

Avaliação ecotoxicológica em piscicultura no parque estadual da Serra do Mar-SP, Núcleo Itariru

Ecotoxicological evaluation in aquaculture in state park Serra do Mar-SP, Nucleo Itariru

Bruno Galvão de Campos*

Denis Moledo de Souza Abessa*

Mauro Cornacchioni Lopes**

Newton José Rodrigues da Silva***

98

Resumo

O Centro de Pesquisa e Produção de Peixes Nativos de Peruíbe está instalado no núcleo Itariru do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), no Estado de São Paulo, desde 2010. Este trabalho visou avaliar possíveis efeitos de poluição decorrentes da produção de alevinos da espécie *Deuterodon iguape*, a partir de ensaio ecotoxicológico e análises físico-químicas da água. A água foi coletada nos viveiros, sistema de captação, rio a jusante e incubadora de ovos, totalizando 11 amostras. A toxicidade aguda foi avaliada com *Daphnia similis*, seguindo a norma padronizada pela ABNT NBR 12713/2005, e os resultados foram analisados por teste t'-Student. Toxicidade foi observada apenas nos dois primeiros pontos do sistema de abastecimento (captação e nas incubadoras), sugerindo o lançamento de contaminantes a montante, fato corroborado pelas entrevistas com produtores rurais locais, que afirmaram utilizar biocidas nas plantações. Os viveiros, entretanto, apresentaram-se como filtros biológicos, pela ocorrência de processos físicos, químicos e biológicos (metabolização bacteriana), e produziram efluentes não tóxicos. Concluiu-se que essas atividades de piscicultura não parecem representar fonte de contaminação para os corpos d'água da região. Além disso, ensaios ecotoxicológicos constituem ferramenta útil para a avaliação da qualidade ambiental na aquicultura.

Palavras-chave: Aquicultura. Toxicidade. Contaminação Ambiental. *Daphnia*.

Abstract

The Center for Research and Production of Native Fishes of Peruíbe is installed within the Itariru core, Parque Estadual da Serra do Mar. This study aimed to evaluate possible risks of environmental pollution due to the production of fry of native species *Deuterodon iguape*, by means of ecotoxicological assays. Eleven water samples were collected, considering nurseries, water harvesting, river downstream and egg's incubator. Acute toxicity was assessed using tests with *Daphnia similis*, following ABNT NBR 12713/2005 protocol, and the results were analyzed by Student's t'test. Toxicity was detected only in the first two sectors from the farming system, suggesting the release of contaminants upstream, which were confirmed after interviews with local producers. However, farming tanks appeared to function as biological filters, due to the occurrence of physical, chemical and biological (microbial degradation) processes, producing non toxic effluents. We concluded that this fish farm do not represent a source of contamination. Moreover, toxicity tests seem to constitute a tool to evaluate environmental quality in aquaculture.

Keywords: Aquaculture. Toxicity. Environmental Pollution. *Daphnia*.

DOI: 10.15343/0104-7809.20143801098104

* Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ecotoxicologia Aquática (NEPEA) da Universidade Estadual Paulista. E-mail: brunog_campos@yahoo.com.br e dmabessa@clp.unesp.br

** Programa de Pós-Graduação do Instituto de Pesca-APTA-SAA/SP – Governo do estado de São Paulo. E-mail: mauclopes@yahoo.com.br

*** Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Santos-SP, Brasil. E-mail: newtonrodrigues@cati.sp.gov.br

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

INTRODUÇÃO

A fim de reduzir os impactos ambientais causados pelo homem, estratégias de gestão e conservação ambiental vêm sendo adotadas em todo o mundo, e no Brasil, encontram-se embasadas na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA)¹. No intuito de reduzir o desmatamento e proteger remanescentes de mata atlântica² foi criado o Parque Estadual da Serra do Mar, pelo decreto n. 10251/77, em 1997. Grande parte da região rural de Peruíbe está inserida no núcleo Itariru (Parque Estadual da Serra do Mar). Essa categoria de área protegida deve priorizar a conservação dos atributos naturais, com a preservação dos ecossistemas em estado natural com um mínimo de alterações, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (Lei n. 9.985/2000). Porém, em trechos desse núcleo, destacam-se o cultivo de banana e a presença de propriedades voltadas para atividade de agricultura e lazer³, de modo que a presença de moradores e de práticas agrícolas nessa Unidade de Conservação (UC) caracteriza uma situação de conflito, que se estabeleceu no momento de fundação do parque Estadual da Serra do Mar, em 1997, e cujas soluções vêm sendo discutidas ao longo do tempo.

Segundo um levantamento realizado por Sarti⁴, os cultivos e criações mais comuns na região são banana (75%) e mandioca (56%), além da criação de tilápias (21%), galinhas (34%) e suínos (15%). Entretanto, algumas dessas atividades têm sido praticadas de forma potencialmente nociva e conflitante com uma área protegida, sendo importante a realização de estudos visando avaliar potenciais impactos e/ou riscos que podem estar relacionados com cada atividade.

Com o objetivo de apoiar a geração de renda pelos agricultores do município de Peruíbe-SP, com o desenvolvimento de uma atividade que valorize os recursos locais e que se adeque a uma unidade de conservação, em novembro de 2010 foi reativada a Piscicultura Municipal de Peruíbe, com 3.000 m² de área alagada, implantando-se o Centro de Pesquisa e Produção de Peixes Nativos, inserido no núcleo Itariru do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Esse projeto teve iniciativa do Departamento Municipal de Agricultura e

Meio Ambiente da Prefeitura, foi financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e conta com o apoio técnico dos funcionários do Parque Estadual da Serra do Mar, CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), UNESP – Jaboticabal, UNESP – São Vicente, Associação do Núcleo Rural de Peruíbe, Colegiado Territorial do CONSAD (Conselho de Segurança Alimentar e Desenvolvimento) e o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável.

Segundo Bastian⁵, a aquicultura pode ser considerada uma potencial fonte poluidora e de degradação ambiental pela produção de efluentes, invasão de espécies exóticas ou dispersão de patógenos. No caso do Centro de Produção de Peruíbe, onde são utilizados peixes nativos, a questão mais importante a ser avaliada no presente estudo são os efluentes. De acordo com a literatura, na atividade de piscicultura, o arrastamento e as excretas dissolvidas podem ocasionar o acréscimo da carga de nutrientes e arrefecimento do oxigênio, tanto na água como no sedimento⁶. Podem ser citados, ainda nesse rol, resíduos provenientes de tratamentos com antibióticos, biocidas, hormônios e óxido de cálcio. Esses resíduos afetam o ambiente, aumentando a quantidade de matéria orgânica, os níveis de vitaminas e nutrientes e o número de bactérias no sistema, reduzindo, ao mesmo tempo, os teores de oxigênio dissolvido⁷, culminando na eutrofização, aumento da turbidez e bioacumulação de xenobióticos na fauna de corpos d'água naturais⁸.

Ainda não se conhecem os níveis de impacto ambiental causados pelas práticas econômicas da região, nem pelos projetos de piscicultura³. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo verificar a presença de toxicidade nas amostras de água e efluente coletadas em um sistema de produção de alevinos da espécie autóctone *Deuterodon iguape*, popularmente conhecida como lambari, e verificar se tal prática poderia ser viável, sendo praticada no interior de uma área protegida.

