UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

MARESSA POMARO CASALI PEREIRA

**Efeitos do agrotóxico Vertimec® 18 EC para o zooplâncton e fitoplâncton:
análises laboratoriais com o produto comercial e amostras de mesocosmos
artificialmente contaminados**

São Carlos - SP

2013

MARESSA POMARO CASALI PEREIRA

**Efeitos do agrotóxico Vertimec[®] 18 EC para o zooplâncton e fitoplâncton:
análises laboratoriais com o produto comercial e amostras de mesocosmos
artificialmente contaminados**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos,
da Universidade de São Paulo, como parte dos pré-requisitos
para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia
Ambiental.

Orientadora: Dra. Clarice Maria Rispoli Botta

São Carlos - SP

2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

C334e Casali-Pereira, Maressa Pomaro
 Efeitos do agrotóxico Vertimec® 18 EC para o
zooplâncton e fitoplâncton: análises laboratoriais com
o produto comercial e amostras de mesocosmos
artificialmente contaminados / Maressa Pomaro
Casali-Pereira; orientadora Clarice Maria Rispoli
Botta. São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de
Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2013.

1. Ecotoxicologia. 2. mesocosmos. 3. agrotóxico. 4.
Vertimec® 18 EC. 5. Ceriodaphnia silvestrii. 6.
Pseudokirchneriella subcapitata. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Licenciada **MARESSA POMARO CASALI PEREIRA**.

Título da dissertação: "Efeitos do agrotóxico Vertimec® 18 EC para o zooplâncton e fitoplâncton: análises laboratoriais com o produto comercial e amostras de mesocosmos artificialmente contaminados".

Data da defesa: 26/07/2013

Comissão Julgadora:

Resultado:

Dra. **Clarice Maria Rispoli Botta** (Orientadora)
(Pesquisadora FIPAI)

Aprovada

Prof. Associado **Evaldo Luiz Gaeta Espíndola**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovada

Dra. **Mariana Beraldo Masutti**
(Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais/CPEA)

Aprovada

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:
Prof. Dr. **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Dedico este trabalho a memória de meu avô Antônio Pomaro, que me ensinou a gastar meu tempo com a melhor parte da vida: a família. Assim, também o dedico a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o grande autor da minha fé e por meio de quem são todas as coisas.

À minha orientadora, Dra. Clarice Maria Rispoli Botta, pela oportunidade oferecida, orientação, paciência, apoio, compreensão, amizade e tranquilidade transmitida. Minha gratidão à você!

Ao meu querido marido, Benvindo Rodrigues Pereira Junior, pelo amor, carinho, constante apoio, ânimo e paciência. Pelo exemplo de perseverança, tranquilidade e companheirismo. Agradeço também pela formatação do trabalho, auxílio nos cálculos estatísticos e revisão do trabalho. Minha eterna gratidão à você!

Ao professor Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola pela oportunidade oferecida junto ao grupo de pesquisa, pelo apoio e por todas as contribuições.

Às colegas Juliana Cristina de Resende e Ana Maria Vasconcelos pelo companheirismo, apoio, pelas sugestões e críticas ao trabalho, pelo desenvolvimento sistemático do experimento em mesocosmos. Sem determinação de vocês nada disso seria possível. Obrigada!

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

Ao técnico Amandio Menezes Nogueira pela ajuda nos trabalhos de laboratório e campo contribuindo para a realização dessa pesquisa. Pelas sugestões e pelo prazer de trabalhar em conjunto.

Ao técnico Marcelo Menezes Nogueira que contribuiu para a realização das análises limnológicas.

À Dra Claudia Fileto pelo auxílio e por todo apoio junto ao grupo de pesquisa do NEEA.

Aos colegas Gilberto, Tati e Carol pela ajuda na preparação dos mesocosmos e nas coletas.

Aos colegas do NEEA: Mari, Carol Erba, Dani, Haroldo, Lucas, André, Andréa e Bruna pelo prazer de trabalhar em conjunto e por todo auxílio referente a este trabalho.

À Dra Mariana pela ajuda nos cálculos das análises de metais.

Aos secretários do PPG-SEA Nelson e José Luiz pelas orientações quanto à entrega da dissertação e por todo apoio dado durante o desenvolvimento do mestrado.

Ao professor Máximo Florín Beltrán pela oportunidade de estágio concedida junto ao grupo de pesquisa de Hidroecologia da Universidad Castilla-La Mancha, pela recepção e pela ajuda nas análises estatísticas desse trabalho.

Às colegas e amigas Celia Laguna Mora e Josefina Penelope Falomir Esteve pela recepção junto ao grupo de pesquisa de Hidroecologia da Universidad Castilla-La Mancha, pelo auxílio na aprendizagem da língua espanhola, pelas contribuições na pesquisa e, sobretudo, pela atenção e companheirismo extraordinários. *Muchas gracias!*

Aos meus queridos pais, José Alberto Casali e Regina Helena Pomaro Casali pelo exemplo de força, perseverança e pelos ensinamentos sobre a vida desde a minha tenra infância. Vocês são minha inspiração!

Ao meu querido irmão, Guilherme Pomaro Casali, pelo companheirismo, amizade, apoio e pelas palavras de força. Força, jovem!

Aos meus sogros Benvindo Rodrigues Pereira e Sueli Rizzi Rodrigues Pereira pelo apoio, exemplo de força e pelas orações.

Aos meus cunhados Bruno Rodrigues Pereira e Karin Cristina Rodrigues Pereira pela amizade e apoio em todos os momentos.

Às minhas queridas avós Lázara Laurindo Pomaro e Irene Leme Casali pelos sábios conselhos e ensinamentos experientes sobre vida.

Aos amigos Fernando e Débora Paulovich pela amizade, companheirismo, tranquilidade e conselhos.

Aos amigos Thiago e Talita Bianchi pela amizade, companheirismo e auxílio na impressão desse trabalho.

Aos amigos Adrislaine Mansano e Hugo Dornfeld pela grande amizade e conselhos.

Aos amigos Davi e Débora Diniz pela amizade, companheirismo e todo apoio.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*"A vida precisa do vazio:
a lagarta dorme num vazio chamado casulo até se transformar em borboleta.
A música precisa de um vazio chamado silêncio para ser ouvida.
Um poema precisa do vazio da folha de papel em branco para ser escrito.
E as pessoas, para serem belas e amadas, precisam ter um vazio dentro delas.
A maioria acha o contrário; pensa que o bom é ser cheio.
Essas são as pessoas que se acham cheias de verdades e sabedoria e falam sem parar.
São umas chatas quando não são autoritárias.
Bonitas são as pessoas que falam pouco e sabem escutar.
A essas pessoas é fácil amar.
Elas estão cheias de vazio.
E é no vazio da distância que vive a saudade"*

Rubem Alves

RESUMO

CASALI-PEREIRA, M. P. **Efeitos do agrotóxico Vertimec® 18 EC para o zooplâncton e fitoplâncton: análises laboratoriais com o produto comercial e amostras de mesocosmos artificialmente contaminados**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

Dentre as tecnologias que surgiram para impulsionar a produtividade agrícola estão os agrotóxicos, cujo consumo tem aumentado nos últimos anos em todo o mundo. Estes podem agir toxicamente no meio ambiente, podendo contaminar o solo, os recursos hídricos e os organismos quando expostos direta e indiretamente a esses contaminantes. O produto comercial Vertimec® 18 EC é um desses potentes agrotóxicos e foi desenvolvido como inseticida para o controle de artrópodes da agricultura e usos domésticos. Estudos realizados com o produto revelaram interações com o meio ambiente, indicando toxicidade mesmo em concentrações baixas a organismos aquáticos (microcrustáceos e peixes). Dentro desse contexto o presente estudo visou avaliar os efeitos indiretos e diretos do agrotóxico Vertimec® 18 EC a partir da caracterização física, química, biológica e ecotoxicológica de amostras de água e sedimento de mesocosmos artificialmente contaminados e testes de toxicidade com o produto comercial. As análises físicas, químicas e biológica (clorofila), mostraram um efeito indireto do Vertimec® 18 EC na recuperação dos tratamentos contaminados, em relação à dinâmica dos nutrientes na água. As amostras de água e sedimento dos mesocosmos contaminados apresentaram efeito tóxico para o cladócero *Ceriodaphnia silvestrii* durante todo o período do experimento e esse efeito esteve diretamente relacionado com a aplicação do Vertimec® 18 EC. No entanto esse efeito não foi observado no fitoplâncton, o que foi demonstrado pelos testes realizados com a água proveniente do experimento *in situ* com *Pseudokirchneriella subcapitata*. Os valores de CE50, 48h e CI25 do Vertimec® 18 EC para *Ceriodaphnia silvestrii* foram de 81,64 e 6,3 nL L⁻¹. Além do efeito do agrotóxico, foi observado um efeito de confinamento nos mesocosmos, que resultou em toxicidade nos tratamentos controles.

Palavras-chave: Ecotoxicologia, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Pseudokirchneriella subcapitata*.

ABSTRACT

CASALI-PEREIRA, M. P. **Effects of pesticide Vertimec® 18 EC for zooplankton and phytoplankton: laboratory tests with the commercial product and samples artificially contaminated mesocosms.** 2013. Dissertation (MSc) - School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2013.

Among the technologies that have emerged to boost agricultural productivity are pesticides whose consumption has increased in recent years throughout the world. These can act toxically in the environment and contaminate the soil, water and organisms when exposed directly and indirectly to these contaminants. The commercial product Vertimec® 18 EC is a potent pesticide such as insecticides and has been developed for the agricultural arthropods control and household uses. Studies with the product revealed interactions with the environment, indicating toxicity even at low concentrations to aquatic organisms (fish and microcrustaceans). Within this context, the present study aimed to assess the direct and indirect effects of pesticide Vertimec® 18 EC from the physical, chemical, biological and ecotoxicological assessment of water and sediment samples of artificially contaminated mesocosms and toxicity testing with the commercial product. The physical, chemical and biological (chlorophyll) analysis showed an indirect effect of Vertimec® 18 EC on contaminated treatments recovery, against nutrients dynamic in the water. Samples of water and sediment contaminated mesocosms showed toxic effects to zooplankton *Ceriodaphnia silvestrii* throughout the experimental period and this effect was directly related to the application of Vertimec® 18 EC. However, this effect was not observed in phytoplankton, which was demonstrated by performed tests with water from the experiment in situ with *Pseudokirchneriella subcapitata*. The EC50 values, 48 and 18 CI25 of Vertimec® EC to *Ceriodaphnia silvestrii* were 81.64 and 6.3 nL L⁻¹. In addition to the agrochemical effect, was observed a confinement effect of the enclosures that resulted in toxicity control treatments.

Key-words: Ecotoxicology, *Ceriodaphnia silvestrii*, *Pseudokirchneriella subcapitata*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Processos de transporte e transformação que ocorrem no meio ambiente (Fonte: COSTA et al., 2008).	45
Figura 2.2 Fórmula química da abamectina (Fonte: SIA, 2012).	47
Figura 5.1 Representação dos tratamentos em trélicas. Da direita para a esquerda. C: controle do experimento. CG: controle do experimento mais girinos de <i>L. catesbianus</i> . DM: dosagem múltipla de Vertimec® 18 EC. DMG: dosagem múltipla de Vertimec® 18 EC mais girinos de <i>L. catesbianus</i> . DU: dosagem única de Vertimec® 18 EC. DUG: dosagem única de Vertimec® 18 EC mais girinos de <i>L. catesbianus</i> . AL: controle externo.	60
Figura 5.2 A e B: Contaminação de cada réplica dos mesocosmos com solução padrão, C: homogeneização dos mesocosmos.	62
Figura 5.3 Duração do experimento em dias; contaminação e recontaminação dos mesocosmos: coletas das amostras de água e sedimento.	62
Figura 5.4 Coleta de amostras para realização de testes ecotoxicológicos e análises físicas e químicas. A e B: amostras de água coletadas em frascos de polietileno. C e D: Coleta de amostras de sedimento.	63
Figura 5.5 Medições realizadas com medidor portátil Horiba.	64
Figura 5.6 Vista geral do retículo da câmara de Neubauer com as células de <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (esquerda) e em detalhe <i>P. subcapitata</i> (direita).	65
Figura 5.7 Vista geral do cladócero <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> . (B) – Detalhes de procedimentos de manutenção do cultivo de <i>C. silvestrii</i>	67
Figura 5.8 Testes de toxicidade crônica com algas e contagem de células em câmara de Neubauer, com auxílio de microscópio óptico.	70

Figura 5.9 (A)-rede de plâncton. (B) - Amostras dos mesocosmos filtradas. (C) - montagem dos testes de toxicidade aguda com as amostras filtradas.....	70
Figura 5.10 Vista geral do arranjo experimental dos testes de toxicidade aguda com sedimento.	71
Figura 5.11 Ilustração do procedimento de preparação da solução padrão do Vertimec® EC.....	72
Figura 6.1 Valores de pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	78
Figura 6.2 Valores de turbidez obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	78
Figura 6.3 Valores de nitrogênio total (NT) (a), amônia (NH ₄) (b), nitrito (NO ₂) (c) e nitrato (NO ₃) (d), obtidos para amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	79
Figura 6.4 Valores de fósforo total (PT) (a), fosfato total dissolvido (PTD) (b) e fosfato inorgânico (PI) (c) obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	81
Figura 6.5 Valores de silicato reativo (SiO ₂) obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	82
Figura 6.6 Valores de clorofila <i>a</i> , obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	83
Figura 6.7 Valores de nitrogênio total (NT), fósforo total (PT) e matéria orgânica (MO) obtidos para as amostras de sedimento dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	84
Figura 6.8 Dispersão dos escores das variáveis limnológicas consideradas representados em dois eixos sendo PI: fosfato inorgânico; POD: fosfato orgânico dissolvido; PTD: fosfato total dissolvido; PT: fósforo total; NT: nitrogênio total; NO ₂ : nitrito; NO ₃ : nitrato; SiO ₂ : silicato reativo; CLOR: clorofila; COND: condutividade; OD: oxigênio	

dissolvido; TEMP: temperatura; NH₄: amônia; A: C (controle); B: CG (controle com girinos); C: DM (dose múltipla); D: DMG (dose múltipla com girinos); E: DU (dose única); F: DUG (dose única com girinos), G: AL (controle externo)..... 87

Figura 6.9 Análise de temporalidade segundo a dispersão dos escores dos tratamentos dos mesocosmos, sendo A: C (controle); B: CG (controle com girinos); C: DM (dose múltipla); D: DMG (dose múltipla com girinos); E: DU (dose única); F: DUG (dose única com girinos), G: AL (controle externo)..... 89

Figura 6.10 Sensibilidade de *P. subcapitata* ao cloreto de sódio (NaCl), após 96 horas de exposição. CI: concentração de inibição..... 90

Figura 6.11 Sensibilidade de *C. silvestrii* ao cloreto de sódio (NaCl), após 48 horas de exposição. CE50: concentração efetiva em 50% dos organismos testados. 91

Figura 6.12 Resultados obtidos para os testes de toxicidade crônica com cloreto de sódio (NaCl): fecundidade e sobrevivência de fêmeas adultas de *C. silvestrii*. 92

Figura 6.13 Densidade populacional de algas *P. subcapitata* obtida para as amostras de água dos mesocosmos: C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo. * Indica diferença estatisticamente significativa dos tratamentos em relação ao tratamento controle externo (Teste de Dunnet; $p < 0,05$). 93

Figura 6.14 Valores de CE50 48h, por método não paramétrico Trimmed Spearman Karber obtidos para as amostras dos mesocosmos. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição)..... 94

Figura 6.15 Valores de CE50 48h, obtidos para as amostras dos mesocosmos, por método paramétrico Probit, SPSS. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição)..... 94

Figura 6.16 Porcentagens de imobilidade valores de CE50, 48h obtidos nos testes de toxicidade com amostras de sedimento dos mesocosmos. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo)..... 96

Figura 6.17 Faixa de sensibilidade de *C. silvestrii* ao Vertimec® 18 EC, após 24h horas de exposição. CE50: concentração que causa efeito adverso em 50% dos organismos testados..... 98

Figura 6.18 Faixa de sensibilidade de <i>C. silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC, após 48h horas de exposição. CE50: concentração que causa efeito adverso em 50% dos organismos testados.	98
Figura 6.19 Fecundidade (número de neonatos) e sobrevivência (%) das fêmeas adultas de <i>C. silvestrii</i> nos testes de toxicidade crônica com Vertimec® 18 EC : a-teste 1; b- teste 2; c- teste 3.	100
Figura 7.1 Granulometria do sedimento do tanque experimental obtida por Santos (2007).	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 Metodologias das variáveis físicas, químicas e biológicas da água.	64
Tabela 5.2 Metodologias das variáveis físicas e químicas do sedimento.....	65
Tabela 5.3 Soluções para preparo do meio de cultura L.C. Oligo. Tabela modificada de ABNT, 2005b.....	66
Tabela 6.1 Explicação da variabilidade dos dados limnológicos a partir de amostras de água provenientes de mesocosmos.	85
Tabela 6.2 Agrupamento das variáveis nitrito (NO ₂), nitrato (NO ₃), pH, turbidez, clorofila, temperatura, fosfato total dissolvido (PTD), fósforo total (PT) , fosfato inorgânico (PI), nitrogênio total (NT), amônia (NH ₄), condutividade, silicato reativo (SiO ₄) e oxigênio dissolvido (OD), do estudo <i>in situ</i> segundo o peso das cargas nos eixos (componentes).	86
Tabela 6.3 Comparações por ANOVA dos valores de CE50 obtidas para o Vertimec® 18 EC nos testes de toxicidade aguda com <i>C. silvestrii</i> , na presença (claro) e ausência (escuro) de luz. (gl: graus de liberdade associados a cada soma de quadrados, F: coeficiente entre dois estimadores diferentes da variância populacional, Sig: nível de significação de F).	97
Tabela 6.4 Comparações entre as médias das CE50 obtidas para o Vertimec® 18 EC nos testes de toxicidade aguda com <i>C. silvestrii</i> , na presença (claro) e ausência (escuro) de luz (LS _{claro} : limite superior do intervalo de confiança referente aos testes no claro, LS _{escuro} : limite superior do intervalo de confiança referente aos testes no escuro, CE _{claro} : concentração de efeito dos testes no claro, CE _{escuro} : concentração de efeito dos testes no escuro.	97
Tabela 7.1 Classificação dos mesocosmos em relação ao grau de trofia, com base na concentração de fósforo total e Clorofila a, calculado pelo IET para reservatório, segundo o Índice de Carlson, modificado por Lamparelli (2004). 0: Ultraoligotrófico; 1: Oligotrófico; 2: Mesotrófico; 3: Eutrófico; 4: Supereutrófico; 5: Hipereutrófico.	106

Tabela A.1 Valores de pH da água obtidos nos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	134
Tabela A.2 Valores de temperatura (°C) da água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	136
Tabela A.3 Concentrações de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) na água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	138
Tabela A.4 Valores de condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	140
Tabela A.5 Valores de turbidez (NTU) das amostras de água dos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	142
Tabela A.6 Concentrações de nitrogênio total (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	143
Tabela A.7 Concentrações de NH_4 dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	144
Tabela A.8 Concentrações de NO_2 dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	145
Tabela A.9 Concentrações de NO_3 dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	146
Tabela A.10 Concentrações de fósforo total (PT) ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	147

Tabela A.11 Concentrações de fosfato inorgânico (PI) dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	148
Tabela A.12 Concentrações de fosfato total dissolvido (PTD) dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	149
Tabela A.13 Concentrações de silicato reativo (SiO_2) (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	150
Tabela A.14 Concentrações de clorofila ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	151
Tabela A.15 Concentrações de cobre (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	152
Tabela A.16 Concentrações de cádmio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	152
Tabela A.17 Concentrações de cromo (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	153
Tabela A.18 Concentrações de magnésio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	153
Tabela A.19 Concentrações de zinco (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	154

Tabela A.20 Concentrações de níquel (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	154
Tabela A.21 Concentrações de alumínio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	155
Tabela A.22 Concentrações de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	155
Tabela A.23 Concentrações nitrogênio total (%) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	156
Tabela A.24 Concentrações matéria orgânica (%) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	156
Tabela A.25 Concentrações de cobre (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	157
Tabela A.26 Concentrações de cádmio (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	157
Tabela A.27 Concentrações de cromo (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	158
Tabela A.28 Concentrações de chumbo (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	158

Tabela A.29 Concentrações de ferro (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	159
Tabela A.30 Concentrações de manganês (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	159
Tabela A.31 Concentrações de magnésio (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	160
Tabela A.32 Concentrações de zinco (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	160
Tabela A.33 Concentrações de níquel (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).....	161
Tabela A.34 Concentrações de alumínio (mg L^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).	161
Tabela B.1 Concentração de Inibição (CI) de <i>P. subcapitata</i> no teste de sensibilidade para diferentes concentrações de NaCl. A tabela foi gerada pelo programa computacional ICp 2.0 (Teste 1).	164
Tabela B.2 Concentração de Inibição (CI) de <i>P. subcapitata</i> no teste de sensibilidade para diferentes concentrações de NaCl. A tabela foi gerada pelo programa computacional ICp 2.0 (Teste 2).	164
Tabela B.3 Valores de CE_{50} , 48h ao cloreto de sódio (NaCl) obtidos em testes de sensibilidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	165
Tabela B.4 Resultados de fecundidade e sobrevivência para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> obtidos no teste de sensibilidade crônica (NaCl).	166
Tabela B.5 Valores da densidade populacional (10^6 cel. mL^{-1}) de algas <i>P. subcapitata</i> obtida a partir de amostras de água dos mesocosmos: C: controle; CG: controle com girinos;	

DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo.	167
Tabela B.6 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 1).....	167
Tabela B.7 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 2).....	169
Tabela B.8 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 3).....	170
Tabela B.9 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 4).....	171
Tabela B.10 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 5).....	172
Tabela B.11 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 6).....	174
Tabela B.12 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 7).....	177
Tabela B.13 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 8).....	179
Tabela B.14 Testes de toxicidade avaliando a CE ₅₀ , 48h para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC a partir de amostras de água dos mesocosmos, por método não paramétrico Trimmed Spearman Karber (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).....	182
Tabela B.15 Testes de toxicidade avaliando a CE ₅₀ , 48h, para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC, a partir de amostras de água dos mesocosmos, por método paramétrico Probit , IBM SPSS Statistics, versão 19 (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).	182
Tabela B.16 Comparação dos valores das CE ₅₀ , 48h obtidos para as amostras de água das réplicas de cada tratamento dos mesocosmos ao longo do tempo, para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC.	183
Tabela B.17 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de solubilizado do sedimento dos mesocosmos.	184

Tabela B.18 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água intersticial do sedimento dos mesocosmos.	185
Tabela B.19 Resultados dos testes de toxicidade agudos com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de sedimento total dos mesocosmos.	187
Tabela B.20 Testes de toxicidade avaliando a CE50, 48h, para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC, a partir de amostras de sedimento dos mesocosmos 19 (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).....	187
Tabela B.21 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 1 - claro.....	188
Tabela B.22 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 2 - claro.....	188
Tabela B.23 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 3 - claro.....	188
Tabela B.24 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 4 - claro.....	189
Tabela B.25 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 5 - escuro.	189
Tabela B.26 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 6 - escuro.	189
Tabela B.27 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 7 - escuro.	190
Tabela B.28 Resultados dos testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 8 - escuro.	190
Tabela B.29 Comparação entre médias CE50, 24h: valores testes claro e escuro, 24h.	190
Tabela B.30 Comparação entre médias CE50, 48h: valores testes claro e escuro, 48h.	191

Tabela B.31 Testes de toxicidade aguda para amostras de água, contaminadas em laboratório, avaliando a CE ₅₀ , 24h para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC (DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação, IC 95% inferior: intervalo de confiança inferior com 95% de confiabilidade , IC 95% superior: intervalo de confiança superior com 95% de confiabilidade).	191
Tabela B.32 Testes de toxicidade aguda para amostras de água, contaminadas em laboratório, avaliando a CE ₅₀ , 48h para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC (DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação, IC 95% inferior: intervalo de confiança inferior com 95% de confiabilidade , IC 95% superior: intervalo de confiança superior com 95% de confiabilidade).	192
Tabela B.33 Resultados teste toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> com amostras de água, contaminadas em laboratório com produto comercial ao Vertimec® 18 EC – teste 1.	192
Tabela B.34 Resultados teste toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> com amostras de água, contaminadas em laboratório com produto comercial ao Vertimec® 18 EC – teste 2.	193
Tabela B.35 Resultados teste toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> com amostras de água, contaminadas em laboratório com produto comercial ao Vertimec® 18 EC – teste 3.	194
Tabela B.36 Comparação dos valores das CE ₅₀ , 48h obtidos a partir de amostras de água dos mesocosmos ao longo do tempo, para <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> ao Vertimec® 18 EC..	195

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	33
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	37
2.1 Agrotóxicos: definições e classificações.....	37
2.2 Agrotóxicos: histórico e usos	38
2.3 Agrotóxicos no meio ambiente	43
2.4 Abamectina e Vertimec ®18 EC.....	46
2.5 Organismos indicadores da qualidade ambiental.....	48
2.6 Estudos ecotoxicológicos.....	49
2.7 Estudos ecotoxicológicos com agrotóxicos.....	52
3. JUSTIFICATIVA	55
4. OBJETIVOS	57
4.1 Objetivo geral.....	57
4.2 Objetivos específicos	57
5. METODOLOGIA	59
5.1 Planejamento Experimental.....	59
5.1.1 Experimentos <i>in situ</i> : mesocosmos.....	60
5.1.2 Contaminação dos mesocosmos	61
5.1.3 Coleta e preservação das amostras.....	62
5.2 Análises físicas, químicas e biológica (clorofila)	64
5.2.1 Mesocosmos: Amostras de água	64
5.2.2 Mesocosmos: Amostras de sedimento	65

5.3 Análises ecotoxicológicas	65
5.3.1 Organismos teste: manutenção, cultivo.....	65
5.3.2 Controle de Qualidade	67
5.4 Mesocosmos - Testes de toxicidade	69
5.4.1 Água: Teste de toxicidade crônica com <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	69
5.4.2 Água: Teste de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	70
5.4.3 Sedimento: Testes de toxicidade aguda com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	70
5.5 Vertimec® 18 EC - Testes de toxicidade aguda e crônica com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	72
5.5.1 Toxicidade aguda.....	72
5.5.2 Toxicidade Crônica	72
5.6 Tratamento estatístico.....	73
5.6.1 Análises de parâmetros físicos, químicos e biológico (clorofila).....	73
5.6.2 Testes de Toxicidade.....	73
6. RESULTADOS.....	75
6.1 Análises físicas, químicas e biológica (clorofila)	75
6.1.1 Mesocosmos: Amostras de água	75
6.1.2 Mesocosmos: Amostras de Sedimento.....	83
6.1.3 Análise de Componentes Principais (ACP): variáveis limnológicas	85
6.2 Avaliação ecotoxicológica.....	90
6.2.1 Organismos teste – sensibilidade	90
6.2.2 Amostras de água – Testes de toxicidade com <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	92
6.2.3 Amostras de água – Testes de toxicidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	93
6.2.4 Amostras de sedimento – Testes de toxicidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	95
6.3 Vertimec ® 18 EC: testes de toxicidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	96
6.3.1 Toxicidade aguda.....	96
6.3.2 Toxicidade crônica	99
7. DISCUSSÃO.....	101
7.1 Experimento <i>in situ</i> : Mesocosmos. análises físicas, químicas e biológica (clorofila).	101
7.2 Avaliação ecotoxicológica.....	110

7.2.1 Amostras de água – Testes de toxicidade com <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	110
7.2.2 Amostras de água e sedimento - Testes de toxicidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	112
7.2.3 Vertimec ® 18 EC: testes de toxicidade com <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	116
8.CONCLUSÕES	119
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICE A	133
APÊNDICE B	163

INTRODUÇÃO

Embora a prática da agricultura aconteça a mais de dez mil anos, o uso intensivo de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças das lavouras existe há pouco mais de meio século. Originou-se após as grandes guerras mundiais, quando a indústria química encontrou, na agricultura, um novo mercado para os agrotóxicos, antes utilizado como armas químicas (LONDRES, 2011).

A utilização de agrotóxicos faz parte de um conjunto de tecnologias associadas ao processo de modernização da agricultura ocorrido a partir de 1960, a chamada “Revolução Verde”, que teve como premissa o aumento da produtividade para suprir crescente demanda mundial por alimentos (NUNES et al., 2009). Assim, ao longo dos anos, a agricultura mundial teve crescimento tanto em produtividade como em área cultivada, o que foi acompanhado pelo uso intensivo de agrotóxicos (ARMAS et al., 2005).

A argumentação que legitima a manutenção desse método de produção é sustentada pela referência à demanda progressiva por alimentos gerada pelo aumento da população mundial. Devido aos avanços tecnológicos e pressões ambientalistas, muitas moléculas novas surgiram, com características físico-químicas que propiciaram funcionalidades diferenciadas e

comportamentos ambientais distintos, com grandes alterações nos perfis toxicológicos e ecotoxicológicos. Apesar disso, e embora esses agrotóxicos sejam considerados essenciais para o desenvolvimento da agricultura, podem causar contaminações ambientais, principalmente nos ecossistemas aquáticos (DAS e MUKHERJEE, 2003), fazendo com que seus efeitos adversos fossem muito superiores aos benefícios associados aos seus ganhos de produtividade (TOMITA e BEYRUTH, 2002).

A problemática dos agrotóxicos está relacionada principalmente com o destino que esse composto tem no ambiente. Os processos que ocorrem após sua aplicação compreendem desde retenção (sorção, absorção), transformação (degradação química e biológica) e transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial), além de interações entre processos. Esses processos podem ser alterados de acordo com as condições ambientais, como o clima (temperatura ambiente, pluviosidade, intensidade de luz solar e ventos), a atividade microbiológica, a cobertura vegetal e a topografia do terreno, as propriedades físicas e químicas do solo (teor de matéria orgânica e argila, pH e umidade) e pelas mudanças nas características estruturais e das propriedades químicas das substâncias envolvidas (DORES e DE-LAMONICA, 1999).

Por serem substâncias tóxicas e, em alguns casos, persistentes, contaminam o meio ambiente, especialmente os ambientes aquáticos, onde atingem organismos não alvos, interrompendo e modificando a cadeia alimentar e causando desequilíbrio em todo o ecossistema e alterações na qualidade da água, tanto para consumo humano quanto para a conservação da vida aquática (GOLOMBIESK, 2006; LI-XIA et al., 2009; PERES e MOREIRA, 2003).

O Vertimec[®] 18 EC tem sido utilizado no controle de insetos e ácaros em várias culturas agrícolas, tais como fruticulturas, horticulturas, plantas ornamentais, entre outras, e na medicina veterinária, na prevenção de doenças parasitárias (CAMPBELL, 1989). Do ponto de vista toxicológico (saúde humana), o Vertimec[®] 18 EC é classificado na classe III, ou seja, “medianamente tóxica”, mas do ponto de vista ambiental, é classificado na classe II, muito perigoso ao meio ambiente, sendo altamente persistente e extremamente tóxico para microcrustáceos e peixes. Seu principal princípio ativo é a abamectina. Segundo Tišler e Eržen (2006) e Novelli et al. (2011a,b), estudos ecotoxicológicos realizados com a abamectina demonstraram que esse produto é extremamente tóxico ao fitoplâncton, zooplâncton e peixes, podendo causar a morte desses organismos em concentrações muito baixas, da ordem de ng.L⁻¹.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade do produto comercial Vertimec[®] 18 EC (princípio ativo: abamectina) em dois níveis tróficos distintos (fitoplâncton e zooplâncton), a fim de avaliar o risco que este pode apresentar ao ecossistema aquático.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agrotóxicos: definições e classificações

Conforme a Lei Federal nº 7802 de 1989, agrotóxicos, agroquímicos, praguicidas ou defensivos agrícolas são:

“os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos”. (BRASIL, 1989).

A Legislação brasileira, até a Constituição de 1988, tratava esse grupo de produtos químicos por defensivos agrícolas, denominação que, pelo seu próprio significado, excluía todos os agentes utilizados nas campanhas sanitárias urbanas. Assim, o termo defensivo agrícola carrega uma conotação errônea de que as plantas são completamente vulneráveis a pragas e doenças, e esconde os efeitos negativos à saúde humana e ao meio ambiente (PERES e MOREIRA, 2003).

Essa mudança de conotação foi percebida pela Lei Federal 7.802 de 11 de julho de 1989, a qual passou a chamar os defensivos agrícolas de agrotóxicos, termo que evidencia a capacidade desses agentes de destruir a vida animal ou vegetal, característica que fica completamente mascarada em uma denominação de caráter positivo como a de defensivos agrícolas (Informativo CRQIII, 1997).

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), Programa da Organização das Nações Unidas (ONU) responsável pelas áreas de agricultura e alimentação, os agrotóxicos são definidos como:

“qualquer substância, ou mistura de substâncias, usadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas e animais causadoras de danos durante (ou interferindo na) a produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados, ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação”. (FAO, 2003).

Além disso, são classificados em inseticidas, fungicidas e herbicidas, mas de uma maneira geral não é possível verificar ação específica sobre a praga, sendo considerados venenos indiscriminados que atingem a todo o ecossistema por onde se dispersam. (PIVELI e KATO, 2005).

Para adquirir o registro junto aos Ministérios da Agricultura, Meio Ambiente e Saúde, os agrotóxicos precisam ser classificados quanto a sua eficiência agronômica, toxicológica e potencial de periculosidade ambiental. Para tal as empresas interessadas devem apresentar ao IBAMA informações sobre as propriedades físico-químicas das substâncias presentes no produto, os resultados de testes ou estudos de mobilidade, persistência e degradação (fotólise, hidrólise) em solos brasileiros, testes de toxicidade aguda e crônica realizados com diferentes organismos não alvos, além de resultados dos estudos de bioconcentração em peixes e do potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico do produto. Em relação à persistência, os agrotóxicos são classificados pelo IBAMA como não persistentes, com persistência reduzida, persistência média e persistência alta. A partir dessas informações, os agrotóxicos são classificados em classes que variam de I a IV, segundo seu grau de perigo ao meio ambiente e em classes de I a IV em relação à saúde humana (PERES e MOREIRA, 2003).

2.2 Agrotóxicos: histórico e usos

A utilização de agrotóxicos iniciou-se na década de 20 sem que houvesse conhecimento a respeito de sua ação tóxica. Na Segunda Guerra Mundial, foram utilizados

como arma química e, logo após, seu emprego foi expandido (PIVELI e KATO, 2005), já que as indústrias de armas químicas encontraram na agricultura um mercado em potencial para comercialização de seus produtos (LONDRES, 2011).

Vários acontecimentos e fatores tiveram implicação no emprego de agrotóxicos na agricultura mundial e do Brasil.

A partir de 1960, a Food and Agriculture Organization (FAO) e o Banco Mundial promoveram o pacote tecnológico da Revolução Verde. A partir desta, o emprego de agrotóxicos passou a fazer parte de um conjunto de tecnologias ligadas ao processo de modernização da agricultura, para acompanhar a demanda mundial de alimentos. Assim, entre as décadas de 60 e 90 com o aumento no consumo de agrotóxicos de 16 para 60,2 mil toneladas, a agricultura mundial teve crescimento em produtividade e em área cultivada. No entanto, o crescimento das áreas agriculturáveis (de 28,4 para 50 milhões de hectares) não foi proporcional ao aumento da produtividade e do consumo de agrotóxicos (ARMAS et al., 2005; CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003). Segundo Matson et al., (1997), a expansão de terras agrícolas foi menor por causa do aumento da produtividade que os agrotóxicos, a mecanização e a irrigação trouxeram à agricultura. É visto que, neste cenário, os pesticidas contribuíram em muito para o desenvolvimento da agricultura no mundo, principalmente em áreas tropicais onde esta aumentou de maneira intensa nas últimas décadas.

No Brasil, o uso de agrotóxicos iniciou-se devido aos programas de saúde pública para o combate de vetores e controle de parasitas, tendo seu uso se intensificado na agricultura na década de 60 (PIVELI e KATO, 2005), período em que houve estímulos por parte do governo através da implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), que vinculava a concessão de empréstimos aos produtores à fixação de um percentual a ser gasto com agrotóxicos, considerado, então, símbolo da modernidade no campo (LONDRES, 2011).

A partir dos anos 70 a utilização dos agrotóxicos ocorreu em larga escala, inicialmente no Sul, nas monoculturas de soja, trigo e arroz, sendo, posteriormente, incorporado e disseminado no resto do país, na agricultura convencional, como solução de curto prazo para a infestação de pragas e doenças (LUCCHESI, 2005). Em 1975, com a criação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, novas empresas nacionais e subsidiárias de empresas transnacionais de insumos agrícolas foram financiadas (LONDRES, 2011).

A comercialização em larga escala de agrotóxicos, decorrente do incentivo ao crédito condicionado ao seu uso, fez com que as indústrias químicas multinacionais visualizassem a América Latina e, principalmente, o Brasil como um mercado promissor para seus produtos (PERES e MOREIRA, 2003).

Nem mesmo o marco regulatório da Lei 7.802, de 11 de Julho de 1989, que exigia o registro prévio para produção, importação, exportação ou comercialização de agrotóxicos, coibiu o uso dos agrotóxicos. Além de defasada e pouco rigorosa, essa lei ainda facilitou o registro de várias substâncias tóxicas, dentre as quais muitas proibidas em países desenvolvidos (PELAEZ et al., 2009; SILVA, et al., 2005).

Ao final dos anos 90, setores organizados da agricultura, tentaram retirar os poderes dos órgãos da saúde e do meio ambiente no processo de registro dos agrotóxicos, porém não alcançaram esse objetivo (LUCCHESI, 2005). Apesar disso, as isenções fiscais e tributárias concedidas ao comércio destes produtos retratam o apoio político na disseminação dos agrotóxicos na agricultura brasileira. Em 1997, foi concedida pelo governo federal a redução de 60% da alíquota de cobrança do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) a todos os agrotóxicos pelo Convênio ICMS 100/97, prorrogado até dezembro de 2012. O Decreto 6.006 de 2006 isentou a cobrança de IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) sobre os agrotóxicos fabricados a partir de uma lista de dezenas de ingredientes ativos, incluindo alguns altamente perigosos como o metamidofós e o endossulfam, que recentemente tiveram o banimento determinado pela ANVISA. Além disso, isenções complementares às federais foram determinadas por alguns estados. No Ceará, por exemplo, as isenções fiscais referentes aos agrotóxicos chegam a 100%. (LONDRES, 2011).

No entanto, mesmo com o aumento no consumo da ordem de 276,2% entre 1964 e 1991, não houve redução sensível nas perdas atribuídas a pragas e doenças e os ganhos de produtividade foram relativamente restritos (PIVELI e KATO, 2005). Em 1998, a quantidade de produtos fitossanitários (o que inclui os agrotóxicos) consumidos fez do país um dos maiores mercados mundiais na área de proteção de plantas, ocupando o 2º lugar mundial (NUNES et al., 2009).

Nos anos seguintes, essa política de modernização continuou ajudando o país a se estabelecer dentre os quatro maiores mercados mundiais de agrotóxicos (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003).

Em 2008, o Brasil alcançou a primeira posição mundial em consumidor de agrotóxicos, cuja venda saltou de 2 bilhões, em 2001, para 7 bilhões de dólares. Levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (Sindag), ambos de 2009, apresentam o crescimento de 4,59% da área cultivada no período entre 2004 e 2008, enquanto que as quantidades vendidas de agrotóxicos, no mesmo período, subiram aproximadamente 44,6%. Em 2010, a indústria de agrotóxicos faturou 7,2 bilhões de dólares, 9% a mais que o ano

anterior. Esses dados indicam que, na última década, o consumo de agrotóxicos alcançou proporções surpreendentes (LONDRES, 2011).

A modernização da agricultura no Brasil, fruto das várias políticas de incentivo, implementadas por diversos governos, resultou em altos custos sociais, ambientais e de saúde pública. Apesar de a indústria estar sempre desenvolvendo novas moléculas para o controle de pragas, doenças ou plantas invasoras, com o passar do tempo essas moléculas são substituídas por outras gerando um círculo vicioso e dependência química, que por sua vez leva ao surgimento de novas pragas, pois os insetos ou plantas que antes não provocavam danos às lavouras, passam a se comportar como invasores e atacar as plantações (LONDRES, 2011).

Um estudo realizado por Armas et al. (2005), na sub-bacia do rio Corumbataí, localizada entre os municípios de Analândia e Piracicaba, SP, quatro anos após a aplicação de agrotóxicos identificou 24 dos 63 ingredientes ativos registrados na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para culturas de cana-de-açúcar. Dentre os ingredientes ativos utilizados, observou-se o predomínio de moléculas de classe toxicológica III, representando 66,7% do número total de ingredientes empregados, enquanto que as classes I, II e IV foram representadas por 8,3; 20,8 e 4,2%, respectivamente. Em relação à meia vida, a variação entre 24 e 1320 dias, mostrou persistência ambiental bastante diferenciada para os produtos empregados nesta bacia.

O estado de São Paulo é responsável por 58% da produção nacional de cana-de-açúcar, que representa 14,73% do uso do solo rural do estado. A cultura da cana-de-açúcar respondeu, em 2002, por 11,5% das vendas de agrotóxicos no Brasil, atrás somente da soja. Em 2003, a cultura da cana-de-açúcar representou 8,0% das vendas, ocupando a quarta posição, movimentando 251 milhões de dólares. Essa somatória de fatores que incentivam o uso de agrotóxico no estado é mais uma justificativa para o monitoramento de agrotóxicos lançados no meio ambiente e, quando possível, de seus produtos de degradação.

Em um levantamento realizado, por meio da aplicação de um questionário, no município de Bom Repouso, MG em 2005, junto aos pequenos produtores, foram citados por estes 81 agrotóxicos diferentes (produtos comerciais) utilizados nas culturas de morango e batata. Dos 25 agrotóxicos mais utilizados pelos produtores, a maior parte (60%) foi de fungicidas, seguido por acaricidas (20%) e 12% de inseticidas. Isso está relacionado ao fato de as doenças causadas por fungos e os ataques por ácaros serem os problemas mais comuns relatados pelos produtores de morango, que são maioria entre os entrevistados. Quanto à periculosidade ambiental, a maior parte (57%) é constituída de produtos considerados muito

perigosos (Classe II), 30% dos produtos são perigosos (Classe II) e 13% são altamente perigosos ao meio ambiente (classe I) (NUNES et al., 2009).

Muitas vezes, diante da falta de informações e compreensão de como suas atividades produtivas podem causar danos ao meio ambiente e à saúde, os produtores tornam-se ao mesmo tempo agentes e vítimas de suas práticas agrícolas. Em Bom Repouso, MG, muitos agricultores entrevistados citaram ser ou ter membros da família acometidos por doenças. Entre as mais citadas estão: câncer de mama, estômago, cérebro e garganta, problemas endócrinos, hipertensão, problemas cardíacos, hepáticos e renais e distúrbios mentais. Porém, a maioria não acredita que possa haver relação entre essas doenças e o uso de agrotóxicos. Dos entrevistados 32% afirmaram já terem sido acometidos por distúrbios ocasionados pela aplicação de agrotóxicos, citando sintomas como dores de cabeça e náusea (NUNES et al., 2009).

Não é possível concordar com o uso intensivo e abusivo dos agrotóxicos, uma vez que, por sua natureza e propósitos, o impacto no ambiente pode ser considerável. Como contaminantes, podem significar um problema ambiental em função de sua persistência, toxicidade e bioacumulação (FAY e SILVA, 2004).

Ainda que seja admitida a necessidade do controle químico de pragas, uma vez que são inúmeros os exemplos de safras integralmente perdidas devido à ação de predadores, se as aplicações de tais produtos fossem feitas de forma racionalizada, os problemas ambientais poderiam ser significativamente reduzidos. O que se observa em muitos casos, entretanto, é a adoção de práticas inadequadas, como pulverizações constantes, seguindo calendário pré-definido e não tendo por base a real necessidade de controle de pragas ou doenças, aspersões sem controle de dosagens, manuseio incorreto dos recipientes, sendo frequentes o descarte de restos de produtos e lavagens de galões em águas naturais ou em locais sujeitos a *run off* ou a queima, enterro ou abandono das embalagens vazias de agrotóxicos em áreas próximas de lavoura ou de cursos d'água, desrespeito às margens dos rios e ausência de sistemas de drenagem que impeçam o acesso de águas de enxurradas aos mesmos. Assim, o problema que inicialmente é de contaminação do solo, passa também a se refletir nos ambientes aquáticos. E esta é uma situação que demonstra claramente que os problemas de contaminação das águas devem ser resolvidos na fonte geradora, uma vez que, atingidas as águas naturais, pouco se pode fazer no sentido de reverter os prejuízos da qualidade, que nesse caso são muito sérios. (NUNES et al., 2009; PIVELI e KATO, 2005).

