,3 [a,b]	jan-02	53,0 [a,b,c]	jul-01	52,0 [a]
mai-01	48,0 [b,c]	jul-01	52,0 [a,b]	mar-02	63,2 [b,c]	mai-01	54,7 [a]
jul-01	51,1 [b,c]	ago-01	54,5 [a,b]	ago-01	68,0 [b,c]	ago-01	61,8 [a]
ago-01	59,7 [c,d]	set-01	56,6 [a,b]	mai-01	73,0 [c]	set-01	61,8 [a]
mar-02	70,1 [d]	mar-02	88,8 [b]	jul-01	82,9 [c]	mar-02	91,6 [b]

Tabela 3. Comparação das médias reprodutivas entre os pontos amostrados nos rios Cadeia e Feitoria. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0.05$).

mai-01		jun-01		ago-01		set-01		jan-02		mar-02	
Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média
Fei004	0 [a]	Cad001	36,8 [a]	Cad001	47,9 [a]	Cad001	23,4 [a]	Fei004	37,6 [a]	Cad001	69,7 [a]
Cad001	31,0 [b]	Fei004	39,7 [a]	Fei004	63,1 [ab]	Fei001	27,7 [a]	Cad001	46,9 [a]	Fei004	77,2 [a]
Fei001	39,9 [b]	Fei001	43,1 [a]	Fei001	70,9 [b]	Fei004	35,6 [a]	Fei001	47,9 [a]	Fei001	82,4 [a]

Tabela 4. Comparação das médias reprodutivas entre os pontos amostrados nos afluentes dos rios Cadeia e Feitoria. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0.05$).

mai-01		jul-01		ago-01		set-01		jan-02		fev-02		mar-02	
Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média	Ponto	Média
P2	31,0 [a]	P1	51,1 [a]	P2	55,1 [a]	P3	22,2 [a]	P1	30,0 [a]	P2	28,4 [a]	P3	63,2 [a]
P1	48,0 [ab]	P4	52,0 [a]	P1	59,7 [a]	P2	27,6 [a]	P4	44,0 [a,b]	P4	34,4 [a]	P1	70,1 [ab]
P4	54,7 [b]	P2	52,0 [a]	P4	61,8 [a]	P1	41,3 [a]	P2	50,3 [b]	P3	35,1 [a]	P2	88,8 [b]
P3	73,0 [c]	P3	82,9 [b]	P3	68,0 [a]	P4	42,8 [a]	P3	53,0 [b]	P1	36,5 [a]	P4	91,6 [b]

O sedimento desta bacia hidrográfica contém metais como Mn, Cr, Zn, Fe, Cu, Ni, Al, Ti, muitos deles ocorrendo naturalmente devido à formação geológica da região (Rodrigues & Formoso, 2006). No entanto, os mesmos autores afirmam que a presença mais elevada do Cr no Rio Feitoria é atribuída à forte influência de curtumes estabelecidos na área. Tanto o cromo quanto o mercúrio foram detectados no curso inferior do Rio Feitoria, sendo o primeiro mais elevado neste que no Rio Cadeia, tendo sido a presença de ambos atribuída aos curtumes (Rodrigues & Formoso, 2006). As alterações reprodutivas encontradas no presente estudo coincidem com a presença do cromo concordando com informações de Tisler *et al.* (2004) em estudo realizado com efluentes de curtumes.

Estudo em água intersticial de Fei001 indicou mutagenicidade significativa tanto no inverno quanto no verão, relacionada à presença de cromo hexavalente (Tagliari, Ceccini, Rocha & Vargas, 2006). Outras pesquisas na mesma região também detectaram cromo hexavalente entre outros metais pesados (Bianchi *et al.*, 1983; De Flora *et al.*, 1984). Análises em *Gymnogeophagus gymnogenys* mostraram que animais residentes em Fei001 sofrem estresse oxidativo hepático semelhante a peixes inoculados com dicromato de potássio (Tagliari *et al.*, 2006). Mortalidade elevada foi observada em 19% das amostragens nos pontos P2 e P3. Evento agudo também esteve presente em Cad001, onde há acumulo de poluentes lançados à montante. Salienta-se que a sobrevivência só é afetada em ambientes que recebem cargas volumosas de poluentes ou que exerçam elevado poder tóxico.

Segundo Rodrigues e Formoso (2006), a concentração do Cr total aumentou no sedimento ao longo do curso dos rios Cadeia e Feitoria, com valores mais elevados em Fei002 (1031 µg . g-1) e Fei001 (782 µg . g-1), sendo estas ocorrências atribuídas à presença de curtumes. Os mesmos autores relatam Cad001 apresentando o valor mais elevado no rio Cadeia (391 µg . g-1). Ressalta-se que a legislação brasileira preconiza o limite de 50 µg .g-1, para as águas desta área (Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, 2005). Em comparação à nascente do rio Feitoria, peixes coletados em Fei001 apresentaram 340% de Hg em relação àqueles coletados em Fei004 (Rodrigues & Formoso, 2006). O trabalho citado considerou que a qualidade da água diminui da nascente em direção à foz, elevando os níveis de contaminantes típicos de curtumes em Fei001 (Rodrigues & Formoso, 2006).