MÉTODO

A área de estudo compreendeu a Piscicultura Municipal de Peruíbe (24°11'1.18"S – 47°0'21.07"W). Foram coletadas amostras de

água em 11 pontos que compõem a piscicultura, sendo uma amostra da água de captação (tomada a cerca de 150 m, no Rio do Ouro), uma amostra da água da incubadora de larvas, amostras de cada um dos oito viveiros (V2, V3, V4, V7, V8, V10, V11, V13), que são dispostos com entrada e saída d'água independentes, e uma no canal de escoamento, a jusante do Rio do Ouro, onde se localiza o lançamento do efluente. Essas amostras de água foram coletadas manualmente em 19 de agosto de 2011 a aproximadamente 30 cm da superfície, com garrafas novas de plástico, sendo totalmente preenchidas. No momento da coleta, foi medida a temperatura de cada amostra, utilizando-se um termômetro digital, e em seguida as amostras de água foram armazenadas em caixa com gelo. Em laboratório, foram estocadas em refrigerador a 4 °C, por 15 dias, até o início dos testes. Antes do teste as amostras foram aclimatadas até que atingissem temperatura ambiente (aproximadamente, quatro horas).

Foi escolhido como organismo teste para o teste de toxicidade o microcrustáceo *Daphnia similis* (Richard, 1894), pelos seguintes motivos: os organismos são geneticamente idênticos, o que proporciona maior uniformidade nas respostas dos ensaios; o cultivo laboratorial é fácil e barato; a montagem e o manuseio dos experimentos são simples; os organismos reagem sensivelmente a uma ampla gama de agentes nocivos; a espécie é internacionalmente conhecida como organismo teste e muito utilizada em estudos ecotoxicológicos⁹. Os organismos utilizados nos ensaios foram cultivados no Laboratório de Ecotoxicologia Prof. "Caetano Belliboni", da Universidade Santa Cecília, em Santos-SP. As condições de cultivo seguem aquelas recomendadas na norma ABNT NBR n. 12713¹⁰, sendo utilizada água reconstituída, com pH \approx 7,4, teor de Oxigênio Dissolvido de 11,0 mg/L, teor de nitrogênio amoniacal menor que 0,1 mg/L, dureza de 44 mg/L CaCO₃, condutividade de 160 μ S/cm. O sistema é mantido em câmaras de germinação, a 20 \pm 2 °C, sob fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro, a uma intensidade de cerca de 1000 lux.

O teste de toxicidade aguda foi conduzido conforme a norma ABNT NBR n. 12713¹⁰, o qual constituiu na exposição de 20 organismos

jovens de *D. similis* (neonatos com idade entre 24 e 48h) às águas coletadas nos 11 pontos, divididos em 4 réplicas com 5 animais. Cada réplica consistiu em um tubo de ensaio preenchido com 10 mL de amostra (ou o respectivo controle), ao qual foram adicionados os neonatos de *D. similis*. Como controle, foi utilizada a mesma água reconstituída utilizada no cultivo dos animais. Não houve diluição das amostras, e o experimento foi realizado em câmara de germinação, durante 48 horas, em ambiente escuro e temperatura de 20 \pm 2 °C. Ao final do teste, foram registrados os efeitos agudos (mortalidade), e a análise estatística consistiu na comparação das mortalidades em cada amostra com aquela observada no controle, com base no Teste t'-Student.

No início e no final dos experimentos, foram mensurados parâmetros físico-químicos das amostras de água: pH e Eh (potencial de óxido-redução), com um medidor da marca Orion acoplado com eletrodos específicos; temperatura, por meio de um termômetro de mercúrio; oxigênio dissolvido (OD), com oxímetro da marca Digimed; modelo DM-20, nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁻) e fósforo (PO₄⁻³), com testes de aquário da marca Red Sea¹¹ e amônia, por meio do método colorimétrico de Koroleff¹².

RESULTADOS

Os resultados das análises físico-químicas da água utilizada nos testes de ecotoxicidade aguda encontram-se na Tabela 1, e mostram manutenção de condições consideradas adequadas para *D. similis*^{9,10}. Em todas as amostras (inicial e final), os valores medidos para nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁻) e amônia total (NH₃:NH₄⁺) foram não detectáveis, e por esse motivo essas variáveis não aparecem na Tabela 1.