2.3 Agrotóxicos no meio ambiente

Enquanto, nos últimos dez anos, o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. Em 2008, o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos (ANVISA, 2012). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento são comercializados no Brasil cerca de 2000 formulações comerciais de agrotóxicos, com 300 princípios ativos diferentes (MAPA, 2004).

A maioria dos agrotóxicos é pouco solúvel em água, no entanto podem atuar como fonte de poluição difusa, atingindo as águas superficiais e subterrâneas por meio de dispersão aérea ou escoamento superficial na drenagem de bacias hidrográficas, eliminando assim uma quantidade de espécies nos ecossistemas (YEH e CHEN, 2006).

Agrotóxicos aplicados às culturas têm no solo seu destino quase imediato, mas devido à baixa tendência de adsorção ao solo e mobilidade elevada, são lentamente liberados para a lixiviação e contaminação das águas, volatilização e contaminação da atmosfera, ou absorção e acúmulo nas plantas e seus consumidores (CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003; ARMAS et al., 2005). Além disso, a deriva, a evaporação e a erosão pelo vento podem transportar os resíduos de agrotóxicos para a atmosfera, de onde atingem as águas superficiais através de precipitação (DUBUS et al., 2000; HAMERS et al., 2001).

A maioria dos agrotóxicos é constituída de compostos orgânicos hidrofóbicos e que tendem a se vincular a partículas em suspensão, a matéria orgânica dissolvida, ou se acumular nos sedimentos e biota aquática. Esta condição pode aumentar a sua persistência. No entanto, com a extensa utilização de agrotóxicos, pode haver liberação a partir dos sedimentos, onde há uma relativa alta persistência, para a água, especialmente em áreas de agricultura intensiva (WIDENFALK, 2002).

De acordo com Chaim (2003), pelo menos 30% do produto aplicado podem ser perdidos, mesmo que todas as normas técnicas sejam seguidas. Em alguns casos a deriva pode ultrapassar a 70%. De acordo com Plimmer (1992), a proporção perdida através do *run-off* é bem menor que 5% e o que é percolado é inferior a 1%, enquanto que por volatilização a perda é de 40 a 80%. Dessa forma, não é possível fazer uso de agrotóxicos sem que haja uma contaminação do entorno da aplicação (LONDRES, 2011). Mas independentemente das percentagens perdidas para outros ecossistemas, importa que essa perda causa efeitos negativos em certas espécies, comunidades e até em um ecossistema inteiro.

O comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente está diretamente relacionado com as propriedades físicas e químicas das formulações e dos ingredientes ativos

(solubilidade em água, coeficiente de partição, hidrólise, ionização, pressão de vapor e reatividade), com a quantidade e frequência de uso, com os métodos de aplicação, com as condições meteorológicas e com as características bióticas e abióticas do ambiente (FRIGHETTO, 1997), incluindo a capacidade de tamponamento das águas e a concentração de matéria orgânica dissolvida nas mesmas (COSTA et al., 2008). Isto significa que após a aplicação os agrotóxicos não permanecem intactos, mas são submetidos a uma série de transformações e movimentos que podem aumentar seu potencial de dano ambiental.

Segundo Frighetto (1997), os principais processos que determinam o destino dos agrotóxicos no ambiente são: retenção, transformação química e bioquímica e transporte para atmosfera, água subterrânea e água superficial. Cabe ressaltar que muitas vezes o agrotóxico original é transformado em outras moléculas químicas que apresentam características distintas da molécula original, podendo ser, inclusive, mais tóxicos. Cada um desses processos não é exclusivo, ou seja, há sempre mais de um ocorrendo ao mesmo tempo e que conferem a, cada agrotóxico, características específicas de comportamento em cada situação particular, ou ecossistema.

Uma vez no ambiente, os contaminantes podem estar sujeitos a uma combinação de processos que podem afetar seu destino e comportamento. Destas interações, pode resultar inclusive maior tempo de exposição dos organismos aquáticos aos compostos tóxicos (SILVA e SANTOS, 2007).

Dentre as interações e processos que os agrotóxicos podem sofrer, a adsorção pelo material em suspensão e pelo sedimento e os processos de volatilização, fotólise, hidrólise e biodegradação apresentam grande importância porque determinam a acumulação e persistência dos contaminantes no meio ambiente (SILVA e SANTOS, 2007; BURATINI e BRANDELLI, 2006). Na Figura 2.1 estão apresentados os processos, de transporte e transformação de contaminantes, inclusive de agrotóxicos.

Figura 2.1. Processos de transporte e transformação que ocorrem no meio ambiente (Fonte: COSTA et al., 2008).

A volatilização de contaminantes, assim como de agrotóxicos, ocorre quando há transferência de um contaminante de um compartimento para outro, sendo maior a fugacidade do primeiro compartimento, até atingir um equilíbrio termodinâmico entre ambos. Esses contaminantes possuem alta pressão de vapor e baixa solubilidade em água. Por outro lado os contaminantes que possuem baixa solubilidade em água, porém baixa pressão de vapor, tendem a ser adsorvidos pelo material em suspensão e no sedimento (COSTA et al., 2008). Segundo Baird (2002), dentre os contaminantes, os agrotóxicos também podem ser adsorvidos pelo sedimento e posteriormente ser transferidos para os organismos bentônicos. Já os contaminantes com alta solubilidade se dissolvem facilmente na água e tendem a permanecer nela, por isso é a principal rota pela qual várias substâncias entram nos corpos hídricos.

A hidrólise é uma reação importante porque os produtos resultantes dela são tipicamente mais solúveis em água e, portanto menos biodisponíveis e menos voláteis do que seus precursores (COSTA et al., 2008).

A luz, principalmente a radiação UV, é capaz de provocar a quebra de ligações químicas e assim contribuir significativamente para degradar algumas substâncias. No entanto, parte da radiação solar é absorvida pela matéria dissolvida e particulada, o que atenua a intensidade da luz nas camadas de água mais profundas. Assim, as reações fotoquímicas ocorrem mais frequentemente na atmosfera e nas águas superficiais e podem provocar a degradação de compostos tóxicos ou, ainda, promover um aumento na toxicidade de compostos inicialmente pouco tóxicos (COSTA et al., 2008).

A biodegradação pode ocorrer sob condições aeróbias e anaeróbias. Na biodegradação aeróbia, os organismos utilizam o oxigênio como receptor de elétrons no metabolismo,

enquanto que na biodegradação anaeróbia são utilizados substratos eletrofilicos, como sulfato e nitrato. Os processos aeróbios são mais rápidos do que os anaeróbios nas águas superficiais devido ao maior número de microrganismos aeróbios com crescimento rápido (COSTA et al., 2008).

2.4 Abamectina e Vertimec® 18 EC

Muitas moléculas novas de agrotóxicos surgiram, apresentando características físico-químicas com diversas funções e comportamentos, resultado dos avanços tecnológicos e pressões ambientalistas (ALTINOK et al., 2006; NUNES et al., 2009).

No entanto, essas moléculas ainda possuem diferentes graus de persistência, mobilidade e potencial tóxico, carcinogênico, mutagênico e teratogênico ou algum efeito endócrino a diversos organismos não alvos, inclusive ao ser humano (ARMAS et al., 2005), de forma que ainda apresentam perigo ao meio ambiente e ao homem.

Dentre esses compostos extremamente tóxicos, estão as avermectinas, representantes de uma nova classe de lactonas macrolíticas, as quais têm demonstrado grande potencial nematicida, acaricida e inseticida. São neurotoxinas compostas por uma mistura de produtos de um actinomiceto do solo, *Streptomyces avermitilis* MA-4680, que, no nível celular, atuam na inibição de um importante neurotransmissor do sistema nervoso central de vertebrados e do sistema nervoso periférico de invertebrados, produzindo paralisia e eventual letalidade (ALI et al., 1997).

A atividade antiparasitária das avermectinas foi descrita pela primeira vez em 1979. Elas atuam principalmente no sistema nervoso dos organismos, estando relacionada geralmente aos receptores energéticos GABA em vertebrados e invertebrados e às ligações de canais de cloro e glutamato em invertebrados. A maioria dos autores menciona que as avermectinas não agem apenas como agonistas GABA, mas também estimulam o lançamento dos receptores GABA em terminais de inibição pré-sináptica. Em ambos os casos eles aumentam a permeabilidade de íons de cloreto, hiperpolarizando o nervo e células musculares, interferindo nas transmissões neuromusculares e levando a morte (CULLY et al., 1994).

Conforme a sua ocorrência na natureza, as avermectinas podem ser separadas em quatro pares homólogos, dos quais um deles, AvermectinaB_{1a,1b} é conhecida como abamectina (Figura 2.2) ou com o nome comercial: Vertimec® EC; foi desenvolvido como inseticida para o controle de pragas de artrópodes da agricultura e para uso doméstico (ALI et al., 1997).

Figura 2.2. Fórmula química da abamectina (Fonte: SIA, 2012).

Dentre os muitos atributos dado a abamectina, está a sua alta toxicidade a maioria das pragas, em particular, a espécies de insetos e de ácaros que são resistentes a outros grupos de compostos como organoclorados, organofosforados, carbamatos e etc. O modo de ação da abamectina indica que este agrotóxico permanece inalterado frente a uma série de mecanismos de resistência-cruzada (quando um indivíduo é resistente a dois ou mais agrotóxicos devido a apenas um mecanismo de resistência), portanto esses atributos fazem da abamectina um potente e desejável agrotóxico no meio agrícola. Em 1997, Ali et al. já ressaltavam que as informações toxicológicas sobre a abamectina em ecossistemas aquáticos eram muito poucas, embora parte desse composto utilizado no campo seja carregada para o meio aquático (ALI et al., 1997). No entanto, em 2010, Vieira continua afirmando que as informações a respeito da abamectina não são suficientes para comprovar se os efeitos são inofensivos a organismos não alvos, tornando pertinente um maior conhecimento dos efeitos do Vertimec[®] EC no ambiente aquático (VIEIRA, 2010).

As avermectinas são rapidamente fotodegradadas em água e se adsorvem rapidamente nas partículas de solo, sedimento e matéria orgânica (TIŠLER e ERŽEN, 2006; CAMPBELL, 1989). Além disso, a abamectina (AvermectinaB_{1a,1b}) pode ser degradada por mecanismos de oxidação ou foto-oxidação apresentando meia vida de 21 horas no solo, de 4 a 6 horas na superfície da água e de 4 dias na coluna d'água (WISLOCKI et al., 1989).

No estudo realizado por Novelli et al. (2011), com *Chironomus xanthus* e *Danio rerio*, as taxas médias de degradação da abamectina na água foram de 95% da concentração inicial em 96 horas (*C. xanthus*) e de 97% em 48 horas (*D. rerio*). Tišler e Eržen, (2006) reportaram

taxas médias de 40% da concentração inicial após 48 horas em testes realizados com *Daphnia magna*, e de 90% em 96 horas, em testes com *D. rerio*.

Por outro lado, estudos realizados por Garric et al. (2007), relataram uma leve diminuição na concentração de ivermectina (outro tipo de avermectina) durante o período de realização dos testes de toxicidade com *D. magna*.

Segundo Eržen et al., (2005), a persistência das avermectinas no meio ambiente, assim como seus efeitos tóxicos depende do processo de degradação e da quantidade de resíduos lançados no meio ambiente.

Em adição a esses fatores, a formulação comercial pode ser mais tóxica que o ingrediente ativo, porque essas formulações são conhecidas por conter outros compostos além das substâncias ativas, como surfactantes, adicionados ao composto original para aumentar seus efeitos físicos e químicos, que podem aumentar significativamente a toxicidade do produto comercial, comparada ao princípio ativo (PEREIRA et al., 2009).

2.5 Organismos indicadores da qualidade ambiental

Os organismos não humanos em geral são mais intensamente expostos aos contaminantes ambientais e podem ser mais sensíveis, por isso são possíveis de serem utilizados como organismos sentinela, ou bioindicadores, apontando fontes potenciais de perigo para o homem (SHEFFIELD et al., 1998).

O uso de organismos como indicadores da qualidade da água vem sendo muito utilizado nas últimas décadas devido à exigência de medidas cada vez mais específicas na análise dos poluentes. As primeiras respostas à contaminação ambiental ocorrem nos níveis mais baixos de organização biológica, e por essa razão elas representam medidas rápidas e de maior sensibilidade (BUCKLER e TILITI, 1996). Segundo Peres e Moreira (2003), nesse nível de organização biológica, grande parte dos conhecimentos sobre os efeitos de substâncias ou sedimentos contaminados provém de estudos ecotoxicológicos realizados em laboratório e os organismos mais comumente utilizados são microcrustáceos, peixes e larvas de quironomídeos.

Os organismos teste utilizados nesse estudo foram a alga *Pseudokirchneriella subcapitata*, uma espécie representante do fitoplâncton, e o cladócer *Ceriodaphnia silvestrii*, uma espécie representante do zooplâncton.

As algas são bons indicadores, pois são produtores primários dominantes na cadeia alimentar, possuem ciclo de vida curto, crescimento populacional acelerado e são sensíveis a uma ampla gama de compostos tóxicos, sendo utilizadas na avaliação da toxicidade de

diversos produtos químicos, dentre eles os agrotóxicos (SABATER e CARRASCO, 2001; MA, et al., 2002; FENT, 2003; TIŠLER e ERŽEN, 2006; GARRIC et al, 2007; CÁCERES, et al., 2008; VIEIRA, 2010). Entre os parâmetros de avaliação dos testes com algas destacam-se as medidas do decréscimo na taxa de crescimento ou na biomassa final e a inibição da fotossíntese. Algumas espécies de algas empregadas em testes de toxicidade aguda são *Scenedesmus subspicatus*, *Pseudokirchneriella subcapitata*, anteriormente chamada de *Selenastrum capricornutum* e *Chlorella spp.* (TREMOLADA et al., 2004).

O zooplâncton possui ciclo de vida curto, alta taxa de reprodução e rápido desenvolvimento, respondendo prontamente às alterações ambientais (FREITAS, 2012). Possui um papel importante e central nas cadeias tróficas de ambientes lânticos, pois contribuem significativamente com a matéria e o fluxo de energia desde os produtores primários até os consumidores de topo. Dentre os organismos representantes do zooplâncton, os cladóceros, particularmente, que são eficientes filtradores, ocupam grande parte desse fluxo, se alimentando de algas, bactérias, detritos orgânicos e matéria orgânica dissolvida (ABRANTES e GONÇALVES, 2003). E por serem um dos grupos mais sensíveis aos agentes químicos são frequentemente utilizados em testes ecotoxicológicos, possibilitando informações sobre os impactos relativos do ecossistema como um todo (HANAZATO, 2000).

As espécies mais utilizadas em testes de toxicidade são dafinídeos, como *Daphnia similis*, e os parâmetros avaliados são imobilidade e fecundidade (COSTA et al., 2008).

Estudos ecotoxicológicos em ambientes de água doce apresentam amplamente o uso de organismos zooplanctônicos como *Daphnia pulex*, *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia dubia*, que são padronizados por organizações internacionais (USEPA, 1994, ASTM, 1992) e nacionais (CETESB, 1987; ABNT, 2004; ABNT, 2005). No entanto, existem críticas a respeito da utilização desses organismos, já que estes nem sempre refletem as condições específicas de um local e os *taxa* encontrados ali (HARMON et al., 2003). Portanto, do ponto de vista ecotoxicológico é mais desejável utilizar organismos específicos da região onde o estudo é conduzido (RODGHER et al., 2009), como em estudos de toxicidade feitos com a espécie *Ceriodaphnia silvestrii* (RODGHER et al., 2009; YAMADA et al., 2012).

2.6 Estudos ecotoxicológicos

Zagatto (2006) define a ecotoxicologia como ciência que estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio, nos quais os organismos vivem em um contexto

integrado. Para tanto se vale dos testes de toxicidade, que utilizando organismos vivos como biossensores, integram a diversidade e representatividade dos organismos e seu significado ecológico nos ecossistemas aos efeitos adversos dos poluentes sobre os indivíduos e as comunidades biológicas.

Ainda que a função dos agrotóxicos seja atingir organismos indesejáveis a uma cultura, estes podem atingir espécies não alvo, aquáticas ou terrestres, e até mesmo o homem, causando sérios problemas ao meio ambiente e saúde humana (YEH e CHEN, 2006). No entanto, de acordo com Nimmo, 1985, a diferença entre espécies-alvo e não alvo não é absoluta, pois um grupo pode ser não alvo em uma determinada região e alvo em outra. Assim é de fundamental importância a avaliação da toxicidade dos agrotóxicos sobre esses organismos, utilizando, para tanto, bioindicadores do ecossistema aquático (peixes, comunidade zooplancônica, fitoplancônica e bentônica) e terrestres (organismos de solo) . Estes testes permitirão a identificação daqueles produtos químicos com menor toxicidade e menores riscos de impacto ambiental (GOLOMBIESK, 2006).

Para uma melhor previsão das respostas dos ecossistemas à perturbação causada pelos contaminantes ambientais, um dos maiores desafios da ecotoxicologia, os estudos ecotoxicológicos englobam desde testes em laboratório com uma única espécie ou com multiespécies e comunidades até estudos em campo em micro e mesocosmos, ou em parcelas do ecossistema (BOYLE et al., 1996). Dessa forma, muitas características importantes dos ecossistemas, como a estrutura trófica ou a complexidade ambiental, ignoradas nos estudos de laboratório, são levadas em consideração na avaliação dos efeitos dos contaminantes sobre os organismos e na avaliação do risco ecológico. Essa avaliação estima a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso esperado como resultado da exposição ambiental a um ou mais fatores de estresse (USEPA, 1998), que podem ser físicos (ex: erosão, barragem de rios), químicos (ex: lançamento de efluentes, derramamento de óleo) ou biológicos (ex: introdução de espécies exóticas) (RODRIGUES et al., 2011).

No Brasil, para o desenvolvimento de novos produtos (herbicidas, para a agricultura ou antibióticos e parasiticidas para aquicultura) é necessário o estudo de avaliação do risco e da periculosidade que o produto pode oferecer para o ambiente. Dessa avaliação resulta uma classificação que indica o perfil ecotoxicológico do produto e fornece instruções para o uso correto (IBAMA, 1987). Os testes de toxicidade são etapas iniciais de avaliação de risco de xenobióticos, proporcionando a caracterização da resposta ecológica a uma substância química (CAIRNS et al., 1998).

Os testes de toxicidade podem ser agudos ou crônicos com base no tempo de exposição e na magnitude dos efeitos. Os efeitos letais ou agudos envolvem respostas a agentes físicos ou químicos, que interferem nos processos celulares intensamente, causando a morte rapidamente. Muitas vezes, podem se expressar através de respostas que antecedem a morte, como sufocamento e interferências nos movimentos dificultando a fuga de predadores ou a obtenção de alimento, por exemplo (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

Os efeitos subletais causam perturbação das atividades fisiológicas e comportamentais, sem mortalidade imediata. Esta pode ocorrer ao longo do tempo devido a interferências na alimentação, crescimento, sistema imunológico, etc. Tais efeitos levam a mudanças populacionais ou na composição e diversidade de espécies (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

Os mesocosmos podem ser definidos como um ecossistema artificial de pequena escala, mantido sob condições ambientais naturais (ODUM, 1984) ou seminaturais, que permitem estudar os efeitos de contaminantes sobre os organismos e comunidades estabelecendo uma ligação entre a reprodutibilidade experimental e a realidade ecológica (MASSUTI, 2004).

Esses modelos de ecossistemas que imitam ambientes naturais têm sido muito usados para avaliar o potencial de perigo ecotoxicológico de agrotóxicos, pois permitem avaliar as interações entre as populações da comunidade aquática e os efeitos sobre a recuperação da mesma, frente à aplicação dos mesmos (LAABS, 2007; LÓPEZ-MANCISIDOR, 2008).

Para detectar impactos causados em um sistema são utilizados diferentes níveis de complexidade biológica, entretanto, tem-se enfatizado estudos que avaliam a qualidade biológica envolvendo a comunidade como um todo (ROSENBERG e RESH, 1993). Quando vários integrantes de uma comunidade são analisados, além dos efeitos diretos causados em uma determinada espécie, efeitos indiretos causados por predadores e competidores podem estimular respostas, tanto positivas quanto negativas, na população em foco (RELYEA e DIECKS, 2008).

Nos estudos em mesocosmos, são comumente utilizados índices específicos que identificam o efeito de agrotóxicos, considerando as respostas de diversas espécies de uma comunidade. Estes índices, que tem as comunidades como unidade de estudo, são eficientes para o monitoramento de grandes áreas apresentando um custo relativamente baixo (WATZIN e MCINTOSH, 1999). Sua metodologia baseia-se em pesquisas de campo, analisando as alterações estruturais e funcionais das comunidades nos sistemas ecológicos.

As respostas mais relatadas, em estudos de comunidades, têm sido mudanças na estrutura da comunidade zooplanctônica dominada pelo gênero *Daphnia*, já que, quando

aplicados nos corpos d'água, os agrotóxicos induzem a dominância de espécies menores de zooplâncton, e consequentemente reduzem o tamanho corporal dos indivíduos da comunidade. Dessa forma, se a população de dafinídeos for destruída pelos agrotóxicos, a abundância e riqueza de espécies zooplancônicas menores se elevam, resultando em aumento da competição interespecífica e consequente desequilíbrio ambiental. Esses efeitos têm sido confirmados indiretamente pelos resultados dos testes de toxicidade realizados com amostras provenientes de mesocosmos artificialmente contaminados ou com produtos comerciais e princípios ativos, indicando efeitos tóxicos para os cladóceros em baixas concentrações (HANAZATO, 2000; NOVELLI, et al., 2001; PEREIRA, et al., 2012). Portanto, os testes de toxicidade, integram a diversidade e representatividade dos organismos e seu significado ecológico nos ecossistemas a efeitos adversos dos poluentes sobre as comunidades biológicas (ZAGATTO, 2006).

2.7 Estudos ecotoxicológicos com agrotóxicos

O interesse pela determinação da persistência de compostos biologicamente ativos no solo, tanto para verificação da efetividade no controle das pragas, quanto para efeito de segurança e qualidade ambiental, motivou a realização de numerosos estudos ecotoxicológicos (BLANCO et al., 1989), como por exemplo, os estudos realizados por Machado Neto e Victoria Filho (1995) que encontraram resíduos de herbicidas em culturas de laranja; Lambais e Cardoso (1993) que observaram a influencia de resíduos do solo na colonização de fungos micorrízicos, os estudos de Bittencourt e Cruz (1998), que observaram influencia de resíduos em populações de organismos envolvidos no controle biológico de pragas (BITTENCOURT e CRUZ, 1998) e testes de toxicidade com diferentes organismos teste (SHERRARD et al., 2002; HERBRANDSON et al., 2003; VILLARROEL et al., 2009).

Vários estudos de campo (mesocosmos) e laboratório foram realizados nos últimos anos com o produto comercial Vertimec® 18 EC, envolvendo organismos de diferentes níveis tróficos: *Pseudokirchneriella subcapitata* (VIEIRA, 2010; BRAUN et al., 2010), *Pistia stratiotes* (BASTOS, 2010), *Danio rerio* (MENDES, 2011), *Lithobates catesbeianus* (VASCONCELOS et al., 2011), *Daphnia similis* (BRAUN et al., 2010; NOVELLI et al., 2011), *Ceriodaphnia dubia* (BRAUN et al., 2010) e *Ceriodaphnia silvestrii* (PEREIRA, et al., 2012). Os resultados revelaram as interações do produto comercial Vertimec® 18 EC com o ambiente, indicando efeito tóxico mesmo em baixas concentrações para organismos aquáticos.

Em relação ao princípio ativo, abamectina, estudos ecotoxicológicos realizados por Tišler e Eržen, (2006), demonstraram que esse composto é extremamente tóxico ao fitoplâncton, zooplâncton e peixes, podendo causar a morte desses organismos em concentrações da ordem de ng.L^{-1} . Isso foi confirmado pelos resultados dos testes de toxicidade, realizados por Novelli et al. (2011a) que mostraram alta sensibilidade dos dafnídeos, bem como por outros autores, não só para a abamectina (WISLOCKI et al., 1989; TIŠLER e ERŽEN, 2006) como também para a ivermectina, outro tipo de avermectina (HALLEY, et al., 1989; GARRIC et al., 2007).

JUSTIFICATIVA

Com a crescente demanda por produtos agrícolas e a intensificação da utilização de agrotóxicos, a presença destes nos corpos hídricos ficou cada vez mais frequente, aumentando significativamente os riscos ambientais e à saúde humana, já que esses compostos, quando em contato com o meio ambiente, podem ser extremamente tóxicos a todos os organismos vivos (CREWS e PEOPLES, 2004).

O agrotóxico utilizado nesse estudo é o Vertimec[®] 18 EC, empregado no controle de insetos e ácaros em várias culturas agrícolas, tais como fruticulturas, horticulturas, plantas ornamentais, entre outras e na medicina veterinária, na prevenção de doenças parasitárias (CAMPBELL, 1989). De acordo com sua classificação toxicológica, em relação à saúde humana, pertence à classe III, enquanto que em relação à periculosidade ambiental, pertence à classe II. De acordo com a ficha de dados de segurança da Sygenta (2011) é um produto muito perigoso ao meio ambiente, altamente persistente e extremamente tóxico para microcrustáceos e peixes.

O trabalho realizado por Nunes et al. (2009), na área rural do município de Bom Repouso, Minas Gerais, comprovou o uso excessivo deste agrotóxico nas atividades agrícolas,

uma vez que foi encontrada grande quantidade deste produto no solo e corpos d'água próximos a cultivos de batata e morango, o que representa um risco a saúde humana e ao ambiente.

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (Para) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), observou teores de resíduos de agrotóxicos acima do permitido em diversas culturas, dentre elas de batata e morango, além do uso de substâncias não autorizadas. De 1773 amostras analisadas, obtidas a partir de dezessete alimentos monitorados (alface, batata, morango, tomate, maçã, banana, mamão, cenoura, laranja, abacaxi, arroz, cebola, feijão, manga, pimentão, repolho e uva), 15,28% estavam insatisfatórias. Segundo o ministro da saúde do governo anterior, José Gomes Temporão, a segunda causa de intoxicação no Brasil, depois de medicamentos, é por agrotóxicos (ANVISA, 2009).

Nos últimos anos o Brasil se tornou o principal destino de produtos banidos no exterior. Segundo dados da Anvisa, são usados nas lavouras brasileiras pelo menos dez produtos proibidos na União Europeia (UE), Estados Unidos, China e outros países. Sem contar na grande quantidade de agrotóxico contrabandeado para o país (CARNEIRO e SOARES, 2010).

Em relação ao risco ecológico, segundo Tišler e Eržen, (2006), estudos ecotoxicológicos realizados com a abamectina, o princípio ativo do Vertimec® 18 EC demonstrou alta toxicidade para o fitoplâncton, zooplâncton e peixes, podendo causar a morte desses organismos em concentrações da ordem de ng.L^{-1} .

O presente estudo fez parte de um projeto maior de avaliação integrada dos efeitos do Vertimec® 18 EC no ambiente, no qual também estão sendo avaliadas as respostas das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica estabelecidas nos mesocosmos e os efeitos diretos e indiretos do agrotóxico em anfíbios (girinos da espécie *Lithobates catesbeianus*) inseridos no experimento *in situ* (RESENDE et al., 2012; VASCONCELOS et al., 2011).

OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos indiretos e diretos do agrotóxico Vertimec® 18 EC, a partir da caracterização física, química, biológica e ecotoxicológica de amostras de água e sedimento de mesocosmos artificialmente contaminados e testes de toxicidade com o produto comercial.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar análises físicas, químicas e biológica (clorofila) com amostras de água e sedimento coletadas nos experimentos *in situ* (mesocosmos).
- Avaliar testes de toxicidade aguda e crônica com *Ceriodaphnia silvestrii* e *Pseudokirchneriella subcapitata* com amostras de água coletadas nos experimentos *in situ* (mesocosmos).
- Avaliar testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* com amostras de sedimento coletadas nos experimentos *in situ* (mesocosmos).

-
- Avaliar testes de toxicidade aguda e crônica com *Ceriodaphnia silvestrii* com o produto comercial Vertimec[®] 18 EC.
 - Avaliar se existe diferença na toxicidade aguda e crônica entre as amostras ambientais contaminadas com Vertimec[®] 18 EC e com o produto a partir das diluições.

METODOLOGIA

5.1 Planejamento Experimental

A pesquisa foi dividida em duas etapas de forma a agrupar as atividades desenvolvidas e atender aos objetivos propostos:

- Etapa1: avaliação física, química e biológica e testes de toxicidade em laboratório, com as espécies *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Ceriodaphnia silvestrii*, com amostras de água e sedimento dos mesocosmos.
- Etapa 2: testes de toxicidade realizados em laboratório, com *Ceriodaphnia silvestrii*, com o produto comercial Vertimec® 18 EC.

As análises químicas, biológica e os testes de toxicidade com as amostras de água, sedimento e com o produto comercial Vertimec® 18 EC foram realizados nos laboratórios de Limnologia e Ecotoxicologia e Ecofisiologia Aquática, do Núcleo de Estudos em Ecossistemas Aquáticos (NEEA) do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA), pertencente à Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP), localizado no município de Itirapina, São Paulo, Brasil (22°01'22"S, 43°57'38"W).

5.1.1 Experimentos *in situ*: mesocosmos

Os estudos *in situ* foram conduzidos, em um tanque retangular de concreto, com área de 10,24 m² e 1,14 m de profundidade, localizado na área externa do CRHEA. Os mesocosmos, representados por barris de polietileno sem o fundo, com volume de 200 litros, foram colocados no tanque de concreto. Dentro desse tanque já existia água proveniente da Represa do Lobo, uma camada de sedimento de cerca de oito centímetros e uma comunidade biológica já estabelecida. Os mesocosmos permaneceram sem manipulação por oito dias, para estabilização das condições bióticas e abióticas do sistema. Foram feitos sete tratamentos, todos em tréplica, que se encontram descritos abaixo (Figura 5.1):

- 1) C: Controle do experimento (água da represa contendo somente a comunidade aquática já estabelecida).
- 2) CG: Controle do experimento + *Lithobates catesbeianus* (representante de topo da comunidade aquática estabelecida).
- 3) DM: Vertimec[®] 18 EC em dosagem múltipla, aplicado diretamente à água.
- 4) DMG: Vertimec[®] 18 EC em dosagem múltipla, aplicado diretamente à água + *Lithobates catesbeianus*.
- 5) DU: Vertimec[®] 18 EC em dosagem única, aplicado diretamente à água.
- 6) DUG: Vertimec[®] 18 EC em dosagem única, aplicado diretamente à água + *Lithobates catesbeianus*.
- 7) AL: Controle externo aos mesocosmos.

Figura 5.1. Representação dos tratamentos em tréplicas. Da direita para a esquerda. C: controle do experimento. CG: controle do experimento mais girinos de *L. catesbeianus*. DM: dosagem múltipla de Vertimec[®] 18 EC. DMG: dosagem múltipla de Vertimec[®] 18 EC mais girinos de *L. catesbeianus*. DU: dosagem única de Vertimec[®] 18 EC. DUG: dosagem única de Vertimec[®] 18 EC mais girinos de *L. catesbeianus*. AL: controle externo.

O tanque foi mantido cercado durante todo o experimento com superfície telada para evitar a ação de predadores e a colonização de outras espécies. Os mesocosmos, exceto o

controle externo (área externa aos mesocosmos) foram submetidos à aeração constante devido a presença de girinos de *L. catesbeianus* pertencente ao experimento integrado.

Os girinos foram introduzidos no ambiente como um representante dos predadores de topo a fim de apresentar um ecossistema com uma cadeia trófica mais complexa. Esses organismos são detritívoros ou herbívoros, de modo que as algas são a principal fonte de alimento nos estágios jovens (SCHOONBEE et al., 1992).

Ainda que doses baixas de aplicação de pesticidas não apresentem efeito direto em girinos, pode ocorrer declínios populacionais devido a efeitos indiretos, já que com a mortalidade do zooplâncton (muito sensível ao Vertimec® 18 EC), o fitoplâncton apresentam dominância, acarretando no aumento da turbidez e consequente diminuição da produtividade primária do perifíton, importante matriz alimentar para os girinos (RELYEA e DIECKS, 2008). A partir disso, poderia ser constatado um efeito *top down* na cadeia alimentar, indicando o efeito indireto do agrotóxico testado.

5.1.2 Contaminação dos mesocosmos

O agrotóxico utilizado neste estudo é o Vertimec® 18 EC fabricado pela Sygenta Proteção de Cultivos Ltda.

As concentrações de Vertimec® 18 EC utilizadas na contaminação dos mesocosmos foram determinadas com base em estudos de campo e laboratório, realizados anteriormente por Novelli, 2010; Vieira, 2010 e Vasconcelos et al., 2011.

Nos tratamentos com dose múltipla, a concentração utilizada foi de $0,002 \text{ ml L}^{-1}$, que corresponde à concentração quantificada nas amostras de escoamento superficial de um terreno artificialmente contaminado com o produto na dose recomendada para a cultura de morango ($0,75 \text{ mL L}^{-1}$, o que representa $0,125 \text{ L}$ de calda por m^2 de área cultivada). Portanto, para alcançar essa concentração, foram adicionados $0,4 \text{ mL}$ do contaminante em cada tratamento dose múltipla contendo 200 L de água (NOVELLI, 2010; VIEIRA, 2010). Os tratamentos com dose múltipla tiveram por objetivo simular a aplicação contínua do agrotóxico e os efeitos cumulativos sobre os organismos.

Nos tratamentos com dose única a concentração utilizada foi de $0,008 \text{ ml L}^{-1}$ que corresponde ao valor da CL50 encontrada em laboratório para girinos da espécie *Lithobates catesbeianus* (VASCONCELOS et al., 2011). Para alcançar essa concentração, foram adicionados $1,6 \text{ mL}$ do contaminante em cada tratamento dose única contendo 200 L de água.

O produto comercial de Vertimec® 18 EC não foi aplicado diretamente nos mesocosmos. Para alcançar a concentração desejada em cada mesocosmo, foi feita uma

solução padrão de 16 mL L^{-1} do agrotóxico, a partir da qual foram retirados 25 mL para a contaminação de cada tratamento em dose múltipla ($0,002\text{ mL L}^{-1}$) e 100mL para a contaminação de cada tratamento em dose única ($0,008\text{ mL L}^{-1}$).

Figura 5.2. A e B: Contaminação de cada réplica dos mesocosmos com solução padrão, C: homogeneização dos mesocosmos.

As aplicações do Vertimec® 18 EC foram feitas no dia 1 (doses única e múltipla) e dia 12 (dose múltipla). A duração do experimento em dias, a contaminação e a frequência de coleta das amostras de água e sedimento estão apresentadas na Figura 5.3

Figura 5.3 Duração do experimento em dias; contaminação e recontaminação dos mesocosmos: coletas das amostras de água e sedimento.

5.1.3 Coleta e preservação das amostras

As amostras de água para as análises químicas, biológicas e testes de toxicidade foram coletadas diretamente nos mesocosmos, com auxílio de baldes, armazenadas em garrafas de polietileno (Figura 5.4-A;B), previamente lavadas com solução de ácido nítrico a 10%. A preservação das amostras, de acordo com os requisitos de cada análise, está apresentada a seguir:

- Análises químicas e biológica: para a análise dos nutrientes totais e dissolvidos e metais as amostras foram mantidas congeladas a -18°C ; para a análise de clorofila *a* as amostras foram filtradas em filtros de fibra de vidro com membrana tipo GF/C de $0,45\text{ }\mu\text{m}$, seguida da extração em etanol 80% a quente, com posterior

determinação em espectrofotometria UV (Espectrofotômetro 600, Femto) (NUSCH, 1980).

- b) Testes de toxicidade: após a coleta as amostras foram mantidas *in natura*, em geladeira, em temperatura inferior a 10°C por um período máximo de 48 horas, segundo a NBR 12713 (ABNT, 2004).

As amostras de sedimento para as análises químicas e testes de toxicidade foram coletadas com um tubo de PVC e acondicionadas em potes de plástico com capacidade de 1kg. Após a coleta as amostras foram preservadas de acordo com os requisitos de cada análise (Figura 5.4-C;D):

- a) Análises químicas (matéria orgânica, nutrientes e metais): secas em temperatura ambiente.
- c) Testes de toxicidade com sedimento total: as amostras foram mantidas úmidas e congeladas, em temperatura inferior a -18°C, por um período de 60 dias, segundo a NBR 12713 (ABNT, 2004).
- b) Testes de toxicidade com água intersticial: para obtenção da água intersticial, as amostras foram submetidas à centrifugação em centrífuga refrigerada a cerca de 4°C, a 3500 rpm por 15 minutos, em tubos plásticos com tampa (250mL de capacidade; 12cm altura e 6cm diâmetro) (MOZETTO, 2006). Após centrifugação, retirou-se sobrenadante para a utilização dos testes de toxicidade.
- c) Testes de toxicidade com solubilizado: para obtenção do solubilizado uma parte de sedimento foi misturada com 4 partes de água destilada e essa mistura foi mantida sob contínua agitação, em mesa agitadora, por 18 horas, seguida por um período de decantação em geladeira de 16h. Após decantação, retirou-se o sobrenadante para utilização nos testes de toxicidade (HILL et al., 1993).

Figura 5.4 Coleta de amostras para realização de testes ecotoxicológicos e análises físicas e químicas. A e B: amostras de água coletadas em frascos de polietileno. C e D: Coleta de amostras de sedimento.

5.2 Análises físicas, químicas e biológica (clorofila)

5.2.1 Mesocosmos: Amostras de água

Medidas de pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica, da água de cada mesocosmo, foram feitas diariamente, com a utilização de uma sonda multiparamétrica, marca Horiba, modelo U-10 (Figura 5.5).

Figura 5.5. Medições realizadas com medidor portátil Horiba.

As medidas de pH, OD, condutividade e dureza das amostras utilizadas nos testes de toxicidade foram realizadas com os equipamentos: potenciômetro B374; medidor de OD YSI; condutivímetro 145A e HACH, DR/2000, respectivamente. As análises de turbidez, nutrientes, clorofila *a* e metais foram feitas segundo as metodologias apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Metodologias das variáveis físicas, químicas e biológicas da água.

VARIÁVEL (UNIDADE)	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Turbidez (NTU)	Espectrofotometria	APHA, (1995)
Nitrito ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Espectrofotometria	GOLTERMAN et al., (1978)
Nitrato ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Espectrofotometria	MACKERETH et al., (1978)
Íon amônio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Espectrofotometria	KOROLEFF, (1976)
Fósforo total, fósforo total dissolvido e fósforo inorgânico ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Espectrofotometria	APHA, (1995)
Nitrogênio orgânico total (mg L^{-1})	Espectrofotometria	APHA, (1995)
Silicato Reativo (mg L^{-1})	Espectrofotometria	GOLTERMAN et al., (1978)
Clorofila <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Espectrofotometria	NUSCH, (1980)
Metais potencialmente biodisponíveis (mg L^{-1})	Espectrofotometria (absorção atômica por chama)	APHA, (1995)

5.2.2 Mesocosmos: Amostras de sedimento

As metodologias utilizadas nas análises de matéria orgânica, nutrientes (fósforo total e nitrogênio orgânico total) e realizadas com as amostras de sedimento estão apresentadas na Tabela 5.2

Tabela 5.2. Metodologias das variáveis físicas e químicas do sedimento.

VARIÁVEL (UNIDADE)	METODOLOGIA	REFERÊNCIA
Matéria Orgânica (%)	Incineração em mufla	TRINDADE, (1980)
Fósforo Total ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Espectrofotometria	ANDERSEN, (1976)
Nitrogênio Orgânico total(%)	Espectrofotometria	APHA, (1995)
Metais potencialmente biodisponíveis (mg kg^{-1})	Espectrofotometria (absorção atômica por chama)	SILVÉRIO, (1999)

5.3 Análises ecotoxicológicas

5.3.1 Organismos teste: manutenção, cultivo

5.3.1.1 *Pseudodokirchneriella subcapitata*

As algas *Pseudokirchneriella subcapitata* foram cultivadas em meio L.C. Oligo (Tabela 5.3), a partir de culturas-estoque mantidas no Laboratório de Ecotoxicologia e Ecofisiologia de Organismos Aquáticos do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CHREA-USP) (Figura 5.6).

Figura 5.6 Vista geral do retículo da câmara de Neubauer com as células de *Pseudokirchneriella subcapitata* (esquerda) e em detalhe *P. subcapitata* (direita).

As culturas-estoque ou inóculos foram mantidas em meio L.C. Oligo, em geladeira em condições axênicas, e repicadas a cada seis meses, para manter a concentração e a viabilidade

celular. Em condições assépticas, uma porção do inóculo estoque de *P. subcapitata* foi transferida para um frasco de Erlenmeyer contendo 100mL de meio de cultura e incubada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, sob agitação e iluminação (100-175 rpm e 4500 lux, respectivamente) constantes, por um período de 5 a 7 dias, até atingir a fase exponencial de crescimento, quando apresentou concentrações superiores a 10^6 células mL^{-1} . (ABNT, 2005b).

Tabela 5.3. Soluções para preparo do meio de cultura L.C. Oligo. Tabela modificada de ABNT, 2005b.

Solução	Reagente	Quantidade (mg L^{-1})	Solvente
1	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4000	Água destilada
2	KNO_3	10000	
3	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3000	
4	K_2HPO_4	4000	
5	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	30	
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	60	
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	60	
	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60	
	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	60	
	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	60	
	H_3BO_3	60	
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{FeO}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	1625	
6	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	625	
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	625	
7	NaHCO_3	15000	

5.3.1.2 *Ceriodaphnia silvestrii*

Os exemplares de *C. silvestrii* para cultivo foram provenientes de culturas estoques mantidas no Laboratório de Ecotoxicologia e Ecofisiologia de Organismos Aquáticos do NEEA. A escolha deste organismo-teste deve-se ao fato do mesmo ser padronizados pela ABNT (2005a) para a realização de ensaio de toxicidade aguda e crônica, além de ser uma espécie nativa.

Para o cultivo de *C. silvestrii* foram usados cristalizadores contendo 1 litro de água de manutenção e 60 a 70 organismos de mesma idade, sendo as culturas mantidas em incubadora com controle de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e fotoperíodo 16/8 horas de claro/escuro. Como alimento, foram utilizados solução de algas *Pseudokirchneriella subcapitata* e alimento composto formado por partes iguais de ração fermentada Tetramin e fermento biológico,

fornechos diariamente. As trocas de água foram realizadas periodicamente (três vezes por semana), separando-se as fêmeas adultas e descartando-se os organismos jovens (neonatos) (Figura 5.7). Para garantir a disponibilidade contínua de organismos para os testes ecotoxicológicos, foram mantidos lotes de diferentes faixas etárias (ABNT 2005a).

Figura 5.7. Vista geral do cladócero *Ceriodaphnia silvestrii*. (B) – Detalhes de procedimentos de manutenção do cultivo de *C. silvestrii*.

5.3.2 Controle de Qualidade

Como uma prática recomendada para avaliar as condições fisiológicas dos organismos testes, foram realizados testes de sensibilidade com as culturas de *P. subcapitata* e *Ceriodaphnia silvestrii* utilizando cloreto de sódio como substância de referência, seguindo as recomendações das normas técnicas (ABNT, 2005a; 2005b).

5.3.2.1 Teste de sensibilidade com *Pseudokirchneriella subcapitata*

Os testes de sensibilidade com a substância de referência cloreto de sódio (NaCl) foram feitos nas concentrações 0,5; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 g L⁻¹ mais o controle de acordo com ABNT (2005). Os testes foram realizados em triplicata usando frascos de Erlenmeyers de 250 mL de capacidade, contendo 100 mL da solução-teste com concentração inicial de aproximadamente 10⁴ células mL⁻¹. Os frascos foram mantidos em mesa agitadora, sob agitação contínua a 175 rpm, com temperatura controlada em 25°C (± 2°C) e iluminação constante de 4.500 lux por um período de 96 horas. Medidas de pH foram realizadas ao início e final dos testes.