O presente estudo identificou o comprometimento da qualidade ambiental nos dois pontos referidos, Fei001 e Fei004, com alterações na sobrevivência e na reprodução de *D. magna*. Tagliari, Ceccini, Rocha e Vargas (2004) sugerem haver liberação natural de Cr e Hg a partir do sistema geológico local, porém indicam contribuição antrópica na área, pois a concentração destes metais aumenta da nascente para a foz, devido aos curtumes.

Em Cad001, ponto localizado mais a jusante das amostragens, observa-se baixo fluxo da correnteza, com 2,2 m - 3 . s - 1 podendo ainda ocorrer 8% de fluxo inferior (Rodrigues & Formoso, 2006). A lenta correnteza mencionada pode contribuir para a sedimentação de xenobióticos e conseqüente desajuste no desenvolvimento dos organismos-teste, conforme observado. Neste local ocorreu o menor número de matrizes sobreviventes. O baixo número de neonatos e a mortalidade acima do esperado nas amostras deste ponto estão relacionados à qualidade do local.

Sempre que há ruptura da estabilidade da biota, os sistemas naturais necessitam de processo de recuperação, com a adoção de medidas mitigadoras de ação contínua, por longo tempo para garantir que o ecossistema encontre novamente seu equilíbrio. Atualmente os curtumes no Estado obedecem a sistemas de tratamento de efluentes e fiscalização periódica, possuindo inclusive metas de tratamento com prazos a serem cumpridas de acordo com a legislação estadual em vigor.

A toxicidade crônica identificada na área de estudo revela a qualidade preocupante dos corpos hídricos amostrados. Atenção especial deve ser dada aos formadores desta sub-bacia hidrográfica, pois sua qualidade influencia regiões a jusante, incluindo o Lago Guaíba.

Os resultados obtidos utilizando ensaios de longa duração demonstram toxicidade crônica em todas as amostras, evidenciando a necessidade de ensaios crônicos quando o objetivo é avaliar a qualidade do ecossistema. A ação observada no microcrustáceo e o histórico da área induzem a concluir que as alterações foram desencadeadas por ações antrópicas ocorrentes na região.

Agradecimentos

A Equipe de Amostragem da FEPAM e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa ATP-A (Processo nº 371743/2009-5) concedida a Ilda Rosa Feiden.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (2009). NBR 12713. *Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com Daphniaspp (Cladocera, Crustacea)*. São Paulo.

Bianchi, V. *et al.* (1983). Genetic effects of chromium compounds. *Mutation Research, 117*, 279-300.

Burton, G. A., Jr. (1992). Sediment quality assessment. In *Proceedings of the Conference on Assessment and Treatment of Contaminated Sediments in the North Branch Chicago River* (pp. 1-9). Boca Raton, Florida: Lewis Publishers.

Cairns, M. A., Nebeker, A. V., Gakstatter, J. H., & Griffis, W. L. (1984). Toxicity of Cooper-Spiked sediments to freshwater in invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry,3*(3), 435-445. doi: 10.1002/etc.5620030308

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. (2005). Resolução no. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: *Diário Oficial da União*, Poder Executivo. Recuperado de http://www.mma.gov.br

Cowgill, U. M., Emmel, H. W., Hopkins, D. L., Takahashi, I. T., & Parker, W. M. (1986). Variation in chemical composition reproductive success & body weight of *Daphnia magna* in relation to diet. *Int. Revue ges. Hydrobiol*., *71*(1), 79-99. doi: 10.1002/iroh.19860710111

De Flora, S., Bagnasco, M., Serra, D., & Zanacchi, P. (1984). Genotoxicity of chromium compounds. A review. *Mutation Research, 238*, 99-172.

Elendt, B. P., & Bias, W. R. (1990). Trace nutrient deficiency in *Daphnia magna* cultured in standard medium for toxicity testing. Effects of the optimization of culture conditions on the life history parameters of *D. magna*. *Water Research, 24*(9), 1157-1167. doi: 10.1016/0043-1354(90)90180-E

Gillis, P. L., Chow-Fraser, P., Ranville, J. F., Ross, P. E., & Wood, C. M. (2005). *Daphnia* need to be gut-cleared too: The effect of exposure to and ingestion of metal-contaminated sediment on the gut-clearance patters of *D. magna*. *Aquatic Toxicology, 71*(2), 143-154. doi: 10.1016/j.aquqtox. 2004.10.016

Hamilton, M. A., Russo, R. C., & Thurston, R. V. (1977). Trimmed Spearman-Karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environmental Science Technology, 11*(7), 714-719. doi: 10.1021/es60130a004

Ingersoll, C. G. *et al*. (1995). Toxicity and bioaccumulation of sediment-associated contaminants using freshwater invertebrates: a review of methods and applications. *Environmental Toxicology and Chemistry, 14*(11), 1885-1894. doi: 10.1002/etc.5620141110

Nebeker, A. V. *et al*. (1984). Biological methods for determining toxicity of contaminated freshwater sediments to Invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry, 3*(4), 617-630.