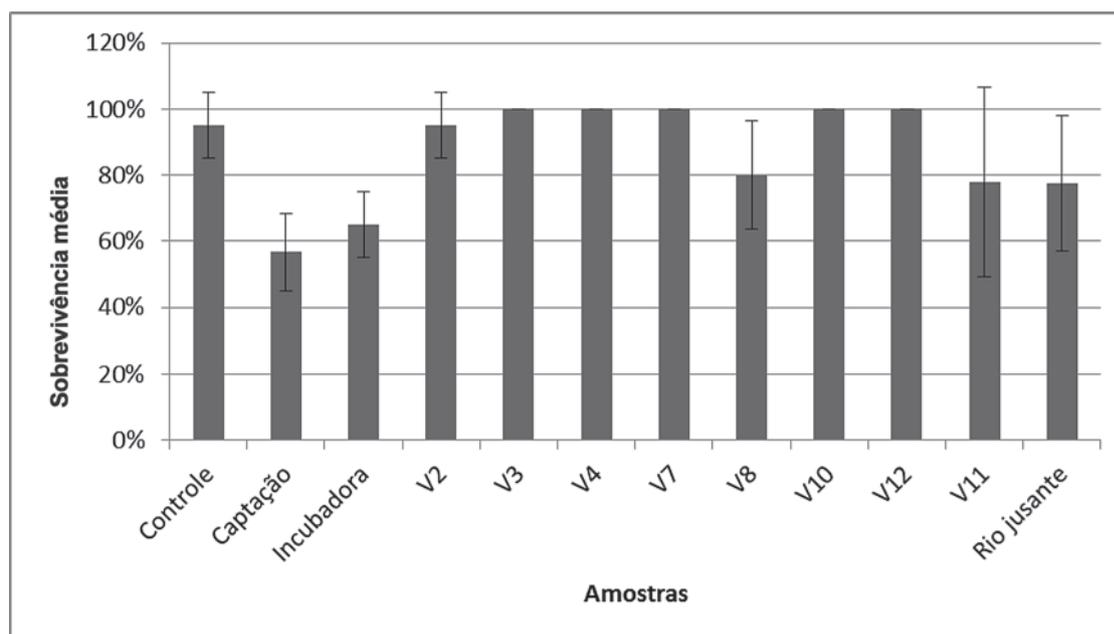
Para o teste de ecotoxicidade aguda, o resultado está representado na Figura 1. A água de captação (p = 0,0011), assim como aquela coletada na incubadora de larvas (p = 0,0027), foram as que apresentaram toxicidade, ou seja, taxas de sobrevivência significativamente mais baixas que o controle. As demais não induziram efeitos agudos sobre *D. similis*.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos finais e iniciais medidos durante o teste com *D. similis*

Amostra	Eh (mv)		pH		OD (mg/l)		PO ₄ (ppm)		Temperatura (C°)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Captação	194,46	194,08	7,96	6,88	6,93	8,27	0,1	nm	23,4	21
Incubadora	194,11	194,16	6,88	7,03	7,86	7,99	0,1	nm	25,7	21
V2	194,22	194,23	7,22	7,12	8,01	8,63	0,1	nm	26,7	21
V3	194,45	194,5	7,64	7,45	13,2	13,05	0,2	nm	27,4	21
V4	194,34	194,3	7,39	7,35	13,2	13	0,5	nm	26,4	21
V7	194,17	194,21	7,2	7,55	7,8	8,62	0,1	nm	28,2	21
V8	91	104	8,45	8	11,9	12,4	0,2	nm	27,5	21
V10	194,73	132	8,17	7,88	13,2	13,45	0,1	nm	26	21
V11	194,71	194,85	8,07	7,44	12,3	13,05	0,2	nm	27,3	21
V13	194,19	194,1	7,2	7,05	6,8	8,2	0,1	nm	26,3	21
Rio Jusante	194,19	194,13	7,1	6,93	7,75	8,62	0,1	nm	23,8	21
Controle	207	201	7,4	7,31	10,2	9,6	0	nm	nm	21

Onde: nm = variável não medida.