Após o período de contato, foram realizadas contagens de células de cada réplica em câmara de Neubauer (Improved Neubauer- Bright Line) com o auxílio de microscópio óptico Carl Zeiss, modelo Standard 25, para determinação das densidades celulares. Para tanto,

foram retiradas alíquotas de cada réplica, às quais foram adicionadas solução de lugol acético, possibilitando a fixação das amostras destinadas à contagem.

A determinação da concentração de inibição (CI 50%) de cada teste foi feita através do programa computacional ICp (Inhibition Concentration Percentage Estimate) (EPA, 1993).

Para que os organismos fossem considerados adequados para os testes, os valores encontrados deveriam fazer parte do intervalo delimitado por mais ou menos duas vezes o desvio padrão em relação aos valores médios de CI 50 obtidos anteriormente para a mesma espécie (carta-controle).

As soluções de cloreto de sódio foram preparadas no momento da execução dos ensaios em meio L.C. Oligo estéril (ABNT, 2005b). As manipulações de preparo dos inóculos e das soluções teste foram feitas em cabine de fluxo laminar, em condições assépticas. Os materiais envolvidos na manutenção da alga e nos testes de toxicidade aguda foram previamente lavados com detergente neutro, acetona P.A. e com solução de ácido clorídrico a 10%, nessa ordem, e autoclavados por 20 minutos a 121°C.

5.3.2.2 Teste de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

Toxicidade aguda: os testes agudos com a substância de referência cloreto de sódio (NaCl) foram feitos de acordo com ABNT (2004) nas concentrações 1,0; 1,3; 1,6; 2,2 e 2,5 g L⁻¹, além do controle. Para cada tratamento, foram utilizados 10 mL da solução-teste com cinco organismos por réplica, totalizando quatro réplicas. Os testes foram mantidos com temperatura controlada de 25°C ±2, fotoperíodo de 16 horas de claro por 8 horas de escuro, sem alimento. Após o período de exposição (48 horas), procedeu-se à contagem dos organismos imóveis ou mortos e os resultados foram expressos em CE50, 48h calculada pelo programa computacional *Trimmed Sperman-Karber* (HAMILTON et al., 1977). Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e dureza foram medidos no início e final dos testes.

Para que os organismos fossem considerados adequados para utilização nos testes, os valores de CE50 deveriam se encontrar no intervalo delimitado por mais ou menos duas vezes o desvio padrão em relação aos valores médios de CE50 obtidos anteriormente para a mesma espécie (carta-controle).

Toxicidade crônica: os testes crônicos com a substância de referência cloreto de sódio (NaCl) foram feitos de acordo com ABNT (2005) e as concentrações utilizadas foram 0,03125; 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 g L⁻¹, além do controle. Para cada tratamento foram utilizados 15 mL da solução teste com um neonato por réplica, entre 6 e 24 horas, totalizando

dez réplicas. Os testes foram mantidos a $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ com duração de oito dias, período necessário para a produção da terceira ninhada. A cada dois/três dias foi feita a reposição total do volume da amostra anotando-se o número de organismos vivos e de neonatos nascidos. Os resultados foram expressos em CI25 que é a concentração que causa 25% de inibição na reprodução dos organismos-teste. Para o cálculo da CI25 foi utilizado o programa computacional ICp (Inhibition Concentration Percentage Estimate) (EPA, 1993). Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e dureza foram medidos no início e final dos testes.

Para que os organismos fossem considerados adequados para utilização, os valores de CI25 deveriam se encontrar no intervalo delimitado por mais ou menos duas vezes o desvio padrão em relação aos valores médios de CI25 obtidos anteriormente para a mesma espécie (carta-controle).

5.4 Mesocosmos - Testes de toxicidade

5.4.1 Água: Teste de toxicidade crônica com *Pseudokirchneriella subcapitata*

Os testes com as amostras de água dos mesocosmos foram feitos sem diluição de acordo com os procedimentos descritos no item 5.3.2.1- Teste de sensibilidade com *Pseudokirchneriella subcapitata* (Figura 5.8). A densidade celular de cada tratamento foi comparada estatisticamente (ANOVA) com a densidade celular do controle de laboratório para indicar os efeitos do contaminante no crescimento populacional dos organismos. Os resultados foram expressos em diferença significativa entre os tratamentos, sendo estes tóxicos ou não tóxicos.

O controle externo de campo (AL) foi comparado com os demais tratamentos de campo, por ANOVA, com a finalidade de encontrar diferença significativa entre os tratamentos.

Figura 5.8 Testes de toxicidade crônica com algas e contagem de células em câmara de Neubauer, com auxílio de microscópio óptico.

5.4.2 Água: Teste de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii*

Antes do início dos testes as amostras foram filtradas em rede de plâncton, com malha de abertura de 68 μ m, a fim de que fossem retirados os predadores naturais da espécie testada, que porventura estivessem presentes.

Os testes de toxicidade foram feitos com 6 diluições (100%; 50%; 25%; 12,5%; 6,25% e 3,125%) mais o controle, de acordo com os procedimentos descritos no item 5.3.2.1 Teste de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*; Toxicidade aguda (Figura 5.9).

Figura 5.9 (A)-rede de plâncton. (B) - Amostras dos mesocosmos filtradas. (C) - montagem dos testes de toxicidade aguda com as amostras filtradas.

5.4.3 Sedimento: Testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii*

Os testes de toxicidade com as amostras de sedimento foram realizados com o solubilizado, água intersticial e sedimento total (Figura 5.10).

Figura 5.10 Vista geral do arranjo experimental dos testes de toxicidade aguda com sedimento.

Os testes de toxicidade com o solubilizado e água intersticial foram feitos com cinco diluições (100%; 50%; 25%, 12,5% e 6,25%) de acordo com os procedimentos descritos no item 5.3.2.1 Teste de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*; Toxicidade aguda.

Sedimento total: Nos testes com sedimento total foi utilizada a proporção 1:4 de sedimento: água, preparada diretamente nos recipientes-teste. Esperou-se que o sedimento decantasse por 24h para o início do teste (HILL et al., 1993; MOZETO, 2006). Os testes foram realizados com 4 réplicas, cada uma delas com 20g de sedimento, 80 mL ml de água de cultivo e cinco neonatos, entre 6 e 24 h de idade, por réplica. Os testes foram mantidos com temperatura controlada de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, fotoperíodo de 16 horas de claro por 8 horas de escuro, sem alimento.

Após o período de exposição (48 horas), procedeu-se à contagem dos organismos imóveis ou mortos e os resultados foram expressos em porcentagem de imobilidade, para elutriato e sedimento total e em CE50, 48h, para água intersticial. Medidas de pH, oxigênio dissolvido, condutividade e dureza foram realizadas antes e ao final dos testes.

Os testes com as amostras líquidas (água, solubilizado e água intersticial) e com o sedimento total foram feitos em copos plásticos translúcidos, não tóxicos com capacidade para 200 mL.

5.5 Vertimec® 18 EC - Testes de toxicidade aguda e crônica com *Ceriodaphnia silvestrii*

Os testes de toxicidade aguda e crônica com o produto comercial Vertimec® 18 EC foram feitos a partir de uma solução padrão de 2000 nL L⁻¹ preparada em água de cultivo (Figura 5.11).

As concentrações da solução padrão e solução teste tiveram seus valores baseados nas concentrações utilizadas nos mesocosmos deste estudo, 0,002 e 0,008 mL L⁻¹ (item 5.1), nos trabalhos de Vieira (2010), Novelli (2009) e Zacharias (2008) e principalmente, nos valores de toxicidade obtidos a partir dos testes de toxicidade aguda com as amostras coletadas nos mesocosmos no tratamento DM, do presente estudo (item 6.3.2), cujo valor nominal da CE50 foi de 368,2 nL L⁻¹ (18,41% de 0,002 mL L⁻¹).

Figura 5.11 Ilustração do procedimento de preparação da solução padrão do Vertimec® 18 EC.

5.5.1 Toxicidade aguda

As concentrações de Vertimec® 18 EC utilizadas nos testes foram 62,5; 125; 250. 500 e 1000 nL L⁻¹, além do controle. Os testes foram realizados de acordo com os procedimentos descritos no item 5.3.2.2 Teste de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*; Toxicidade aguda. Em paralelo foram feitos testes de toxicidade aguda, nas mesmas concentrações, na ausência de luz, para avaliar a fotodegradação do Vertimec® 18 CE. Os resultados foram expressos em CE50, 24 e 48 horas.

5.5.2 Toxicidade Crônica

Os testes foram feitos com cinco diluições (9,4; 15,6; 31,2; 62,5; e 125 nL L⁻¹) mais o controle, de acordo com os procedimentos descritos no item 5.3.2.1 Teste de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*; Toxicidade crônica. Os resultados foram expressos em CENO, CEO e VC e CI25 (ABNT, 2005).

5.6 Tratamento estatístico

5.6.1 Análises de parâmetros físicos, químicos e biológico (clorofila)

Para avaliar a variação espacial e temporal dos parâmetros limnológicos dos mesocosmos, os resultados foram analisados utilizando-se uma Análise de Componentes Principais (ACP) pelos programas computacionais IBM SPSS Statistics 20 e PAST (Paleontological statistics software package for education and data analysis.) segundo Hammer, et al. (2001).

5.6.2 Testes de Toxicidade

Os tratamentos estatísticos aplicados aos testes de sensibilidade realizados com as espécies *P. subcapitata* e *C. silvestrii* se encontram descritos no item 5.3.2.

O cálculo da diferença significativa em relação ao controle, realizado com *P. subcapitata* (água dos mesocosmos), foi realizado por ANOVA, com o programa computacional TOXSTAT 3.4 e com o programa computacional IBM SPSS Statistics 20, por motivos de comparação de resultados.

O cálculo da CE50, realizado nos testes com *C. silvestrii*, 48h, das amostras com diluição (água dos mesocosmos e água com Vertimec[®] 18 EC puro) foi realizado com programa estatístico Trimmed Spearman-Kärber (HAMILTON et al. 1977) e pelo método estatístico Probit, através do programa computacional IBM SPSS Statistics 20, por motivos de comparação de resultados.

O cálculo da CENO, CEO e VC, das amostras com diluição (testes crônicos com *C. silvestrii* com Vertimec[®] 18 EC puro) foi feito por ANOVA, com o programa computacional TOXSTAT 3.4 e com o programa computacional IBM SPSS Statistics 20, por motivos de comparação de resultados.

Em relação aos dados de reprodução de *C. silvestrii*, primeiramente foi aplicado o teste de Fisher para verificar se houve diferença significativa na sobrevivência das diluições em relação ao controle. Além disso, os dados foram submetidos às análises de normalidade (teste do Chi-quadrado) e de homogeneidade das variâncias (teste de Bartlett). Tendo sido constatada a normalidade e a homogeneidade das variâncias, foi utilizado o teste de Dunnett

(ou Bonferroni) para analisar a existência ou não de diferença significativa ($p < 0,05$) na reprodução. O valor crônico (VC) corresponde às médias geométricas dos CENOs e CEOs , obtidos nos testes com *C. silvestrii*.

RESULTADOS

6.1 Análises físicas, químicas e biológica (clorofila)

6.1.1 Mesocosmos: Amostras de água

Todos os resultados obtidos por meio das análises físicas, químicas e biológica, apresentadas no item 6.1, se referem apenas as réplicas 2 de cada tratamento, já que somente estas réplicas foram avaliadas nos testes de toxicidade (item 6.2).

Devido a elevada quantidade de dados (coletas) e para uma melhor visualização das figuras, optou-se por separar graficamente os tratamentos com girinos dos tratamentos sem girinos, de forma a avaliar melhor os resultados. No entanto, o tratamento aleatório foi apresentado em ambas as figuras.

Ao longo do tempo foram registrados valores de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, e condutividade, os quais estão apresentados na Figura 6.1, e também no apêndice A (Tabela A1 a A4).

Em relação ao pH dos mesocosmos e do controle externo (AL), os valores variaram, entre 6,34 (DU) e 7,62 (DUG), sendo os valores iniciais menores que os valores finais. Observou-se um aumento do pH no dia 1 (T3h), para todos os tratamentos. No dia 12, houve

diminuição do pH para os tratamentos contaminados (DM, DMG, DU, DUG) e para o controle externo (AL). Os valores de pH dos tratamentos C e CG diminuíram no dia 8 (6,62 e 6,44, respectivamente) e ficaram estáveis no dia 12 (6,77 e 6,44, respectivamente). Os valores finais de pH estiveram compreendidos entre 7,21 e 7,62 (Figura 6.1-a).

Os valores de temperatura variaram entre 24°C e 30°C, com valores iniciais entre 27 e 28°C e valores finais entre 24 e 25°C. A variação da temperatura foi semelhante para todos os tratamentos no decorrer do experimento (Figura 6.1-b). Valores entre 29,5 e 30,1 °C foram registrados no dia 1 (T3h). A diferença de temperatura ocorrida entre a primeira medição desse dia (T0h) e a segunda (T3h) se deve ao horário em que as medições foram feitas; a primeira, no início da manhã, e a segunda, no início da tarde, quando as temperaturas diárias são normalmente mais elevadas. As demais medições foram feitas entre as oito e onze horas da manhã.

Todos os tratamentos, exceto o controle externo (AL), foram aerados artificialmente, ao longo do experimento, devido ao elevado consumo de oxigênio dissolvido (OD) por girinos da espécie *L. catesbeianus*, inseridos em parte dos mesocosmos. No início do experimento, todos os tratamentos apresentaram valores de OD compreendidos entre 5 e 7 mg L⁻¹, com exceção de AL, cujo valor inicial foi de 2,52 mg L⁻¹. A partir do dia 4, houve diminuição acentuada da concentração de OD para todos os tratamentos, sendo que os tratamentos com girinos (CG; DMG; DUG) e AL apresentaram as menores concentrações de oxigênio (2,07; 1,4; 0,34; 1,96 mg L⁻¹, respectivamente) e os demais tratamentos (C, DM, DU) apresentaram concentrações de: 4,04; 4,22; 4,21 mg L⁻¹. Ao final do experimento (dia 24) a menor concentração foi de 1,62 mg L⁻¹ (DMG) e a maior concentração foi de 5,42 mg L⁻¹ (DM) (Figura 6.1-c).

Para a condutividade houve um aumento gradativo ao longo do tempo, com valores iniciais próximos a 30 µS cm⁻¹ e finais próximos a 108 µS cm⁻¹, para todos os tratamentos, exceto para o tratamento AL, onde foram registrados os maiores valores de condutividade, com variação de 81 µS cm⁻¹ (inicial) a 175 µS cm⁻¹ (final). (Figura 6.1-d).

Figura 6.1 Valores de pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Em relação à turbidez pode-se observar que os valores obtidos mantiveram-se abaixo de 10 NTU, para a maioria dos tratamentos, apresentando uma pequena variação descendente. Apenas no tratamento DUG esse valor chegou a 75 NTU, no dia 8, porém foi diminuindo ao longo do tempo, chegando a 6 NTU ao final do experimento. Os valores de turbidez se encontram na Figura 6.2 e na Tabela A5 do apêndice A.

Figura 6.2 Valores de turbidez obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Os resultados das análises de nutrientes totais e dissolvidos estão apresentados nas Figuras: 6.3 (formas nitrogenadas); 6.4 (formas fosfatadas) e 6.5 (silicato reativo). Os resultados também estão apresentados no Apêndice A nas Tabelas: A6 a A9 (formas nitrogenadas); A10 e A12 (formas fosfatadas); e A13 (silicato reativo).

No dia 1 (T0h) o valor encontrado para nitrogênio total (NT), em todos os tratamentos foi de $1,58 \text{ mg L}^{-1}$, com redução no dia 1 (T3h), para menor que 1 mg L^{-1} . As concentrações dos tratamentos CG, DMG e DUG aumentaram ao longo do tempo, chegando a $3,64 \text{ mg L}^{-1}$ (DMG), $1,44 \text{ mg L}^{-1}$ (CG) e $1,30 \text{ mg L}^{-1}$ (DUG) no dia 24, final do experimento. Os tratamentos sem girinos C, DM e DU apresentaram valores, menores que os tratamentos com girinos durante todo o período de experimento (valores tratamentos sem girinos entre $0,047$ e $0,79 \text{ mg L}^{-1}$; valores tratamentos com girinos entre $0,047$ e $2,19 \text{ mg L}^{-1}$) exceto o tratamento DU que apresentou valor máximo de $1,9 \text{ mg L}^{-1}$ no dia 24. O tratamento AL apresentou valor de $0,14 \text{ mg L}^{-1}$ no dia 24 (Figura 6.3-a).

Figura 6.3 Valores de nitrogênio total (NT) (a), amônia (NH₄) (b), nitrito (NO₂) (c) e nitrato (NO₃) (d), obtidos para amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

As concentrações de amônia (NH_4) variaram de modo semelhante em todos os tratamentos, até o dia 12, atingindo valores maiores que $150 \mu\text{g L}^{-1}$ nos tratamentos sem girinos e acima de $400 \mu\text{g L}^{-1}$ nos tratamentos com girinos. A partir do dia 16, a concentração de amônia diminuiu nos tratamentos sem girinos, com exceção do DU, que terminou o experimento com $290,42 \mu\text{g L}^{-1}$, enquanto que C, DM e AL apresentaram $85,1$, $29,64$ e $99,79 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. Nos tratamentos com girinos, os valores permaneceram elevados, com pequena redução no tratamento DUG. No dia 24, as concentrações foram de $650,63 \mu\text{g L}^{-1}$ (DMG), $546,98 \mu\text{g L}^{-1}$ (DUG) e $474,16 \mu\text{g L}^{-1}$ (CG). (Figura 6.3-b).

Em relação ao nitrito, todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante ao longo do tempo, com valores abaixo de $40 \mu\text{g L}^{-1}$, com exceção dos tratamentos DM, C e CG, cujas concentrações aumentaram a partir de dia 20, chegando em $188,68 \mu\text{g L}^{-1}$, $570,33 \mu\text{g L}^{-1}$ e $890,66 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente no dia 24. O controle externo (AL) apresentou concentrações de nitrito (NO_2) menores que $40 \mu\text{g L}^{-1}$ em todo o experimento, sendo $35,75 \mu\text{g L}^{-1}$ a maior concentração encontrada para esse tratamento (dia 16). (Figura 6.3-c).

O nitrato (NO_3) apresentou comportamento semelhante ao nitrito. O controle externo apresentou valores abaixo de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ na maior parte do tempo. Apenas no dia 16 o valor de nitrato do tratamento AL foi para $230,2 \mu\text{g L}^{-1}$, voltando a diminuir no dia 24 para $54,77 \mu\text{g L}^{-1}$. Os valores de nitrato encontrados nos demais tratamentos ficaram abaixo de $50 \mu\text{g L}^{-1}$ até o dia 16. A partir do dia 20 houve uma diferenciação de valores dos tratamentos, pois os tratamentos C, CG e DM apresentaram valores mais elevados: $176,47$; $290,95$ e $119,36 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. No dia 24 os valores de C, CG e DM foram de $597,02$; $1600,9$ e $197,44 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. Os demais tratamentos permaneceram com seus valores abaixo de $50 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 6.3-d).

O fósforo total (PT) apresentou um comportamento mais regular que o nitrogênio. Inicialmente os valores de fósforo, para todos os tratamentos, foram de $230,8 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 6.4). Todos os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, de modo que houve aumento de PT no dia 4 (entre 200 e $400 \mu\text{g L}^{-1}$ para C, CG, DM, DMG, DU e AL de $817,31 \mu\text{g L}^{-1}$ para DUG). Os valores de todos os tratamentos, exceto DUG, diminuíram no dia 8 e alcançaram seus valores mais baixos no dia 12 (abaixo de $200 \mu\text{g L}^{-1}$). Voltaram a subir no dia 16 e a diminuir no dia 24, quando alcançaram valores abaixo de $107,66 \mu\text{g L}^{-1}$ (DU). Apesar de o tratamento DUG apresentar comportamento semelhante aos demais, as concentrações foram muito maiores, chegando a $1097,1 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 8); $732,11 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 12) $791,38 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 16) e $218,1 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 24). Os demais tratamentos chegaram ao dia 24 com valores próximos a $100 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 6.4-a).

Figura 6.4 Valores de fósforo total (PT) (a), fosfato total dissolvido (PTD) (b) e fosfato inorgânico (PI) (c) obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

As formas fosfatadas dissolvidas, fosfato inorgânico (PI) e fosfato total (PTD), apresentam o comportamento e valores muito semelhantes, por isso estão descritas em conjunto (Figura 6.4-b,c). Todos os tratamentos, no dia 1 (T0h) apresentaram o valor abaixo de $35 \mu\text{g L}^{-1}$, que aumentou ao longo do tempo para todos, exceto para PI do tratamento AL que permaneceu com valores próximos a $20 \mu\text{g L}^{-1}$ durante todo o período. No dia 12, os valores apresentados pelos tratamentos voltaram a diminuir, porém permanecendo abaixo de $60 \mu\text{g L}^{-1}$. No segundo período do experimento (após dia 12) sucedeu o mesmo

comportamento para todos os tratamentos, de modo que os valores finais não passaram de $60 \mu\text{g L}^{-1}$, exceto para DUG. O tratamento DUG apresentou os maiores valores a partir do dia 4, para ambas as formas fosfatadas (PI e PTD): $425,61 \mu\text{g L}^{-1}$ e $462,47 \mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. No dia 24, o tratamento DUG apresentou valores de $77,39 \mu\text{g L}^{-1}$ para PI e $104,93 \mu\text{g L}^{-1}$ para PTD.

Em relação ao silicato reativo (Figura 6.5), no dia 1, todos os tratamentos apresentaram valor de 4 mg L^{-1} e diminuíram de forma gradativa, exceto o tratamento AL, que apresentou aumento em seus valores no dia 20 (9 mg L^{-1}), voltando a diminuir no dia 24 ($5,77 \text{ mg L}^{-1}$). Os demais tratamentos apresentaram valores bem próximos ao inicial ao longo do tempo.

Figura 6.5 Valores de silicato reativo (SiO_2) obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Não houve grande variação dos valores de clorofila para os tratamentos, ao longo do tempo, exceto para DUG. Os valores iniciais foram de $14,6 \mu\text{g L}^{-1}$, para todos os tratamentos. O valor de clorofila no tratamento DUG aumentou significativamente no dia 8 chegando a $345 \mu\text{g L}^{-1}$, diminuindo sucessivamente a partir do dia 12 ($221,3 \mu\text{g L}^{-1}$), $67 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 16), $31 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 20) e $3,7 \mu\text{g L}^{-1}$ (dia 24). Os valores obtidos nos demais tratamentos não passaram de $40 \mu\text{g L}^{-1}$ até o dia 24 quando alcançaram valores iguais ou próximos à zero. Os resultados obtidos para clorofila *a* se encontram na Figura 6.6 e na Tabela A14 do apêndice A.

Figura 6.6 Valores de clorofila *a*, obtidos para as amostras de água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Os valores de metais (cobre, cádmio, cromo, chumbo, ferro, manganês, magnésio, zinco, níquel, cobalto e alumínio) obtidos para as amostras de água estão apresentados na Tabela A15 a A21 do apêndice A.

As máximas concentrações encontradas para cada metal foram de: cobre, 0,306 mg L⁻¹ (DUG1 – dia 24); cádmio, 0,069 mg L⁻¹ (DUG2 – dia 24); cromo, 0,259 mg L⁻¹ (DM1 – dia 1); magnésio, 1,954 mg L⁻¹ (AL1 – dia 24); zinco, 1,010 mg L⁻¹ (DUG1 – dia 24); níquel, 0,179 mg L⁻¹ (C2 – dia 12); e alumínio, 11,95 mg L⁻¹ (AL – dia 12). Para os metais chumbo, ferro, manganês e cobalto (em todo o experimento) os valores não foram quantificados por estarem abaixo dos limites de quantificação do método, sendo eles de 2,17, 1,18; 0,033, 1 mg L⁻¹; respectivamente.

6.1.2 Mesocosmos: Amostras de Sedimento

Em relação às variáveis químicas do sedimento, foram analisados os parâmetros nitrogênio total (NT), fósforo total (PT) e matéria orgânica (MO), cujos valores estão apresentados na Figura, 6.7 e nas Tabelas 22 a 24 do apêndice A.

Em relação ao nitrogênio, a concentração inicial em todos os tratamentos foi de 0,04% e os maiores valores foram de 0,11% (DM) e 0,12% (DMG). Nos demais tratamentos as concentrações finais foram: 0,03% (C), 0,05% (CG), 0,07% (DU), 0,03% (DUG) e 0,04% (AL) (Figura 6.7-a).

O valor inicial de fósforo para todos os tratamentos foi de 1,37 µg g⁻¹, sendo este maior que os valores finais 0,80 µg g⁻¹ (C), 0,95 µg g⁻¹ (CG), 1,2 µg g⁻¹ (DMG), 1,36 µg g⁻¹ (DU), 0,52 µg g⁻¹ (DUG) e 0,78 µg g⁻¹ (AL). Apenas o valor de DM (1,51 µg g⁻¹) foi maior que o valor inicial (Figura 6.7-b).

Em relação à matéria orgânica, apenas o tratamento DM (8,87%) apresentou valor mais alto que o inicial (7,49%). Os demais tratamentos apresentaram os seguintes valores finais: 5,42% (C), 7,01% (CG), 6,85% (DMG), 7,88% (DU), 7,06% (DUG), 5,82% (AL) (Figura 6.7-c).

Figura 6.7 Valores de nitrogênio total (NT), fósforo total (PT) e matéria orgânica (MO) obtidos para as amostras de sedimento dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Em relação aos metais, os resultados estão apresentados Tabela A25 a A34 do apêndice A. Os metais analisados (base úmida) foram: cobre, cádmio, cromo, chumbo, ferro, manganês, magnésio, zinco, níquel, cobalto e alumínio. As máximas concentrações encontradas para cada metal nos diferentes tratamentos foram: cobre $53,88 \text{ mg Kg}^{-1}$ (DU1 – dia 24); cádmio $3,53 \text{ mg Kg}^{-1}$ (DMG1 – dia 24); cromo $5,30 \text{ mg L}^{-1}$ (AL1 – dia 24); chumbo $19,75 \text{ mg L}^{-1}$ (DUG3 – dia 24); ferro $5740,50 \text{ mg Kg}^{-1}$ (DMG3 - dia 24); manganês $2187,50 \text{ mg Kg}^{-1}$ (DUG1 – dia 24); magnésio $40,16 \text{ mg Kg}^{-1}$ (T30h); zinco $418,05 \text{ mg Kg}^{-1}$ (AL2 – dia 24); níquel, $7,40 \text{ mg Kg}^{-1}$ (DUG1 – dia 24); e alumínio, $2076,00 \text{ mg Kg}^{-1}$ (AL1 – dia 24). Para o metal cobalto (em todo o experimento) o valor não foi detectado por estar abaixo do limite de detecção (1 mg Kg^{-1}).

6.1.3 Análise de Componentes Principais (ACP): variáveis limnológicas

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos das amostras de água proveniente dos mesocosmos foram analisados utilizando-se Análise de Componentes Principais (ACP). Verificou-se a formação de gradientes espacial e temporal, com intuito de agrupar variáveis que possuem algum grau de inter-relação e avaliar o comportamento de cada tratamento ao longo do tempo.

Através dos resultados de ACP, obtidos pelo programa computacional IBM SPSS Statistics 20, o primeiro eixo (componente 1) dessa análise explicou 33,49% da variabilidade dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, o segundo eixo (componente 2) explicou 25,10%, o terceiro eixo (componente 3) explicou 12,61%, e o quarto eixo (componente 4) explicou 10,01%, totalizando 81,23% de explicação (Tabela 6.1). No entanto os dois primeiros eixos são capazes de explicar 58,59% da variabilidade. Portanto, foram escolhidos para relacionar as variáveis, por terem absorvido a maior parte da variabilidade (Figura 6.8).

Tabela 6.1 Explicação da variabilidade dos dados limnológicos a partir de amostras de água provenientes de mesocosmos.

Components	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,690	33,499	33,499	4,690	33,499	33,499
2	3,514	25,100	58,598	3,514	25,100	58,598
3	1,767	12,618	71,217	1,767	12,618	71,217
4	1,403	10,019	81,235	1,403	10,019	81,235

Dependendo de sua maior carga, cada variável foi atribuída a um eixo (Tabela 6.2). As variáveis pH, nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), turbidez, clorofila e temperatura agruparam-se no eixo 1, por apresentar cargas mais elevadas para este eixo. As formas fosfatadas (PTD, PT e PI) se agruparam no eixo 2, as formas nitrogenadas (NT e NH_4) se agruparam no eixo 3 e condutividade, silicato reativo (SiO_2) e oxigênio dissolvido (OD) se agruparam no eixo 4, por apresentar cargas mais elevadas para este eixo.

Tabela 6.2 Agrupamento das variáveis nítrito (NO_2), nitrato (NO_3), pH, turbidez, clorofila, temperatura, fosfato total dissolvido (PTD), fósforo total (PT), fosfato inorgânico (PI), nitrogênio total (NT), amônia (NH_4), condutividade, silicato reativo (SiO_4) e oxigênio dissolvido (OD), do estudo *in situ* segundo o peso das cargas nos eixos (componentes).

Parâmetros	Componentes			
	1	2	3	4
NO2	0,876272	-0,16148	0,145937	0,190212
pH	0,783171	0,340204	-0,2542	0,009108
NO3	0,775684	-0,24197	-0,06407	0,305406
Turbidez	-0,75603	-0,12768	-0,06038	-0,08488
Clorofila	-0,71793	0,44811	-0,14084	-0,18891
Temperatura	-0,61095	0,374184	-0,24607	-0,04538
PTD	0,176722	0,926162	0,215756	0,048584
PT	-0,33407	0,896491	0,0293	-0,03357
PI	-0,13064	0,827198	0,406593	0,107733
NT	0,071903	0,217415	0,915621	-0,04065
NH4	0,087971	0,094677	0,892926	0,018911
Condutividade	0,20498	0,056647	0,057715	0,891811
SiO2	0,380247	-0,17966	-0,33135	0,81135
OD	0,020344	-0,32783	-0,505	-0,65706

Por meio do agrupamento das variáveis em eixos distintos foi possível analisar os tratamentos em quatro fases distintas: produção, degradação, decomposição e recuperação, através do programa computacional PAST (HAMMER et al., 2001). A Figura 6.8 apresenta esta análise, onde os parâmetros estão distribuídos em apenas dois eixos: eixo 1 (NO_2 , NO_3 , pH, clorofila, condutividade, SiO_2) e eixo 2 (PI, PTD, PT, NT, NH_4). Cada elipse representa um tratamento distinto, agrupando as amostras coletadas ao longo do tempo (1 a 8) e indicando sua espacialidade e temporalidade entre as variáveis. Assim foram identificadas quatro regiões distintas no gráfico, representadas por 4 fases: zona de produtividade primária (fase 1), composta pelos parâmetros CLOR, PI, PTD e PT; zona de degradação (fase 2), composta por NT, zona de decomposição (fase 3) composta por NH_4 , e zona de recuperação (fase 4), composta pelos parâmetros NO_2 e NO_3 .

O comportamento de cada tratamento ao longo do tempo indicou sua temporalidade frente a cada uma das fases (Figura 6.9). Os tratamentos C e CG (Figura 6.9-a,b) atingiram todas as fases, mas CG se diferenciou de C por se aproximar da fase 3 (decomposição) junto com DMG. (Figura 6.9-d). No tratamento DM (Figura 6.9-c) não houve uma recuperação tão

evidente quanto a dos controles, estando mais relacionado com a fase 2 (degradação). Os tratamentos DU e DUG (Figura 6.9-e,f) se aproximaram da fase 2, no entanto DUG apresentou grande relação com a fase 1 (produção). O tratamento AL (Figura 6.9-g) não apresentou relação com nenhuma das fases, permanecendo próximo ao eixo central.

Figura 6.8 Dispersão dos escores das variáveis limnológicas consideradas representados em dois eixos sendo PI: fósforo inorgânico; POD: fósforo orgânico dissolvido; PTD: fósforo total dissolvido; PT: fósforo total; NT: nitrogênio total; NO2: nitrito; NO3: nitrato; SIO2: silicato reativo; CLOR: clorofila; COND: condutividade; OD: oxigênio dissolvido; TEMP: temperatura; NH4: amônia; A: C (controle); B: CG (controle com girinos); C: DM (dose múltipla); D: DMG (dose múltipla com girinos); E: DU (dose única); F: DUG (dose única com girinos), G: AL (controle externo).

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

Figura 6.9 Análise de temporalidade segundo a dispersão dos escores dos tratamentos dos mesocosmos, sendo A: C (controle); B: CG (controle com girinos); C: DM (dose múltipla); D: DMG (dose múltipla com girinos); E: DU (dose única); F: DUG (dose única com girinos), G: AL (controle externo).

6.2 Avaliação ecotoxicológica

6.2.1 Organismos teste – sensibilidade

6.2.1.1 Testes de sensibilidade com *Pseudokirchineriella subcapitata*

Os resultados de CI50 (concentração de inibição) obtidos nos testes de sensibilidade da alga *Pseudokirchineriella subcapitata*, com a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), encontram-se na Figura 6.10. Os valores de CI50 obtidos foram de 3,6 e 3,4 g L⁻¹ com média de 3,5 g L⁻¹. Os limites inferior (LI) e superior (LS) da faixa de sensibilidade obtidos para tais testes foram de 3,3 e 3,7 g L⁻¹, respectivamente, com coeficiente de variação (CV) de 3,35%.

As análises estatísticas dos testes de sensibilidade encontram-se nas Tabelas B.2 e B.3 do anexo B. Os resultados obtidos demonstram que os organismos se encontraram em condições propícias a realização dos testes de toxicidade e que os valores da CI50 estão compatíveis com os valores da carta-controle do laboratório, estando dentro da faixa de sensibilidade (2,3 e 4,1 g L⁻¹), com média da CI50, 96h, de 3,2 g L⁻¹ e CV de 14,23%.

Figura 6.10 Sensibilidade de *P. subcapitata* ao cloreto de sódio (NaCl), após 96 horas de exposição. CI: concentração de inibição.

6.2.1.2 Testes de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

Sensibilidade Aguda

Os resultados obtidos nos testes de sensibilidade com cloreto de sódio, para *Ceriodaphnia silvestrii*, estão apresentados na Figura 6.11 e na Tabela B.3 do apêndice B. Os valores de CE50, 48h, variaram entre 1,0 e 1,34 g L⁻¹ com média de 1,15 g L⁻¹. Os limites

inferior e superior da faixa de sensibilidade encontrados foram de 0,91 e 1,38 g L⁻¹, respectivamente, com coeficiente de variação de 10,28%.

Os resultados obtidos demonstram que os organismos se encontravam em condições apropriadas para a realização dos testes de toxicidade e que os valores da CE50 estão compatíveis com os valores da carta-controle do laboratório, estando dentro da faixa de sensibilidade (1,0 e 1,83 g L⁻¹), com média da CE50, 48h, de 1,41 g L⁻¹ e CV de 14,81%.

Figura 6.11 Sensibilidade de *C. silvestrii* ao cloreto de sódio (NaCl), após 48 horas de exposição. CE50: concentração efetiva em 50% dos organismos testados.

Sensibilidade Crônica

Os resultados de fecundidade e sobrevivência obtidos no teste de sensibilidade crônica com cloreto de sódio, para *Ceriodaphnia silvestrii*, estão apresentados na Figura 6.12 e da Tabela B.4 do apêndice B. O valor obtido de CI25 foi de 0,15 g L⁻¹, demonstrando que os organismos se encontravam em condições apropriadas para a realização dos testes de toxicidade crônica, sendo os valores da CI25 compatíveis com os valores da carta-controle do laboratório, estando dentro da faixa de sensibilidade (0,10 e 0,34 g L⁻¹), com média da CI25 de 0,22 g L⁻¹ e CV de 26,9%.

Figura 6.12 Resultados obtidos para os testes de toxicidade crônica com cloreto de sódio (NaCl): fecundidade e sobrevivência de fêmeas adultas de *C. silvestrii*.

6.2.2 Amostras de água – Testes de toxicidade com *Pseudokirchneriella subcapitata*

Os resultados dos testes de toxicidade com *P. subcapitata* realizados com as amostras de água dos mesocosmos, expressos em densidade celular podem ser visualizados na Figura 6.13 e Tabela B5 do apêndice B.

A densidade inicial de células foi de $2,42 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ para todos os tratamentos e a partir do dia 4 (DUG) e do dia 8 (DU; DM; DMG; C; CG), houve uma redução significativa na densidade celular ($0,43 \cdot 10^6$; $0,28 \cdot 10^6$; $0,3 \cdot 10^6$; $0,38 \cdot 10^6$; $0,32 \cdot 10^6$; $0,19 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹, respectivamente) que se manteve até o final do experimento, indicando efeito tóxico das amostras sobre a alga *P. subcapitata*. No dia 24, as densidades dos tratamentos contaminados (DM, DMG, DU e DUG) foram de: 0,10; 0,14; 0,04 e 0,22 cel. mL⁻¹.

O controle de campo (C) apresentou um pico de $7,03 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ no dia 4, no entanto, no dia 8, a concentração reduziu para $0,32 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹, chegando a $0,27 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ no dia 24. No controle com girinos (CG), a concentração variou entre $2,42 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ e $2,71 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ até o dia 4, no entanto, a partir do dia 8, os valores foram iguais ou menores que $0,19 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹. No final do experimento a concentração foi de $0,13 \cdot 10^6$ células mL⁻¹.

Para comparação das respostas entre os diferentes mesocosmos foi usado o controle de campo externo (AL), uma vez que este é uma referência para os tratamentos e apresentou densidades mais próximas ao controle de laboratório em todo o experimento. A densidade celular do controle laboratorial variou entre $2,54 \cdot 10^6$ e $6,3 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹ enquanto que no controle externo aos mesocosmos (AL) variou entre $2,13 \cdot 10^6$ e $4,91 \cdot 10^6$ cel. mL⁻¹.

A Figura 6.13 mostra a variação da densidade populacional de cada tratamento ao longo do tempo e o resultado da comparação entre os tratamentos dos mesocosmos,

contaminados e não contaminados, com o tratamento AL, com indicação (*) de diferença significativa, pelo Teste de Dunnet ($p < 0,05$).

Figura 6.13 Densidade populacional de algas *P. subcapitata* obtida para as amostras de água dos mesocosmos: C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo. * Indica diferença estatisticamente significativa dos tratamentos em relação ao tratamento controle externo (Teste de Dunnet; $p < 0,05$).

6.2.3 Amostras de água – Testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

Os resultados de toxicidade obtidos para *Ceriodaphnia silvestrii*, com a aplicação do Vertimec® 18 EC *in situ*, estão apresentados nas Tabelas B.6 a B.13 do apêndice B.

Nos testes iniciais realizados no primeiro dia de experimento, antes da primeira contaminação (Dia 1, T0h), não foi observada toxicidade aguda nos mesocosmos, tampouco na área externa aos mesmos (AL), de forma que o ambiente semi-artificial criado se mostrou apto para realização do experimento.

Os valores das CE50, 48h obtidas para cada tratamento, ao longo do tempo, estão indicados nas Figuras 6.14 (Trimmed Spearman Karber) na Tabela B.14 (Trimmed Spearman Karber) do apêndice B e tem como referência as réplicas 2 (R2) de cada tratamento. Todos os tratamentos com contaminação apresentaram toxicidade aguda, a partir do dia 1 (T3h), sendo maior nos tratamentos com dose única (DU e DUG).

Por motivos comparativos e de comprovação de resultados foram realizados cálculos estatísticos paramétricos pelo método de Probit, utilizando o programa computacional IBM SPSS Statistics versão 19 (Figura 6.15 e Tabela B.15 do Apêndice B). Os resultados obtidos por ambos os métodos apresentaram valores semelhantes de CE50, 48h, no entanto, através do

modelo de Probit foi possível calcular alguns valores a mais de CE50, 48h para os tratamentos DU (1,31% - dia 16) e DUG (0,83% -dia 20), não calculados pelo programa Trimmed Spearman Karber (TSK), por estarem abaixo da menor concentração testada (3,125%).

Figura 6.14 Valores de CE50 48h, por método não paramétrico Trimmed Spearman Karber obtidos para as amostras dos mesocosmos. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).

Figura 6.15 Valores de CE50 48h, obtidos para as amostras dos mesocosmos, por método paramétrico Probit, SPSS. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).

Após a contaminação (dia1, T3h) os tratamentos com aplicação única (DU e DUG) apresentaram $CE50_{tsk}$ e $probito$, 48h menor que 3,125% (menor concentração testada), o que corresponde à concentração nominal de Vertimec® 18 EC menor que 250 nL L⁻¹ com base no valor inicial de contaminação. Ao longo do tempo, verificou-se diminuição da toxicidade nesses tratamentos cujos valores de $CE50_{tsk}$, 48h chegaram a 8,84 e 4,74% ($CE50_{probito}$, 48h 8,83 e 4,76%), respectivamente, no dia 24, no entanto, apesar dessa redução a toxicidade ainda permaneceu elevada.

Nos tratamentos com dose múltipla (DM e DMG), a toxicidade após a contaminação no dia 1(T3h) ($CE50_{tsk}$, 48h = 18,41 e 10,38% / $CE50_{probito}$, 48h = 17,38 e 6,52%, respectivamente) diminuiu nas coletas seguintes, de modo que antes da recontaminação (dia12, T0h) os valores de $CE50_{tsk}$, 48h foram de 53,41 e 57,37% ($CE50_{probito}$, 48h = 50,77 e 54,02%). Após a recontaminação (dia12, T3h), a toxicidade aumentou ($CE50_{tsk}$, 48h = 14,32 e 18,08% / $CE50_{probito}$, 48h = 13,39 e 16,04%), chegando ao final do experimento (dia 24) com valores de $CE50_{tsk}$, 48h de 10,29% ($CE50_{probito}$, 48h = 9,09%) (DM) e 30,88% ($CE50_{probito}$, 48h = 28,65%) (DMG). Os resultados obtidos para os controles dos mesocosmos mostraram toxicidade a partir dos dias 8 (tratamento CG) e 12 (tratamento C), com valores de $CE50$, 48h de 48,9 e 32,24% ($CE50_{probito}$, 48h = 40,3 e 30,28%), respectivamente. Esses tratamentos permaneceram tóxicos até o final do experimento ($CE50_{tsk}$, 48h = 12,5 e 18,3% / ($CE50_{probito}$, 48h = 12,4 e 18,29%).

O controle da área externa aos mesocosmos (AL) não apresentou toxicidade, em nenhum momento, garantindo a validade do experimento.

Nas coletas dos dias dia1 T3h (contaminação), dia 12 T3h (recontaminação) e dia 24 (finalização) os testes foram realizados com as três réplicas de cada tratamento (R1, R2 e R3), a fim de avaliar a variabilidade da toxicidade entre as réplicas. Não foi observada diferença significativa entre as réplicas de mesmo tratamento, em quase todos os dias de coleta, (Tabela B.16 do apêndice B) de modo que os resultados obtidos para cada tratamento, em sua maioria, foram estatisticamente iguais.

6.2.4 Amostras de sedimento – Testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

No início do experimento, dia 1(T0h) , não foi constatada toxicidade no sedimento dos mesocosmos, bem como no controle externo aos mesocosmos (AL), para nenhuma fase analisada: solubilizado, água intersticial e sedimento total.

No dia 24, não houve toxicidade para as amostras do solubilizado, inclusive para o tratamento C, que apresentou apenas 10% de mortalidade, valor aceitável para o controle em testes de toxicidade.

Na coleta final (dia 24), as amostras de sedimento dos tratamentos CG, DM, DU e DUG, apresentaram toxicidade aguda na água intersticial, sendo os valores de CE50, 48h de 79,9; 59,5; 61,3 e 79,4%, respectivamente. Apenas o tratamento DMG apresentou toxicidade no sedimento total, com mortalidade de 80%. O controle externo não apresentou toxicidade em nenhuma fase do sedimento (Figura 6.16 e Tabelas B.17 a B.20 do Apêndice B).

Figura 6.16 Porcentagens de imobilidade valores de CE50, 48h obtidos nos testes de toxicidade com amostras de sedimento dos mesocosmos. (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

6.3 Vertimec® 18 EC: testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

6.3.1 Toxicidade aguda

Os resultados de toxicidade aguda, obtidos para *Ceriodaphnia silvestrii*, com a aplicação do Vertimec® 18 EC em laboratório, estão apresentados nas Tabelas B.21 a B.28 do apêndice B.