Nebeker, A. V., Onjukka, S. T., Cairns, M. A., & Kranczyk, D. F. (1986). Survival of *Daphnia magna* and *Hyalella azteca* in cadmium - spiked water and sediment. *Environmental Toxicology and Chemistry, 5*(10), 933-938.

Ren, Z., Li, Z., Ma, M., Wang, Z., & Fu, R. (2009a). Behavioral responses of *Daphnia magna* to Stresses of chemicals with different toxic characteristics. *Bulletin Environmental Contamination Toxicological, 82*, 310-316.

Ren, Z.-M. *et al*. (2009ba). The avoidance responses of *Daphnia magna* to the exposure of organophosphorus pesticides in an on-line biomonitoring system. *Environmental Model Assess, 14*, 405-410.

Robinson, S. E., Capper, N. A., & Klaine, S. J. 2010. The effects of continuous and pulsed exposures of suspended clay on the survival, growth, and reproduction of *Daphnia magna*. *Environmental Toxicology and Chemistry, 29*(1), 168-175.

Rodrigues, M. L. K., & Formoso, M. L. L. (2006). Heavy metals in recent sediments and bottom-fish under the influence of tanneries in south Brazil. *Water, Air and Soil Pollution, 176*, 307-327.

Schuytema, G. S., Nebeker, A. V., & Cairns, M. A. (1996).Comparison of recirculation static and elutriate aquatic sediment bioassay. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 56*, 742-749.

Suedel, B. C., Deaver, E., & Roger, J. H., Jr. (1996). Experimental factors that may affect toxicity of aqueous and sediment-bound copper to freshwater organisms. *Archives Environmental Contamination Toxicology, 30*, 40-46.

Tagliari, K. C., Ceccini, R., Rocha, J. A. V., & Vargas, V. M. F. (2004). Mutagenicity of sediment and biomarkers of oxidative stress in fish from aquatic environments under the influence of tanneries.*Mutation Research, 561*, 101-117.

Tagliari, K. C., Ceccini, R., Rocha, J. A. V., & Vargas, V. M. F. (2006). Mutagenicidade do sedimento e estresse oxidativo hepático em peixes sob a influência de curtumes. *Journal Brazilian Society Ecotoxicological 1*(1), 57-61.

Terra, N. R., & Feiden, I. R. (2008). Avaliação de amostras de água do rio Caí entre os anos de 1996 e 1997 através de ensaios crônicos com *Daphnia magna* (Crustacea:Cladocera). *Fepam em Revista, 2*(1), 18-25.

Terra, N. R., Feiden, I. R., Fachel, J. M., Moreira, J. S., & Lemke, C. (2007). Chronic assays with *Daphnia magna*, 1820, Straus in sediment samples from Caí River, Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia, 19*(1), 31-39.

Terra, N. R. *et al.* (2009). Ecotoxicological evaluation in an effluent and petrochemical waste disposal area. *Water, Air and Soil Pollution, 202*, 91-107.

Terra, N. R., Feiden, I. R., Moreira, J. S., & Nunes, E. A. (2006). Reproductive inhibition in *Daphnia magna* Straus, 1820, exposed to sediment samples of an area under impact from the petrochemical industry. *Acta Limnologica Brasiliensia, 18*(3), 229-237.

Terra, N. R., Lemos, C. T., Feiden, I. R., & Corrêa, L. M. (2001). Ensaios biológicos na avaliação da qualidade ambiental. In C. E. M. Tucci & D. M. L. M. Marques. (Eds), *Avaliação e controle da drenagem urbana*. (pp. 87-95). Porto Alegre: ABRH.

Tisler, T., Zagaroc-Koncan, J., Cotman, M., & Drole, A. (2004). Toxicity potential of disinfection agent in tannery wastewater. *Water Research, 38*(16), 3503-3510.

Vargas, V. M. F., Migliavacca, S. B., Horn, R. C., & Terra, N. R. (2008). Comparative temporal ecotoxicological study in a river basin influenced by petrochemical industries. *Science of the Total Environment, 392*(1), 79-92.

Weltens, R., Goossens, R., & Van Puymbroeck, S. (2000). Ecotoxicity of contaminated suspended solids for filter feeders (*Daphnia magna*). *Arch. Environmental Contamination Toxicology, 39*, 315-323.

Zitko, V. (1981). Uptake and excretion of chemicals by aquatic fauna. In P. M. Stokes (Ed.), *Ecotoxicology and the aquatic environment* (pp. 67-78). New York: Pergamon Press.