Figura 1. Resultado do teste de toxicidade aguda realizado com o organismo *D. similis*, mostrando as sobrevivências médias (e seus respectivos desvios padrão). As amostras da Captação e Incubadora apresentaram toxicidade quando comparadas com o controle (n = 4 réplicas)



(*) indica diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda evidenciaram efeitos somente na água de captação e incubadora de larvas, que são as duas primeiras unidades da criação de lambaris

após a entrada da água no sistema, sendo que a água da captação é coletada no rio e a da incubadora provém de poço (lençol freático). Nas águas coletadas nas unidades seguintes da piscicultura, não se observou toxicidade, assim como na água do rio que recebe o efluente. Tais resultados sugere-

rem, inicialmente, que o efluente produzido pela piscicultura analisada não é tóxico e, consequentemente, a atividade analisada possui baixo poder poluidor. Por outro lado, os dados sugeriram que possivelmente havia algum lançamento de contaminantes à montante do cultivo, causando alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, sendo que os viveiros, nesse caso, funcionariam como filtros biológicos, onde ocorreriam reações físicas (foto-oxidação por luz ultravioleta, precipitação), químicas (oxidação química) e biológicas (decomposição por bactérias e fungos), produzindo um efluente não tóxico na saída da piscicultura.

Considerando a presença de cultivo de bananas na região à montante da captação de água, e que essa atividade pode empregar herbicidas e fungicidas, foram realizadas entrevistas com produtores locais visando identificar o uso de biocidas, tendo sido relatado, informalmente, o uso de duas substâncias: os herbicidas Glifosato e o Carbofuran. O Carbofuran (2,3-di-hidro-2,2-dimetilbenzo-furano-7-yl-metilcarbamato) é um composto com ação inseticida, nematicida e acaricida de amplo espectro, usado em todo o mundo^{13,14}, o qual tem sido reportado como muito tóxico para organismos aquáticos, sendo capaz de afetar invertebrados e peixes^{13,14,15}. O Glifosato (N-fosfonometil-glicina) é herbicida utilizado mundialmente no controle de ervas daninhas¹⁶, sendo especialmente tóxico a formas jovens de peixes. Desse modo, ambos os biocidas possuem potencial para afetar o ambiente e os cultivos. Porém, tanto o Glifosato quanto o Carbofuran são pouco persistentes no ambiente, sendo degradados por processos físicos, químicos e biológicos^{17,18}, processos estes que podem ter sido favorecidos nos tanques do cultivo, de modo que a toxicidade ocorreu somente na captação e nos tanques de larvicultura, onde não há condições para o estabelecimento de processos de degradação, principalmente biológicos. Por exemplo, o Carbofuran é degradado pelos gêneros *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Actinomyces*¹⁹ na coluna d'água e nos sedimentos²⁰.

Como já havia o registro frequente de problemas de intoxicação das larvas de peixes na piscicultura, tais como alta mortalidade e presença de anomalias morfológicas, efeitos indicados na literatura como possíveis quando da poluição

pesticidas, a identificação da toxicidade sugere fortemente que os efeitos observados se devam aos pesticidas aqui reportados, sendo necessários estudos confirmatórios para comprovar a presença de pesticidas nas águas e nos solos da região. De todo modo, para minimizar o problema da possível contaminação dos corpos d'água (e consequentemente do sistema de cultivo) por biocidas oriundos de atividades agrícolas situadas à montante, orientações técnicas foram passadas aos produtores por extensionistas da CATI, por meio de visitas de orientação e curso, visando orientá-los a respeito das restrições existentes em unidades de conservação, e sobre alternativas naturais e não impactantes para substituir o uso de tais biocidas.

Para Glifosato em âmbito nacional, não há limites legais estabelecidos em águas ou solo. A ANVISA²¹ apenas estabeleceu os Limites de tolerância e intervalos de segurança para Glifosato em alimentos. Segundo Amarante Jr, et al²² a toxicidade aguda desse pesticida é considerada baixa, porém a Organização Mundial da Saúde²³ adverte que o herbicida pode causar efeitos crônicos de nascimento em determinadas espécies de animais, quando administrado em doses elevadas e por um período prolongado.