Foram feitos oito testes com Vertimec® 18 EC, sendo quatro claros (presença de luz) e quatro escuros (ausência de luz). A partir dos resultados obtidos nos testes foi possível calcular as faixas de sensibilidade do agrotóxico em 24 e 48 horas (Figuras 6.17 e 6.18).

Os valores das CE50 obtidos em três testes em claro (um dos testes não foi calculável) e nos quatro testes em escuro, foram comparados estatisticamente por ANOVA (Tabela 6.3) e por comparação entre médias, conforme USEPA (1985) (equações 1 a 3), não sendo encontrada diferença significativa entre os testes em nenhuma das análises estatísticas (Tabela

6.4). Os valores obtidos em cada teste para realização da comparação por ANOVA e das comparações entre médias se encontram descritos no apêndice B, Tabelas B.29 e B.30.

$$G = \sqrt{[\log(LS_1 \div CE50_1)]^2 + [\log(LS_2 \div CE50_2)]^2} \quad (1)$$

onde:

LS_1 : Limite superior do intervalo de confiança referente ao teste 1;

LS_2 : Limite superior do intervalo de confiança referente ao teste 2;

$CE50_1$: Concentração inibitória referente ao teste 1;

$CE50_2$: Concentração inibitória referente ao teste 2.

$$H = 10^G \quad (2)$$

$$Z = CE50_{superior} \div CE50_{inferior} \quad (3)$$

Tabela 6.3 Comparações por ANOVA dos valores de CE50 obtidas para o Vertimec® 18 EC nos testes de toxicidade aguda com *C. silvestrii*, na presença (claro) e ausência (escuro) de luz. (gl: graus de liberdade associados a cada soma de quadrados, F: coeficiente entre dois estimadores diferentes da variância populacional, Sig: nível de significação de F).

Comparações		Soma dos quadrado	gl	Médias quadráticas	F	Sig.
Testes 24h:	Entre grupos	56,250	7	8,036	0,090*	,999*
	Claro X					
	Escuro					
	Dentro dos grupos	3559,667	40	88,992		
	Total	3615,917	47			
Testes 48h:	Entre grupos	18,476	6	3,079	0,035*	1,000*
	Claro X					
	Escuro					
	Dentro dos grupos	3078,667	35	87,962		
	Total	3097,143	41			

*F: quanto menor valor de F, menos significativo. Sig. > 0,05: não significativo.

Tabela 6.4 Comparações entre as médias das CE50 obtidas para o Vertimec® 18 EC nos testes de toxicidade aguda com *C. silvestrii*, na presença (claro) e ausência (escuro) de luz (LS_{claro} : limite superior do intervalo de confiança referente aos testes no claro, LS_{escuro} : limite superior do intervalo de confiança referente aos testes no escuro, CE_{claro} : concentração de efeito dos testes no claro, CE_{escuro} : concentração de efeito dos testes no escuro).

Comparações Médias	Média LS_{claro}	Média LS_{escuro}	Média CE_{claro}	Média CE_{escuro}	G	H	Z	Resultado
Testes 24h:								
Médias Claro X Escuro	249,95	187,22	229,16	154,65	0,0911	1,2335	0,6748	Z<H*
Testes 48h:								
Médias Claro X Escuro	97,9	98,04	80,41	82,58	0,1134	1,2984	1,0269	Z<H*

*Z<H: não significativo

Figura 6.17 Faixa de sensibilidade de *C. silvestrii* ao Vertimec® 18 EC, após 24h horas de exposição. CE50: concentração que causa efeito adverso em 50% dos organismos testados.

Figura 6.18 Faixa de sensibilidade de *C. silvestrii* ao Vertimec® 18 EC, após 48h horas de exposição. CE50: concentração que causa efeito adverso em 50% dos organismos testados.

Como não houve diferença significativa entre os testes, foi calculada a faixa de sensibilidade para 24 e 48h, com a junção dos valores de CE50 claro e escuro. Os valores de CE50, 24h compreenderam-se entre 117,14 e 293,06 nL L⁻¹, com média de 188,23 nL L⁻¹, limites inferior e superior de 75,89 nL L⁻¹, 300,56 nL L⁻¹ (faixa de sensibilidade) e coeficiente de variação de 29,83%. (apêndice B, Tabela B.31). Os valores de CE50, 48h, compreenderam-se entre 66,57 e 94,25 nL L⁻¹, com média de 81,64 nL L⁻¹, limite inferior de 62,32 nL L⁻¹, limite superior de 100,97 nL L⁻¹ e coeficiente de variação de 11% (apêndice B, Tabela B.32).

6.3.2 Toxicidade crônica

Os resultados de toxicidade crônica, obtidos para *Ceriodaphnia silvestrii*, com a aplicação do Vertimec® 18 EC em laboratório, estão apresentados nas Tabelas B.33 a B.35 do apêndice B.

Os valores médios de CENO, CEO, VC e CI25 obtidos nos testes de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia silvestrii*, foram de 4,68; 9,37; 6,62 e 6,3 nL L⁻¹, respectivamente.

A hipótese de igualdade entre as médias do controle e dos demais tratamentos foi realizada pelo teste de Bonferroni por uma ANOVA.

Em relação aos resultados de sobrevivência das fêmeas adultas, pelo teste de Fisher ($p > 0,05$), houve diferença significativa nas concentrações de 18,75; 37,5 e 75 nL L⁻¹ para os testes 1 e 3 (Figura 6.19-a,b). Para o teste 2 (Figura 6.16-c) essa diferença significativa ocorre a partir da concentração 37,5 nL L⁻¹. Para os tratamentos que não apresentaram diferença significativa a porcentagem de sobrevivência de fêmeas foi igual ou maior que 80%.

Em relação ao número de neonatos por fêmea, todos os testes apresentaram redução sucessiva na fecundidade, sendo a concentração de 37,5 nL L⁻¹ a que registrou o menor número de neonatos por fêmea, entre 0,9 e 1,5; seguida da concentração 75 nL L⁻¹ que não obteve registro de neonatos. No controle foram registrados entre 17,6 e 14,8 neonatos por fêmea e na concentração mais baixa do agrotóxico (4,68 nL L⁻¹) foram registrados entre 14,7 e 12,8 neonatos por fêmea.

Figura 6.19 Fecundidade (número de neonatos) e sobrevivência (%) das fêmeas adultas de *C. silvestrii* nos testes de toxicidade crônica com Vertimec® 18 EC : a- teste 1; b- teste 2; c- teste 3.

DISCUSSÃO

7.1 Experimento *in situ*: Mesocosmos. análises físicas, químicas e biológica (clorofila).

Os mesocosmos são unidades de estudo de tamanho médio entre os microcosmos de laboratório e os grandes macrocosmos do mundo real (ODUM, 1984). Estudos em mesocosmos possibilitam manter um ecossistema artificial com várias espécies e níveis tróficos próximos as condições do ambiente natural, com variáveis parcialmente controladas. Entretanto, sua utilização deve ser empregada com cuidado, pois o ecossistema isolado tende a diferir-se do sistema do entorno com o passar do tempo (TAKAHASHI, 1997).

Os experimentos em mesocosmos podem ser criticados devido a restrição de processos biogeoquímicos ocasionados pelo confinamento do sistema, devido ao efeito do cercamento pelas paredes da estrutura, a reduzida diversidade de organismos, a reduzida heterogeneidade espacial e limitação temporal pela interrupção prolongada do contato entre compartimentos e por artefatos experimentais. Portanto, é fundamental em mesocosmos o acompanhamento temporal criterioso das variáveis físicas, químicas e biológicas de cada unidade experimental,

porque cada ambiente terá o tempo de resposta dependente de características próprias (CARNEIRO et al., 2005).

O caráter levemente ácido da água do experimento *in situ*, registrado pelo valores de pH (entre 6,34 e 7,62) pode ser explicado pelas características de acidez da represa do Lobo, de onde a água foi proveniente. Estudos anteriores realizados na represa do Lobo indicam que o pH da água é baixo devido às áreas do entorno, compostas por solos fortemente ácidos (LORANDI et al., 1985), o que pode ser visto no estudo de Hayashi (2013) que obteve valores de pH entre 5,65 e 7,6. Argenton (2004) também obteve valores semelhantes (entre 3,8 e 7,7), comprovando o caráter ácido da represa. Além disso, outros estudos com a água da represa, porém feitos em mesocosmos, demonstraram que o pH da água pode variar entre 5 e pouco mais de 7 (NOVELLI et al., 2011b; MENDES, 2011).

A influencia da luz na produtividade primária depende do grau de penetração desta no ambiente, que por sua vez é determinado pelas características de absorção da água, pelas substâncias dissolvidas e pelo seston que se encontra suspenso na água (CALIJURI et al., 1989). Os lagos D. Helvécio e Amarelo estudados por Calijuri et al. (1989) apresentaram grande absorção da intensidade luminosa: pelo material particulado, proveniente de ressuspensão do material particulado, e a partir da decomposição de macrófitas, respectivamente. Essa absorção provocou a diminuição da penetração da luz no ecossistema, assim como no tratamento DUG, que após atingir o ápice de produtividade primária (clorofila) no dia 8, apresentou valores menores de clorofila no dia 12.

Segundo o estudo de Akaishi et al. (2006) o valor da temperatura variou conforme a radiação solar (valores mais baixos no início da manhã e valores mais altos no início da tarde), assim como as medições de temperatura no primeiro dia de experimento *in situ* do presente estudo. As temperaturas variaram (entre 24 e 30°C) o que é característico da estação em que ocorreu o experimento (chuvosa/verão), assim como verificado pelos dados meteorológicos obtidos pela estação climatológica do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA). Segundo esses dados a temperatura do ar variou de 15,2°C (mínima) a 33,9°C (máxima); a temperatura da água variou de 18,0°C (mínima) a 38,0°C (máxima) e a pluviosidade variou de 0,7 a 41,1 mm (dias de precipitação), caracterizando o período do experimento com elevadas temperaturas e pluviosidade. Segundo Winberg (1971), a temperatura exerce uma papel importante sobre o ciclo de vida dos seres vivos e em suas taxas de crescimento populacional pois influencia na velocidade das reações metabólicas, causando alterações na estrutura física da coluna d'água, promovendo a circulação ou estratificação da água e consequentemente alterando a disponibilidade de nutrientes. A

temperatura influencia diretamente na respiração dos organismos e em outros processos oxidativos, de modo a duplicar ou triplicar a velocidade das reações a cada 10°C elevados na temperatura (regra de Van T' Hoff). Sendo assim, a decomposição da matéria orgânica morta no hipolímnia de lagos tropicais é maior que no hipolímnia de lagos temperados. Portanto o efeito da temperatura está relacionado a processos que envolvem o consumo de oxigênio (ESTEVES, 2011).

Em um dia ensolarado pode-se observar um crescente consumo de gás carbônico e produção de oxigênio na zona fótica devido ao processo de produção da fotossíntese. O inverso ocorre na zona afótica. Devido a atividade microbiana que decompõe a matéria orgânica, ocorre uma alta produção de gás carbônico e intenso consumo de oxigênio. Este processo ocorre em lagos rasos, como no lago Uruçá, no Pára, onde a partir de 2 metros de profundidade ocorre um forte déficit de oxigênio e acentuado aumento de gás carbônico. (CAMARGO e MIYAI, 1981).

Segundo Esteves (2011), o oxigênio é um dos gases mais importantes na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos, sendo a atmosfera e a fotossíntese as principais fontes de oxigênio. Segundo Alan e Castillo (2007), a temperatura juntamente com a pressão do ar determina a troca de oxigênio dissolvido com a atmosfera. Dessa forma a temperatura pode ter influenciado diretamente nas concentrações de oxigênio dissolvido dos tratamentos (entre 5 e 7 mg L⁻¹), que foram menores entre os dias 4 e 24 (entre 0,34 e 5,42 mg L⁻¹). Além disso as medições de oxigênio dissolvido foram feitas no início da manhã, quando as taxas de fotossíntese ainda são baixas, pois no período anterior (noturno), a taxa de respiração é maior que a produção primária (Esteves, 2011). Em comparação com o trabalho de Mendes (2011), realizado em mesocosmos com a água da represa do Lobo, as concentrações de oxigênio dissolvido foram semelhantes já que variaram de 2 a 8 mg L⁻¹. A diminuição da concentração do oxigênio dissolvido também pode estar associada a oxidação da matéria orgânica por microrganismos, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos, como ferro e manganês.

Os lagos tropicais apresentam, em sua maioria, concentrações baixas de oxigênio na coluna d'água, principalmente no hipolímnia, conferindo-lhes um caráter heterotrófico, como visto em lagos da América do Sul estudados por Carvalho et al. (2001), onde a taxa de respiração foi maior que a de produção primária. Além disso, o aporte de material alóctone, principalmente no período de cheia, seria o principal responsável pela característica heterotrófica. Segundo dados meteorológicos obtidos pela estação climatológica do CRHEA, houve precipitação em metade dos dias do experimento (12 dias), sendo estas de: 14,6 mm

(dia 4); 30 mm (dia 6); 21,5 mm (dia 8); 4,4 mm (dia 9); 2,1 mm (dia 10); 41,1 mm (dia 11); 0,7 mm (dia 16); 1,8 mm (dia 18); 6,1 mm (dia 19); 34,3 mm (dia 22); 6,6 mm (dia 23); 17,5 mm (dia 24). Nos demais dias não foram registradas precipitações. Assim, apesar do experimento ter sido coberto para evitar a diluição dos tratamentos contaminados, uma porcentagem de material alóctone pode ter alcançado os modelos ecossistêmicos.

Em lagos com elevadas concentrações de matéria orgânica dissolvida ocorre grande consumo de oxigênio devido a foto-oxidação da matéria orgânica pela luz solar (ESTEVES, 2011). Dessa forma se estabelece um quadro de redução de oxigênio na camada fótica, como ocorreu com o tratamento DUG, após a adição do contaminante e consequente mortalidade dos girinos, disponibilizando matéria orgânica na coluna d'água.

Dessa forma, os fatores que contribuíram com a ocorrência de reduzidas concentrações de oxigênio dissolvido no experimento *in situ* estão relacionadas diretamente e indiretamente com elevadas temperaturas no período em questão, já que este é o principal fator determinante da respiração e fotossíntese. Outro fator que pode ter indicado menores valores de oxigênio dissolvido para os tratamentos com girinos, é a taxa consumo de oxigênio pelos girinos e a decomposição da matéria orgânica, principalmente, no tratamento DUG, culminando em elevada produtividade primária a partir do dia 8. Porém ambos também foram influenciados pela temperatura.

Segundo Petersen et al. (1999), em estudos realizados em mesocosmos pode ocorrer divergência de informações entre cada réplica de um mesmo tratamento, por isso foi observada a diminuição da frequência de artigos publicados com maior número de réplicas, devido a dificuldade de obter réplicas que validem o experimento. Segundo Gusmão (2004) a adoção de réplicas está relacionada ao alto custo e perda de material experimental. Segundo Cairns (1995), quanto maior a escala temporal maiores serão as variabilidades encontradas entre réplicas.

No presente estudo optou-se por analisar e comparar apenas as variações dos parâmetros de campo obtidos em uma das réplicas de cada tratamento (R2), pois os testes de toxicidade com *Pseudokirchineriella subcapitata* e *Ceriodaphnia silvestrii*, foram feitos em todas as coletas apenas para as réplicas 2 (R2). Além disso, por se tratar de um experimento *in situ*, existe a possibilidade de ocorrer diferença entre as réplicas, o que pode ser observado pelos desvios-padrão de cada tratamento, para nutrientes e clorofila (Tabelas A6 a A14 do Apêndice A).

Os valores de clorofila refletem a atividade fotossintética do fitoplâncton de cada tratamento. Segundo Bassoli e Roland (2005), a limitação da produção primária ocorre em

função da radiação, dos nutrientes e da temperatura, dos quais o mais importante é a radiação, a qual pode afetar a fotossíntese de três maneiras: inibição, saturação e limitação. Quando a produtividade primária atinge seu valor máximo (saturação), os fatores que podem limitar a fotossíntese passam a ser a temperatura e a disponibilidade de nutrientes. Em condições de saturação de luz a produtividade é maior que respiração, no entanto a redução da radiação incidente, por aumento da profundidade ou aumento de matéria orgânica suspensa, faz as taxas de fotossíntese diminuírem progressivamente, igualando a produtividade a respiração ou a tornando menor, como ocorre com o tratamento DUG a partir do dia 12. Assim, pode-se dizer que a limitação da produtividade primária pela radiação ocorre quando a radiação disponível para o fitoplâncton é muito reduzida, de modo que o carbono fixado fotossinteticamente é perdido durante a respiração celular (BASSOLI e ROLAND, 2005).

Outro fator que influenciou a variação nas concentrações de clorofila foi a variação nas concentrações de nutrientes, sobretudo de formas fosfatadas, atuando como agente limitante na produtividade primária, assim como sugerido por Bassoli e Roland (2005).

Ao final do experimento (dia 24), em relação as formas nitrogenadas, os valores de nitrito e nitrato foram os mais elevados para os tratamentos C, CG e DM, os valores de amônia foram os mais elevados para DMG e DUG e o valor de nitrogênio total foi o mais elevado para DU. Quando comparado aos demais tratamentos, o controle externo (AL) apresentou valores menores em todas formas nitrogenadas (dia 24), exceto para amônia, ainda que esse valor tenha sido cinco vezes menor que nos tratamentos DMG e DUG (valores mais elevados). Sendo assim, cada tratamento apresentou aumento pelo menos em uma das formas de nitrogenadas ao final do experimento.

Em relação às formas fosfatadas, todos os tratamentos apresentaram o seguinte comportamento: aumento (dia 1 a 12), diminuição (dia 12), aumento (dia 12 a 24) e diminuição (dia 24). O tratamento AL apresentou pouca ou nenhuma variação nas formas fosfatadas dissolvidas, o que refletiu em pequena variação dos valores obtidos para clorofila nesse tratamento. O aumento de fósforo pode ter ocorrido pelo efeito de confinamento nos tratamentos contaminados e não contaminados e pelo efeito do agrotóxico nos tratamentos contaminados, culminando na mortalidade dos organismos e liberação das formas fosfatadas, contribuindo assim para o aumento de nutrientes nos mesocosmos. A diminuição das formas fosfatadas no dia 12 pode ter ocorrido pelo consumo das mesmas pela comunidade fitoplanctônica verificada nas concentrações de clorofila *a*, sobretudo para o tratamento DUG que alcançou as maiores concentrações de clorofila a partir do dia 8.

Os ambientes confinados apresentam maior tendência de eutrofização quando comparados ao ecossistema aquático (TAKAHASHI, 1997; SEGUIN et al., 2001; ALVES, 2011), pois o simples processo de confinamento da água pode causar grandes alterações em suas características físicas e químicas, uma vez que o sistema tende a procurar um novo ponto de equilíbrio (GUSMÃO, 2004).

Considerando tais informações e o fato da água utilizada nos experimentos ser proveniente da represa do Lobo, a qual apresenta um grande aporte de nutrientes no período em que se realizou o experimento (período de chuvas) (HAYASHI, 2012), foi calculado o grau de trofia dos mesocosmos, pelo Índice de Estado Trófico (IET) segundo o índice Carlson, modificado por Lamparelli, (2004). Os resultados variaram de hipertrófico a mesotrófico (Tabela 7.1), Esse índice é muito utilizado para regiões tropicais, inclusive pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (FREITAS, 2012; CETESB, 2013).

As mudanças que ocorrem em um ecossistema, ocasionadas pela presença de agrotóxicos, podem ser diferentes em sistemas com diferentes graus de trofia, já que os efeitos indiretos da exposição ao agrotóxico podem ser mais pronunciados em ecossistemas de mesotróficos a moderadamente eutróficos, pois a falta de nutrientes pode encobrir os efeitos do produto químico (WENDT-RASCH et al., 2004).

Tabela 7.1 Classificação dos mesocosmos em relação ao grau de trofia, com base na concentração de fósforo total e Clorofila *a*, calculado pelo IET para reservatório, segundo o Índice de Carlson, modificado por Lamparelli (2004). 0: Ultraoligotrófico; 1: Oligotrófico; 2: Mesotrófico; 3: Eutrófico; 4: Supereutrófico; 5: Hipereutrófico.

Tratamentos	Dia 1-T0h	Dia 1-T3h	Dia 4	Dia 8	Dia 12	Dia 16	Dia 20	Dia 24
C	5	5	5	4	3	4	4	2
CG	5	5	4	5	3	4	4	2
DM	5	5	5	5	4	5	5	2
DMG	5	5	5	4	4	4	4	2
DU	5	5	5	5	5	5	5	3
DUG	5	5	5	5	5	5	5	4
AL	5	5	5	5	3	4	4	2

O Índice de Estado Trófico (IET) permite avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas ou infestação de macrófitas aquáticas (BASTOS, 2010). Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que o nutriente atua como o agente causador do processo. Os resultados correspondentes a clorofila *a* são uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente

causador, indicando o nível de crescimento de algas nas águas (CETESB, 2013). Assim o índice médio engloba de forma satisfatória a causa e o efeito do processo (FREITAS, 2012). Outros índices de estado trófico utilizados na literatura, como Who (1992) e Piveli e Kato, (2005), também classificam o estado trófico de um ambiente aquático considerando as concentrações de fósforo e clorofila presentes na água.

Segundo Margalef (1983) cada amostra de água é um elemento definido por muitas variáveis (parâmetros) e sua descrição pode chegar a ser extremamente complexa. Na prática se busca uma simplificação, representando de maneira resumida variáveis que variam de uma maneira paralela. Quando diversas variáveis estão muito correlacionadas entre si podem ser substituídas por nova variável simples. Assim, a análise de componentes principais (ACP) utilizada nesse estudo, favoreceu uma redução dessas variáveis, de modo que se agrupassem em 4 zonas distintas (produção, degradação, decomposição e recuperação), possibilitando entender a temporalidade de cada tratamento em relação a recuperação do ambiente, uma vez que, quando alterado o sistema tende a procurar um novo ponto de equilíbrio (GUSMÃO, 2004).

Segundo Piveli e Kato, (2005), pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio, ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes. Nas zonas de autodepuração natural, em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

Dessa forma, o comportamento dos controles (C e CG), observado nas Figuras 6.8 e 6.9, indicou a recuperação desses ambientes, já que apresentaram maiores concentrações de nitrito e nitrato (dias 20 e 24), alcançando a zona de recuperação (Fase 4). O aumento de nitrito e nitrato ao final do experimento, apenas nos tratamentos sem contaminação, indica recuperação e estabilização do sistema. (PIVELI e KATO, 2005). Esses tratamentos também alcançaram as fases 1 e 2 (zonas de produção e degradação), devido ao elevado teor de nutrientes, sobretudo de fósforo, gerado pelo efeito de confinamento e pela composição da água (Represa do Lobo). O tratamento CG, apresentou influência da amônia (fase 3), devido a presença dos girinos da espécie *L. catesbeianus* que excretam tal nutriente (TAVARES et al., 2008).

Os tratamentos contaminados apresentaram um comportamento distinto dos controles, pois ficaram relacionados principalmente às zonas de degradação e decomposição (fases 2 e 3), e à zona de produção (DUG).

Em relação ao nitrogênio total, quando os tratamentos com contaminação são comparados entre si, observa-se influência do agrotóxico nos tratamentos DU e DUG, onde foi aplicada uma dose mais alta do Vertimec® 18 EC (0,008 mL L⁻¹). Nessa concentração, o Vertimec® 18 EC causou 100% de mortalidade nos girinos presentes no tratamento DUG (VASCONCELOS et al., 2011), e provavelmente em parte da biota aquática estabelecida nos mesocosmos de ambos os tratamentos (DU e DUG) e por conseguinte, maior disponibilização de nitrogênio total (NT) nos mesocosmos. O efeito tóxico (mortalidade) do Vertimec® 18 EC ou de seu princípio ativo (abamectina) para os organismos zooplanctônicos e bentônicos, foi observado em diversos estudos com espécies pertencentes a esses grupos: *Chironomus crassicaudatus* (ALI et al., 1997); *Daphnia magna* (TIŠLER e ERŽEN, 2006); *Chironomus riparius* (EGELER et al., 2010), *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* (BRAUN et al., 2010); *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia* e *Chironomus xanthus* (NOVELLI et al., 2011a, b).

Nos tratamentos contaminados DMG e DUG, a presença da amônia excretada pelos girinos, os relacionou à zona de decomposição (fase 3) e essa relação foi maior para o tratamento DMG, onde, segundo Vasconcelos et al. (2011) não foi observado efeito agudo (mortalidade significativa) para os girinos, de modo que houve excreção desse nutriente durante todo o experimento *in situ*.

O aumento significativo da concentração de fósforo no tratamento DUG, dia 4, devido provavelmente à mortalidade dos girinos, resultou no aumento da produtividade primária, evidenciada pelo aumento também significativo da concentração de clorofila a (dia 12), de forma a relacionar esse tratamento com a zona de produção (fase1) Figuras 6.6 e Figura 6.8 Concentrações de compostos de nitrogênio e fósforo são altamente dinâmicas porque podem ser utilizadas, armazenadas, transformadas e excretadas rapidamente e repetidamente por vários organismos aquáticos. (WETZEL e LIKENS, 2000). Além disso, segundo HAMER et al., (2004), que trabalhou com girinos de ambientes próximos a áreas afetadas pela agricultura, as concentrações de fósforo e nitrogênio influenciaram na densidade populacional.

Nos tratamentos com dose única (DU e DUG), a adição do agrotóxico, na concentração utilizada, foi um fator importante na manutenção do grau de trofia desses tratamentos entre hipereutrófico e eutrófico, de acordo com o IET (Tabela 7.1) pela liberação de fósforo decorrente da mortalidade dos organismos e disponibilização desse nutriente para a

produção primária. Esse efeito indireto do Vertimec® 18 EC na recuperação dos tratamentos contaminados com dose única, pode ser observado através da análise de componentes principais (ACP).

Também nos tratamentos com aplicações em dose múltipla (DM e DMG) as diferenças em relação aos controles (C e CG) podem ser explicadas pelo efeito tóxico do Vertimec® 18 EC ou de seu princípio ativo (abamectina) aos organismos zooplancônicos e bentônicos, pois em diversos estudos observou-se o efeito tóxico do Vertimec® 18 EC a espécies pertencentes a esses grupos (ALI et al., 1997; TIŠLER e ERŽEN, 2006; EGELER et al., 2010; BRAUN et al., 2010; NOVELLI et al., 2011a, b), o que faz com que esses tratamentos tivessem uma recuperação menor em relação aos controles.

O controle externo (AL) não apresentou grandes variações em seus parâmetros, de modo que segundo a análise de temporalidade (Figura 6.9-g), as amostras se concentraram na parte central da figura, próximas ao cruzamento dos eixos (zero), não se relacionando com nenhuma das fases de modo proeminente. A única relação possível de se visualizar é com a zona de produção (fase 1), já que todos os tratamentos, inclusive o AL, iniciaram o experimento com elevados índices de trofia.

No presente estudo, a variação da condutividade elétrica, a partir do dia 4, refletiu o aumento da concentração de nutrientes na água, principalmente de silicato reativo, amônia, nitrito e nitrato. A condutividade aumentou ao longo do tempo para todos os tratamentos, sendo que os tratamentos com girinos (DMG e DUG) e os controles (C e CG) apresentaram os valores mais elevados de condutividade no último dia, o que pode estar relacionado a elevada concentração de amônia e; nitrito e nitrato, respectivamente. No entanto, a condutividade do controle externo (AL) apresentou os valores mais altos durante todo o experimento, o que pode estar associado a maior concentração de silicato reativo nesse tratamento. Segundo Esteves (1988) o aumento da condutividade pode estar associado à entrada de nutrientes no sistema, por isso a condutividade pode fornecer informações sobre o metabolismo de ambientes aquáticos. A atividade antrópica tem grande relação com a quantidade de nutrientes presente na água a qual reflete na variação da condutividade. Dentre essas atividades está a adição de agrotóxicos em áreas agricultáveis no entorno de lagos, como mostra o estudo realizado no lago Inle em Myamar, que verificou elevadas concentrações de fosfatos (PO_4), nitrito e nitrato nas águas do lago caracterizando-o como eutrófico. Esse aumento de nutrientes estava relacionado com o aumento da atividade agrícola e atividades turísticas no entorno desse lago (AKAISHI et al., 2006).

7.2 Avaliação ecotoxicológica

7.2.1 Amostras de água – Testes de toxicidade com *Pseudokirchneriella subcapitata*

Os resultados dos testes de toxicidade com *P. subcapitata* realizados com as amostras de água dos mesocosmos após a contaminação (Dia 1, T3h) e no dia 4 (exceto para o tratamento DUG) não mostrou diferença significativa entre os tratamentos contaminados (DM, DMG, DU e DUG) e o controle da área externa aos mesocosmos (AL), indicando que não houve efeito tóxico nas amostras analisadas (Figura 6.13).

A ausência da toxicidade pode ser explicada pela comparação com resultados obtidos em testes de laboratório realizados com o agrotóxico puro (ZACHARIAS, 2008) ou do seu princípio ativo (VIEIRA, 2010). Segundo Zacharias op. cit., a concentração do Vertimec® 18 EC que inibe em 50% o crescimento populacional de *P. subcapitata* foi de 0,02675 mL L⁻¹, valor esse, 10 e 2,5 vezes maior que as concentrações utilizadas neste estudo, de 0,002 mL L⁻¹ e 0,008 mL L⁻¹, respectivamente. Da mesma forma, as concentrações utilizadas na contaminação dos mesocosmos correspondem as concentrações nominais de abamectina (princípio ativo) de 36 µg L⁻¹ (0,002 mL L⁻¹) e 144 µg L⁻¹ (0,008 mL L⁻¹), que também são muito inferiores ao valor médio de CI50, 96h encontrado em laboratório para abamectina por VIEIRA (2010), sendo este de 15,5 mg L⁻¹. Outros autores encontraram valores de concentração de inibição próximos a este, com outras espécies de algas verdes: 4,4 mg L⁻¹ de abamectina para *Scenedesmus subspicatus* (TIŠLER e ERŽEN, 2006); 9,89 mg L⁻¹ e 7,31 mg L⁻¹ de abamectina para *Scenedesmus obliquus* e *Chlorella pyrenoidosa*, respectivamente (MA et al., 2002); 4 mg L⁻¹ de ivermectina para *P. subcapitata* (GARRIC et al., 2007).

Resultados semelhantes foram obtidos no trabalho de Vieira, (2010) que foi realizado nas mesmas condições de confinamento (mesocosmos), em que a redução na densidade celular de *P. subcapitata* não esteve diretamente ligada à presença do agrotóxico.

Segundo Arcifa et al (1995), em uma revisão realizada sobre limitação de macro e micronutrientes para o crescimento de algas em reservatórios e lagos naturais, observou-se que o nitrogênio e o fósforo são elementos limitantes a produtividade primária. Segundo Huszar et al., (2005), em estudo de limitação de nutrientes aos crescimento do fitoplâncton e perifíton em ecossistemas continentais lênticos no Brasil, o crescimento do fitoplâncton pode ser considerado, em geral, limitado pelo fósforo. Isso poderia explicar a ausência de toxicidade no período inicial do experimento, onde as concentrações de fósforo total foram de 230, 82 µg L⁻¹, em todos os tratamentos.

Com base nessas informações, fica evidente que as concentrações de nitrogênio e fósforo em ecossistemas aquáticos pode acarretar o aumento da produção primária e provavelmente secundária (BIUDES e CAMARGO, 2008).

A redução significativa da densidade celular ocorreu a partir do dia 4 para DUG e a partir do dia 8 para os demais tratamentos.

A diminuição na densidade celular no tratamento DUG pode ter ocorrido devido à elevada turbidez da água a partir do dia 4 (Figura 6.2), quando comparada à turbidez dos demais tratamentos. Além da turbidez elevada, esse tratamento apresentou aumento na concentração de fósforo (Figura 6.4) o que resultou no aumento da produtividade primária *in situ*, verificada pela concentração de clorofila *a* (Figura 6.6). Apesar da elevada concentração de fósforo, em laboratório não foi observado crescimento celular, o que pode ter ocorrido pelo aumento da turbidez da água ou até mesmo por competição interespecífica, já que outras espécies do fitoplâncton, presentes nos mesocosmos, poderiam compor as amostras.

Em relação aos demais tratamentos, a densidade diminuiu significativamente a partir do dia 8 (Figura 6.13) e essa interação com as formas fosfatadas e nitrogenadas pode ter ocorrido devido ao efeito de confinamento dos mesocosmos, refletindo um aumento de nutrientes, como a amônia, e a diminuição das formas fosfatadas por estas terem sido consumidas no primeiro período. O valor de fósforo total (PT) ficou abaixo de $230,5 \mu\text{g L}^{-1}$, no dia 8, e abaixo de $77,46 \mu\text{g L}^{-1}$, no dia 12, para todos os tratamentos, exceto para DUG (Figura 6.4-a).

Segundo Källqvist e Svenson (2003) foi observada toxicidade da amônia em ecossistemas aquáticos para a alga verde unicelular *Nephroselmis pyriformis* (CE50, 24h, $32,8 \mu\text{g L}^{-1}$). Dessa forma pode ser que a amônia tenha contribuído com a diminuição na densidade celular dos tratamentos confinados, a partir do dia 8, quando os níveis de amônia aumentaram, apresentando valores acima de $66,54 \mu\text{g L}^{-1}$. Em um estudo realizado por Seguin et al., (2001), também foi observada correlação entre as concentrações de nutrientes (ortofosfato e amônia) e a toxicidade de um agrotóxico (atrazina) para as comunidades estabelecidas em mesocosmos. Este concluiu que as condições ambientais durante o experimento e o confinamento poderiam influenciar em longo prazo a sensibilidade das comunidades de fitoplâncton em relação ao agrotóxico aplicado. Isso poderia explicar a ausência de toxicidade do controle externo (AL), não confinado, apesar de apresentar valores de amônia maiores que o valor de toxicidade ($46,22$ a $194,77 \mu\text{g L}^{-1}$).

O produto comercial Vertimec® 18 EC, além do ingrediente ativo, contém em sua formulação outros compostos como surfactantes, os quais são adicionados para aumentar a

eficácia do agrotóxico, que podem inclusive aumentar a toxicidade do produto. Vários estudos têm demonstrado a elevada toxicidade dos surfactantes para organismos aquáticos, inclusive em organismos planctônicos, como as algas (LEWIS, 1999; VAN DE PLASSCHE et al., 1999; YING, 2006). Assim, no presente estudo, os efeitos de toxicidade, observados a partir do dia 4 (meia vida da abamectina) poderiam estar relacionados aos surfactantes (ciclohexanol e 1,2-Propandiol) presentes na fórmula do Vertimec® 18 EC.

Os ingredientes inertes facilitam a aplicação do agrotóxico, atuando como solventes, surfactantes, agentes estabilizadores ou preservativos, entre outras funções (WAXMAN, 1998). Nos Estados Unidos, a Environmental Protection Agency-EPA (2004) identificou cerca de 3000 substâncias com toxicidade variada, que são utilizadas como ingredientes ativos (EPA, 2004).

7.2.2 Amostras de água e sedimento - Testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

Os resultados obtidos para os controles dos mesocosmos mostraram toxicidade a partir dos dias 8 (tratamento CG) e 12 (tratamento C), com valores de CE50, 48h de 48,9 e 32,24%, respectivamente. Esses tratamentos permaneceram tóxicos até o final do experimento (CE50, 48h = 12,5 e 18,3%). A toxicidade aguda registrada nos controles não está relacionada ao produto comercial testado, já que para esses tratamentos não houve aplicação do agrotóxico. Essa toxicidade pode ser explicada pelo efeito de confinamento dos mesocosmos, como apresentado no item 7.1. No entanto o controle da área externa aos mesocosmos (AL), com menor grau de confinamento, não apresentou toxicidade aguda em nenhum momento, garantindo a validade do experimento. Além disso, o controle sem girinos (C) não apresentou toxicidade na primeira etapa do experimento (dia 1, T0h – dia 12, T0h), indicando que a toxicidade nos tratamentos contaminados está relacionada à aplicação do Vertimec® 18 EC e/ou aos produtos da sua degradação (NOVELLI, 2010).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos C e CG em relação à toxicidade aguda registrada nos mesocosmos durante todo o experimento (Tabela B.36 do apêndice B).

Em relação aos tratamentos contaminados, a toxicidade nos tratamentos em dose única (DU e DUG) foi maior que nos tratamentos em dose múltipla (DM e DMG). Devido à sensibilidade dos cladóceros ao produto comercial Vertimec® 18 EC e seu princípio ativo; os valores de CE50 encontrados para várias espécies na literatura foram menores que 0,008 mL L⁻¹ (144 µg L⁻¹ de abamectina) (TIŠLER e ERŽEN, 2006; EGELER et al., 2010; BRAUN et al., 2010; NOVELLI et al., 2011a, b).

A comprovação desse dado pode ser observada principalmente pela comparação com o trabalho de Novelli et al. (2011b), que realizou experimentos *in situ* de água de *runoff* contaminada com Vertimec® 18 EC, obtendo uma CE50, 48h para *Daphnia similis* de 9,78% correspondente a 0,002 mL L⁻¹ de Vertimec® 18 EC e a 3,91 µg L⁻¹ de abamectina.

Os valores de CE50, 48h encontrados nesse estudo para o organismo teste *Ceriodaphnia silvestrii*, nos tratamentos em dose única, logo após a contaminação (dia 1, T3h) foram iguais ou menores que 3,125%, que corresponde à concentração de 250 nL L⁻¹ de Vertimec® 18 EC. A toxicidade desses tratamentos permaneceu elevada ao longo de todo experimento (Figuras 6.14 e 6.15), uma vez que a concentração utilizada foi superior aos valores de CE50 para os cladóceros. Houve diferença significativa entre os tratamentos DU e DUG nos dias 4, 12 (T0h e T3h) e 16, o que pode ter ocorrido devido à presença de girinos em um dos tratamentos (Tabela B.36, Apêndice B).

Ou seja, a concentração do agrotóxico testada nos tratamentos em dose única é 10 vezes maior que a CE50 obtida para *D. similis*, demonstrando que o produto utilizado já é altamente tóxico em concentrações bem inferiores, como a CE50, 48h de 9,78%, encontrada por Novelli (2010) para *D. similis* em experimento *in situ* para água de *run off*, que corresponde a 195 nL L⁻¹ de Vertimec® 18 EC.

Outros estudos comprovam que cladóceros são extremamente sensíveis ao princípio ativo do produto comercial utilizado. Segundo Wislocki et al. (1989), a CE50, 48h da abamectina encontrada para *Daphnia magna* foi de 0,25 µg L⁻¹. Tišler e Eržen (2006) também encontraram uma toxicidade próxima para *D. magna*, sendo esta 0,34 µg L⁻¹. Garric et al. (2007) e Novelli et al. (2011b) encontraram valores de CE50, 48h para a abamectina da ordem de ng L⁻¹, sendo estas 5,7 e 5,1 ng L⁻¹, para *D. magna* e *D. similis*, respectivamente.

Com relação aos tratamentos em dose múltipla (DM e DMG), também foi observada uma toxicidade elevada logo após a contaminação (CE50, 48h de 18,41 e 10,38%). Além da toxicidade desses tratamentos ser menor que a toxicidade dos tratamentos em dose única, foi possível observar a diminuição significativa do efeito do agrotóxico ao longo do tempo, nos dois períodos considerados: após contaminação e após recontaminação (Figuras 6.14 e 6.15). No entanto, nos tratamentos DM e DMG, a redução da toxicidade, após a recontaminação (dia 12, T3h – dia 24), foi menor que após contaminação (dia 1, T3h a dia 12, T0h); indicando um efeito múltiplo do agrotóxico para os organismos testados.

Esses resultados demonstraram que as concentrações de Vertimec® 18 EC utilizadas, mesmo as mais baixas, foram muito tóxicas a *Ceriodaphnia silvestrii*, sendo que as concentrações nominais das CE50 obtidas para o Vertimec® 18 EC após a contaminação (dia

1, T3h) foram de 368 nL L⁻¹ (18,41%) e 207 nL L⁻¹ (10,38%) para os tratamentos DM e DMG, respectivamente. Esses valores apresentam o potencial tóxico desse agrotóxico aos organismos aquáticos.

Ao final do primeiro período (Dia 12, T0h), os tratamentos em dose múltipla (DM e DMG) foram menos tóxicos que os controles (C e CG), sendo os valores de DM e DMG de 53,41 e 57,37%, respectivamente, e os valores de C e CG de 32,24 e 24,69%, respectivamente (Figuras 6.14 e 6.15), antes da recontaminação. Em T3h, DM e DMG apresentaram CE50,48h de 14,32 e 18,08%, respectivamente, e os controles mantiveram a mesma toxicidade do momento T0h. Essa relação mostra que o confinamento que causou toxicidade nos controles, não foi o principal fator de que ocasionou toxicidade nos mesocosmos contaminados, já que, após a recontaminação, os tratamentos em dose múltipla ficaram mais tóxicos que o controle devido à ação do Vertimec[®] 18 EC. De acordo com um estudo realizado por Seguin et al., (2001), o efeito do confinamento foi independente da contaminação dos mesocosmos com o agrotóxico atrazina. Esse efeito também foi encontrado por outros autores em vários graus de isolamento (SCHELSKE, 1984; BÉRARD et al., 1999).

A diminuição da toxicidade do agrotóxico nos tratamentos em dose múltipla, ao longo do tempo, pode estar associada às propriedades do princípio ativo (abamectina) do produto, sendo este muito volátil e com grande potencial de fotodegradação (TIŠLER e ERŽEN, 2006; GARRIC et al., 2007). Segundo Campbell (1989) e Wislocki et al. (1989), na superfície da água a abamectina é rapidamente degradada (12 horas) por mecanismos de oxidação e foto-oxidação e, em lagos, sua meia vida é de 4 dias. Além disso as condições, climatológicas (elevadas temperaturas), também podem ter colaborado para a degradação do agrotóxico (NOVELLI, 2010).

As características físicas e químicas dos ambientes aquáticos determinam a probabilidade de degradação de determinado composto e/ou seu destino neste ecossistema. O pH da água, por exemplo pode influenciar a decomposição de agrotóxicos (NOVELLI, 2010).

A água utilizada nos mesocosmos foi proveniente da represa do Lobo, cujo caráter é ácido segundo registros anteriores (TUNDISI, 1972; MATHEUS; TUNDISI, 1988; ARGENTON, 2004; MOTHEO, 2005). Essa acidez é decorrente, em grande parte, do pH ácido do solo circundante e em parte dos ácidos orgânicos oriundos da decomposição da matéria orgânica alóctone.

Apesar de ter ocorrido um aumento geral dos níveis de amônia nos mesocosmos, principalmente nos mesocosmos com girinos, o maior valor, encontrado no tratamento DMG

(568,93 $\mu\text{g L}^{-1}$), pode apresentar apenas um efeito crônico a daftídeos, por ser maior que 463 $\mu\text{g L}^{-1}$, valor de toxicidade apontado pela EPA (1993) para *Daphnia*.

Outro fator pode ter influenciado na diminuição da toxicidade da abamectina: sua afinidade por partículas sólidas. Segundo Weston et al. (2000), os contaminantes orgânicos hidrofóbicos, como o Vertimec[®] 18 EC, tem a capacidade de complexar-se com a matéria orgânica presente no sedimento, sugerindo que o produto não permaneça por muito tempo no ambiente aquático. Portanto a presença da matéria orgânica do sedimento pode ter influenciado na toxicidade dos tratamentos, pois o produto que não foi degradado pode ter se ligado a matéria orgânica, que variou de 5,42 a 8,87%.

Os estudos de toxicidade com sedimento (água intersticial e sedimento total) com o cladóceros *C. silvestrii*, indicam que o pesticida pode ter se complexado com a matéria orgânica, pois foi encontrada toxicidade nos tratamentos contaminados (DM, DMG, DU e DUG), sendo que os controles C e AL não revelaram essa toxicidade em nenhuma das fases de sedimento testada. Para o sedimento total foi observada 80% de imobilidade dos organismos no tratamento DMG. Nos demais tratamentos (DM, DU e DUG) essa toxicidade foi verificada na água intersticial, com valores de CE50, 48h, de 59,46; 6,26 e 79,37%, respectivamente, de acordo com a diluição das amostras, já que a imobilidade foi total nas amostras puras para esses tratamentos (Figura 6.16). A toxicidade observada no tratamento CG, na água intersticial, pode estar relacionada com a presença de amônia, por esta ser muito tóxica a cladóceros, sendo a toxicidade para a amônia encontrada na literatura de: 28 mg L^{-1} para *Ceriodaphnia* e 130 mg L^{-1} para *Daphnia* (UMBUZEIRO e RODRIGUES, 2004).

Segundo Connell (1990) a ligação de xenobióticos ao sedimento depende do conteúdo orgânico, tipo e quantidade de argila, capacidade de troca catiônica, pH e área de superfície da partícula dos sedimentos. Assim a caracterização do sedimento também é importante para entender a dinâmica do agrotóxico nos mesocosmos e sua área externa. No presente estudo caracterizou-se o sedimento segundo a porcentagem de matéria orgânica (5,42 - 8,87%) e concentração de nutrientes (fósforo total e nitrogênio total). No entanto, de acordo com um estudo realizado anteriormente, por Santos (2007), no mesmo tanque experimental, o teor de matéria orgânica e a granulometria do sedimento o caracterizaram como mineral arenoso, por ser constituído predominantemente por areia média e fina e por apresentar menos que 10% de matéria orgânica (Figura 7.1). O presente estudo indicou toxicidade do sedimento a *C. silvestrii*, pois apresentou uma porcentagem de matéria orgânica, semelhante ao estudo de Santos op.cit., onde o agrotóxico pode ter se complexado.

Figura 7.1 Granulometria do sedimento do tanque experimental obtida por Santos (2007).

7.2.3 Vertimec® 18 EC: testes de toxicidade com *Ceriodaphnia silvestrii*

A CE50, 48h média do Vertimec® 18 EC obtida nos testes de toxicidade aguda com o cladócero *C. silvestrii* foi de 81,64 nL L⁻¹, sendo a faixa de sensibilidade de 66,57 a 94,25 nL L⁻¹ (Figura 6.18).

Considerando os valores de CE50, 48h obtidos para as amostras de água dos mesocosmos, após a contaminação (dia 1-T3h), ($\leq 3,125$, 10,38 e 18,41%) os valores correspondentes para o Vertimec® 18 EC foram ≤ 250 nL L⁻¹ (3,125%); 207 nL L⁻¹ (10,38%) e 368 nL L⁻¹ (18,41%), para os tratamentos DU e DUG, DMG e DM, respectivamente. As concentrações nominais do princípio ativo (abamectina) para os mesmos tratamentos correspondem a $\leq 4,5$ $\mu\text{g L}^{-1}$, 3,7 e a 6,6; $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente. Lembrando que, nos tratamentos em dose única, foi aplicada uma dose maior que nos tratamentos em dose múltipla. Os valores de toxicidade obtidos para esses tratamentos foram semelhantes aos obtidos por Novelli (2010) para *D. similis* no experimento com água de *run off* contaminada com Vertimec® 18 EC: CE50 48h de 9,78%, que corresponde a 3,91 $\mu\text{g L}^{-1}$ do princípio ativo (abamectina).

Os resultados obtidos nos testes de toxicidade realizados em laboratório com o produto comercial, estão de acordo com os dados encontrados na literatura para Vertimec® 18 EC e seu princípio ativo (abamectina) (LANKAS e GORDON,1989; WISLOCKI et al.1989; TIŠLER e ERŽEN, 2006; GARRIC et al.,2007, NOVELLI, 2011a).

Sendo assim, a toxicidade obtida em laboratório, para a mesma espécie, foi em média 3 vezes maior que a toxicidade obtida em amostras de água do experimento *in situ*. Para essa

comparação foram consideradas as amostras do dia 1 (T3h), pois estas correspondem às concentrações nominais mais realísticas do produto, já que nos dias posteriores essas concentrações podem ter sofrido vários processos de degradação como demonstrado no item anterior (7.2.2). O efeito menor do Vertimec® 18 EC nos mesocosmos, comprovados através dos testes de toxicidade conduzidos em laboratório, pode estar relacionado à fotodegradação de seu princípio ativo em ambiente (WISLOCKI et al., 1989).

Segundo Wislocki et al. (1989) os produtos gerados a partir da degradação da avermectina B1a, foram de uma a três ordens de grandeza menos tóxicos para *D. magna* que o composto original. Portanto, pode ser que as amostras de água dos mesocosmos tenham sofrido degradação durante as 3h após a contaminação (dia 1, T3h), que se esperou para a ação do produto comercial nos mesocosmos.

Apesar de a abamectina ser rapidamente degradada por mecanismos de oxidação e foto-oxidação no meio ambiente (SEGUIN et al. , 2001), esse efeito não foi observado nos testes conduzidos em laboratório com o Vertimec® 18 EC, já que não houve diferença significativa nos testes realizados na presença e ausência de luz (Tabela 6.3 e 6.4).

Os testes de toxicidade crônica realizados com o produto comercial Vertimec® 18 EC mostraram que as concentrações de efeito na fecundidade e sobrevivência de *C. silvestrii* foram de 6,62 nL L⁻¹ e 18,75 nL L⁻¹, valores esses 9 e 6 vezes mais tóxicos que os resultados obtidos por Novelli (2011, b) para a espécie *Ceriodaphnia dubia*, em amostras de *run off*, cujas concentrações foram de 62,5 nL L⁻¹ e 125 nL L⁻¹ de Vertimec® 18 EC para fecundidade e sobrevivência, respectivamente. Esses valores também foram maiores que a CI25 (6,3 nL L⁻¹) encontrada para *C. silvestrii* no presente estudo.

As diferenças na toxicidade encontradas nos testes com as amostras de campo e o produto comercial estão relacionadas a diversos fatores que podem causar a diminuição da toxicidade do produto *in situ*, como as características físicas, químicas e biológicas da água, bem como a fotodegradação e complexação do agrotóxico na matéria orgânica.

Apesar de experimentos com mesocosmos em ambientes tropicais sul americanos ainda serem raros, provavelmente devido a sua complexidade e infra-estrutura exigida (Gusmao, 2004) esse tipo de estudo vem sendo bastante empregado em outros países pela necessidade de validação em campo dos resultados obtidos em laboratório, que normalmente apresentam diferenças significativas (Pascoe et al., 2000).

CONCLUSÕES

- Os resultados das análises físicas, químicas e biológica (clorofila) indicaram um efeito indireto do Vertimec® 18 EC na recuperação dos tratamentos contaminados, sendo que estes, principalmente os tratamentos em maior dose (DU e DUG), não encontraram o mesmo ponto de equilíbrio que os controles, nem permaneceram sem alterações como o controle externo, no que diz respeito à dinâmica de nutrientes na água.
- Independente da contaminação, os mesocosmos apresentaram alterações em suas características físicas, químicas e biológica (clorofila) próprias de ambientes eutrofizados, devido ao grau de confinamento do sistema e enriquecimento com nutrientes da água de origem.
- Nos ensaios ecotoxicológicos com água do experimento *in situ* não foi observado efeito tóxico direto do Vertimec® 18 EC para a alga *Pseudokirchneriella subcapitata*. A toxicidade encontrada foi devido às condições ambientais e o confinamento dos mesocosmos, agravado pela variabilidade temporal do experimento.
- Os surfactantes presentes na formulação comercial do Vertimec® 18 EC, junto com a amônia podem ter causado toxicidade à alga *Pseudokirchneriella subcapitata* após o dia 4, devido as mudanças das condições ambientais e a maior sensibilidade da alga aos surfactantes em relação ao princípio ativo do produto.

- As amostras de água dos mesocosmos contaminados apresentaram efeito tóxico para o cladócero *Ceriodaphnia silvestrii* durante todo o período do experimento e esse efeito esteve diretamente relacionado com a aplicação do Vertimec® 18 EC.
- A diminuição da toxicidade nos mesocosmos contaminados com a dose múltipla indicou possível degradação do Vertimec® 18 EC nas condições do experimento.
- Os testes de toxicidade com as amostras de sedimento dos mesocosmos contaminados apresentaram toxicidade aguda para a espécie *Ceriodaphnia silvestrii*, indicando a possibilidade do agrotóxico ter se complexado com a matéria orgânica do sedimento.
- A toxicidade aguda e crônica do Vertimec® 18 EC em laboratório para *Ceriodaphnia silvestrii* foi de 3 a 43 vezes maior que a toxicidade em campo e essa diferença revelou que as sensibilidades obtidas para *C. silvestrii* são influenciadas por fatores ambientais e de confinamento, o que deve ser considerado no acompanhamento dos mesocosmos aquáticos para estudos ecotoxicológicos.
- A menor dose aplicada nos mesocosmos (0,002 mL L⁻¹), a qual entra no ambiente aquático por água do *run off* das lavouras com aplicação de Vertimec® 18 EC, foi tóxica durante todo o experimento, portanto esse produto apresenta risco ao ecossistema aquático.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, N.; GONÇALVES, F. The dynamics of *Ceriodaphnia pulchella* (Cladocera) in laboratory. **Acta Oecol.**, 2003, v.24, p.245-249.

AKAISHI F.; SATAKE M.; OTAKI M.; TOMINAGA, N. Surface water quality and information about the environment surrounding Inle Lake in Myanmar. **Limnology**, 2006, v.7, p.57-62.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology: structure and function of running waters**. 2nd Ed. Netherlands, Springer. 2007, 436p.

ALI, A.; XUE, R.; ALAM, S. K. Ecological effects of abamectin (MK-936) on natural populations of selected invertebrates in man-made ponds. **Medicine, Entomology and Zoology**, 1997, v.3, p.233-241.

ALTINOK, I.; CAPIKIN, E.; KARAHAN, S.; BORAN, M. Effects of water quality an fish size on toxicity of methiocarb, a carbamate pesticide, to rainbow trout. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, 2006, v.22, p.20-26.

ALVES, R. C. P. **Inter-relações entre zooplâncton e fitoplâncton mediante herbivoria na Lagoa do Camargo (zona de desembocadura do rio Paranapanema na represa de Jurumirim)**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2011. 143p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). American Water Works Association, Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 Ed. New York. 1995. 1268p.

ANDERSEN, J. M. Na ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. **Water resources**, 1976, v.10, p. 329-331.

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório de Atividades de 2009. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d214350042f576d489399f536d6308db/RELAT%C3%93RIO+DO+PARA+2009.pdf?MOD=AJPERES>

- ANVISA. **Seminário volta a discutir mercado de agrotóxicos em 2012**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2012+noticias/seminario+volta+a+discutir+mercado+de+agrototoxicos+em+2012>
- ARCIFA, M. S.; STARLING, F. L. M.; SIPAUBA-TAVARES, L. H.; LAZZARO, X. Experimental Limnology. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ACB/SBL, 1995, p.257-281.
- ARGENTON, E. C. (2004). **Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do lobo (Broa - Itirapina/Brotas-SP)**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2004. 137 f.
- ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R.; AMÂNCIO, A. V.; CORREA, R. M. L.; GUERCIO, M. A. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, 2005, v.28, p.975-982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2004). Ecotoxicologia Aquática –Toxicidade aguda – Método de ensaio *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea) NBR12713. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2005). Ecotoxicologia Aquática –Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* ssp. (Cladocera, Crustácea) NBR13373. Rio de Janeiro, 2005a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2005). Ecotoxicologia Aquática –Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (Chlorophyceae) NBR12648. Rio de Janeiro, 2005b.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. (Coord.). **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RiMa, 2003. São Paulo: Intertox, 2003, 340p.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**, tradução: RECIO, M. A. L.; CARRERA, L. C. M.; 2 ed., Bookman: Porto Alegre, 2002.
- BASTOS, M. **Avaliação do agrotóxico Vertimec® 18 EC em organismos aquáticos em meios com diferentes características nutricionais**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. 82p.
- BÉRARD, A.; PELTE, T.; DRUART J. C. Seasonal variability in the sensitivity to atrazine of Lake Geneva phytoplankton community structure. **Arch Hydrobiol.**, 1999, v.145, p.227-295.
- BITTENCOURT, M.A.L.; CRUZ, F. Z. Toxicidade de produtos químicos sobre predadores (Acari: Phytoseiidae) em citros. **An. Soc. Entomol. Brasil.**, 1988, v.17, p.249-261.
- BIUDES, J. F.V.; CAMARGO, A. F. M. Estudos dos fatores limitantes à produção primária por macrófitas aquáticas no Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, 2008, v.12, p.7-19.
- BOYLE, T. P.; FAIRCHILD, J. F.; ROBINSON-WILSON, E. F.; HAVERLAND, P. S.; LEBO, J. A. Ecological restructuring in experimental aquatic mesocosms due to the

application of diflubenzuron. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 1996, v.15, p.1806-1014.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul.. 1989. Seção 168 da Independência e 101 da República. 1989. Disponível em: http://www.brad.ae.uk/acad/sbtwe/btwe/nat_imp/leg_reg/brazil/Lei_7802.pdf. Acesso em 10 out. 2011.

Braun, A. S.; Novelli, A.; Vieira, B.H.; Espíndola, E.L.G. Ecotoxicological effects of Vertimec ® 18 EC on plankton. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, 2012, v. 7, n. 2, p. 23- 29.

BUCKLER, D.F.T.; TILITI, D. E. Problems of aquatic toxicology and water quality management. In: SCHOETGER, R. A. (Ed.) **Proceedings of USA-Russia Symposium**. Ecosystem Reserch Division. Atenas: Usepa, 1996.

BURATINI, S. V.; BRANDELLI, A. Bioacumulação. In: ZAGATTO, P.A; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática**. São Carlos: Rima, 2006, P. 55-87.

CÁCERES, T.; MEGHARAJ, M.; NAIDU, R. Toxicity and transformation of fenamiphos and metabolites by two micro algae *Pseudokichneriella subcapitatata* and *Chlorococcum* sp. **Science of the total Environment**., 2008, v.398, p53-59.

Camargo, A.F.M.; Miyai, R.I. Caracterização Liminológica do lago Uruçá: Lago de Várzea do Rio Trombetas (Águas Claras), Pará. **Acta Limnol Brasiliensia**, 1981, v.2, p. 153-180.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Eds Téc.). **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúma: Embrapa Meio Ambiente, 2003, p. 13-51.

CAMPBELL, W., **Ivermectin and Abamectin**. New York: Springer Verlag, 1989, 363p.

CARNEIRO, L. S.; ATTAYDE, J. L.; BOZELLI, R. L. Experimentos em Mesocosmos: O Caminho do Meio. In: **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia - nº 34** Editor Alex Enrich-Prast. 2005. Disponível em: http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_34.pdf.

CARNEIRO, F.; SOARES, V. Brasil é o país que mais usa agrotóxicos no mundo. Artigo publicado no **Portal EcoDebate** em 08/07/2010. Disponível em: http://www.ihu.unisinos.br/index.php?option=com_noticias&Itemid=18&task=detalhe&id=34124

CAIRNS JR, J. NIEDERLEHNER, B. R.; BIDWELL, J. R. . Ecological toxicity testing. In MEYERS R. A. (eds) **Encyclopoedia of enviromental analysis and remediantions**. MEYERS, R. A. (ed). Jhon Wiley & Sons, Inc. 1998.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB) Ensaios biológicos com organismos aquáticos e sua utilização no controle da poluição. São Paulo: **CETESB**, 1987.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **IET – índice de estado trófico**. (2013). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>

CONNELL, D. W. Evaluation of the bioconcentration fator, biomagnification fator, and related physico-chemical properties of organic compaunds. In: CONNELL, D. W. (ed.) **Bioacumulation of xenobiotic compounds**. Boca Raton: CRP Press. 1990, 220p.

CHAIM, A.; BOTTON, M.; SCRAMIN, S.; PESSOA, M.C.P.Y.; SANHUEZA, R.M.V.; KOVALESKI, A. Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Julho de 2003, vol.38 no.7, p. 889-892. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2003000700014&script=sci_arttext

COSTA, C. R.; OVILI, P.; BOTTA, C. M. R., ESPÍNDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, 2008, v.31, n.7, p.1820-1830.

CREWS T. E.; PEOPLES M. B. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. **Agriculture, Ecosystems and Environment.**, 2004, v.102, p.279–297.

CULLY, D.F; VASSILATIS, D. V.; LIU, K.K.; PARESS, P.S.; VAN DER PLOEG, L.H.T.; SCHAEFFER J.M.; ARENA , J.P. Cloning of an avermectin-sensitive glutamate-gated chloride channel from *Caenorhabditis elegans*. **Nature**, 1994, v. 371, p. 707-711.

INFORMATIVO CRQ III. **O dilema do uso de defensivos agrícolas**. Rio de Janeiro: Conselho Regional de química, III Região, 1997.

DAS, B. K.; MUKHERJEE, S. C. Toxicity of cypermethrin in *Labeo rohita* fingerlings: biochemical, enzymatic and haematological consequences. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, 2003, v.134, p.109-121.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRA, E. M. Contaminação do ambiente aquático por agrotóxicos: vias de contaminação e dinâmica dos agrotóxicos no ambiente. **Agrotóxicos. Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, 1999, v.9, p.1-18.

DUBUS, I.G., HOLLIS, J.M., BROWN, C.D. Pesticide in rainfall in Europe. **Environmental Pollution**, 2000, v.110, p.331–344.

EGELER, P. Chronic toxicity of invernectin to the benthic invertebrates *Chironomus riparius* and *Lunbriculus variegatus*. **J. Soils sediments**, 2010, v.10. p 368-376.

EPA. (1993). Registration Eligibility Decision (RED): Glyphosate. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency. Disponível em: http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/old_reds/glyphosate.pdf [acessado em 14 Outubro 2011].

EPA. (2004). Taking Care of Business: Protecting Public Health and the Environment - EPA's Pesticide Program .FY 2004 Annual Report. Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.epa.gov/oppfead1/annual/2004/04annualrpt.pdf>

- ERZEN, N. K.; KOLAR, L.; FLAJS V. C.; KUZNER, J.; MARC, I.; POGACNIK, M. Degradation of abamectin and doramectin on sheep grazed pasture. **Ecotoxicology**, 2005, v. 14, p. 627– 635.
- ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Ed. Interciência/FINEP, 1988. 545p.
- ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Ed. Interciência/FINEP, 3 ed. 2011, 545p.
- ESTEVEES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. Caracterização de sedimentos de 17 reservatórios do Estado de São Paulo com baseno teor de feopigmentod, carbono orgânico e nitrogênio orgânico. **Ciência e Cultura**, 1982, v.34. p. 699-674.
- FAO (Food and Agriculture Organization). **Agriculture database**, 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>.
- FAY, E.F.; SILVA, C.M.M. de S. Comportamento e destino de agrotóxicos no ambiente solo-água. In: SILVA, C.M. de S. ; FAY, E.F. (Eds. Téc.). **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p.108-143.
- FENT, F. Ecotoxicological problems associated with contaminated sites. **Toxicology Letters**, 2003, v. 140-141, p. 353-365.
- FREITAS, L.D. **Heterogeneidade espacial e temporal do zooplâncton em sistemas lóticos e lentos da bacia hidrográfica do Lobo (Itirapina, Brotas - SP)**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2012. 144p.
- FRIGHETTO, R. T. S. Impacto ambiental decorrente do uso de pesticidas agrícolas. In> MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. de (Ed.). **Microbiologia ambiental**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997, p. 425-438.
- GARRIC, J.; VOLLAT, B.; DUIS, K.; PÉRY, A.; JUNKER, T.; RAMIL, G. F.; TERNES, T. A. Effects of the parasiticide ivermectin on the cladoceran *Daphnia magna* and the green alga *Pseudokirchneriella subcapitata*. **Chemosphere**, 2007, v. 69, p. 903–910.
- GOLOMBIESK, J. I. **Interação da Rizipsicultura com agrotóxicos e efeitos sobre a comunidade zooplânctônica**. Tese (Doutorado), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006. 111p.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. 2 ed. Oxford: Blackwell scientific publications. 1978, 213p.
- GUSMÃO, L. F. M. **Efeito do cobre e cromo na comunidade zooplânctônica: um estudo experimental em mesocosmos**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2004. 262p.
- HALLEY, B. A.; JACOB, T. A.; LU, A. Y. H. The environmental impact of the use of ivermectin: environmental effects and fate. **Chemosphere**, 1989, v.18, n.7-8, p.1543-1563.

- HAMER, A. J.; LANE, S. J.; MAHONY, M. J. Amphibian decline and fertilizers used on agricultural land in south-eastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment.**, 2004, v. 102, p. 299-305.
- HAMERS, T.; SMIT, M. G. D.; MURK, A. J.; KOEMAN, J. H. Biological and chemical analysis of the toxic potency of pesticides in rainwater. **Chemosphere**, 2001, v.46, p. 609-624.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HAMILTON, M.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R.V. Trimmed Spearman Karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environ. Sci. Tech.**, 1977, v. 11, p. 714-719.
- HAYASHI, L. H. **Avaliação do potencial bacterívoro de três espécies de cladóceras de ocorrência tropical e subtropical.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2013. 89p.
- HARMON, S. M.; SPECHT, W. L.; CHANDLER, G. T. A comparison of the Daphnids *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia ambigua* for their utilization in routine toxicity testing in the Southeastern United States. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 2003, v.45. p.79-85.
- HERBRANDSON, C.; BRADBURY, S. P.; SWACKHAMER, D. L. Influence of suspended solids on acute toxicity of carbofuran to *Daphnia magna*: II. An evaluation of potential interactive mechanisms. **Aquat Toxicol.**, 2003, v.63. p.343-55.
- HANAZATO, T. Review: Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective. **Environmental Pollution.**, 2000, v.112, p.1-10.
- HILL, I. R.; MATTHIESSEN P.; MEIMBACH F. Guidance Document on Sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. In: **workshop on sediment toxicity assessment.** Renesse, The Netherlands, 1993.
- HUSZAR, V. L. M.; GIANI, A. Amostragem da Comunidade Fitoplânctônica em Águas Continentais: Reconhecimento de Padrões Espaciais e Temporais. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Orgs.). **Amostragem em Limnologia.** São Carlos: Ed. RiMa, 2005, p.133-147.
- IBAMA, 1987, Avaliação da toxicidade aguda para peixes. Parte D. 3. **Manual de testes para avaliação de ecotoxicidade de agentes químicos**, p. D.3.2., 01/09.
- KÄLLQVIST T; SVENSON A. Assessment of ammonia toxicity in tests with the microalga, *Nephroselmis pyriformis*, Chlorophyta. **Water Research.**, 2003, v.37. p.477-484.
- KOROLEFF, F. Determination of Nutrients. In: GRASSOHOFF, K (ed.) **Methods of seawater analysis.** New York: Veralag chemie weinheim. 1976, p.117-181.
- LAABS V.; WEHRHAN, A.; PINTO, A.; DORES, E.; AMELUNG, W. Pesticide fate in tropical wetlands of Brazil: An aquatic microcosm study under semi-field conditions. **Chemosphere**, 2007, v 67, p.975-989.

LAMBAIS, M. R.; CARDOSO, E. J. Response of *Stylosanthes guianensis* to endomycorrhizal fungi inoculation as affected by lime and phosphorus application. **Plant Soil**, 1993, v.150, p.109-116.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'agua do estado de São Paulo: avaliação de métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004. 238p.

LANKAS, G. R.; GORDON, L. R. Toxicology. In: CAMPBELL, W. C. **ivermectin and Abamectin**. New York: Springer-Verlag, 1989, p.89-112.

LEWIS, M. A. Chronic and sublethal toxicities of surfactants to aquatic: a review and risk assessment. **Water Research**, 1991, v.55, p.101-113.

LI-XIA, K.; YI-LONG, X.; CHUN-WANG, Z.; LI-LI, D. Effects of three organophosphorus pesticides on population growth and sexual reproduction of rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas. **Acta Ecology Sinica**, 2009, v. 29, p.182-185.

LÓPEZ-MANCISIDOR, P.; CARBONELL, G.; MARINA, A.; FERNÁNDEZ, C.; TARAZONA, J. V. Zooplankton community responses to chlorpyrifos in mesocosms under Mediterranean conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2008, v.71, p.16-25.

LORANDI, R.; FREIRE, O.; ABRAÃO, I. O.; MARCONI, A.; CLEMENTE, C. A. Areias quartzosas da bacia do ribeirão do Lobo (Brotas-Itirapina, SP): características mineralógicas e químicas. In: Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", v. 42, p. 381-389. 1985.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011, 190 p.

LUCCHESI, G. Agrotóxicos: Construção da Legislação. Câmara dos deputados, 2005.

MA, J.; XU, L.; WANG, S. Differential sensitivity of two green algae. *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*. To 12 pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2002, v. 52, p. 57-61.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2004). Meios de produção. Tabela 4.3: **Vendas de defensivos agrícolas**. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega, S. A., 1983, 1010p.

MASSUTI, M. B. **Distribuição e efeitos de cromo e cobre em ecossistemas aquáticos: uma análise laboratorial e "in situ" (experimentos em micro e mesocosmos)**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2004. 390p.

MATHEUS, C. E.; TUNDISI, J. G. Estudo físico, químico e ecológico dos rios da Bacia Hidrológica do ribeirão e da represa do Lobo. In: TUNDISI, J. G. **Limnologia e manejo de represas**. São Carlos: EESC-USP/CRHEA/ACIESP. p. 419-420.

MATSON, P. A.; PARTON, W. J.; POWER, A. G.; SWIFT, M. J. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**. v. 277, 1997, p. 504-509.

- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Freshwater biological association scientific publication. Kendall: Titus Wilson and Sons, 1978, 117p.
- MENDES, L. M. **Análise dos efeitos do agrotóxico Vertimec ® 18 EC em *Danio rerio* (Cypriniformes, Cyprinidae) por meio de estudos experimentais**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011. 123p.
- MOTHEO, D. F. **Estudo limnológico na Represa Carlos Botelho (Itirapina/Brotas-SP): uma reavaliação comparativa do sistema Lobo-Broa**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2005. 103p.
- MOZETO, A. A. Coleta de Sedimentos de Ambientes Aquáticos Continentais, Extração de Águas Intersticiais e Determinação Granulométrica. In: **Métodos de coletam análises físico-químicas e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce**.Org. MOZETO A. A.; UMBIZEIRO, G.A.; JARDIM, W. F. São Carlos. Cubo Multímedia, 2006. p.25-35.
- NIMMO, D. R. Pesticides. In: RAND, G.M.; PETROCELLI, S. R. (Eds.). **Fundamental of aquatic toxicology: methods and applications**. London: Hemisphere Publishing Corporation, 1985, p. 335-373.
- MACHADO-NETO J. G; VICTÓRIA-FILHO, R. Dissipation of herbicide residues in the soil of a citrus orchard (*Citrus sinensis* L. Osbeck) after the ninth consecutive annual application. **Bull Environ Contam Toxicol.**, 1995, v.55. p.303-8.
- NOVELLI, A. **Efeito do Vertimec ® 18 EC e de seu princípio ativo, a abamectina, em ambiente aquático: uma análise laboratorial e *in situ***. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. 184p.
- NOVELLI, A.; VIEIRA, B. H.; CORDEIRO, D.; CAPPELINI, L. T.; VIEIRA E. M.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Lethal effects of abamectin on the aquatic organisms *Daphnia similis*, *Chironomus xanthus* and *Danio rerio*. **Chemosphere**, 2001a, v. 86, p. 36-40.
- NOVELLI, A.; VIEIRA, B. H.; VASCONCELOS, A. M.; PERET, A. C.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Field and laboratory studies to assess the effects of Vertimec ® 18 EC on *Daphnia similis*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2011b, v.75, p. 87-93.
- NUNES, M. E. T; RODRIGUES, B. K.; LIMA, N. C.; NISHIKAWA, D. L. L.; ESPÍNDOLA, E. L. G. O uso de agrotóxicos e a inserção da agricultura alternativa no município de Bom Repouso, Minas Gerais. In: Espíndola, L. G.; Brigante, J. (Orgs.). **Projeto Mogi-Guaçu: desenvolvendo ações sócio-ambientais**. São Carlos: RiMa, 2009, p. 111-141.
- NUSCH, E. A. Comparison of diferente methods for chlorophyll II and phaeopigments determination. **Archiv fur Hydrobiologie**, 1980, v.14, p.14-36.
- ODUM, E.P. The mesocosm. **BioScience**, 1984, v. 34, n. 9, p. 558-562.
- PASCOE, D.; WENZEL, A. JANSSEN, C.; GIRLING, A.E.; JÜTTNER, J.; FLEIEDNER, A.; BLOCKWELL, S.J. MAUND, S.J.; TAYLOR, E.J.; DIEDRICH, M.; PERSOONE, G.; VERHLST,P.; STEPHENSON, R.R.; CROSSLAND, N.O.; MICHELL, G.C.; PEAARSON, N.; TATTERSFIELD, L.; LAY, J.P; PEITHER, A.; NEUMEIER, B.; VELLETTI, A.E. The

development of toxicity test for freshwater pollutants and their validation in stream and pond mesocosms. **Water Research**, 2000, v.34. p. 2323-2329.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R.. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Artigo apresentado no XIV Encontro Nacional de Economia Política / Sociedade Brasileira de Economia Política** - São Paulo/SP, de 09/06/2009 a 12/06/2009. 22 p. Disponível em: http://www.sep.org.br/artigo/1521_b91605d431331313c8d7e1098bb1dd34.pdf

PEREIRA, J. L.; ANTUNES, S. C.; CASTRO, B. B.; MARQUES, C. R.; GONÇALVES, A. M., GONÇALVES, F., PEREIRA, R. Toxicity evaluation of three pesticides on non-target aquatic and soil organisms: commercial formulation versus active ingredient. **Ecotoxicology**, 2009, v.18, p. 255-463.

PEREIRA, M. P. C.; RESENDE, J. C. ; VASCONCELOS, A. M. ; BOTTA, C. M. R. . Efeitos do Vertimec ® 18 EC na sobrevivência do cladóceros *ceriodaphnia silvestrii*. In: XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2012, Porto de Galinhas. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia**, 2012.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003, 384 p.

PETERSEN, J. E.; CONRWELL, J. C.; KEMP, W. M. Implicit scaling in the design of experimental aquatic ecosystems. **Oikos**, 1999 v.85, p.3-18.

PIVELI R. P.; KATO, M. T. **Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Editora ABES, 2005, 285p.

PLIMMER, J. R. Dissipation of pesticides in the environment. In: Schnoor, J. L. (Ed.). **Fate of Pesticides and Chemicals in the Environment**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992, p. 79–90.

RELYEA, R. A.; DIECKS, N. An unforeseen chain of events: lethal effects of pesticides on frogs at sublethal concentrations. **Ecological Applications**, 2008, v. 18, p. 1728–1742.

RESENDE, J. C. ; VASCONCELOS, A. M. ; CASALI-PEREIRA, M. P.; ESPINDOLA, E. L. G. . Efeitos diretos e indiretos do agrotóxico Vertimec ® 18 EC sobre zooplâncton em um experimento *in situ*. In: XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2012, Porto de Galinhas. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia**, 2012.

Rodgher, S.; Lombardi, A. T.; Melão, M. G. G. Evaluation onto life cycle parameters of *Ceriodaphnia silvestrii* submitted to 36 days dietary copper exposure. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2009, v.72. p.1748–1753.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V.H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. London, Chapman & Hall, 1993.

SABATER, C.; CARRASCO, J. M. Effects of pyridaphenthion on growth of five freshwater species of phytoplankton. A laboratory study. **Chemosphere**, 2001, v.44, p.1775-1781.

SCHELSKE, C. L. In situ and natural phytoplankton assemblages bioassays. In: Schubert E, ed. **Algae as ecological indicators**. New York: Academic Press, 1984, p. 15–47.

- SANTOS, R. L. **O uso de praguicidas nas atividades aquícolas: destino e efeitos após aplicações em tanques experimentais e avaliação nas pisciculturas e pesqueiros da bacia do rio Mogi-Guaçu**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. 142p.
- SCHOONBEE, H.J. et al. Observations on the feeding habitsof larvae, juvenile and adult stages of the African clawed frog, *Xenopus laevis*, in impoundments in Transkei. **Water AS Alexandria**, 1992, v. 18, n. 4, p. 227-236.
- SEGUIN, F.; LE BIHAN, F.; LEBOULANGER, C.; BÉRARD, A. A risk assessment of pollution: induction of atrazine tolerance in phytoplankton communities in freshwater outdoor mesocosms, using chlorophyll fluorescence as an endpoint. **Water Research**, 2002, v.36. p. 3227-3236.
- SHERARD, R. M.; MURRAY-GULDE, C. L.; RODGERS JR, J. H.; SHAH, Y. T. Comparative toxicity of chlorothalonil and chlorpyrifos: *Ceriodaphnia dubia* and *Pimephales promelas*. **Environmental Toxicology**, 2002, v.17, p. 503-512.
- SHEFFIELD, S.R.; MATTER, J.M.; RATTNER, B.A.; GUINEY, P.D. Fish and wildlife species as sentinels of environmental endocrine disrupters. In: KENDALL, R.J. (Ed.). **Principles and process for evaluating endocrine disruption in wildlife**. Pensacola, FL: SETAC, 1998.
- SILVA, J.M. NOVATO-SILVA, E.; FARIA, H. P.; PINHEIRO, T. M. M. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2005, v.10, p.891-903.
- SILVA, J. M.; SANTOS, J. R. Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, 2007, v.11, p.565-573.
- SILVÉRIO, P. F. **Partição, Biodisponibilidade e Toxicidade de Metais Pesados a Organismos Bentônicos em Sedimentos**. . Dissertação (Mestrado), Departamento de Química – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1999. 77 f.
- SILVÉRIO, P. F. **Base técnico-científicas para a derivação de valores-guia de qualidade de sedimentos para metais: experimento de campo e laboratório**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003. 132p.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE AGORTÓXICOS (SIA), 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/8b49a9804745870f90a7d43fbc4c6735/Microsof+t+Word+-+A18++Abamectina.pdf?MOD=AJPERES>.
- SYGENTA, 2011. ficha de dados de segurança: Vertimec ®18 EC.
- TAVARES, L. H. S.; MORAIS, J. C. L.; STÉFANI, M. V. Comportamento alimentar e qualidade da água em tanques de criação de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*. **Scientiarum. Animal Sciences**, 2008, v. 30, p. 95-101.
- TAKAHASHI, M. Pelagic Mesocosms: Food chain analysis. In: SAIJO, Y; SAKAMOTO, M. (Eds.). **Experimental analysis of lake ecosystem using mesocosms in Lake Suwa**. Nagoya: Institute for Hidrospheric-Atmospheric Sciences, 1997, 317p.

- TIŠLER, T.; ERŽEN, N. K. Abamectin in the aquatic enviroment. **Ecotoxicology**, 2006, v.15, p.495-502.
- TREMOLADA, P.; FINIZIO A.; VILLA S.; GAGGI C.; VIGHI M. Quantitative inter specific chemical activity relationships of pesticides in the aquatic environment. **Aquatic Toxicology**, 2004, v.67, p. 87-103.
- TRINDADE, M. **Nutrientes em sedimento da represa do Lobo (Brotas/Itirapina)**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1980. 219p.
- TOMITA, R.Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. **O Biológico**. 2002, v.64, n.2, p.135-142.
- TUNDISI, J. G. **Pesquisas em ecologia aquática**. São Carlos: UFSCar, 1972, 374 p.
- USEPA, 1985. **Methods for measuring the acute toxicity of effluents to freshwater and marine organisms**. 3rd Ed. EPA/600/4-85/013.
- US Environmental Protection Agency (USEPA), LEWIS, P.A. et al. (eds.). **Shortterm Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Water to Freshwater and Marine Organisms**, 3th ed. USEPA, Cincinnati, OH. EPA/600/4-91/002. 1994.
- UMBUZEIRO, G.A.; RODRIGUES, P.F. Ambiental. Ambiente Técnico, Nº4 – 007. **CETESB, Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia**. Informativo técnico publicado pela Associação dos Engenheiros da CETESB – ASEC e pelo Conselho de Representes dos Funcionários da CETESB – CRF. 2004.
- VAN DE PLASSCHE, E. J.; BRUIJN, J. H. M.; STEPHENSON, R. R.; MARSHALL, S. J.; FEIJTEL, T. C. J.; BELANGER, S. E. Predicted no-effect concentrations and risk characterization of four surfactants: linear alkyl benzene sulfonate, alcohol ethoxlates, alcohol ethoxlates sulfates, and soap. **Enviornmental Toxicology and Chemistry**, 1999, v.18, p. 2653-2663.
- VASCONCELOS, A. M.; RESENDE, J. C.; PEREIRA, M. P. C.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Influência do agrotóxico Vertimec® no desenvolvimento e sobrevivência de girinos de *Lithobates catesbeianus*. In: **IV workshop e I simpósio de ecotoxicologia. 2011. Anais..., 2011**
- VIEIRA, B. H., **Efeitos do agrotóxico Vertimec no fitoplâncton: um estudo laboratorial e “in situ”**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. 181p.
- VILLARROEL M. J; SANCHO, E.; ANDREU-MOLINER, E.; FERRANDO M. D. Biochemical stress response in tetradifon exposed *Daphnia magna* and its relationship to individual growth and reproduction. **Sci Total Environ.**, 2009, v.407. p.5537-5542.
- WATZIN, M. C.; MACINTOSH, A. W. Aquatic ecosystems in agricultural lands-capes: a review of ecological indicators and achievable ecological outcomes. **Journal of Soil and Water Conservation**, 1999, v.4, p.636-644.

WAXMAN, M. F. **Agrochemical and pesticide safety handbook**. New York: Lewis Publishers. Boca Raton. 1998. 616p.

WENDT-RASCH, L.; VAN DEN BRINK, P. J.; CRUM, S. J. H.; WOIN, P. The effects of a pesticide mixture on aquatic ecosystems differing in trophic status: responses of the macrophyte *Myriophyllum spicatum* and the periphytic algal community. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 2004, v.57, p.383-398.

WESTON, D. P.; PENRY, D. L.; GULMANN, L. K. The role of ingestion as a route of contaminant bioaccumulation in a deposit-feeding polychaete. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 2000, v.38, p.446-454.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological Analysis**. 20th ed. New York: Springer-Verlag, 1991, 391p.

WIDENFALK, A. **Pesticide Bioavailability in Aquatic Sediments—A Literature Review**. IMA Rapport 2002:11. Department of Environmental Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 2002.

WINBERG, G. G. **Methods for the estimation of production of aquatic animals**. Academic Press Inc: London and New York. 175 pp, 1971.

WISLOCKI, P.G., GROSSO, L.S., DYBAS, R.A. Environmental aspects of abamectin use in crop protection. In: Campbell, W.C. (Ed.), **Ivermectin and Abamectina**. New York: Springer Verlag, p. 182–200, 1989.

WHO. **Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**, 2nd ed. WHO, Geneva. 1996. 651p.

YAMADA, T. M.; SUEITT, A. P.; BERALDO, D. A.; BOTTA, C. M.; FADINI P. S.; NASCIMENTO M. R.; FARIA B. M.; MOZETO A. A. Calcium nitrate addition to control the internal load of phosphorus from sediments of a tropical eutrophic reservoir: Microcosm experiments. **Water Research.**, 2012, v.46, p.6463-6475.

YEH, H. J.; CHEN, C. Y. Toxicity assessment of pesticides to *Pseudokirchneriella subcapitata* under air-tight test environment. **Journal of Hazardous Materials**, 2006, v. 131, p.6–12.

YING, G. G. Fate, behavior and effects of surfactants and their products in the environment. **Environment International**, 2006, v.32, p.417-431.

ZACHARIAS (2008). **Efeitos ecotoxicológicos dos resíduos do Vertimec 18EC® utilizado na agricultura em organismos planctônicos**. Monografia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008. 82 p.

ZAGATTO, P.A. Ecotoxicologia. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática**. São Carlos: Rima, p.1-12, 2006.

APÊNDICE A

Parâmetros físicos, químicos e biológico (clorofila) dos mesocosmos

Tabela A.1 Valores de pH da água obtidos nos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 0	6,45	6,64	7,00	6,70 ± 0,23	7,08	6,84	7,17	7,03 ± 0,14
Dia1 - T0h	6,82	6,82	6,90	6,85 ± 0,04	6,80	6,65	6,69	6,71 ± 0,06
Dia 1 - T3h	7,66	7,48	7,24	7,46 ± 0,17	7,31	7,00	7,18	7,16 ± 0,13
Dia 2	7,03	7,29	7,10	7,14 ± 0,11	6,92	6,86	6,84	6,87 ± 0,03
Dia 3	7,36	7,33	6,95	7,21 ± 0,19	6,83	6,86	6,77	6,82 ± 0,04
Dia 4	7,05	7,16	7,01	7,07 ± 0,06	7,03	6,96	6,92	6,97 ± 0,04
Dia 5	7,81	7,03	6,97	7,27 ± 0,38	6,86	6,80	6,84	6,83 ± 0,03
Dia 6	7,46	6,99	6,88	7,11 ± 0,25	6,68	6,75	7,23	6,89 ± 0,25
Dia 7	6,92	7,13	7,60	7,22 ± 0,29	6,97	6,71	6,86	6,84 ± 0,11
Dia 8	6,91	6,62	6,53	6,69 ± 0,16	6,72	6,44	6,53	6,56 ± 0,12
Dia 10	7,02	6,88	6,79	6,90 ± 0,09	6,69	6,54	6,80	6,68 ± 0,11
Dia 11	7,21	7,17	7,21	7,19 ± 0,02	6,99	6,92	7,00	6,97 ± 0,04
Dia 12	6,68	6,77	6,71	6,72 ± 0,04	6,59	6,44	6,44	6,49 ± 0,07
Dia 13	7,16	7,13	7,00	7,10 ± 0,07	6,87	6,74	6,71	6,77 ± 0,07
Dia 14	6,94	6,97	6,73	6,88 ± 0,11	6,50	6,65	6,73	6,63 ± 0,10
Dia 15	7,23	7,31	7,31	7,28 ± 0,04	7,21	7,22	7,25	7,23 ± 0,02
Dia 16	7,07	7,26	7,22	7,18 ± 0,08	7,08	7,00	7,08	7,05 ± 0,04
Dia 17	7,41	7,36	7,35	7,37 ± 0,03	7,21	7,35	7,35	7,30 ± 0,07
Dia 19	7,56	7,56	7,57	7,56 ± 0,00	7,47	7,44	7,40	7,44 ± 0,03
Dia 20	7,47	7,53	7,43	7,48 ± 0,04	7,57	7,37	7,31	7,42 ± 0,11
Dia 21	7,39	7,32	7,45	7,38 ± 0,05	7,34	7,30	7,58	7,41 ± 0,12
Dia 22	7,17	7,16	7,36	7,23 ± 0,09	7,23	7,15	7,37	7,25 ± 0,09
Dia 23	7,63	7,46	7,37	7,49 ± 0,11	7,33	7,18	7,12	7,21 ± 0,09
Dia 24	7,17	7,29	7,27	7,24 ± 0,06	7,40	7,21	7,07	7,23 ± 0,14
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 0	7,21	7,36	7,11	7,23 ± 0,10	7,16	7,00	6,93	7,03 ± 0,10
Dia1 - T0h	6,96	6,84	6,95	6,92 ± 0,05	6,79	6,77	6,72	6,76 ± 0,03
Dia 1 - T3h	7,38	7,28	7,26	7,31 ± 0,05	7,05	7,06	7,13	7,08 ± 0,04
Dia 2	6,89	7,07	6,99	6,99 ± 0,07	6,93	6,97	6,78	6,89 ± 0,08
Dia 3	7,13	7,10	6,79	7,01 ± 0,15	6,88	6,90	6,59	6,79 ± 0,14
Dia 4	7,03	6,95	7,31	7,10 ± 0,16	6,96	6,83	6,93	6,91 ± 0,06
Dia 5	7,40	7,19	7,12	7,23 ± 0,12	7,27	6,95	6,86	7,03 ± 0,17
Dia 6	6,99	6,85	6,80	6,88 ± 0,08	6,71	6,66	7,01	6,79 ± 0,15
Dia 7	7,24	6,90	6,99	7,04 ± 0,15	6,94	6,73	6,89	6,85 ± 0,09
Dia 8	7,07	7,15	7,01	7,08 ± 0,06	6,96	7,20	7,07	7,08 ± 0,10
Dia 10	6,55	6,40	6,46	6,47 ± 0,06	6,44	6,32	6,35	6,37 ± 0,05
Dia 11	7,49	7,24	7,17	7,30 ± 0,14	7,15	7,07	7,15	7,12 ± 0,04
Dia 12	6,78	6,53	6,44	6,58 ± 0,14	6,82	6,55	6,48	6,61 ± 0,15
Dia 13	6,91	6,72	6,59	6,74 ± 0,13	6,65	6,61	6,69	6,65 ± 0,03
Dia 14	6,87	6,60	6,55	6,67 ± 0,14	6,40	6,48	6,51	6,46 ± 0,05
Dia 15	7,58	7,26	7,20	7,35 ± 0,17	7,19	7,12	7,21	7,17 ± 0,04
Dia 16	7,25	7,02	7,02	7,09 ± 0,11	6,87	6,90	7,02	6,93 ± 0,06
Dia 17	7,39	7,29	7,62	7,43 ± 0,14	7,60	7,37	7,31	7,43 ± 0,12
Dia 19	7,73	7,52	7,39	7,55 ± 0,14	7,34	7,33	7,39	7,35 ± 0,03
Dia 20	7,34	7,28	7,22	7,28 ± 0,05	7,22	7,26	7,51	7,33 ± 0,13
Dia 21	7,38	7,23	7,23	7,28 ± 0,07	7,55	7,36	7,34	7,42 ± 0,09
Dia 22	7,13	7,26	7,23	7,21 ± 0,06	7,30	7,34	7,35	7,33 ± 0,02
Dia 23	7,36	7,12	7,14	7,21 ± 0,11	7,50	7,36	7,34	7,40 ± 0,07
Dia 24	7,41	7,36	7,21	7,33 ± 0,08	7,53	7,43	7,42	7,46 ± 0,05

Tabela A.1 - Valores de pH da água obtidos nos mesocosmos - continuação.

Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 0	6,73	7,10	7,00	6,94 ± 0,16	7,45	7,19	6,88	7,17 ± 0,23
Dia1 - T0h	6,92	6,98	6,91	6,94 ± 0,03	6,98	7,08	6,96	7,01 ± 0,05
Dia 1 - T3h	7,39	7,29	7,18	7,29 ± 0,09	7,40	7,32	7,48	7,40 ± 0,07
Dia 2	6,80	7,01	6,90	6,90 ± 0,09	6,78	6,95	7,01	6,92 ± 0,10
Dia 3	6,74	6,84	6,84	6,81 ± 0,05	6,94	6,80	6,78	6,84 ± 0,07
Dia 4	6,81	6,97	7,22	7,00 ± 0,17	6,98	7,11	6,98	7,02 ± 0,06
Dia 5	7,31	6,93	6,83	7,02 ± 0,21	7,05	7,09	7,13	7,09 ± 0,03
Dia 6	7,14	6,91	6,82	6,96 ± 0,14	6,72	6,92	6,96	6,87 ± 0,11
Dia 7	6,78	6,95	6,93	6,89 ± 0,07	7,13	7,14	7,29	7,19 ± 0,07
Dia 8	6,99	6,94	7,01	6,98 ± 0,03	7,33	7,27	7,15	7,25 ± 0,07
Dia 10	6,92	6,87	7,08	6,95 ± 0,09	7,06	7,06	7,42	7,18 ± 0,17
Dia 11	7,62	7,30	7,22	7,38 ± 0,17	7,18	7,27	7,36	7,27 ± 0,07
Dia 12	6,48	6,34	6,41	6,41 ± 0,06	6,49	6,54	6,69	6,57 ± 0,08
Dia 13	7,36	7,14	7,06	7,19 ± 0,13	6,97	7,34	7,26	7,19 ± 0,16
Dia 14	6,51	6,37	6,50	6,46 ± 0,07	6,59	6,74	6,80	6,71 ± 0,09
Dia 15	7,64	7,49	7,42	7,52 ± 0,09	7,18	7,34	7,43	7,32 ± 0,10
Dia 16	7,38	7,13	7,23	7,24 ± 0,10	7,21	7,18	7,30	7,23 ± 0,05
Dia 17	7,28	7,34	7,34	7,32 ± 0,03	7,42	7,43	7,66	7,50 ± 0,11
Dia 19	7,67	7,43	7,35	7,49 ± 0,14	7,73	7,48	7,44	7,55 ± 0,13
Dia 20	7,28	7,24	7,30	7,27 ± 0,03	7,20	7,32	7,39	7,30 ± 0,08
Dia 21	7,30	7,25	7,32	7,29 ± 0,03	7,27	7,69	7,54	7,50 ± 0,17
Dia 22	7,75	7,53	7,53	7,60 ± 0,10	7,42	7,38	7,47	7,42 ± 0,04
Dia 23	7,25	7,22	7,28	7,25 ± 0,02	7,44	7,42	7,49	7,45 ± 0,03
Dia 24	7,57	7,37	7,43	7,46 ± 0,08	7,87	7,62	7,59	7,69 ± 0,12
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 0	7,05	7,03	7,00	7,03 ± 0,02				
Dia1 - T0h	7,13	7,36	7,47	7,32 ± 0,14				
Dia 1 - T3h	7,37	7,46	7,63	7,49 ± 0,11				
Dia 2	7,16	7,05	7,19	7,13 ± 0,06				
Dia 3	7,18	7,06	7,24	7,16 ± 0,08				
Dia 4	7,19	7,13	7,14	7,16 ± 0,03				
Dia 5	7,19	7,28	7,18	7,22 ± 0,04				
Dia 6	7,15	7,17	7,06	7,13 ± 0,05				
Dia 7	6,89	7,11	7,05	7,02 ± 0,09				
Dia 8	6,50	7,18	7,19	6,96 ± 0,32				
Dia 10	6,71	6,74	7,33	6,93 ± 0,29				
Dia 11	7,38	7,51	7,36	7,41 ± 0,07				
Dia 12	6,71	6,63	6,59	6,64 ± 0,05				
Dia 13	6,87	7,25	7,25	7,12 ± 0,18				
Dia 14	6,62	6,92	6,96	6,83 ± 0,15				
Dia 15	7,54	7,47	7,53	7,51 ± 0,03				
Dia 16	7,23	7,32	7,39	7,31 ± 0,06				
Dia 17	7,42	7,67	7,70	7,60 ± 0,12				
Dia 19	7,59	7,53	7,67	7,60 ± 0,06				
Dia 20	7,72	7,51	7,71	7,64 ± 0,09				
Dia 21	7,56	7,54	7,54	7,55 ± 0,01				
Dia 22	7,88	7,57	7,72	7,72 ± 0,13				
Dia 23	7,36	7,46	7,66	7,49 ± 0,12				
Dia 24	7,50	7,52	7,72	7,58 ± 0,10				

Tabela A.2 Valores de temperatura (°C) da água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 0	27,30	27,37	27,27	27,31 ± 0,04	27,30	27,40	27,40	27,37 ± 0,05
Dia1 - T0h	27,40	27,37	27,30	27,36 ± 0,04	27,27	27,33	27,37	27,32 ± 0,04
Dia 1 - T3h	30,20	29,90	29,40	29,83 ± 0,33	29,77	29,47	29,40	29,54 ± 0,16
Dia 2	27,70	27,57	27,53	27,60 ± 0,07	27,70	27,73	27,67	27,70 ± 0,03
Dia 3	27,10	27,07	27,00	27,06 ± 0,04	27,07	27,10	27,10	27,09 ± 0,02
Dia 4	26,50	26,43	26,37	26,43 ± 0,05	26,53	26,37	26,30	26,40 ± 0,10
Dia 5	26,60	26,40	26,40	26,47 ± 0,09	26,50	26,37	26,33	26,40 ± 0,07
Dia 6	25,80	25,60	25,53	25,64 ± 0,11	25,53	25,57	25,50	25,53 ± 0,03
Dia 7	25,23	25,23	25,30	25,26 ± 0,03	25,27	25,30	25,23	25,27 ± 0,03
Dia 8	25,10	25,10	24,97	25,06 ± 0,06	25,00	25,00	24,97	24,99 ± 0,02
Dia 10	24,70	24,67	24,70	24,69 ± 0,02	24,67	24,70	24,73	24,70 ± 0,03
Dia 11	24,93	24,83	24,80	24,86 ± 0,06	24,80	25,00	25,00	24,93 ± 0,09
Dia 12	25,53	25,50	25,40	25,48 ± 0,06	25,57	25,43	25,43	25,48 ± 0,06
Dia 13	25,03	25,00	24,90	24,98 ± 0,06	25,00	24,97	24,90	24,96 ± 0,04
Dia 14	25,53	25,60	25,50	25,54 ± 0,04	25,63	25,67	25,50	25,60 ± 0,07
Dia 15	25,87	25,80	25,70	25,79 ± 0,07	25,77	25,70	25,67	25,71 ± 0,04
Dia 16	25,70	25,60	25,47	25,59 ± 0,10	25,67	25,60	25,50	25,59 ± 0,07
Dia 17	25,50	25,50	25,47	25,49 ± 0,02	25,50	25,47	25,50	25,49 ± 0,02
Dia 19	25,37	25,33	25,20	25,30 ± 0,07	25,33	25,40	25,23	25,32 ± 0,07
Dia 20	25,23	25,20	25,23	25,22 ± 0,02	25,30	25,27	25,20	25,26 ± 0,04
Dia 21	25,13	25,13	25,13	25,13 ± 0,00	25,20	25,17	25,10	25,16 ± 0,04
Dia 22	24,60	24,60	24,50	24,57 ± 0,05	24,60	24,60	24,80	24,67 ± 0,09
Dia 23	24,60	24,60	24,63	24,61 ± 0,02	24,67	24,60	24,67	24,64 ± 0,03
Dia 24	24,20	24,20	24,20	24,20 ± 0,00	24,20	24,13	24,20	24,18 ± 0,03
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 0	27,70	27,70	27,70	27,70 ± 0,00	27,50	27,60	27,50	27,53 ± 0,05
Dia1 - T0h	27,57	27,53	27,47	27,52 ± 0,04	27,50	27,50	27,47	27,49 ± 0,02
Dia 1 - T3h	30,33	29,97	28,93	29,74 ± 0,59	30,00	29,53	29,60	29,71 ± 0,21
Dia 2	27,87	27,87	27,77	27,83 ± 0,05	27,90	27,87	27,87	27,88 ± 0,02
Dia 3	27,23	27,27	27,10	27,20 ± 0,07	27,17	27,20	27,20	27,19 ± 0,02
Dia 4	26,43	26,47	26,37	26,42 ± 0,04	26,57	26,47	26,37	26,47 ± 0,08
Dia 5	26,43	26,50	26,50	26,48 ± 0,03	26,50	26,57	26,50	26,52 ± 0,03
Dia 6	25,50	25,50	25,50	25,50 ± 0,00	25,57	25,50	25,40	25,49 ± 0,07
Dia 7	25,20	25,23	25,17	25,20 ± 0,03	25,23	25,30	25,17	25,23 ± 0,05
Dia 8	25,00	24,97	24,97	24,98 ± 0,02	24,97	25,00	24,93	24,97 ± 0,03
Dia 10	24,73	24,87	24,83	24,81 ± 0,06	24,80	24,83	24,80	24,81 ± 0,02
Dia 11	25,63	25,03	25,03	25,23 ± 0,28	25,03	25,07	25,13	25,08 ± 0,04
Dia 12	25,47	25,50	25,40	25,46 ± 0,04	25,47	25,43	25,40	25,43 ± 0,03
Dia 13	24,97	25,00	24,90	24,96 ± 0,04	25,00	25,00	25,03	25,01 ± 0,02
Dia 14	25,77	25,63	25,63	25,68 ± 0,06	25,67	25,73	25,63	25,68 ± 0,04
Dia 15	25,77	25,70	25,70	25,72 ± 0,03	25,80	25,70	25,73	25,74 ± 0,04
Dia 16	25,60	25,57	25,50	25,56 ± 0,04	25,60	25,60	25,60	25,60 ± 0,00
Dia 17	25,50	25,47	25,50	25,49 ± 0,02	25,50	25,63	25,63	25,59 ± 0,06
Dia 19	25,47	25,40	25,37	25,41 ± 0,04	25,43	25,47	25,40	25,43 ± 0,03
Dia 20	25,27	25,27	25,30	25,28 ± 0,02	25,30	25,30	25,17	25,26 ± 0,06
Dia 21	25,20	25,20	25,20	25,20 ± 0,00	25,20	25,20	25,20	25,20 ± 0,00
Dia 22	24,57	24,47	24,73	24,59 ± 0,11	24,70	24,77	24,73	24,73 ± 0,03
Dia 23	24,63	24,60	24,50	24,58 ± 0,06	24,50	24,50	24,50	24,50 ± 0,00
Dia 24	24,20	24,30	24,23	24,24 ± 0,04	24,20	24,17	24,20	24,19 ± 0,02

Tabela A.2 - Valores de temperatura (°C) da água dos mesocosmos - continuação.

Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 0	27,90	27,90	27,70	27,83 ± 0,09	27,70	27,60	27,60	27,63 ± 0,05
Dia1 - T0h	27,57	27,90	27,37	27,61 ± 0,22	27,50	27,60	27,63	27,58 ± 0,06
Dia 1 - T3h	30,17	30,07	29,80	30,01 ± 0,15	30,23	29,90	29,73	29,96 ± 0,21
Dia 2	27,87	27,93	27,90	27,90 ± 0,03	28,00	28,10	28,00	28,03 ± 0,05
Dia 3	27,23	27,30	27,30	27,28 ± 0,03	27,37	27,40	27,40	27,39 ± 0,02
Dia 4	26,50	26,50	26,40	26,47 ± 0,05	26,50	26,50	26,50	26,50 ± 0,00
Dia 5	26,60	26,50	26,53	26,54 ± 0,04	26,63	26,63	26,70	26,66 ± 0,03
Dia 6	25,43	25,40	25,40	25,41 ± 0,02	25,47	25,37	25,33	25,39 ± 0,06
Dia 7	25,20	25,30	25,17	25,22 ± 0,06	25,20	25,25	25,30	25,25 ± 0,04
Dia 8	24,97	24,97	24,93	24,96 ± 0,02	24,87	24,87	24,87	24,87 ± 0,00
Dia 10	24,83	24,87	24,83	24,84 ± 0,02	24,93	24,97	24,80	24,90 ± 0,07
Dia 11	25,17	25,13	25,03	25,11 ± 0,06	25,20	25,13	25,40	25,24 ± 0,11
Dia 12	25,40	25,40	25,40	25,40 ± 0,00	25,40	25,37	25,37	25,38 ± 0,02
Dia 13	25,00	25,00	25,00	25,00 ± 0,00	25,00	25,03	25,03	25,02 ± 0,02
Dia 14	25,67	25,73	25,73	25,71 ± 0,03	25,60	25,70	25,80	25,70 ± 0,08
Dia 15	25,67	25,70	25,70	25,69 ± 0,02	25,70	25,70	25,73	25,71 ± 0,02
Dia 16	25,60	25,57	25,60	25,59 ± 0,02	25,60	25,60	25,60	25,60 ± 0,00
Dia 17	25,53	25,60	25,73	25,62 ± 0,08	25,50	25,60	25,70	25,60 ± 0,08
Dia 19	25,47	25,47	25,37	25,43 ± 0,05	25,50	25,50	25,50	25,50 ± 0,00
Dia 20	25,23	25,23	25,23	25,23 ± 0,00	25,27	25,23	25,23	25,24 ± 0,02
Dia 21	25,20	25,23	25,20	25,21 ± 0,02	25,20	25,23	25,23	25,22 ± 0,02
Dia 22	24,63	24,67	24,73	24,68 ± 0,04	24,70	24,73	24,73	24,72 ± 0,02
Dia 23	24,50	24,47	24,50	24,49 ± 0,02	24,50	24,50	24,53	24,51 ± 0,02
Dia 24	24,20	24,20	24,20	24,20 ± 0,00	24,17	24,30	24,27	24,24 ± 0,06
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 0	27,60	24,57	24,63	24,60 ± 0,03				
Dia1 - T0h	27,60	27,57	27,63	27,60 ± 0,03				
Dia 1 - T3h	29,47	29,50	29,63	29,53 ± 0,07				
Dia 2	27,20	27,30	27,40	27,30 ± 0,08				
Dia 3	27,20	27,17	27,20	27,19 ± 0,02				
Dia 4	26,47	26,40	26,47	26,44 ± 0,03				
Dia 5	26,50	26,47	26,53	26,50 ± 0,03				
Dia 6	25,60	25,43	25,47	25,50 ± 0,07				
Dia 7	25,30	25,27	25,23	25,27 ± 0,03				
Dia 8	25,10	24,97	24,83	24,97 ± 0,11				
Dia 10	24,77	24,83	24,93	24,84 ± 0,07				
Dia 11	24,90	25,03	25,13	25,02 ± 0,10				
Dia 12	25,50	25,37	25,40	25,42 ± 0,06				
Dia 13	25,00	25,03	25,00	25,01 ± 0,02				
Dia 14	25,53	25,67	25,67	25,62 ± 0,06				
Dia 15	25,70	25,70	25,80	25,73 ± 0,05				
Dia 16	25,57	25,53	25,60	25,57 ± 0,03				
Dia 17	25,57	25,50	25,60	25,56 ± 0,04				
Dia 19	25,33	25,37	25,50	25,40 ± 0,07				
Dia 20	25,27	25,27	25,30	25,28 ± 0,02				
Dia 21	25,20	25,20	25,20	25,20 ± 0,00				
Dia 22	24,67	24,70	24,75	24,71 ± 0,03				
Dia 23	24,60	24,60	24,50	24,57 ± 0,05				
Dia 24	24,20	24,27	24,20	24,22 ± 0,03				

Tabela A.3 Concentrações de oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) na água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 0	5,80	6,42	5,30	5,84 $\pm$ 0,46	5,90	6,07	4,80	5,59 $\pm$ 0,56
Dia1 - T0h	4,79	5,57	4,47	4,94 $\pm$ 0,46	5,10	5,91	5,10	5,37 $\pm$ 0,38
Dia 1 - T3h	6,31	6,60	5,22	6,05 $\pm$ 0,59	5,12	5,42	5,06	5,20 $\pm$ 0,16
Dia 2	3,79	5,04	4,00	4,28 $\pm$ 0,55	1,76	1,36	1,48	1,53 $\pm$ 0,17
Dia 3	3,90	4,57	3,33	3,93 $\pm$ 0,51	1,70	1,80	3,20	2,23 $\pm$ 0,68
Dia 4	3,89	4,54	3,68	4,04 $\pm$ 0,36	1,71	2,07	3,95	2,58 $\pm$ 0,98
Dia 5	3,23	4,11	3,57	3,64 $\pm$ 0,36	1,31	1,44	2,77	1,84 $\pm$ 0,66
Dia 6	2,17	3,88	2,43	2,83 $\pm$ 0,75	1,44	1,81	1,94	1,73 $\pm$ 0,21
Dia 7	1,31	2,96	1,63	1,97 $\pm$ 0,71	1,07	0,90	0,87	0,95 $\pm$ 0,09
Dia 8	1,32	3,77	1,21	2,10 $\pm$ 1,18	1,88	1,71	2,05	1,88 $\pm$ 0,14
Dia 10	3,99	4,89	4,70	4,53 $\pm$ 0,39	2,64	2,23	3,38	2,75 $\pm$ 0,48
Dia 11	3,27	4,53	3,75	3,85 $\pm$ 0,52	1,58	39,26	2,26	14,37 $\pm$ 17,61
Dia 12	3,52	4,34	4,07	3,98 $\pm$ 0,34	2,00	2,16	2,93	2,36 $\pm$ 0,41
Dia 13	3,24	4,47	3,66	3,79 $\pm$ 0,51	1,89	2,42	3,41	2,57 $\pm$ 0,63
Dia 14	3,37	3,96	4,16	3,83 $\pm$ 0,34	2,29	2,33	4,33	2,98 $\pm$ 0,95
Dia 15	4,17	3,72	4,50	4,13 $\pm$ 0,32	2,35	2,11	3,85	2,77 $\pm$ 0,77
Dia 16	4,29	3,51	4,81	4,20 $\pm$ 0,53	2,56	2,44	4,43	3,14 $\pm$ 0,91
Dia 17	4,59	3,16	5,27	4,34 $\pm$ 0,88	2,19	2,73	4,15	3,02 $\pm$ 0,83
Dia 19	4,62	3,44	4,11	4,05 $\pm$ 0,48	1,97	1,77	3,12	2,29 $\pm$ 0,59
Dia 20	4,67	3,14	4,31	4,04 $\pm$ 0,65	2,15	1,86	2,91	2,31 $\pm$ 0,44
Dia 21	5,18	3,07	4,58	4,28 $\pm$ 0,89	2,48	1,97	3,05	2,50 $\pm$ 0,44
Dia 22	4,49	1,97	3,92	3,46 $\pm$ 1,08	2,02	1,94	2,86	2,27 $\pm$ 0,42
Dia 23	4,27	2,79	3,24	3,43 $\pm$ 0,62	1,87	1,85	2,79	2,17 $\pm$ 0,44
Dia 24	3,56	3,29	3,08	3,31 $\pm$ 0,19	2,25	1,79	2,15	2,06 $\pm$ 0,20
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 0	6,35	6,10	7,17	6,54 $\pm$ 0,46	7,09	5,51	5,87	6,16 $\pm$ 0,68
Dia1 - T0h	5,60	5,22	5,17	5,33 $\pm$ 0,19	3,42	5,28	4,02	4,24 $\pm$ 0,78
Dia 1 - T3h	7,45	6,47	6,32	6,75 $\pm$ 0,50	6,09	3,42	3,90	4,47 $\pm$ 1,16
Dia 2	5,56	5,11	5,01	5,23 $\pm$ 0,24	1,49	1,34	1,29	1,37 $\pm$ 0,08
Dia 3	4,66	4,31	4,44	4,47 $\pm$ 0,14	1,56	1,47	1,84	1,62 $\pm$ 0,16
Dia 4	5,09	4,22	5,05	4,79 $\pm$ 0,40	1,93	1,40	2,03	1,79 $\pm$ 0,28
Dia 5	4,38	3,10	4,06	3,85 $\pm$ 0,54	1,53	1,04	1,46	1,34 $\pm$ 0,22
Dia 6	3,68	4,16	3,95	3,93 $\pm$ 0,20	1,34	0,67	1,64	1,22 $\pm$ 0,41
Dia 7	3,37	4,06	3,19	3,54 $\pm$ 0,38	1,34	0,62	1,07	1,01 $\pm$ 0,30
Dia 8	3,59	4,22	4,08	3,96 $\pm$ 0,27	1,90	1,15	2,36	1,80 $\pm$ 0,50
Dia 10	4,66	1,40	2,74	2,93 $\pm$ 1,34	4,72	5,03	5,78	5,17 $\pm$ 0,44
Dia 11	4,56	4,76	4,89	4,74 $\pm$ 0,14	2,49	1,01	2,45	1,98 $\pm$ 0,69
Dia 12	4,63	4,71	4,79	4,71 $\pm$ 0,06	2,48	1,33	2,33	2,05 $\pm$ 0,51
Dia 13	3,67	3,84	3,68	3,73 $\pm$ 0,08	1,35	0,86	2,07	1,43 $\pm$ 0,50
Dia 14	3,93	3,65	3,12	3,57 $\pm$ 0,33	1,51	1,15	1,79	1,48 $\pm$ 0,26
Dia 15	4,22	3,70	3,11	3,68 $\pm$ 0,45	1,21	1,09	1,97	1,42 $\pm$ 0,39
Dia 16	4,41	3,83	3,18	3,80 $\pm$ 0,50	1,32	1,12	1,67	1,37 $\pm$ 0,23
Dia 17	4,94	4,18	3,48	4,20 $\pm$ 0,60	1,33	1,09	1,25	1,22 $\pm$ 0,10
Dia 19	4,78	4,26	3,56	4,20 $\pm$ 0,50	1,42	1,14	1,17	1,25 $\pm$ 0,13
Dia 20	4,74	4,09	3,47	4,10 $\pm$ 0,52	1,53	1,18	1,69	1,47 $\pm$ 0,21
Dia 21	5,31	4,30	3,82	4,48 $\pm$ 0,62	1,76	1,23	1,70	1,56 $\pm$ 0,23
Dia 22	4,49	5,37	3,79	4,55 $\pm$ 0,65	1,58	1,52	1,84	1,65 $\pm$ 0,14
Dia 23	4,98	5,66	4,17	4,94 $\pm$ 0,61	1,27	1,12	1,66	1,35 $\pm$ 0,23
Dia 24	4,91	5,42	4,02	4,78 $\pm$ 0,58	1,22	1,62	1,47	1,44 $\pm$ 0,17

Tabela A.3 - Concentrações de oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) na água dos mesocosmos - continuação.

Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 0	7,04	6,53	6,37	6,65 ± 0,29	7,80	6,51	6,27	6,86 ± 0,67
Dia1 - T0h	5,88	5,13	5,35	5,45 ± 0,31	5,72	6,72	6,52	6,32 ± 0,43
Dia 1 - T3h	7,99	7,20	6,52	7,24 ± 0,60	5,91	5,04	5,73	5,56 ± 0,38
Dia 2	5,95	5,47	4,39	5,27 ± 0,65	0,23	0,36	0,41	0,33 ± 0,07
Dia 3	4,94	4,87	3,61	4,47 ± 0,61	0,08	0,07	0,17	0,11 ± 0,05
Dia 4	4,41	4,21	3,24	3,95 ± 0,51	0,26	0,34	0,31	0,30 ± 0,03
Dia 5	3,53	3,21	1,92	2,89 ± 0,70	0,43	0,21	0,43	0,36 ± 0,10
Dia 6	4,36	2,38	1,60	2,78 ± 1,16	0,43	0,54	0,38	0,45 ± 0,07
Dia 7	4,12	2,21	0,96	2,43 ± 1,30	1,79	0,78	0,97	1,18 ± 0,44
Dia 8	3,24	2,17	1,06	2,16 ± 0,89	4,74	0,79	3,72	3,08 ± 1,67
Dia 10	4,90	3,81	3,06	3,92 ± 0,76	3,21	1,17	2,12	2,16 ± 0,83
Dia 11	5,55	4,13	3,19	4,29 ± 0,97	4,59	3,32	3,46	3,79 ± 0,57
Dia 12	5,23	4,21	3,50	4,31 ± 0,71	4,56	3,58	2,76	3,63 ± 0,74
Dia 13	6,05	3,90	3,76	4,57 ± 1,05	4,03	3,10	2,80	3,31 ± 0,52
Dia 14	6,02	4,43	4,68	5,04 ± 0,70	3,53	4,40	4,95	4,29 ± 0,58
Dia 15	6,16	4,48	4,61	5,08 ± 0,76	3,85	3,96	3,00	3,60 ± 0,43
Dia 16	5,29	4,57	4,72	4,86 ± 0,31	3,37	3,16	2,78	3,10 ± 0,24
Dia 17	5,97	4,68	4,90	5,18 ± 0,56	2,87	2,44	2,38	2,56 ± 0,22
Dia 19	5,25	4,93	4,75	4,98 ± 0,21	2,33	1,87	1,96	2,05 ± 0,20
Dia 20	5,66	4,84	4,81	5,10 ± 0,40	2,17	1,65	2,45	2,09 ± 0,33
Dia 21	5,52	4,94	4,88	5,12 ± 0,29	2,57	2,15	2,65	2,46 ± 0,22
Dia 22	5,92	4,45	3,98	4,78 ± 0,83	2,76	2,31	2,61	2,56 ± 0,19
Dia 23	3,84	4,25	6,26	4,78 ± 1,06	2,58	2,52	2,40	2,50 ± 0,07
Dia 24	5,56	4,36	3,84	4,59 ± 0,72	2,88	3,10	2,86	2,95 ± 0,11
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 0	2,33	2,32	2,57	2,41 ± 0,12				
Dia1 - T0h	2,49	2,52	2,87	2,63 ± 0,17				
Dia 1 - T3h	4,14	4,70	4,71	4,52 ± 0,27				
Dia 2	1,82	2,04	1,82	1,89 ± 0,10				
Dia 3	1,82	1,73	2,04	1,87 ± 0,13				
Dia 4	2,01	1,96	1,97	1,98 ± 0,02				
Dia 5	2,19	2,10	1,97	2,09 ± 0,09				
Dia 6	1,66	2,09	1,93	1,89 ± 0,18				
Dia 7	1,51	1,76	1,88	1,72 ± 0,16				
Dia 8	1,13	1,96	2,17	1,75 ± 0,45				
Dia 10	1,58	1,98	1,90	1,82 ± 0,17				
Dia 11	1,90	2,07	2,01	1,99 ± 0,07				
Dia 12	2,20	2,12	2,03	2,12 ± 0,07				
Dia 13	2,27	2,29	2,17	2,24 ± 0,06				
Dia 14	2,44	2,44	2,46	2,44 ± 0,01				
Dia 15	2,72	2,53	2,37	2,54 ± 0,14				
Dia 16	2,72	2,52	2,24	2,49 ± 0,20				
Dia 17	2,62	2,94	2,65	2,74 ± 0,15				
Dia 19	4,25	3,08	3,02	3,45 ± 0,57				
Dia 20	2,83	2,79	2,86	2,82 ± 0,03				
Dia 21	2,87	3,06	2,88	2,94 ± 0,09				
Dia 22	3,05	3,03	2,48	2,85 ± 0,26				
Dia 23	2,95	2,90	2,68	2,84 ± 0,12				
Dia 24	3,32	3,27	2,98	3,19 ± 0,15				

Tabela A.4 Valores de condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da água dos mesocosmos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de C	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 0	32,33	30,00	31,00	31,11 $\pm$ 0,96	30,00	29,00	42,00	33,67 $\pm$ 5,91
Dia1 - T0h	37,33	33,00	35,00	35,11 $\pm$ 1,77	32,33	31,33	41,33	35,00 $\pm$ 4,50
Dia 1 - T3h	40,00	34,67	34,67	36,44 $\pm$ 2,51	34,67	32,67	43,00	36,78 $\pm$ 4,47
Dia 2	40,00	36,00	38,33	38,11 $\pm$ 1,64	37,67	37,00	47,33	40,67 $\pm$ 4,72
Dia 3	44,00	38,33	40,67	41,00 $\pm$ 2,33	42,33	42,33	53,00	45,89 $\pm$ 5,03
Dia 4	45,00	41,00	43,33	43,11 $\pm$ 1,64	48,33	47,67	55,33	50,44 $\pm$ 3,47
Dia 5	54,33	45,00	46,00	48,44 $\pm$ 4,18	53,00	50,33	60,00	54,44 $\pm$ 4,08
Dia 6	54,67	51,00	50,00	51,89 $\pm$ 2,01	45,00	53,33	63,33	53,89 $\pm$ 7,49
Dia 7	61,00	56,00	54,00	57,00 $\pm$ 2,94	48,00	57,00	67,00	57,33 $\pm$ 7,76
Dia 8	65,67	59,67	57,33	60,89 $\pm$ 3,51	131,00	60,67	71,00	87,56 $\pm$ 31,01
Dia 10	72,00	64,00	60,33	65,44 $\pm$ 4,87	55,00	66,33	77,00	66,11 $\pm$ 8,98
Dia 11	76,33	68,33	65,33	70,00 $\pm$ 4,64	56,00	66,00	81,00	67,67 $\pm$ 10,27
Dia 12	79,00	70,00	65,67	71,56 $\pm$ 5,55	59,00	68,00	84,67	70,56 $\pm$ 10,63
Dia 13	81,00	72,00	67,00	73,33 $\pm$ 5,79	61,33	71,67	87,00	73,33 $\pm$ 10,54
Dia 14	82,00	73,33	68,00	74,44 $\pm$ 5,77	64,00	74,00	89,67	75,89 $\pm$ 10,56
Dia 15	82,67	74,67	69,33	75,56 $\pm$ 5,48	66,00	76,00	91,67	77,89 $\pm$ 10,56
Dia 16	83,67	75,67	70,00	76,44 $\pm$ 5,61	67,67	77,67	93,00	79,44 $\pm$ 10,42
Dia 17	85,00	76,00	71,00	77,33 $\pm$ 5,79	70,00	80,00	94,67	81,56 $\pm$ 10,13
Dia 19	84,67	78,00	72,00	78,22 $\pm$ 5,17	71,00	82,00	94,33	82,44 $\pm$ 9,53
Dia 20	85,67	78,00	73,00	78,89 $\pm$ 5,21	71,00	83,33	93,00	82,44 $\pm$ 9,00
Dia 21	85,00	78,00	73,00	78,67 $\pm$ 4,92	68,00	83,00	89,00	80,00 $\pm$ 8,83
Dia 22	84,33	79,67	73,00	79,00 $\pm$ 4,65	65,67	85,00	86,00	78,89 $\pm$ 9,36
Dia 23	85,00	80,33	72,33	79,22 $\pm$ 5,23	63,00	83,33	83,00	76,44 $\pm$ 9,51
Dia 24	83,00	79,00	71,00	77,67 $\pm$ 4,99	60,00	79,33	80,67	73,33 $\pm$ 9,44
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 0	32,00	32,00	36,00	33,33 $\pm$ 1,89	35,00	32,00	32,00	33,00 $\pm$ 1,41
Dia1 - T0h	36,67	34,00	39,00	36,56 $\pm$ 2,04	37,00	33,00	35,00	35,00 $\pm$ 1,63
Dia 1 - T3h	34,33	34,00	37,00	35,11 $\pm$ 1,34	38,67	34,33	36,67	36,56 $\pm$ 1,77
Dia 2	37,33	36,67	39,33	37,78 $\pm$ 1,13	42,33	37,67	39,33	39,78 $\pm$ 1,93
Dia 3	38,33	37,33	41,00	38,89 $\pm$ 1,55	47,33	42,00	46,33	45,22 $\pm$ 2,31
Dia 4	38,00	38,00	43,00	39,67 $\pm$ 2,36	52,33	46,33	50,67	49,78 $\pm$ 2,53
Dia 5	41,00	42,33	45,00	42,78 $\pm$ 1,66	56,67	50,33	54,33	53,78 $\pm$ 2,62
Dia 6	41,33	34,33	45,67	40,44 $\pm$ 4,67	62,33	56,00	58,00	58,78 $\pm$ 2,64
Dia 7	42,33	35,33	47,67	41,78 $\pm$ 5,05	67,00	60,33	62,33	63,22 $\pm$ 2,79
Dia 8	43,00	35,67	49,67	42,78 $\pm$ 5,72	70,67	64,00	66,67	67,11 $\pm$ 2,74
Dia 10	45,00	69,67	72,00	62,22 $\pm$ 12,22	45,00	36,00	52,00	44,33 $\pm$ 6,55
Dia 11	46,67	37,67	54,33	46,22 $\pm$ 6,81	71,67	74,00	77,00	74,22 $\pm$ 2,18
Dia 12	48,00	37,67	55,67	47,11 $\pm$ 7,38	74,33	77,00	79,33	76,89 $\pm$ 2,04
Dia 13	49,00	39,00	57,00	48,33 $\pm$ 7,36	75,00	79,33	82,00	78,78 $\pm$ 2,88
Dia 14	50,33	40,00	58,00	49,44 $\pm$ 7,38	77,00	68,67	85,00	76,89 $\pm$ 6,67
Dia 15	52,00	41,00	59,00	50,67 $\pm$ 7,41	79,00	84,67	87,67	83,78 $\pm$ 3,59
Dia 16	52,00	41,67	60,00	51,22 $\pm$ 7,50	80,33	87,00	89,00	85,44 $\pm$ 3,71
Dia 17	52,00	42,00	61,00	51,67 $\pm$ 7,76	83,00	88,67	91,67	87,78 $\pm$ 3,59
Dia 19	53,67	42,67	62,00	52,78 $\pm$ 7,92	84,33	88,33	95,00	89,22 $\pm$ 4,40
Dia 20	53,00	42,00	62,00	52,33 $\pm$ 8,18	85,00	93,00	97,67	91,89 $\pm$ 5,23
Dia 21	53,00	42,00	63,00	52,67 $\pm$ 8,58	85,00	94,00	98,00	92,33 $\pm$ 5,44
Dia 22	47,00	23,00	63,00	44,33 $\pm$ 16,44	83,00	97,33	98,33	92,89 $\pm$ 7,00
Dia 23	47,00	22,67	65,00	44,89 $\pm$ 17,35	84,00	101,33	99,00	94,78 $\pm$ 7,68
Dia 24	46,67	22,00	62,67	43,78 $\pm$ 16,73	81,00	100,50	95,33	92,28 $\pm$ 8,25

Tabela A.4 - Valores de condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da água dos mesocosmos - continuação.

Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 0	28,00	31,00	31,00	30,00 $\pm$ 1,41	31,00	35,00	33,00	33,00 $\pm$ 1,63
Dia1 - T0h	30,67	36,00	34,33	33,67 $\pm$ 2,23	31,00	54,33	35,00	40,11 $\pm$ 10,19
Dia 1 - T3h	29,00	36,00	33,33	32,78 $\pm$ 2,88	32,67	54,00	36,33	41,00 $\pm$ 9,31
Dia 2	32,00	38,00	36,67	35,56 $\pm$ 2,57	44,00	65,33	46,00	51,78 $\pm$ 9,62
Dia 3	33,33	39,33	38,00	36,89 $\pm$ 2,57	60,67	81,67	64,33	68,89 $\pm$ 9,16
Dia 4	33,67	40,67	39,67	38,00 $\pm$ 3,09	63,33	86,00	68,33	72,56 $\pm$ 9,72
Dia 5	36,00	43,33	41,67	40,33 $\pm$ 3,14	66,00	91,67	72,00	76,56 $\pm$ 10,96
Dia 6	28,00	48,00	45,00	40,33 $\pm$ 8,81	57,00	94,67	74,00	75,22 $\pm$ 15,40
Dia 7	28,00	53,00	48,00	43,00 $\pm$ 10,80	58,00	97,00	77,00	77,33 $\pm$ 15,92
Dia 8	30,00	57,00	50,67	45,89 $\pm$ 11,53	55,33	97,67	78,67	77,22 $\pm$ 17,31
Dia 10	29,00	62,67	54,00	48,56 $\pm$ 14,27	56,33	99,00	81,00	78,78 $\pm$ 17,49
Dia 11	26,00	64,67	56,00	48,89 $\pm$ 16,57	50,67	100,00	81,33	77,33 $\pm$ 20,34
Dia 12	26,00	65,33	57,00	49,44 $\pm$ 16,92	50,33	99,33	83,00	77,56 $\pm$ 20,37
Dia 13	27,33	68,67	59,00	51,67 $\pm$ 17,65	51,00	101,00	84,00	78,67 $\pm$ 20,76
Dia 14	27,67	69,00	59,00	51,89 $\pm$ 17,61	83,67	99,33	50,67	77,89 $\pm$ 20,28
Dia 15	27,00	69,00	58,67	51,56 $\pm$ 17,87	51,33	98,67	84,00	78,00 $\pm$ 19,78
Dia 16	28,00	69,00	59,00	52,00 $\pm$ 17,45	52,33	99,00	84,67	78,67 $\pm$ 19,52
Dia 17	28,00	69,00	60,00	52,33 $\pm$ 17,59	54,00	100,00	86,33	80,11 $\pm$ 19,29
Dia 19	28,00	67,33	61,00	52,11 $\pm$ 17,24	56,67	101,67	88,00	82,11 $\pm$ 18,84
Dia 20	28,00	67,00	60,00	51,67 $\pm$ 16,98	60,67	104,00	89,67	84,78 $\pm$ 18,03
Dia 21	27,33	66,67	60,00	51,33 $\pm$ 17,19	57,67	104,00	90,00	83,89 $\pm$ 19,40
Dia 22	22,67	68,00	61,00	50,56 $\pm$ 19,93	55,67	106,67	91,00	84,44 $\pm$ 21,33
Dia 23	62,33	69,67	22,00	51,33 $\pm$ 20,96	56,33	108,00	92,33	85,56 $\pm$ 21,63
Dia 24	22,00	68,67	62,00	50,89 $\pm$ 20,61	55,67	107,33	92,00	85,00 $\pm$ 21,67
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 0	86,00	81,00	80,00	82,33 $\pm$ 2,62				
Dia1 - T0h	86,00	86,00	86,00	86,00 $\pm$ 0,00				
Dia 1 - T3h	85,33	86,33	87,00	86,22 $\pm$ 0,68				
Dia 2	93,00	95,00	94,00	94,00 $\pm$ 0,82				
Dia 3	102,67	102,00	105,00	103,22 $\pm$ 1,29				
Dia 4	108,33	107,00	107,33	107,56 $\pm$ 0,57				
Dia 5	114,33	114,67	114,00	114,33 $\pm$ 0,27				
Dia 6	121,00	121,33	121,00	121,11 $\pm$ 0,16				
Dia 7	127,67	128,00	127,67	127,78 $\pm$ 0,16				
Dia 8	51,00	131,33	131,00	104,44 $\pm$ 37,79				
Dia 10	139,67	140,00	139,33	139,67 $\pm$ 0,27				
Dia 11	140,67	141,00	140,00	140,56 $\pm$ 0,42				
Dia 12	143,67	144,67	145,00	144,44 $\pm$ 0,57				
Dia 13	148,00	147,67	148,67	148,11 $\pm$ 0,42				
Dia 14	151,33	152,00	152,67	152,00 $\pm$ 0,54				
Dia 15	154,67	155,67	155,50	155,28 $\pm$ 0,44				
Dia 16	159,00	159,33	159,00	159,11 $\pm$ 0,16				
Dia 17	161,33	163,00	163,00	162,44 $\pm$ 0,79				
Dia 19	170,67	170,00	170,00	170,22 $\pm$ 0,31				
Dia 20	174,00	174,33	175,00	174,44 $\pm$ 0,42				
Dia 21	177,33	177,67	177,50	177,50 $\pm$ 0,14				
Dia 22	172,00	172,00	172,00	172,00 $\pm$ 0,00				
Dia 23	174,33	174,67	175,00	174,67 $\pm$ 0,27				
Dia 24	175,00	175,00	175,00	175,00 $\pm$ 0,00				

Tabela A.5 Valores de turbidez (NTU) das amostras de água dos (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 4	7	6	9	7,33 $\pm$ 1,25	8	5	6	6,33 $\pm$ 1,25
Dia 8	12	10	10	10,67 $\pm$ 0,94	9	7	6	7,33 $\pm$ 1,25
Dia 12	11	10	11	10,67 $\pm$ 0,47	5	5	4	4,67 $\pm$ 0,47
Dia 16	13	9	11	11,00 $\pm$ 1,63	6	5	5	5,33 $\pm$ 0,47
Dia 21	9	6	9	8,00 $\pm$ 1,41	5	4	3	4,00 $\pm$ 0,82
Dia 24	5	4	5	4,67 $\pm$ 0,47	4	3	2	3,00 $\pm$ 0,82
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 4	7	6	6	6,33 $\pm$ 0,47	5	6	4	5,00 $\pm$ 0,82
Dia 8	8	8	7	7,67 $\pm$ 0,47	7	8	7	7,33 $\pm$ 0,47
Dia 12	8	6	8	7,33 $\pm$ 0,94	7	9	6	7,33 $\pm$ 1,25
Dia 16	7	7	8	7,33 $\pm$ 0,47	5	10	7	7,33 $\pm$ 2,05
Dia 21	6	6	9	7,00 $\pm$ 1,41	5	5	4	4,67 $\pm$ 0,47
Dia 24	3	3	5	3,67 $\pm$ 0,94	3	6	3	4,00 $\pm$ 1,41
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 4	5	7	5	5,67 $\pm$ 0,94	20	17	18	18,33 $\pm$ 1,25
Dia 8	6	10	18	11,33 $\pm$ 4,99	15	75	15	35,00 $\pm$ 28,28
Dia 12	5	9	11	8,33 $\pm$ 2,49	20	28	38	28,67 $\pm$ 7,36
Dia 16	5	8	10	7,67 $\pm$ 2,05	12	20	16	16,00 $\pm$ 3,27
Dia 21	4	6	6	5,33 $\pm$ 0,94	9	8	11	9,33 $\pm$ 1,25
Dia 24	2	6	5	4,33 $\pm$ 1,70	7	6	9	7,33 $\pm$ 1,25
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 4	7	7	7	7,00 $\pm$ 0,00				
Dia 8	9	9	9	9,00 $\pm$ 0,00				
Dia 12	5	6	6	5,67 $\pm$ 0,47				
Dia 16	5	5	6	5,33 $\pm$ 0,47				
Dia 21	4	4	4	4,00 $\pm$ 0,00				
Dia 24	2	3	3	2,67 $\pm$ 0,047				