O Carbofuran, por sua vez, tem seu uso proibido nos Estados Unidos e União Europeia desde 2009, devido à sua elevada toxicidade, pode apresentar efeitos bioquímicos, hematológicos, imunológicos, embriológicos, endócrinos, e em elevadas concentrações é letal para o homem²⁴. A utilização de tais biocidas em uma área de proteção ambiental é preocupante, e evidencia a importância do monitoramento, além da necessidade permanente de ações de educação ambiental e capacitação aos produtores.

Ensaio ecotoxicológicos têm sido muito utilizados para o monitoramento da qualidade ambiental, sobretudo na aquicultura^{25,26,27,28,29}, principalmente devido ao seu baixo custo, praticidade e eficácia. Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos²⁸, os ensaios ecotoxicológicos são considerados os melhores métodos para estimar os efeitos de múltiplos contaminantes e determinar o potencial tóxico dos mesmos, principalmente pela capacidade de integrar os efeitos de misturas complexas e

interações contaminantes-fatores abióticos sobre os organismos. Desse modo, sugere-se o uso da abordagem ecotoxicológica para avaliação de impactos ambientais na aquicultura, integrada ou não a outros métodos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a criação de lambaris realizada na unidade considerada parece não representar risco para causar contaminação ambiental e toxicidade nos corpos hídricos do PESH, mostrando-se viável, do ponto de vista da poluição, em uma área protegida. Além disso, foram obtidas evidências sugerindo que a aplicação de biocidas nos cultivos de banana ou em outras culturas

à montante pode ser prejudicial aos ambientes aquáticos, inclusive prejudicando a piscicultura local, conforme reportado pelos pesquisadores que atuam na respectiva piscicultura. Sugere-se a discussão sobre formas de produção que permitam harmonizar os diferentes usos do espaço no local. Por fim, a ferramenta ecotoxicológica mostra-se eficaz na identificação de impactos ambientais, podendo ser utilizada para a avaliação de impactos em atividades de aquicultura.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Ecotoxicologia da UNISANTA, pelo fornecimento dos indivíduos de *D. similis*.

REFERÊNCIAS

1. Mittermeier RA, Fonseca GAB, Rylands AB, Brandon K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. *Megadiversidade*. 2005;1(1):14-21.
2. Arzolla FARDP, Paula GCR, Resende MACS, Brito VS. Contribuição para a discussão sobre a defesa de áreas em Unidades de Conservação da Natureza de Proteção Integral. *Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Unidades de Conservações: Atualidades e Tendências*; 2004 Out 17-21; Curitiba (PR), Brasil. 2004. p. 631-40.
3. Sousa IF, Ferreira LEC, Magini C, Abessa DMS. Percepção ambiental, perfil sócio-econômico e uso e ocupação do solo pela comunidade residente no núcleo Pedro de Toledo – Parque Estadual da Serra do Mar-SP. *Mundo Saúde*. 2006;30(4):570-80.
4. Sarti OAF. Dinâmica de ocupação na área rural de Peruíbe sobreposto ao Parque Estadual da Serra do Mar [monografia]. São Vicente (SP): Universidade Estadual Paulista; 2010.
5. Bastian RK. EPA prefers effluents to be recycled. *Water Farming J*. 1991;28:7-10.
6. Sindilariu PD, Reiter R, Wedekind H. Impact of trout aquaculture on water quality and farm effluent treatment options. *Aquatic Living Resources*. 2009;22(1):93-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/alr/2009009>
7. Rudolph A, Medina P, Urrutia C, Ahumada R. Ecotoxicological sediment evaluations in marine aquaculture areas of Chile. *Environ Monitoring Assessment*. 2009;155(1-4):419-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0444-x>
8. Aure J, Stigebrandt A. Quantitative estimates of the eutrophication effects of fish farming on fjords. *Aquaculture*. 1990;90(2):135-56. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90337-m](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(90)90337-m)
9. Knie JLW, Lopes EWB. Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. Florianópolis: FATMA/GTZ; 2004. 289 p.
10. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp* (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro: ABNT; 2009.
11. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Washington (DC): APHA/AWWA/WEF; 1995.
12. Koroleff F. Determination of nutrients. In: Grasshoff K, editor. *Methods of seawater analysis*. Weinheim: Verlag Chemie; 1976. p. 117-81.
13. Dobšíková R. Acute toxicity of carbofuran to selected species of aquatic and terrestrial organisms. *Plant Protection Sci*. 2003;39(3):103-8.
14. Barbieri E, Moreira P, Luchini LA, Hidalgo KR, Munoz A. Assessment of acute toxicity of carbofuran in *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) at different temperature levels. *Toxicol Ind Health*. 2013;29:1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0748233713484655>
15. Woltering DM. The growth response in fish chronic and early life stage toxicity tests: a critical review. *Aquatic Toxicol*. 1984;5(1):1-21. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0166-445x\(84\)90028-6](http://dx.doi.org/10.1016/0166-445x(84)90028-6)
16. Folmar LC, Sanders HO, Julin AM. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1979;8(3):269-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf01056243>
17. Jiraungkoorskul W, Upatham ES, Kruatrachue M, Sahaphong S, Vichasri-Grams S, Pokethitiyook P. Histopathological effects of roundup, a glyphosate herbicide, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Sci Asia*. 2002;28:121-7.

18. Anton FA, Laborda E, Laborda P, Ramos E. Carbofuran acute toxicity to freshwater algae and fish. *Bull Environ Contam Toxicol.* 1993;50(3):400-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00197200>
19. Ambrosoli R, Nègre M, Gennari M. Indications of the occurrence of enhanced biodegradation of carbofuran in some Italian soils. *Soil Biol Biochem.* 1996;28(12):1749-52. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0038-0717\(96\)00279-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0038-0717(96)00279-9)
20. Trotter DM, Kent RA, Wong MP. Aquatic fate and effect of Carbofuran. *Crit Rev Environ Control.* 1991;21(2):137-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10643389109388412>
21. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública n. 66, de 27 de outubro de 2004. DOU 28 de outubro 2004 [acesso 26 Jan 2013]. Disponível em: <http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP18643-1-01.PDF>
22. Amarante Jr OP, Santos TCR, Brito NM, Ribeiro ML. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Quím Nova.* 2002;25(4):589-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422002000400014>
23. WHO. World Health Organization. 2008 Guidelines for Drinking-water Quality. 3a ed. v. 1 [cited 2010 Dec 20]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf
24. Gupta RC. Carbofuran toxicity. *J Toxicol Environ Health.* 1994;43(4):383-418. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/15287399409531931>
25. Haya K, Burrige LE, Chang BD. Environmental impact of chemical wastes produced by the salmon aquaculture industry. *ICES J Marine Sci.* 2001;58(2):492-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jmsc.2000.1034>
26. Mayor DJ, Solan M, Martinez I, Murray L, McMillan H, Paton GI, Killham K. Acute toxicity of some treatments commonly used by the salmonid aquaculture industry to *Corophium volutator* and *Hediste diversicolor*: Whole sediment bioassay tests. *Aquaculture.* 2008;285(1-4):102-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.008>
27. Yang G, Kille P, Ford AT. Infertility in a marine crustacean: have we been ignoring pollution impacts on male invertebrates? *Aquatic Toxicol.* 2008;88(1):81-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2008.03.008>
28. USEPA. United States Environmental Protection Agency 2002 Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms. Technical Report. 3rd ed. U.S. EPA-821-R-02-014. 2002. 486 p.
29. Damato M, Barbieri E. Estudo da Toxicidade aguda e alterações metabólicas provocadas pela exposição do Cádmio sobre o peixe *Hyphessobrycon callistus* utilizado como indicador de saúde ambiental. *Mundo Saúde.* 2012;36(4):574-81.