Tabela A.6 Concentrações de nitrogênio total (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	0,61	1,58	0,56	0,92 $\pm$ 0,47	0,61	1,58	0,56	0,92 $\pm$ 0,47
Dia 1 – T3h	0,37	0,42	0,42	0,40 $\pm$ 0,02	0,23	0,05	0,51	0,26 $\pm$ 0,19
Dia 4	0,56	0,65	0,28	0,50 $\pm$ 0,16	0,75	0,61	0,42	0,59 $\pm$ 0,13
Dia 8	0,42	0,51	0,47	0,47 $\pm$ 0,04	0,89	1,31	0,75	0,98 $\pm$ 0,24
Dia 12	0,75	0,37	0,37	0,50 $\pm$ 0,18	1,07	1,21	2,05	1,45 $\pm$ 0,43
Dia 16	0,47	0,47	0,47	0,47 $\pm$ 0,00	1,49	1,35	2,01	1,62 $\pm$ 0,28
Dia 21	0,14	0,33	0,28	0,25 $\pm$ 0,08	0,84	1,40	1,31	1,18 $\pm$ 0,24
Dia 24	0,14	0,28	0,00	0,14 $\pm$ 0,11	0,42	1,45	0,28	0,72 $\pm$ 0,52
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	0,61	1,58	0,56	0,00 $\pm$ 0,00	0,61	1,58	0,56	0,92 $\pm$ 0,47
Dia 1 – T3h	0,70	0,79	0,89	0,79 $\pm$ 0,08	0,42	0,56	0,37	0,45 $\pm$ 0,08
Dia 4	0,19	0,33	0,14	0,22 $\pm$ 0,08	0,37	0,42	0,79	0,53 $\pm$ 0,19
Dia 8	0,42	0,47	0,42	0,44 $\pm$ 0,02	1,63	1,31	1,96	1,63 $\pm$ 0,27
Dia 12	0,37	0,47	0,65	0,50 $\pm$ 0,12	2,05	1,68	1,91	1,88 $\pm$ 0,15
Dia 16	0,47	0,61	0,61	0,56 $\pm$ 0,07	1,87	2,19	2,01	2,02 $\pm$ 0,13
Dia 21	0,37	0,05	0,37	0,26 $\pm$ 0,15	1,59	1,68	1,96	1,74 $\pm$ 0,16
Dia 24	0,79	0,42	0,84	0,68 $\pm$ 0,19	1,91	3,64	3,17	2,91 $\pm$ 0,73
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	0,61	1,58	0,56	0,92 $\pm$ 0,47	0,61	1,58	0,56	0,92 $\pm$ 0,47
Dia 1 – T3h	0,28	0,37	0,84	0,50 $\pm$ 0,24	0,14	0,19	0,51	0,28 $\pm$ 0,17
Dia 4	0,00	0,28	0,23	0,17 $\pm$ 0,12	1,03	1,45	0,93	1,14 $\pm$ 0,22
Dia 8	1,59	0,65	0,75	1,00 $\pm$ 0,42	0,33	1,45	0,51	0,76 $\pm$ 0,49
Dia 12	0,00	0,14	0,23	0,12 $\pm$ 0,10	0,37	1,21	2,99	1,52 $\pm$ 1,09
Dia 16	0,23	0,79	0,61	0,54 $\pm$ 0,23	1,17	0,93	1,40	1,17 $\pm$ 0,19
Dia 21	0,37	0,47	0,75	0,53 $\pm$ 0,16	0,93	0,98	1,63	1,18 $\pm$ 0,32
Dia 24	0,51	1,91	1,26	1,23 $\pm$ 0,57	1,54	1,31	2,52	1,79 $\pm$ 0,53
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	0,61	1,59	0,56	0,92 $\pm$ 0,47				
Dia 1 – T3h	0,70	0,93	0,98	0,87 $\pm$ 0,12				
Dia 4	0,28	0,23	0,37	0,30 $\pm$ 0,06				
Dia 8	0,75	0,84	0,98	0,86 $\pm$ 0,10				
Dia 12	0,47	0,28	0,42	0,39 $\pm$ 0,08				
Dia 16	0,42	0,23	0,33	0,33 $\pm$ 0,08				
Dia 21	0,19	0,09	0,28	0,19 $\pm$ 0,08				
Dia 24	0,00	0,14	0,37	0,17 $\pm$ 0,15				

Tabela A.7 – Concentrações de NH_4 dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78
Dia 1 – T3h	16,93	5,35	0,57	7,62 $\pm$ 6,87	32,17	39,88	64,88	45,64 $\pm$ 13,96
Dia 4	62,58	33,36	48,65	48,20 $\pm$ 11,93	232,09	320,24	295,06	282,46 $\pm$ 37,07
Dia 8	161,22	154,89	143,14	153,08 $\pm$ 7,49	350,23	352,52	361,21	354,65 $\pm$ 4,73
Dia 12	286,39	231,37	250,30	256,02 $\pm$ 22,82	522,80	554,63	576,49	551,31 $\pm$ 22,04
Dia 16	319,43	259,11	250,76	276,43 $\pm$ 30,59	563,69	568,14	498,83	543,55 $\pm$ 31,68
Dia 21	271,06	201,35	259,61	244,01 $\pm$ 30,52	430,97	488,04	409,90	442,97 $\pm$ 33,01
Dia 24	125,19	85,10	38,09	82,79 $\pm$ 35,60	36,59	474,16	42,76	184,50 $\pm$ 204,83
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78
Dia 1 – T3h	8,95	11,09	19,80	13,28 $\pm$ 4,69	17,37	10,74	1,50	9,87 $\pm$ 6,51
Dia 4	20,14	11,70	20,37	17,40 $\pm$ 4,03	211,70	176,67	230,69	206,35 $\pm$ 22,38
Dia 8	63,45	66,54	302,76	144,25 $\pm$ 112,09	347,61	339,18	339,40	342,06 $\pm$ 3,92
Dia 12	157,99	162,81	241,77	187,52 $\pm$ 38,41	504,59	413,97	614,08	510,88 $\pm$ 81,81
Dia 16	148,97	140,59	230,24	173,27 $\pm$ 40,43	542,14	534,62	630,02	568,93 $\pm$ 43,31
Dia 21	175,44	133,14	242,24	183,61 $\pm$ 44,91	448,80	483,51	517,85	483,39 $\pm$ 28,19
Dia 24	212,64	29,64	155,89	132,72 $\pm$ 76,48	413,94	650,63	697,30	587,29 $\pm$ 124,05
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78
Dia 1 – T3h	4,92	4,17	7,21	5,43 $\pm$ 1,29	8,56	7,60	5,57	7,24 $\pm$ 1,25
Dia 4	12,59	8,42	9,27	10,09 $\pm$ 1,80	215,89	300,37	186,49	234,25 $\pm$ 48,27
Dia 8	56,04	86,46	107,89	83,46 $\pm$ 21,27	232,36	320,00	310,75	287,70 $\pm$ 39,32
Dia 12	190,52	274,44	261,10	242,02 $\pm$ 36,82	311,46	428,30	486,86	408,87 $\pm$ 72,91
Dia 16	136,18	250,98	224,60	203,92 $\pm$ 49,10	281,03	337,28	436,60	351,64 $\pm$ 64,32
Dia 21	136,72	210,60	203,65	183,66 $\pm$ 33,31	330,34	355,40	420,92	368,89 $\pm$ 38,19
Dia 24	106,71	290,42	303,26	233,46 $\pm$ 89,78	386,75	546,98	604,48	512,74 $\pm$ 92,13
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	47,75	49,08	44,81	47,21 $\pm$ 1,78				
Dia 1 – T3h	44,55	46,22	45,90	45,56 $\pm$ 0,72				
Dia 4	108,92	111,03	90,04	103,33 $\pm$ 9,44				
Dia 8	119,14	119,91	120,48	119,84 $\pm$ 0,55				
Dia 12	122,30	194,77	193,59	170,22 $\pm$ 33,89				
Dia 16	81,29	81,21	75,50	79,33 $\pm$ 2,71				
Dia 21	98,81	73,11	58,61	76,84 $\pm$ 16,62				
Dia 24	123,85	99,79	74,93	99,52 $\pm$ 19,97				

Tabela A.8 – Concentrações de NO₂ dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34
Dia 1 – T3h	2,93	2,39	2,63	2,65 $\pm$ 0,22	2,52	2,27	2,91	2,57 $\pm$ 0,26
Dia 4	2,74	1,85	2,34	2,31 $\pm$ 0,36	3,52	2,34	2,52	2,79 $\pm$ 0,52
Dia 8	3,49	3,21	3,26	3,32 $\pm$ 0,12	4,07	3,11	2,92	3,37 $\pm$ 0,50
Dia 12	4,30	3,48	2,81	3,53 $\pm$ 0,61	3,22	3,61	11,11	5,98 $\pm$ 3,63
Dia 16	10,76	16,58	6,82	11,39 $\pm$ 4,01	26,45	25,07	116,87	56,13 $\pm$ 42,95
Dia 21	108,33	135,19	71,79	105,10 $\pm$ 25,98	372,68	247,03	739,44	453,05 $\pm$ 208,90
Dia 24	671,50	570,33	743,27	661,70 $\pm$ 70,94	836,82	890,66	837,49	854,99 $\pm$ 25,22
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34
Dia 1 – T3h	4,03	2,50	2,25	2,93 $\pm$ 0,79	2,68	2,19	2,38	2,42 $\pm$ 0,20
Dia 4	2,89	2,17	2,54	2,53 $\pm$ 0,29	1,87	2,30	2,30	2,16 $\pm$ 0,20
Dia 8	1,76	2,00	1,89	1,88 $\pm$ 0,10	2,91	2,50	1,79	2,40 $\pm$ 0,46
Dia 12	1,26	3,20	1,52	1,99 $\pm$ 0,86	4,36	1,96	2,57	2,96 $\pm$ 1,02
Dia 16	3,57	8,15	3,19	4,97 $\pm$ 2,25	21,30	1,92	11,11	11,44 $\pm$ 7,92
Dia 21	30,07	105,05	30,79	55,30 $\pm$ 35,18	253,96	8,25	86,28	116,16 $\pm$ 102,51
Dia 24	53,64	188,68	507,45	249,92 $\pm$ 190,26	915,14	22,37	874,82	604,11 $\pm$ 411,68
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34
Dia 1 – T3h	2,66	3,12	2,23	2,67 $\pm$ 0,36	4,78	3,73	3,13	3,88 $\pm$ 0,68
Dia 4	2,20	1,99	2,02	2,07 $\pm$ 0,09	3,07	3,28	11,05	5,80 $\pm$ 3,71
Dia 8	2,42	2,01	3,22	2,55 $\pm$ 0,50	1,83	1,80	1,64	1,76 $\pm$ 0,08
Dia 12	1,67	0,97	1,84	1,49 $\pm$ 0,38	2,66	0,92	1,34	1,64 $\pm$ 0,74
Dia 16	3,01	1,31	1,23	1,85 $\pm$ 0,82	4,07	1,39	2,35	2,60 $\pm$ 1,11
Dia 21	19,67	3,01	2,31	8,33 $\pm$ 8,02	16,94	4,53	14,70	12,06 $\pm$ 5,40
Dia 24	98,95	28,13	28,86	51,98 $\pm$ 33,21	260,31	29,78	200,50	163,53 $\pm$ 97,68
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	5,79	5,87	6,54	6,07 $\pm$ 0,34				
Dia 1 – T3h	6,18	6,48	4,61	5,76 $\pm$ 0,82				
Dia 4	9,56	9,64	9,60	9,60 $\pm$ 0,03				
Dia 8	14,42	15,04	14,87	14,78 $\pm$ 0,26				
Dia 12	16,96	35,17	33,52	28,55 $\pm$ 8,22				
Dia 16	35,56	35,75	36,70	36,00 $\pm$ 0,50				
Dia 21	14,40	16,58	14,76	15,25 $\pm$ 0,95				
Dia 24	12,53	13,79	10,44	12,25 $\pm$ 1,38				

Tabela A.9 Concentrações de NO_3 dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Dia 1 - T3h	36,89	19,40	30,99	29,09 $\pm$ 7,27	22,80	25,27	25,04	24,37 $\pm$ 1,11
Dia 4	23,44	31,09	58,20	37,58 $\pm$ 14,91	18,25	26,91	30,16	25,11 $\pm$ 5,03
Dia 8	27,52	35,56	97,75	53,61 $\pm$ 31,38	31,92	28,86	38,34	33,04 $\pm$ 3,95
Dia 12	40,72	14,63	13,94	23,10 $\pm$ 12,46	16,23	18,15	25,78	20,05 $\pm$ 4,12
Dia 16	12,22	46,40	18,15	25,59 $\pm$ 14,91	52,67	40,85	133,71	75,74 $\pm$ 41,27
Dia 21	144,68	176,47	118,20	146,45 $\pm$ 23,82	417,79	290,95	869,95	526,23 $\pm$ 248,50
Dia 24	775,55	597,02	844,14	738,90 $\pm$ 104,16	2138,90	1600,90	3239,00	2326,27 $\pm$ 681,75
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Dia 1 - T3h	20,07	27,32	23,24	23,54 $\pm$ 2,97	17,76	24,13	22,52	21,47 $\pm$ 2,70
Dia 4	33,48	30,96	29,85	31,43 $\pm$ 1,52	48,08	27,64	30,62	35,45 $\pm$ 9,02
Dia 8	29,30	30,57	32,64	30,84 $\pm$ 1,38	29,04	24,97	11,86	21,96 $\pm$ 7,33
Dia 12	12,72	13,71	15,81	14,08 $\pm$ 1,29	15,73	19,09	14,07	16,30 $\pm$ 2,09
Dia 16	9,68	29,24	12,31	17,08 $\pm$ 8,67	23,80	6,46	10,38	13,55 $\pm$ 7,42
Dia 21	24,92	119,36	52,40	65,56 $\pm$ 39,66	290,61	2,20	111,74	134,85 $\pm$ 118,87
Dia 24	173,07	197,44	442,82	271,11 $\pm$ 121,82	1268,70	42,78	1083,70	798,39 $\pm$ 539,61
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 $\pm$ 0,00
Dia 1 - T3h	0,00	18,05	27,17	22,61 $\pm$ 4,56	17,01	23,77	18,78	19,85 $\pm$ 2,86
Dia 4	41,46	19,20	29,03	29,90 $\pm$ 9,11	18,36	18,36	11,11	15,94 $\pm$ 3,41
Dia 8	28,24	11,16	11,65	17,02 $\pm$ 7,94	8,45	12,02	13,79	11,42 $\pm$ 2,22
Dia 12	15,14	12,95	10,77	12,95 $\pm$ 1,78	13,06	12,80	48,72	24,86 $\pm$ 16,87
Dia 16	35,49	5,90	7,37	16,25 $\pm$ 13,62	11,95	7,16	5,95	8,35 $\pm$ 2,59
Dia 21	37,05	7,70	1,75	15,50 $\pm$ 15,43	7,16	0,25	0,19	2,53 $\pm$ 3,27
Dia 24	110,23	38,56	38,51	62,43 $\pm$ 33,80	268,54	48,81	205,55	174,30 $\pm$ 92,39
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	27,52	29,51	11,12	22,72 $\pm$ 8,24				
Dia 1 - T3h	29,46	29,77	22,88	27,37 $\pm$ 3,18				
Dia 4	55,36	45,15	42,09	47,53 $\pm$ 5,67				
Dia 8	86,15	87,15	92,92	88,74 $\pm$ 2,98				
Dia 12	67,55	75,32	77,77	73,55 $\pm$ 4,36				
Dia 16	567,75	230,20	248,22	348,72 $\pm$ 155,05				
Dia 21	156,58	186,49	163,66	168,91 $\pm$ 12,76				
Dia 24	55,68	54,77	65,68	58,71 $\pm$ 4,94				

Tabela A.10 Concentrações de fósforo total (PT) ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46
Dia 1 – T3h	214,87	213,45	214,80	214,37 $\pm$ 0,65	257,28	343,56	337,84	312,89 $\pm$ 39,39
Dia 4	286,84	307,28	314,52	302,88 $\pm$ 11,72	356,39	347,57	355,97	353,31 $\pm$ 4,06
Dia 8	200,83	230,50	241,80	224,38 $\pm$ 17,28	241,21	266,55	293,99	267,25 $\pm$ 21,55
Dia 12	124,96	85,74	27,35	79,35 $\pm$ 40,10	112,38	77,46	122,84	104,23 $\pm$ 19,40
Dia 16	196,20	229,25	241,92	222,46 $\pm$ 19,27	232,99	246,73	295,36	258,36 $\pm$ 26,76
Dia 21	281,08	247,59	260,35	263,01 $\pm$ 13,80	261,95	282,09	335,80	293,28 $\pm$ 31,17
Dia 24	47,19	54,57	76,35	59,37 $\pm$ 12,38	83,89	84,46	232,10	133,48 $\pm$ 69,73
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46
Dia 1 – T3h	235,39	257,07	255,94	249,47 $\pm$ 9,96	234,55	344,45	236,05	271,68 $\pm$ 51,46
Dia 4	294,08	303,90	302,71	300,23 $\pm$ 4,38	309,63	321,61	340,78	324,01 $\pm$ 12,83
Dia 8	244,12	260,97	248,39	251,16 $\pm$ 7,15	242,34	276,34	288,06	268,91 $\pm$ 19,39
Dia 12	79,68	79,60	146,88	102,05 $\pm$ 31,70	137,97	163,89	222,20	174,69 $\pm$ 35,22
Dia 16	229,37	215,99	272,33	239,23 $\pm$ 24,03	277,49	306,87	279,45	287,94 $\pm$ 13,41
Dia 21	256,58	262,45	264,17	261,07 $\pm$ 3,25	305,00	292,15	319,42	305,52 $\pm$ 11,14
Dia 24	79,27	64,10	71,49	71,62 $\pm$ 6,19	120,10	78,49	116,41	105,00 $\pm$ 18,81
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46
Dia 1 – T3h	280,27	280,09	257,36	272,57 $\pm$ 10,76	212,21	323,49	257,42	264,37 $\pm$ 45,70
Dia 4	296,13	310,87	293,28	300,09 $\pm$ 7,71	817,63	817,31	841,75	825,56 $\pm$ 11,45
Dia 8	227,74	248,72	280,08	252,18 $\pm$ 21,51	832,17	1097,10	861,63	930,30 $\pm$ 118,56
Dia 12	136,24	202,78	144,43	161,15 $\pm$ 29,63	453,36	732,11	676,08	620,52 $\pm$ 120,39
Dia 16	229,37	289,54	252,84	257,25 $\pm$ 24,76	467,95	791,38	590,99	616,77 $\pm$ 133,29
Dia 21	254,38	254,80	264,08	257,75 $\pm$ 4,48	472,60	407,66	504,53	461,60 $\pm$ 40,31
Dia 24	65,27	107,66	84,71	85,88 $\pm$ 17,33	207,02	218,10	263,41	229,51 $\pm$ 24,39
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	231,29	230,82	335,97	266,03 $\pm$ 49,46				
Dia 1 – T3h	279,55	235,10	237,55	250,73 $\pm$ 20,40				
Dia 4	323,04	301,50	291,35	305,30 $\pm$ 13,21				
Dia 8	248,83	238,98	230,29	239,37 $\pm$ 7,57				
Dia 12	170,31	86,05	138,05	131,47 $\pm$ 34,71				
Dia 16	269,84	288,50	252,93	270,42 $\pm$ 14,53				
Dia 21	276,87	253,25	257,41	262,51 $\pm$ 10,30				
Dia 24	71,88	63,52	67,60	67,67 $\pm$ 3,41				

Tabela A.11 Concentrações de fosfato inorgânico (PI) dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11
Dia 1 – T3h	21,68	21,97	34,49	26,05	± 5,97	57,10	67,21	67,17	63,83	± 4,76
Dia 4	28,11	33,91	46,08	36,03	± 7,49	75,53	97,77	99,34	90,88	± 10,87
Dia 8	20,30	21,12	38,97	26,80	± 8,61	57,70	93,83	94,84	82,12	± 17,27
Dia 12	9,90	6,16	6,27	7,44	± 1,74	10,68	24,52	25,51	20,24	± 6,77
Dia 16	19,97	20,40	21,08	20,48	± 0,46	38,84	56,81	75,75	57,13	± 15,07
Dia 21	3,41	3,59	21,31	9,44	± 8,40	22,16	32,42	52,88	35,82	± 12,77
Dia 24	3,78	3,42	3,68	3,63	± 0,15	15,11	22,46	132,98	56,85	± 53,92
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11
Dia 1 – T3h	34,50	37,69	28,81	33,67	± 3,67	34,31	21,67	34,25	30,08	± 5,94
Dia 4	37,06	28,61	37,74	34,47	± 4,15	56,91	55,61	60,50	57,67	± 2,07
Dia 8	20,46	20,69	20,75	20,63	± 0,12	22,93	56,69	57,85	45,82	± 16,19
Dia 12	6,38	6,22	6,32	6,31	± 0,07	20,86	30,35	51,08	34,09	± 12,61
Dia 16	20,44	20,36	20,23	20,34	± 0,09	57,44	39,04	76,05	57,51	± 15,11
Dia 21	20,93	20,84	20,88	20,88	± 0,04	48,98	22,21	64,64	45,28	± 17,52
Dia 24	21,18	3,68	7,57	10,81	± 7,50	13,75	21,33	41,15	25,41	± 11,55
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11
Dia 1 – T3h	21,48	21,30	21,31	21,36	± 0,08	33,23	21,29	25,05	26,52	± 4,98
Dia 4	26,12	21,32	25,87	24,44	± 2,21	410,69	425,61	438,85	425,05	± 11,50
Dia 8	20,47	20,36	20,35	20,39	± 0,05	260,61	277,33	313,13	283,69	± 21,91
Dia 12	6,51	6,33	10,01	7,62	± 1,69	52,62	45,34	58,54	52,17	± 5,40
Dia 16	20,52	20,41	20,22	20,38	± 0,12	130,97	75,08	130,57	112,21	± 26,25
Dia 21	21,36	20,99	20,59	20,98	± 0,31	133,48	92,47	124,94	116,96	± 17,67
Dia 24	8,15	5,42	9,31	7,63	± 1,63	88,16	77,39	105,64	90,40	± 11,64
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	20,76	20,52	20,74	20,67	± 0,11					
Dia 1 – T3h	20,85	19,77	20,91	20,51	± 0,52					
Dia 4	27,20	25,63	27,45	26,76	± 0,81					
Dia 8	21,99	21,24	20,77	21,33	± 0,50					
Dia 12	13,48	13,56	13,47	13,50	± 0,04					
Dia 16	21,01	20,97	20,79	20,92	± 0,10					
Dia 21	21,24	22,21	21,04	21,50	± 0,51					
Dia 24	21,34	21,38	21,19	21,30	± 0,08					

Tabela A.12 Concentrações de fosfato total dissolvido (PTD) dissolvido ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76
Dia 1 - T3h	62,21	54,14	62,39	59,58	± 3,85	98,68	98,32	101,19	99,40	± 1,28
Dia 4	48,95	68,93	71,51	63,13	± 10,08	109,78	129,85	129,43	123,02	± 9,36
Dia 8	35,41	51,45	64,18	50,35	± 11,77	75,65	104,32	103,34	94,44	± 13,29
Dia 12	11,45	9,66	9,76	10,29	± 0,82	11,52	31,20	30,85	24,52	± 9,20
Dia 16	29,17	30,14	49,08	36,13	± 9,17	49,81	69,54	89,72	69,69	± 16,29
Dia 21	30,03	48,91	49,48	42,81	± 9,04	34,62	74,84	110,18	73,21	± 30,87
Dia 24	11,97	17,27	24,26	17,83	± 5,03	41,16	58,29	174,36	91,27	± 59,17
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76
Dia 1 - T3h	80,93	66,15	58,53	68,54	± 9,30	66,69	51,72	73,14	63,85	± 8,97
Dia 4	63,01	63,55	68,12	64,89	± 2,29	84,25	89,57	95,90	89,91	± 4,76
Dia 8	35,33	38,10	39,09	37,51	± 1,59	65,17	73,94	76,81	71,97	± 4,95
Dia 12	9,57	9,57	7,64	8,93	± 0,91	23,61	21,69	35,15	26,82	± 5,94
Dia 16	36,22	29,98	30,30	32,17	± 2,87	70,00	68,79	107,87	82,22	± 18,14
Dia 21	48,68	49,93	51,01	49,87	± 0,95	87,12	83,26	115,37	95,25	± 14,31
Dia 24	52,65	24,95	25,24	34,28	± 12,99	91,88	44,91	75,06	70,62	± 19,43
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76
Dia 1 - T3h	53,02	41,15	62,21	52,13	± 8,62	101,10	51,72	56,65	69,82	± 22,21
Dia 4	62,39	66,96	62,12	63,82	± 2,22	460,95	462,47	456,22	459,88	± 2,66
Dia 8	38,91	38,91	43,93	40,58	± 2,37	313,46	330,75	349,75	331,32	± 14,82
Dia 12	8,98	7,37	11,66	9,34	± 1,77	59,34	59,09	60,01	59,48	± 0,39
Dia 16	30,00	30,24	30,18	30,14	± 0,10	169,32	108,74	169,67	149,24	± 28,64
Dia 21	44,55	47,24	46,08	45,96	± 1,10	190,41	149,02	189,17	176,20	± 19,23
Dia 24	30,94	29,10	33,26	31,10	± 1,70	128,82	104,93	149,80	127,85	± 18,33
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	38,10	32,37	48,69	39,72	± 6,76					
Dia 1 - T3h	36,04	41,33	38,46	38,61	± 2,16					
Dia 4	58,80	61,13	59,97	59,97	± 0,95					
Dia 8	49,75	33,44	31,38	38,19	± 8,22					
Dia 12	15,62	15,37	15,24	15,41	± 0,16					
Dia 16	48,58	48,53	32,82	43,31	± 7,42					
Dia 21	49,39	45,72	45,72	46,94	± 1,73					
Dia 24	44,64	44,02	43,87	44,18	± 0,33					

Tabela A.13 Concentrações de silicato reativo (SiO_2) (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52
Dia 1 - T3h	2,16	2,08	1,81	2,02	± 0,15	1,95	2,16	2,47	2,19	± 0,21
Dia 4	3,65	2,88	3,59	3,37	± 0,35	3,37	2,56	3,93	3,29	± 0,56
Dia 8	3,81	3,42	4,02	3,75	± 0,25	2,98	3,02	3,50	3,17	± 0,24
Dia 12	3,91	2,98	3,32	3,40	± 0,38	2,63	2,73	3,68	3,01	± 0,47
Dia 16	3,81	2,96	3,54	3,44	± 0,35	2,88	2,83	3,92	3,21	± 0,50
Dia 21	4,58	3,80	4,21	4,20	± 0,32	3,42	3,39	4,58	3,80	± 0,55
Dia 24	4,99	4,08	4,76	4,61	± 0,39	4,27	4,22	5,11	4,53	± 0,41
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52
Dia 1 - T3h	2,02	1,82	2,06	1,97	± 0,10	1,18	1,00	1,87	1,35	± 0,37
Dia 4	1,72	2,53	2,82	2,36	± 0,47	2,40	1,80	2,33	2,18	± 0,27
Dia 8	2,41	2,34	2,85	2,53	± 0,23	3,08	3,21	3,08	3,12	± 0,06
Dia 12	2,30	1,87	2,72	2,30	± 0,35	2,65	2,96	2,95	2,85	± 0,14
Dia 16	2,24	2,14	2,85	2,41	± 0,31	2,25	3,06	2,98	2,76	± 0,36
Dia 21	2,92	2,30	3,06	2,76	± 0,33	2,65	3,16	3,31	3,04	± 0,28
Dia 24	2,99	1,78	4,04	2,94	± 0,92	3,16	3,88	3,99	3,68	± 0,37
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52
Dia 1 - T3h	1,50	1,86	1,78	1,71	± 0,15	1,14	2,26	1,68	1,69	± 0,46
Dia 4	2,16	2,83	2,04	2,34	± 0,35	1,62	3,73	2,03	2,46	± 0,91
Dia 8	1,67	2,77	2,23	2,22	± 0,45	1,44	3,03	2,77	2,41	± 0,70
Dia 12	1,15	2,46	2,51	2,04	± 0,63	1,16	2,81	2,74	2,24	± 0,76
Dia 16	1,16	2,59	2,40	2,05	± 0,63	1,06	3,03	3,67	2,59	± 1,11
Dia 21	1,51	2,91	2,83	2,42	± 0,64	1,44	3,37	3,03	2,61	± 0,84
Dia 24	1,70	3,90	3,53	3,04	± 0,96	1,81	3,62	3,58	3,00	± 0,84
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	3,38	4,64	4,08	4,03	± 0,52					
Dia 1 - T3h	3,59	2,99	2,43	3,00	± 0,47					
Dia 4	4,54	4,54	4,60	4,56	± 0,03					
Dia 8	4,90	4,66	4,81	4,79	± 0,10					
Dia 12	4,55	5,35	4,95	4,95	± 0,33					
Dia 16	5,17	5,00	5,24	5,14	± 0,10					
Dia 21	5,91	9,00	5,93	6,95	± 1,45					
Dia 24	6,01	5,77	5,92	5,90	± 0,10					

Tabela A.14 Concentrações de clorofila ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2
Dia 1 - T3h	16,0	22,3	20,9	19,8	± 2,7	12,6	9,8	16,0	12,8	± 2,6
Dia 4	13,0	17,7	14,9	15,2	± 1,9	5,6	5,6	5,6	5,6	± 0,0
Dia 8	11,2	3,7	6,5	7,1	± 3,1	3,7	12,1	0,9	5,6	± 4,7
Dia 12	8,4	3,7	8,4	6,8	± 2,2	0,9	3,7	3,7	2,8	± 1,3
Dia 16	12,1	3,7	8,4	8,1	± 3,4	3,7	2,8	7,4	4,7	± 2,0
Dia 21	14,0	5,6	9,3	9,6	± 3,4	4,7	3,7	5,6	4,7	± 0,8
Dia 24	0,9	0,0	0,0	0,3	± 0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2
Dia 1 - T3h	21,6	20,2	24,4	22,1	± 1,7	21,6	12,6	9,1	14,4	± 5,3
Dia 4	24,2	20,5	24,2	22,9	± 1,8	11,2	12,1	5,6	9,6	± 2,9
Dia 8	25,1	19,5	18,6	21,1	± 2,9	9,3	4,7	5,6	6,5	± 2,0
Dia 12	24,2	16,7	27,0	22,6	± 4,3	4,7	5,6	3,7	4,7	± 0,8
Dia 16	19,5	21,4	13,0	18,0	± 3,6	4,7	6,5	3,7	5,0	± 1,2
Dia 21	9,3	32,6	18,6	20,2	± 9,6	3,7	2,8	6,5	4,3	± 1,6
Dia 24	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2
Dia 1 - T3h	16,7	20,9	24,4	20,7	± 3,1	23,0	16,7	17,4	19,1	± 2,8
Dia 4	13,0	15,8	11,2	13,3	± 1,9	28,8	19,5	24,2	24,2	± 3,8
Dia 8	21,4	29,8	38,1	29,8	± 6,8	359,0	345,0	217,6	307,2	± 63,6
Dia 12	17,7	35,3	16,7	23,3	± 8,6	198,1	221,3	479,0	299,5	± 127,3
Dia 16	18,6	32,6	32,6	27,9	± 6,6	159,0	67,0	31,6	85,9	± 53,7
Dia 21	21,4	17,7	25,1	21,4	± 3,0	55,8	31,6	103,2	63,6	± 29,7
Dia 24	0,9	1,9	0,9	1,2	± 0,4	2,8	3,7	3,7	3,4	± 0,4
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	32,1	14,6	21,6	22,8	± 7,2					
Dia 1 - T3h	23,0	39,8	29,3	30,7	± 6,9					
Dia 4	18,6	15,8	19,5	18,0	± 1,6					
Dia 8	26,0	12,1	11,2	16,4	± 6,8					
Dia 12	16,7	5,6	7,4	9,9	± 4,9					
Dia 16	1,9	7,4	8,4	5,9	± 2,9					
Dia 21	8,4	6,5	9,3	8,1	± 1,2					
Dia 24	0,0	0,0	0,0	0,0	± 0,0					

Tabela A.15 Concentrações de cobre (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Dia 12	<LD	<LD	0,004	0,001	± 0,002	<LD	<LD	<LD	-	
Dia 24	0,003	<LD	<LD	0,001	± 0,001	0,010	0,017	0,016	0,014	± 0,003
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Dia 12	0,080	0,012	0,009	0,034	± 0,033	<LD	0,006	0,012	0,009	± 0,003
Dia 24	0,018	0,013	0,016	0,016	± 0,002	0,024	0,011	0,014	0,016	± 0,006
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Dia 12	0,081	0,017	0,016	0,038	± 0,030	0,025	0,023	0,021	0,023	± 0,002
Dia 24	0,018	0,025	0,034	0,026	± 0,007	0,306	0,039	0,046	0,130	± 0,124
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	<LD	-						
Dia 12	0,014	0,037	0,026	0,026	± 0,009					
Dia 24	0,060	0,051	0,047	0,053	± 0,005					

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.16 Concentrações de cádmio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001
Dia 12	< LD	< LD	< LD	-		< LD	< LD	< LD	-	
Dia 24	< LD	< LD	0,021	0,007	± 0,010	0,005	0,012	0,041	0,0193	± 0,015
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001
Dia 12	0,043	< LD	< LD	0,014	± 0,020	0,018	< LD	< LD	0,006	± 0,008
Dia 24	< LD	0,012	0,027	0,013	± 0,011	0,038	0,027	0,012	0,026	± 0,011
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001
Dia 12	0,059	0,001	< LD	0,020	± 0,028	< LD	< LD	0,004	0,001	± 0,002
Dia 24	0,012	0,006	0,044	0,020	± 0,016	0,046	0,069	0,055	0,057	± 0,009
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	< LD	0,003	< LD	0,001	± 0,001					
Dia 12	< LD	< LD	< LD	-						
Dia 24	0,053	0,068	0,023	0,048	± 0,018					

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.17 Concentrações de cromo (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025
Dia 12	0,003	0,035	0,018	0,019	± 0,013	0,035	0,017	0,039	0,030	± 0,010
Dia 24	<LD	<LD	0,030	0,010	± 0,014	0,004	0,021	0,015	0,013	± 0,007
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025
Dia 12	0,259	0,055	0,033	0,116	± 0,102	0,048	0,034	0,045	0,042	± 0,006
Dia 24	0,032	0,065	0,028	0,042	± 0,017	0,074	0,057	0,089	0,073	± 0,013
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025
Dia 12	0,243	0,056	0,081	0,127	± 0,083	0,108	0,094	0,096	0,099	± 0,006
Dia 24	0,088	0,104	0,066	0,086	± 0,016	0,076	0,065	0,103	0,081	± 0,016
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	0,052	0,017	± 0,025					
Dia 12	0,116	0,124	0,164	0,135	± 0,021					
Dia 24	0,094	0,093	0,100	0,096	± 0,003					

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.18 Concentrações de magnésio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011
Dia 12	1,300	1,225	1,096	1,207	± 0,084	0,782	0,818	1,092	0,897	± 0,138
Dia 24	1,400	1,372	1,221	1,331	± 0,078	0,969	1,042	1,204	1,072	± 0,098
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011
Dia 12	0,888	0,683	0,932	0,834	± 0,108	0,988	0,997	0,951	0,979	± 0,019
Dia 24	0,781	0,416	1,081	0,759	± 0,272	1,084	1,191	1,114	1,130	± 0,044
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011
Dia 12	0,486	1,086	0,946	0,839	± 0,256	0,637	1,205	0,964	0,935	± 0,233
Dia 24	0,394	1,176	1,024	0,865	± 0,338	0,719	1,404	1,063	1,062	± 0,279
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	1,054	1,027	1,041	1,041	± 0,011					
Dia 12	1,562	1,56	1,557	1,56	± 0,002					
Dia 24	1,954	1,94	1,927	1,940	± 0,011					

Tabela A.19 Concentrações de zinco (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023
Dia 12	0,463	0,495	0,464	0,474	± 0,015	0,349	0,496	0,392	0,413	± 0,062
Dia 24	0,513	0,697	0,581	0,597	± 0,076	0,504	0,594	0,525	0,541	± 0,039
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023
Dia 12	0,343	0,330	0,280	0,318	± 0,027	0,503	0,428	0,259	0,396	± 0,102
Dia 24	0,438	0,342	0,576	0,452	± 0,096	1,010	0,619	0,485	0,705	± 0,223
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023
Dia 12	0,331	0,471	0,388	0,397	± 0,057	0,153	0,173	0,234	0,187	± 0,034
Dia 24	0,421	0,701	0,731	0,618	± 0,140	0,633	0,432	0,455	0,507	± 0,090
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	0,051	<LD	0,005	0,019	± 0,023					
Dia 12	0,008	0,038	0,047	0,031	± 0,017					
Dia 24	0,024	<LD	<LD	0,008	± 0,011					

Tabela A.20 Concentrações de níquel (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 -T0h	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048
Dia 12	0,085	0,179	<LD	0,088	± 0,073	<LD	<LD	<LD	-	
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 -T0h	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048
Dia 12	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 -T0h	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048
Dia 12	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 -T0h	0,105	0,100	<LD	0,068	± 0,048					
Dia 12	<LD	<LD	<LD	-						
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-						

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.21 Concentrações de alumínio (mg L^{-1}) das amostras de água dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364
Dia 12	2,040	2,470	3,390	2,633	± 0,563	3,920	4,730	5,480	4,710	± 0,637
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364
Dia 12	0,000	6,290	6,940	4,410	± 3,130	7,470	8,470	9,490	8,477	± 0,825
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364
Dia 12	0,000	9,590	10,330	6,640	± 4,705	10,530	10,740	11,140	10,803	± 0,253
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-		<LD	<LD	<LD	-	
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	1,060	1,800	1,860	1,573	± 0,364					
Dia 12	11,360	11,680	11,950	11,663	± 0,241					
Dia 24	<LD	<LD	<LD	-						

Tabela A.22 Concentrações de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095
Dia 24	1,312	0,809	1,021	1,047	± 0,206	1,486	0,959	1,069	1,171	± 0,227
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095
Dia 24	1,465	1,510	1,625	1,533	± 0,067	1,785	1,207	1,674	1,555	± 0,250
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095	1,165	1,374	1,361	1,300	± 0,095
Dia 24	2,624	1,364	1,328	1,772	± 0,602	1,477	0,523	1,863	1,288	± 0,563
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	1,165	1,3745	1,361	1,300	± 0,095					
Dia 24	1,563	0,787	0,828	1,059	± 0,356					

Tabela A.23 Concentrações nitrogênio total (%) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004
Dia 24	0,028	0,028	0,060	0,038 ± 0,015	0,056	0,046	0,032	0,045 ± 0,009
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004
Dia 24	0,065	0,112	0,098	0,091 ± 0,019	0,130	0,121	0,102	0,118 ± 0,011
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004
Dia 24	0,084	0,07	0,018	0,057 ± 0,028	0,074	0,032	0,060	0,056 ± 0,017
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	0,03	0,04	0,04	0,037 ± 0,004				
Dia 24	0,046	0,037	0,060	0,048 ± 0,010				

Tabela A.24 Concentrações matéria orgânica (%) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33
Dia 24	6,24	5,42	7,26	6,31 ± 0,75	8,30	7,01	6,25	7,19 ± 0,85
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33
Dia 24	7,65	8,87	17,07	11,20 ± 4,19	6,65	6,85	8,67	7,39 ± 0,91
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33
Dia 24	9,07	7,88	9,29	8,75 ± 0,62	6,45	7,06	8,25	7,25 ± 0,75
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	6,87	7,49	6,72	7,03 ± 0,33				
Dia 24	7,21	5,82	7,65	6,89 ± 0,78				

Tabela A.25 Concentrações de cobre (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG			CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG		
Dia 1 -T0h	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36
Dia 24	25,05	15,70	24,33	21,69	±	4,25	33,80	24,35	21,43	26,53	±	5,28
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM			DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG		
Dia 1 -T0h	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36
Dia 24	40,58	37,80	39,88	39,42	±	1,18	37,08	32,33	45,23	38,21	±	5,33
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU			DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG		
Dia 1 -T0h	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36
Dia 24	53,88	38,13	43,35	45,12	±	6,55	53,55	20,03	42,85	38,81	±	13,98
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL								
Dia 1 -T0h	20,85	24,98	26,43	24,08	±	2,36						
Dia 24	42,48	18,03	34,48	31,66	±	10,18						

Tabela A.26 Concentrações de cádmio (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG			CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG		
Dia 1 -T0h	0,50	<LD	0,63	0,56	±	0,06	0,50	<LD	0,63	0,38	±	0,27
Dia 24	0,10	1,50	<LD	0,80	±	0,70	0,75	<LD	0,40	0,52	±	0,18
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM			DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG		
Dia 1 -T0h	0,50	<LD	0,63	0,38	±	0,27	0,50	0,00	0,63	0,38	±	0,27
Dia 24	0,05	0,73	1,60	0,79	±	0,63	3,53	0,90	1,03	1,82	±	1,21
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU			DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG		
Dia 1 -T0h	0,50	<LD	0,63	0,38	±	0,27	0,50	<LD	0,63	0,38	±	0,27
Dia 24	1,63	1,48	2,03	1,71	±	0,23	1,78	1,45	2,03	1,75	±	0,24
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL								
Dia 1 -T0h	0,50	<LD	0,63	0,38	±	0,27						
Dia 24	1,73	2,63	2,00	2,12	±	0,38						

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.27 Concentrações de cromo (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG			CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG		
Dia 1 - T0h	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42
Dia 24	3,18	2,00	3,55	2,91	±	0,66	3,00	0,93	1,90	1,94	±	0,85
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM			DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG		
Dia 1 - T0h	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42
Dia 24	2,53	2,85	2,60	2,66	±	0,14	2,70	3,33	3,95	3,33	±	0,51
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU			DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG		
Dia 1 - T0h	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42
Dia 24	3,00	3,35	3,48	3,28	±	0,20	3,23	3,55	4,45	3,74	±	0,52
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL								
Dia 1 - T0h	1,78	1,98	2,75	2,17	±	0,42						
Dia 24	5,30	3,43	4,10	4,28	±	0,78						

Tabela A.28 Concentrações de chumbo (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG			CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG		
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0
Dia 24	13,75	13,5	10,25	12,5	±	1,59	19,25	16,25	25,5	20,33333	±	3,85
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM			DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG		
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0
Dia 24	14	16	15,5	15,16667	±	0,84	18	11,75	6,25	12	±	4,80
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU			DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG		
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0
Dia 24	11	18	11	13,33333	±	3,29	17,5	9	19,75	15,41667	±	4,62
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL								
Dia 1 - T0h	<LD	<LD	12,00	12,00	±	0						
Dia 24	19	12,5	0	10,5	±	7,88						

*< LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.29 Concentrações de ferro (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 - T0h	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35
Dia 24	3373,75	1970,50	2832,50	2725,58 $\pm$ 577,84	3991,50	2920,25	3022,25	3311,33 $\pm$ 482,75
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 - T0h	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35
Dia 24	4681,25	3947,25	5233,50	4620,67 $\pm$ 526,85	4535,75	4258,25	5740,50	4844,83 $\pm$ 643,38
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 - T0h	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35
Dia 24	5363,00	4452,00	4705,50	4840,17 $\pm$ 383,91	5198,50	2199,50	4752,75	4050,25 $\pm$ 1321,27
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 - T0h	2283,75	2735,25	2550,75	2523,25 $\pm$ 185,35				
Dia 24	4669,25	2398,25	3847,00	3638,17 $\pm$ 938,82				

Tabela A.30 Concentrações de manganês (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG	CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG
Dia 1 -T0h	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 465,84	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 348,44
Dia 24	570,50	338,25	495,50	468,08 $\pm$ 201,73	1786,00	509,25	515,75	937,00 $\pm$ 550,22
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM	DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG
Dia 1 -T0h	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 372,76	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 367,36
Dia 24	1600,50	1631,00	1733,00	1654,83 $\pm$ 444,02	1695,50	722,50	1898,00	1438,67 $\pm$ 562,37
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU	DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG
Dia 1 -T0h	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 368,54	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 368,28
Dia 24	2031,50	1610,50	2060,00	1900,67 $\pm$ 558,49	2187,50	603,75	2177,50	1656,25 $\pm$ 724,67
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL				
Dia 1 -T0h	544,25	1433,00	644,75	874,00 $\pm$ 368,34				
Dia 24	2132,50	528,75	1919,00	1526,75 $\pm$ 637,41				

Tabela A.31 Concentrações de magnésio (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Média e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Média e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35
Dia 24	39,22	18,84	30,39	29,48	± 8,34	29,24	29,51	27,50	28,75	± 0,89
Coleta	DM1	DM2	DM3	Média e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Média e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35
Dia 24	25,18	24,94	32,55	27,55	± 3,53	31,03	37,55	29,84	32,81	± 3,39
Coleta	DU1	DU2	DU3	Média e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Média e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35
Dia 24	26,54	22,17	23,96	24,22	± 1,79	24,53	27,80	20,57	24,30	± 2,96
Coleta	AL1	AL2	AL3	Média e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	29,27	28,39	40,16	32,61	± 5,35					
Dia 24	32,47	19,51	20,70	24,23	± 5,85					

Tabela A.32 Concentrações de zinco (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Média e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Média e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77
Dia 24	146,28	67,06	94,73	102,69	± 32,33	161,28	95,50	90,38	115,72	± 32,28
Coleta	DM1	DM2	DM3	Média e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Média e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77	82,73	6,56	85,33	58,20	± 8,77
Dia 24	189,05	140,10	136,73	155,29	± 23,91	179,28	154,20	205,30	179,59	± 20,86
Coleta	DU1	DU2	DU3	Média e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Média e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77
Dia 24	261,63	155,78	184,03	200,48	± 44,75	287,20	57,45	215,40	186,68	± 95,97
Coleta	AL1	AL2	AL3	Média e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	82,73	65,55	85,33	77,87	± 8,77					
Dia 24	140,45	418,05	125,13	227,88	± 134,62					

Tabela A.33 Concentrações de níquel (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 - T0h	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60
Dia 24	0,60	0,88	1,18	0,88	± 0,23	1,78	-	4,88	3,33	± 1,55
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 - T0h	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60
Dia 24	3,48	4,85	4,75	4,36	± 0,63	4,68	3,68	6,75	5,03	± 1,28
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 - T0h	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60
Dia 24	2,65	5,85	0,73	3,08	± 3,08	7,40	4,33	4,50	5,41	± 1,41
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 - T0h	<LD	0,33	1,53	0,93	± 0,60					
Dia 24	6,13	0,80	2,83	3,25	± 2,19					

*<LD – Menor que o limite de detecção.

Tabela A.34 Concentrações de alumínio (mg Kg^{-1}) das amostras de sedimento dos mesocosmos durante o período experimental (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo).

Coleta	C1	C2	C3	Media e desvio de CG		CG1	CG2	CG3	Media e desvio de CG	
Dia 1 -T0h	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01
Dia 24	1271,75	819,75	1084,50	1058,67	± 185,43	1717,25	1126,75	1064,50	1302,83	± 294,14
Coleta	DM1	DM2	DM3	Media e desvio de DM		DMG1	DMG2	DMG3	Media e desvio de DMG	
Dia 1 -T0h	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01
Dia 24	1473,00	1493,75	1631,50	1532,75	± 70,34	1701,50	1327,75	1910,50	1646,58	± 241,06
Coleta	DU1	DU2	DU3	Media e desvio de DU		DUG1	DUG2	DUG3	Media e desvio de DUG	
Dia 1 -T0h	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01
Dia 24	1880,25	1573,75	1815,75	1756,58	± 131,94	2064,00	1471,25	1813,25	1782,83	± 242,94
Coleta	AL1	AL2	AL3	Media e desvio de AL						
Dia 1 -T0h	1185,00	1294,00	1201,25	1226,75	± 48,01					
Dia 24	2076,00	1414,25	2083,25	1857,83	± 313,67					

APÊNDICE B

Parâmetros ecotoxicológicos

Tabela B.1 Concentração de Inibição (CI) de *P. subcapitata* no teste de sensibilidade para diferentes concentrações de NaCl. A tabela foi gerada pelo programa computacional ICp 2.0 (Teste 1).

*** Inhibition Concentration Percentage Estimate ***

Toxicant/Effluent: NaCl

Test Start Date: 14.01.11 Test Ending Date: 18.01.11

Test Species: *P. subcapitata*

Test Duration: 96h

Conc. ID	Number Replicates	Concentration g L-1	Response Means	Std. Dev.	Pooled Response Means
1	3	0.000	645.333	74.782	645.333
2	3	0.500	533.667	31.021	534.500
3	3	2.000	535.333	31.644	534.500
4	3	3.500	350.333	136.207	350.333
5	3	5.000	88.667	14.468	88.667
6	3	6.500	4.333	2.309	4.333

The Linear Interpolation Estimate: 3.6586 Entered P Value: 50

Number of Resamplings: 80 80 Resamples Generated

The Bootstrap Estimates Mean: 3.6445 Standard Deviation: 0.3158

Original Confidence Limits: Lower: 2.9980 Upper: 4.1760

Expanded Confidence Limits: Lower: 2.2714 Upper: 4.7451

Resampling time in Seconds: 0.00 Random_Seed: -457142967

Tabela B.2 Concentração de Inibição (CI) de *P. subcapitata* no teste de sensibilidade para diferentes concentrações de NaCl. A tabela foi gerada pelo programa computacional ICp 2.0 (Teste 2).

*** Inhibition Concentration Percentage Estimate ***

Toxicant/Effluent: NaCl

Test Start Date: 10.05.11 Test Ending Date: 14.05.11

Test Species: *P. subcapitata*

Test Duration: 96h

Conc. ID	Number Replicates	Concentration mg.L	Response Means	Std. Dev.	Pooled Response Means
1	3	0.000	533.667	51.501	533.667
2	3	0.500	504.000	103.942	504.000
3	3	2.000	498.000	73.137	498.000
4	3	3.500	254.000	94.398	254.000
5	3	5.000	139.333	52.291	139.333
6	3	6.500	18.000	4.583	18.000

The Linear Interpolation Estimate: 3.4211 Entered P Value: 50

Number of Resamplings: 80 80 Resamples Generated

The Bootstrap Estimates Mean: 3.4207 Standard Deviation: 0.2738

Original Confidence Limits: Lower: 3.0608 Upper: 3.9896

Expanded Confidence Limits: Lower: 2.6644 Upper: 4.6150

Resampling time in Seconds: 0.00 Random_Seed: 705290575

Tabela B.3 Valores de CE_{50} , 48h ao cloreto de sódio (NaCl) obtidos em testes de sensibilidade com *Ceriodaphnia silvestrii*.

Ensaio	CE_{50} , 48h ($g\ L^{-1}$)
1	1,14
2	1,32
3	1,34
4	1,11
5	1,09
6	1,34
7	1,11
8	1,1
9	1,03
10	1,07
11	1
Média ($g\ L^{-1}$)	1,15
Limite inferior ($g\ L^{-1}$)	0,81
Limete superior ($g\ L^{-1}$)	1,38
Coeficiente de Variação (%)	10,28

Tabela B.4 Resultados de fecundidade e sobrevivência para *Ceriodaphnia silvestrii* obtidos no teste de sensibilidade crônica (NaCl).

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>						Amostra: Diluições de NaCl (substância de referência)														
Operador: Maressa Pomaro Casali Pereira						Método de ensaio: NBR 13373:2005						Início: 17/01/12 Término: 25/01/12								
AMOSTRA mg.L-1	Dia da leitura (data)	RÉPLICAS										Fêmeas/ neonatos	pH		OD		Cond		Dureza	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		I	F	I	F	I	F	I	F
0 (Controle)	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,50	7,80	7,34	6,89	23,4	24,4	152	160,7
	21/01	1/1	1/2	1/3	1/1	1/1	1/3	1/4	1/4	1/4	1/3	10/26	7,45	7,90	7,22	7,16	23,5	23,8	153	176
	23/01	1/1	1/8	1/0	1/5	1/5	1/10	1/11	1/12	1/13	1/6	10/71	7,44	7,94	7,25	7,41	23	23,5	154	159,8
	25/01	1/4	1/5	1/6	1/3	1/2	1/4	1/5	1/7	1/7	1/8	10/51	7,33	7,66	7,36	7,34	23,1	24,1	149,1	159,1
	Total de neonatos	6	15	9	9	8	17	20	23	24	17	10/169								
31,2	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,54	7,84	7,32	6,83	23,3	24,4	211	235
	21/01	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/5	1/3	1/0	1/0	1/1	10/29	7,44		7,13		23,5		280	
	23/01	1/7	1/11	1/9	1/9	1/5	1/4	1/11	1/0	1/11	1/0	10/67								
	25/01	1/6	1/6	1/5	1/6	1/4	1/2	1/3	1/4	1/8	1/4	10/48								
	Total de neonatos	17	21	18	19	13	11	17	4	19	5	10/144								
62,5	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,52	7,84	7,36	6,87	23,2	24,3	279	298
	21/01	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/4	1/4	1/3	1/2	10/33	7,48		7,13		23,5		280	
	23/01	1/3	1/9	1/10	1/8	1/2	1/4	1/7	1/9	1/4	1/8	10/64								
	25/01	1/6	1/6	1/3	1/7	1/4	1/5	1/8	1/7	1/7	1/13	10/66								
	Total de neonatos	14	18	16	18	9	12	19	20	14	23	10/163								
125	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,50	7,84	7,33	6,78	23,2	24,3	407	298
	21/01	1/5	1/2	1/3	1/5	+3	1/2	1/3	1/1	1/2	1/3	10/29	7,47		7,10		23,5		396	
	23/01	1/5	1/9	1/10	1/8	/	1/5	1/9	1/4	1/6	1/4	9/60								
	25/01	1/4	1/10	1/5	1/5	/	1/6	1/5	1/5	1/6	1/6	9/52								
	Total de neonatos	14	21	18	18	3	13	17	10	14	13	9/141								
250	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,50	7,77	7,35	6,81	23,2	24,3	625	683
	21/01	1/3	1/3	1/1	1/1	1/1	1/2	1/1	1/3	1/2	+1	10/18	7,46		7,10		23,5		586	
	23/01	1/8	1/0	1/0	1/1	1/0	1/2	1/0	1/0	1/3	/	9/14								
	25/01	1/10	1/0	1/3	1/4	1/2	1/0	1/1	1/8	1/0	/	9/28								
	Total de neonatos	21	3	4	6	3	4	2	11	5	1	9/60								
500	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,48	7,74	7,36	6,85	23,2	24,3	1075	1199
	21/01	1/0	1/1	1/2	1/1	1/1	1/1	1/1	+0	1/0	1/2	10/9	7,42		7,16		23,4		1046	
	23/01	1/0	1/3	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	/	1/1	1/0	9/5								
	25/01	1/1	1/0	1/1	1/4	1/1	1/0	1/1	/	1/3	1/0	9/11								
	Total de neonatos	1	4	4	5	2	1	2	0	4	2	9/25								
1000	19/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,44	7,68	7,34	6,88	23,3	23,7	1928	220
	21/01	1/0	1/1	1/0	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	+0	1/0	10/2	7,35	7,71	7,16	7,25	23,2	24,1	1846	2050
	23/01	1/0	1/1	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	+0	/	1/0	9/1	7,32	7,75	7,33	7,35	23,4	23,6	1925	2160
	25/01	1/0	1/0	1/0	1/0	+0	1/3	1/0	/	/	1/0	9/3	7,34	7,57	7,46	7,15	22,8	24,8	1876	2020
	Total de neonatos	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	9/6								

Tabela B.6 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 1) - continuação.

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Conc	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DM1 _{1,25%}	7,52	8,91	157,9	50	2	2	2	1	7	35	7,63	7,17
DM1 _{2,5%}	7,49	7,74	153,1	48	1	1	2	3	7	35	7,62	7,17
DM1 _{5%}	7,59	8,83	151,3	50	4	2	2	3	11	55	7,62	7,14
DM1 _{10%}	7,6	8,66	147,4	52	2	4	2	1	9	45	7,65	7,15
DM1 _{20%}	7,56	8,50	136,1	56	4	5	4	4	17	85	7,62	7,08
DM1 _{100%}	7,42	8,40	45,7	28	5	5	5	5	20	100	7,46	7,47
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 6,40%					Intervalo de confiança 95%: 3,12- 13,13%							
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DM2 _{1,25%}	7,52	9,03	156,6	56	0	0	0	0	0	0	7,63	7,19
DM2 _{2,5%}	7,6	8,98	154,2	50	0	1	0	1	2	10	7,62	7,25
DM2 _{5%}	7,58	8,92	150,5	50	1	2	1	1	5	25	7,58	7,11
DM2 _{10%}	7,55	8,69	144,4	50	0	1	0	1	2	10	7,65	7,16
DM2 _{20%}	7,55	8,51	133,8	48	0	1	0	1	2	10	7,64	7,10
DM2 _{100%}	7,40	8,29	42,1	20	5	5	5	5	20	100	7,42	7,49
B) Resultado: CE(I)50,48 h:18,41%					Intervalo de confiança 95%: 13,36 – 25,36%							
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DM3 _{1,25%}	7,60	9,02	155,1	52	0	1	0	1	2	10	7,64	7,25
DM3 _{2,5%}	7,58	7,58	8,95	152,8	2	1	1	1	5	25	7,63	7,17
DM3 _{5%}	7,55	8,88	149,8	40	3	2	1	0	6	30	7,62	7,19
DM3 _{10%}	7,57	8,73	145,2	52	4	2	1	2	9	45	7,62	7,22
DM3 _{20%}	7,54	8,49	133,6	44	5	4	5	5	19	95	7,59	7,07
DM3 _{100%}	7,34	8,47	41,5	28	5	5	5	5	20	100	7,44	7,53
C) Resultado: CE(I)50,48 h: 7,56%					Intervalo de confiança 95%: 5,50 – 10,39%							
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DMG1 _{1,25%}	7,58	8,48	154,4	44	1	0	0	0	1	5	7,64	7,07
DMG1 _{2,5%}	7,58	8,53	151,0	48	0	0	1	1	2	10	7,64	7,22
DMG1 _{5%}	7,58	8,77	149,2	46	2	0	1	1	4	20	7,60	7,18
DMG1 _{10%}	7,60	8,65	143,8	50	2	1	1	2	6	30	7,58	7,13
DMG1 _{20%}	7,57	8,63	134,3	32	5	5	5	5	20	100	7,60	7,02
DMG1 _{100%}	7,36	7,33	43,7	26	5	5	5	5	20	100	7,47	7,02
D) Resultado: CE(I)50,48 h:9,82					Intervalo de confiança 95%:7,76 – 12,44%							
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DMG2 _{1,25%}	7,55	8,52	157,0	46	2	1	0	2	5	25	7,69	7,30
DMG2 _{2,5%}	7,53	8,76	152,3	54	0	0	2	2	4	20	7,70	7,35
DMG2 _{5%}	7,58	8,68	149,8	50	2	0	1	1	4	20	7,66	7,33
DMG2 _{10%}	7,54	8,68	144,5	48	2	2	2	/	6/15	40	7,63	7,28
DMG2 _{20%}	7,52	8,37	133,6	48	5	5	5	5	20	100	7,57	7,25
DMG2 _{100%}	7,33	8,19	39,6	24	5	5	5	5	20	100	7,40	6,94
E) Resultado: CE(I)50,48 h: 10,38%					Intervalo de confiança 95%: 7,61- 14,16%							
Controle	7,39	7,06	155,9	46	0	0	0	0	0	0	7,89	7,53
DMG3 _{1,25%}	7,53	8,56	153,8	54	0	1	0	0	1	5	7,71	7,21
DMG3 _{2,5%}	7,52	8,43	152,7	54	1	1	1	2	5	25	7,63	7,32
DMG3 _{5%}	7,53	8,58	149,6	54	2	2	1	3	8	40	7,64	7,25
DMG3 _{10%}	7,56	8,42	143,7	54	4	3	2	3	12	60	7,65	7,31
DMG3 _{20%}	7,52	8,33	132,8	54	5	5	5	5	20	100	7,65	7,22
DMG3 _{100%}	7,37	7,84	41,2	20	5	5	5	5	20	100	7,42	6,94
F) Resultado: CE(I)50,48 h: 5,96%					Intervalo de confiança 95%: 4,49 – 7,91%							

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			Teste N ^o 3	
Início (data/hora): 04/02/11 – 17h/ Coleta: Dia 8			Final (data/hora): 06/02/11 – 17h	
Água de diluição: ASTM Lote: 01/02/11	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)
	7,42	7,11	166,2	46

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	da amostra	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,48	6,93	152,6	46	0	0	0	0		0	7,63	7,22
CC2	7,35	6,86	62,2	34	5	5	5	5	20	50	7,72	7,25
CCG2	7,28	6,87	62,5	26	2	1	1	2	5	30	7,75	7,21
AL1	7,71	6,94	130,5	70	0	0	0	0	0	0	8,15	7,29
AL2	7,71	6,34	131,3	68	0	0	0	0	0	0	8,19	7,29
AL3	7,72	6,80	129,9	66	0	0	1	0	1	5	8,19	7,26
DM2	7,14	7,11	38,8	26	5	5	5	5	20	100	7,58	7,20
DUM2	7,22	6,43	66,6	26	5	5	5	5	20	100	7,78	7,16
DU2	7,27	6,77	59,9	34	5	5	5	5	20	100	7,76	7,22
DUG2	7,38	6,23	99,1	34	5	5	5	5	20	100	8,03	7,25
Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,52	7,29	152,3	48	0	0	0	0	0	0	7,73	7,01
CG2 _{6,25%}	7,55	7,13	144,6	50	1	2	1	0	4*	20	7,75	7,03
CG2 _{12,5%}	7,58	7,11	137,4	46	0	1	1	0	2	10	7,77	7,76
CG2 _{25%}	7,62	7,12	127,5	48	2	0	0	0	2*	10	7,02	6,99
CG2 _{50%}	7,70	7,14	107,2	52	0	3	2	4/4	9/19	47	7,76	6,99
CG2 _{100%}	7,85	7,24	62	30	5	5	5	5	20	100	7,75	6,96
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 48,9%					Intervalo de confiança 95%: 39,18 – 61,03 %							
Controle	7,38	7,11	166,2	40	0	0	0	0	0	0	7,68	7,28
DM2 _{6,25%}	7,40	7,12	145,7	50	0	0	0	0	0	0	7,73	7,25
DM2 _{12,5%}	7,35	7,10	140,3	50	0	0	0	0	0	0	7,68	7,20
DM2 _{25%}	7,35	7,11	127,0	48	0	0	3	2	5	25	7,68	7,23
DM2 _{50%}	7,32	7,13	96,6	40	3	5	5	5	18	90	7,69	7,24
DM2 _{100%}	7,14	7,11	38,8	26	5	5	5	5	20	100	7,58	7,20
B) Resultado: CE(I)50,48 h: 29,73%					Intervalo de confiança 95%: 26,0 - 34,0%							
Controle	7,38	7,11	166,2	40	0	0	0	0	0	0	7,68	7,28
DMG2 _{6,25%}	7,38	7,11	148,1	50	0	0	0	0	0	0	7,71	7,22
DMG2 _{12,5%}	7,42	7,07	142,6	42	0	0	0	0	0	0	7,71	7,24
DMG2 _{25%}	7,38	7,05	131,9	52	0	0	0	0	0*	0	7,68	7,26
DMG2 _{50%}	7,35	7,02	111,2	46	4	4	0	4	12	60	7,63	7,20
DMG2 _{100%}	7,22	6,43	66,6	26	5	5	5	5	20	100	7,78	7,16
C) Resultado: CE(I)50,48 h: 46,65%					Intervalo de confiança 95%: 40,08- 54,30%							
Controle	7,38	7,11	166,2	40	0	0	0	0	0	0	7,68	7,28
DU2 _{6,25%}	7,42	7,11	147,0	44	5	5	5	5	20	100	7,71	7,24
DU2 _{12,5%}	7,48	7,10	141,3	54	5	5	5	5	20	100	7,64	7,16
DU2 _{25%}	7,38	7,05	130,4	50	5	5	5	5	20	100	7,71	7,20
DU2 _{50%}	7,39	7,07	108,5	50	5	5	5	5	20	100	7,75	7,20
DU2 _{100%}	7,27	6,77	59,9	34	5	5	5	5	20	100	7,76	7,22
D) Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,38	7,11	166,2	40	0	0	0	0	0	0	7,68	7,28
DUG2 _{6,25%}	7,38	7,20	149,6	54	5	5	5	5	20	100	7,70	7,06
DUG2 _{12,5%}	7,38	7,17	148,0	60	5	5	5	5	20	100	7,72	7,16
DUG2 _{25%}	7,38	7,19	139,7	64	5	5	5	5	20	100	7,71	7,23
DUG2 _{50%}	7,42	7,05	126,5	50	5	5	5	5	20	100	7,85	7,23
DUG2 _{100%}	7,38	6,23	99,1	34	5	5	5	5	20	100	8,03	7,25
E) Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			Teste N ^o 4	
Início (data/hora): 08/02/11 – 17h / Coleta: Dia 12T0h			Final (data/hora): 10/02/11 – 17h	
Água de diluição: ASTM Lote: 01/02/11	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)
	7,52	7,07	154,3	46

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,52	7,07	154,3	50	0	0	0	0	0	0	7,50	7,35
CC2	7,48	7,45	74,2	30	5	5	5	5	20	100	7,62	7,38
CCG2	7,55	7,32	70,4	28	5	5	5	5	20	100	7,55	7,19
AL2	7,88	7,39	142,7	74	0	0	0	0	0	0	7,98	7,35
DM2	7,32	7,42	42,3	26	5	5	5	5	20	100	7,52	7,33
DMG2	7,47	6,91	79,8	32	5	5	5	5	20	100	7,66	7,23
DU2	7,42	7,20	61,8	36	5	5	5	5	20	100	7,62	7,32
DUG2	7,85	7,66	100,5	44	5	5	5	5	20	100	7,78	7,28
Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,52	7,29	152,3	48	0	0	0	0	0	0	7,73	7,01
C2 6,25%	7,66	7,08	143,7	48	1	1	1	0	3	15	7,80	6,96
C2 12,5%	7,67	7,14	139,6	50	2	0	2	2	3	30	7,77	6,94
C2 25%	7,68	7,08	129,8	46	1	2	1/4	2	6/19	31	7,80	6,94
C2 50%	7,72	7,09	11,4	44	1	3	3/4	4	11/1	57	7,72	6,95
C2 100%	7,86	7,20	70,1	40	5	5	5	5	20	100	7,78	6,95
A) Resultado: CE(I)50,48 h:32,24 %					Intervalo de confiança 95%: 22,29 – 46,64%							
Controle	7,52	7,29	152,3	48	0	0	0	0	0	0	7,73	7,01
CG2 6,25%	7,69	7,10	143,7	50	1	0	0/4	0/4	1/18	5	7,82	6,96
CG2 12,5%	7,68	7,09	138,4	50	0	0	0	1	1	5	7,79	6,95
CG2 25%	7,69	7,08	128,7	52	0	0	0	1	1	5	7,77	6,98
CG2 50%	7,74	7,07	109,9	401	5	5	5	5	20	100	7,78	6,94
CG2 100%	7,85	7,15	68,6	20	5	5	5	5	20	100	7,82	6,91
B) Resultado: CE(I)50,48 h: 34,69%					Intervalo de confiança 95%: Sem Intervalo de Confiança							
Controle	7,52	7,07	154,3	50	0	0	0	0	0	0	7,50	7,35
DM2 6,25%	7,54	7,33	148,8	46	1	0	0	0	1*	5	7,54	7,30
DM2 12,5%	7,48	7,32	140,8	56	0	0	0	0	0	0	7,50	7,31
DM2 25%	7,48	7,26	128,4	34	1	0	0	0	1	5	7,54	7,30
DM2 50%	7,49	7,30	87,5	38	4	0	2	2	8	40	7,49	7,20
DM2 100%	7,32	7,42	42,3	26	5	5	5	5	20	100	7,52	7,33
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 53,41%					Intervalo de confiança 95%: 45,58 – 62,57%							
Controle	7,52	7,07	154,3	50	0	0	0	0	0	0	7,50	7,35
DMG2 6,25%	7,58	7,29	148,5	46	0	1	0	0	1*	5	7,53	7,23
DMG2 12,5%	7,55	7,29	146,2	50	0	0	0	0	0	0	7,56	7,26
DMG2 25%	7,55	7,23	136,3	36	0	0	0	0	0	0	7,59	7,25
DMG2 50%	7,55	7,24	118,4	42	1	2	2	1	6	30	7,6	7,13
DMG2 100%	7,47	6,91	79,8	32	5	5	5	5	20	100	7,66	7,23
C) Resultado: CE(I)50,48 h: 57,37%					Intervalo de confiança 95%: 49,46 – 66,65%							
Controle	7,52	7,07	154,3	50	0	0	0	0	0	0	7,50	7,35
DU2 6,25%	7,52	7,33	146,2	52	3	4	4	5	16	80	7,61	7,15
DU2 12,5%	7,52	7,31	144,2	24	5	5	5	5	20	100	7,59	7,18
DU2 25%	7,53	7,34	134,5	50	5	5	5	5	20	100	7,61	7,19
DU2 50%	7,52	7,27	113,7	42	5	5	5	5	20	100	7,61	7,17
DU2 100%	7,42	7,20	61,8	36	5	5	5	5	20	100	7,62	7,32
A) Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,52	7,07	154,3	50	0	0	0	0	0	0	7,50	7,35
DUG2 _{6,25%}	7,56	7,31	149,7	50	1	1	0	0	2	10	7,60	7,08
DUG2 _{12,5%}	7,62	7,37	146,9	52	4	5	5	5	19	95	7,56	7,04
DUG2 _{25%}	7,65	7,38	141,7	50	5	5	5	5	20	100	7,64	7,01
DUG2 _{50%}	7,78	7,44	130,3	46	5	5	5	5	20	100	7,71	7,09
DUG2 _{100%}	7,85	7,66	100,5	44	5	5	5	5	20	100	7,78	7,28
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 8,66					Intervalo de confiança 95%:8,08 – 9,27%							

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			Teste N ^o 5	
Início (data/hora): 10/02/11 – 17h/ Coleta: Dia 12 T3h			Final (data/hora): 12/02/11 – 17h	
Água de diluição: ASTM Lote: 01/02/11	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)
	7,60	7,18	164,9	48

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,43	7,19	155,1	48	0	0	0	0	0	0	7,56	6,92
AL1	7,80	7,19	145,8	84	0	0	0	0	0	0	8,03	6,95
AL2	7,79	7,14	145,3	78	0	0	0	0	0	0	8,07	6,93
AL3	7,81	7,48	143,0	72	0	0	0	0	0	0	8,07	6,89
DM1	7,30	7,41	52,0	24	5	5	5	5	20	100	7,59	6,92
DM2	7,26	7,38	41,3	18	5	5	5	5	20	100	7,52	6,95
DM3	7,26	7,55	58,3	28	5	5	5	5	20	100	7,56	6,95
DMG1	7,32	7,28	74,7	30	5	5	5	5	20	100	7,68	6,88
DMG2	7,41	7,65	79,1	28	5	5	5	5	20	100	7,71	6,90
DMG3	7,18	7,32	81,2	28	5	5	5	5	20	100	7,77	6,93
Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%:							
Controle	7,52	7,29	152,3	48	0	0	0	0	0	0	7,73	7,01
C2 6,25%	7,66	7,08	143,7	48	1	1	1	0	3	15	7,80	6,96
C2 12,5%	7,67	7,14	139,6	50	2	0	2	2	3	30	7,77	6,94
C2 25%	7,68	7,08	129,8	46	1	2	1/4	2	6/19	31	7,80	6,94
C2 50%	7,72	7,09	11,4	44	1	3	3/4	4	11/1	57	7,72	6,95
C2 100%	7,86	7,20	70,1	40	5	5	5	5	20	100	7,78	6,95
A) Resultado: CE(I)50,48 h:32,24 %					Intervalo de confiança 95%: 22,29 – 46,64%							
Controle	7,52	7,29	152,3	48	0	0	0	0	0	0	7,73	7,01
CG2 6,25%	7,69	7,10	143,7	50	1	0	0/4	0/4	1/18	5	7,82	6,96
CG2 12,5%	7,68	7,09	138,4	50	0	0	0	1	1	5	7,79	6,95
CG2 25%	7,69	7,08	128,7	52	0	0	0	1	1	5	7,77	6,98
CG2 50%	7,74	7,07	109,9	401	5	5	5	5	20	100	7,78	6,94
CG2 100%	7,85	7,15	68,6	20	5	5	5	5	20	100	7,82	6,91
B) Resultado: CE(I)50,48 h: 34,69%					Intervalo de confiança 95%: Sem Intervalo de Confiança							
Controle	7,43	7,19	155,1	48	0	0	0	0	0	0	7,56	6,92
DM1 3,125%	7,45	7,28	150,8	46	1	0	0	0	1	5	7,62	6,90
DM1 6,25%	7,46	7,30	147,4	44	0	0	0	0	0*	0	7,58	6,90
DM1 12,5%	7,48	7,31	143,6	42	1	1	0	1	3	15	7,58	6,92
DM1 25%	7,38	7,34	128,8	42	5	5	5	5	20*	100	-	-
DM1 50%	7,43	7,45	103,7	36	5	5	5	5	20	100	7,62	6,92
DM1 100%	7,30	7,41	52,0	24	5	5	5	5	20	100	7,59	6,92
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 15,99%					Intervalo de confiança 95%: 14,20 - 18,02%							

Tabela B.11 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 6).

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			Teste N ^o 6	
Início (data/hora): 12/02/11 – 18h Coleta: Dia 16			Final (data/hora): 14/02/11 – 18h	
Água de diluição: ASTM Lote: 07/02/11	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)
	7,45	7,05	162,6	48

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	6,91	6,91	165,5	54	0	0	0	0	0	0	7,42	6,76
C1	7,82	6,93	90,7	46	5	5	5	5	20	100	7,64	6,80
C2	7,78	6,94	80,6	36	5	5	5	5	20	100	7,60	6,78
C3	7,75	6,96	75,3	42	5	5	5	5	20	100	7,59	6,80
CG1	7,72	6,96	71,0	34	5	5	5	5	20	100	7,54	6,80
CG2	7,78	6,97	78,2	40	5	5	5	5	20	100	7,54	6,76
CG3	7,79	6,93	92,9	38	5	5	5	5	20	100	7,54	6,78
AL1	8,22	6,94	161,3	88	0	0	0	0	0	0	8,03	6,87
AL2	8,5	6,93	191,5	86	1	0	0	1	2	10	8,00	6,86
AL3	8,19	6,94	160,8	84	3	0	1	0	4	20	7,99	6,86
DM1	7,62	6,95	56,4	28	5	5	5	5	20	100	7,55	6,82
DM2	7,52	6,93	45,8	24	5	5	5	5	20	100	7,42	6,82
DM3	7,65	6,90	65,6	30	5	5	5	5	20	100	7,53	6,82
DMG1	7,84	6,94	82,3	34	5	5	5	5	20	100	7,58	6,78
DMG2	7,66	6,89	88,0	28	5	5	5	5	20	100	7,61	6,76
DMG3	7,78	6,96	88,0	30	5	5	5	5	20	100	7,62	6,80
DU1	7,28	6,93	32,6	16	5	5	5	5	20	100	7,24	6,86
DU2	7,69	7,01	72,7	36	5	5	5	5	20	100	7,54	6,87
DU3	7,48	6,91	63,5	28	5	5	5	5	20	100	7,52	6,85
DUG1	7,48	6,93	56	18	5	5	5	5	20	100	7,36	6,79
DUG2	7,88	7,00	98,7	38	5	5	5	5	20	100	7,74	6,97
DUG3	7,82	6,95	88,5	38	5	5	5	5	20	100	7,60	7,77
Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%:							
Controle	7,62	7,71	154,0	50	0	0	0	0	0	0	7,71	7,12
Controle	7,69	7,90	150,4	50	0	0	0	0	0	0	7,78	7,08
C1 6,25%	7,70	8,00	145,5	60	2	0	0	0	2	10	7,82	7,13
C1 12,5%	7,71	7,92	140,8	52	0	2	0	0	2	10	7,83	7,05
C1 25%	7,70	8,02	133,1	50	0	0	0	0	0	0	7,80	7,07
C1 50%	7,74	7,75	119,7	30	1/6	1	0	1	3/21	14	7,82	7,01
C1 100%	7,81	7,96	85,2	34	5	5	5	5	20	100	7,91	7,07
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 64,91%					Intervalo de confiança 95%: 57,02 – 73,90 %							
Controle	7,62	7,71	154,0	50	0	0	0	0	0	0	7,71	7,12
C2 6,25%	7,69	7,80	145,2	50	0	0	0	0	0	0	7,74	7,09
C2 12,5%	7,71	7,94	140,0	56	0	0	0	0	0	0	7,78	7,05
C2 25%	7,71	7,70	130,1	48	0	0	0	0	0*	0	7,81	7,05
C2 50%	7,71	7,81	112,7	50	2	2	3	1	8	40	7,79	7,05
C2 100%	7,74	7,65	76,1	42	5	5	5	5	20	100	7,83	7,07
B) Resultado: CE(I)50,48 h:53,59 %					Intervalo de confiança 95%: 46,04 – 62,38%							
Controle	7,62	7,71	154,0	50	0	0	0	0	0	0	7,71	7,12
C3 6,25%	7,70	7,60	143,0	58	0	0	0	0	0	0	7,83	7,05
C3 12,5%	7,71	7,83	140,2	52	0	0	2	0	2	10	7,79	7,08
C3 25%	7,71	7,74	131,2	50	0	0	1	0	1	5	7,67	7,06
C3 50%	7,70	7,75	110,1	46	1	1	1	1	4	20	7,75	7,06
C3 100%	7,74	7,70	72,2	30	5	5	5	5	20	100	7,75	7,05
C) Resultado: CE(I)50,48 h: 55,48%					Intervalo de confiança 95%: 46,83 – 65,72%							

Tabela B.11 – Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 6)- continuação.

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,68	7,10	175,8	52	0	0	0	0	0	0	7,60	6,88
DMG1 _{3,125%}	7,65	6,99	765,7	58	0	0	0	0	0	0	7,55	6,88
DMG1 _{6,25%}	7,64	6,98	167,2	54	0	0	0	0	0	0	7,56	6,81
DMG1 _{12,5%}	7,58	6,88	161,8	44	3	2	1	2	8	40	7,62	6,84
DMG1 _{25%}	7,58	6,94	149,6	54	5	5	5	5	20*	100	7,58	6,78
DMG1 _{50%}	7,62	6,83	125,3	48	5	5	5	5	20	100	7,63	6,22
J) Resultado: CE(I)50,48 h: 13,40 %					Intervalo de confiança 95%:11,51 – 15,59%							
Controle	7,68	7,10	175,8	52	0	0	0	0	0	0	7,60	6,88
DMG2 _{3,125%}	7,71	7,06	169,2	54	0	0	0	0	0	0	7,68	6,83
DMG2 _{6,25%}	7,71	6,92	168,5	48	0	0	0	0	0	0	7,73	6,79
DMG2 _{12,5%}	7,73	6,97	162,8	50	5	3	4	2	14	70	7,69	6,78
DMG2 _{25%}	7,63	6,83	149,9	52	5	5	5	5	20*	100	7,68	6,76
DMG2 _{50%}	7,65	6,87	129,5	46	5	5	5	5	20	100	7,72	6,81
K) Resultado: CE(I)50,48 h: 10,88%					Intervalo de confiança 95%: 9,44- 12,54%							
Controle	7,68	7,10	175,8	52	0	0	0	0	0	0	7,60	6,88
DMG3 _{3,125%}	6,90	7,66	167,3	54	0	0	0	0	0	0	7,68	6,89
DMG3 _{6,25%}	6,90	7,62	164,7	60	3	1	0	2	6	30	7,66	6,83
DMG3 _{12,5%}	6,84	7,63	158,7	52	5	5	5	5	20*	100	7,62	6,83
DMG3 _{25%}	6,86	7,64	149,4	50	5	5	5	5	20	100	7,79	6,85
DMG3 _{50%}	6,83	7,66	131,4	48	5	5	5	5	20	100	7,76	6,72
L) Resultado: CE(I)50,48 h: 7,18 %					Intervalo de confiança 95%: 6,23- 8,28 %							
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DU1 _{3,125%}	7,64	7,05	151,6	68	3	3	2	3	11	55	7,78	6,83
DU1 _{6,25%}	7,56	7,0	150,5	56	4	3	5	3	15	75	7,79	6,83
DU1 _{12,5%}	7,55	7,02	142,8	48	5	5	5	5	20	100	7,81	6,77
DU1 _{25%}	7,50	6,96	126,2	50	5	5	5	5	20	100	7,79	6,79
DU1 _{50%}	7,44	7,0	99,4	34	5	5	5	5	20	100	7,72	6,81
M) Resultado: CE(I)50,48 h: não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DU2 _{3,125%}	7,57	6,93	150,6	40	4	4	5	4	17	85	7,73	6,82
DU2 _{6,25%}	7,58	6,94	151,2	48	5	4	5	5	20	100	7,82	6,84
DU2 _{12,5%}	7,59	6,95	146,9	54	5	5	5	5	20	100	7,81	6,79
DU2 _{25%}	6,60	6,95	135,7	50	5	5	5	5	20	100	7,83	6,78
DU2 _{50%}	7,55	6,94	115,6	44	5	5	5	5	20	100	7,86	6,75
N) Resultado: CE(I)50,48 h: não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DU3 _{3,125%}	7,57	6,93	151,1	50	4	5	3	2	14	70	7,85	6,81
DU3 _{6,25%}	7,58	6,91	150,6	54	5	4	5	5	49	95	7,83	6,80
DU3 _{12,5%}	7,56	6,94	146,1	44	5	5	5	5	20	100	7,83	6,80
DU3 _{25%}	7,58	6,94	134,4	48	5	5	5	5	20	100	7,83	6,79
DU3 _{50%}	7,58	6,92	112,0	38	5	5	5	5	20	100	7,87	6,80
O) Resultado: CE(I)50,48 h: não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DUG1 _{3,125%}	7,67	7,01	162,6	46	1	0	0	0	1	5	7,60	6,96
DUG1 _{6,25%}	7,63	6,94	158,3	44	2	1	2	3	8	40	7,62	6,93
DUG1 _{12,5%}	5,58	6,75	151,3	46	5	5	5	5	20	100	7,64	6,82
DUG1 _{25%}	7,48	6,42	137,5	46	5	5	5	5	20	100	7,46	6,82
DUG1 _{50%}	7,55	6,89	110,1	36	5	5	5	5	20	100	7,42	6,76
P) Resultado: CE(I)50,48 h: 6,63%					Intervalo de confiança 95%:5,58- 7,78y%							

Tabela B.11 – Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 6)- continuação.

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DUG2 _{3,125%}	7,55	6,88	152,8	56	0	0	0	0	0	0	7,85	6,81
DUG2 _{6,25%}	7,55	6,91	153,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,80
DUG2 _{12,5%}	7,58	6,85	150,5	52	5	5	5	5	20	100	7,81	6,73
DUG2 _{25%}	7,57	6,74	142,8	50	5	5	5	5	20	100	7,89	6,84
DUG2 _{50%}	7,56	6,56	129,8	50	5	5	5	5	20	100	7,95	6,80
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 8,84 %					Intervalo de confiança 95%: Não calculável.							
Controle	7,53	7,10	157,1	58	0	0	1	0/4	1/19	5	7,68	6,86
DUG3 _{3,125%}	7,54	6,93	150,9	52	3	5	5	3	16	80	7,83	6,80
DUG3 _{6,25%}	7,55	6,92	152,9	56	5	5	5	5	20	100	7,82	6,81
DUG3 _{12,5%}	7,55	6,94	148,6	58	5	5	5	5	20	100	7,81	6,82
DUG3 _{25%}	7,57	6,94	140,4	60	5	5	5	5	20	100	7,84	6,85
DUG3 _{50%}	7,56	6,91	124,5	48	5	5	5	5	20	100	7,85	6,84
B) Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							

Tabela B.12 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 7).

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>				Teste Nº 7	
Início (data/hora): 17/02/11 – 15h/ Coleta: Dia 20				Final (data/hora): 19/02/11 – 15h	
Água de diluição:	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)	
ASTM Lote: 07/02/11	7,48	7,01	156,7	48	

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	D	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,62	7,11	149,8	48	0	0	0	0	0	0	7,56	7,05
C2	7,73	7,16	80,3	38	5	5	5	5	20	100	7,71	6,98
CG2	7,67	6,82	81,7	28	5	5	5	5	20	100	7,58	6,78
AL2	8,34	7,16	169,7	86	0	0	0	0	0	0	8,20	6,91
DM2	7,63	7,12	45,0	24	5	5	5	5	20	100	7,50	6,95
DMG2	7,88	6,93	89,9	30	5	5	5	5	20	100	7,64	6,75
DU2	7,65	6,58	98,8	40	5	5	5	5	20	100	7,76	6,89
DUG2	7,78	7,16	69,4	34	5	5	5	5	20	100	7,64	6,90
Resultado: CE(I)50,48 h: Não calculável					Intervalo de confiança 95%: -							
Controle	7,62	7,11	149,8	48	0	0	0	0	0	0	7,56	7,05
DM2 _{3,125%}	7,73	7,07	154,2	44	0	0	0	0	0	0	7,62	6,88
DM2 _{6,25%}	7,67	7,05	151,9	46	1	2	0	0	3	15	7,58	6,83
DM2 _{12,5%}	7,65	7,02	146,0	46	1	1	1	2	5	25	7,52	6,82
DM2 _{25%}	7,62	6,97	131,3	42	3	5	5	5	18	90	7,48	6,76
DM2 _{50%}	7,52	6,91	105,3	40	5	5	5	5	20	100	7,51	6,79
DM2 _{100%}	7,63	7,12	45,0	24	5	5	5	5	20	100	7,50	6,95
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 14,36 %					Intervalo de confiança 95%: 11,79 – 17,49%							
Controle	7,62	7,11	149,8	48	0	0	0	0	0	0	7,56	7,05
DMG2 _{3,125%}	7,72	7,03	155,7	56	0	0	0	0	0	0	7,61	6,90
DMG2 _{6,25%}	7,72	7,11	755,7	50	0	0	1	1	2	10	7,58	6,92
DMG2 _{12,5%}	7,74	7,11	152,7	50	2	1	1	1	5	25	7,62	6,90
DMG2 _{25%}	7,72	7,11	142,3	50	1	1	2	1	5	25	7,64	6,84
DMG2 _{50%}	7,77	7,03	126,6	50	4	5	4	5	18	90	7,62	6,75
DMG2 _{100%}	7,88	6,93	89,9	30	5	5	5	5	20	100	7,64	6,75

Tabela B.13 – Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 8) - continuação.

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,48	6,92	155,0	54	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
DM1 _{3,125%}	7,57	7,15	148,6	52	0	0	0	0	0	0	7,50	7,01
DM1 _{6,25%}	7,54	7,15	146,5	48	0	0	0	0	0	0	7,53	7,05
DM1 _{12,5%}	7,51	7,03	140,9	40	1	5	3	1	10	50	7,47	9,97
DM1 _{25%}	7,60	7,33	129,3	48	2	2	4	2	10	50	7,50	6,97
DM1 _{50%}	7,60	7,27	103,9	36	5	5	5	5	20	100	7,46	6,71
DM1 _{100%}	7,60	7,36	50	22	5	5	5	5	20	100	7,41	6,67
H) Resultado: CE(I)50,48 h: 17,68%					Intervalo de confiança 95%: 14,20 – 22,01%							
Controle	7,48	6,92	155,0	54	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
DM2 _{3,125%}	7,64	7,32	146,1	50	1	1	0	1	3	15	7,44	6,65
DM2 _{6,25%}	7,69	7,37	146,0	46	0	1	2/4	1	4/19	21	7,45	6,54
DM2 _{12,5%}	7,63	7,34	138,2	44	3	3	3	3	12	60	7,42	6,49
DM2 _{25%}	7,67	7,34	124,9	40	4	5	5	5	19	95	7,41	6,56
DM2 _{50%}	7,53	7,23	93,4	30	5	5	5	5	20	100	7,32	6,47
DM2 _{100%}	7,38	7,03	26,9	16	5	5	5	5	20	100	7,09	6,45
I) Resultado: CE(I)50,48 h: 10,29%					Intervalo de confiança 95%: 7,7 – 13,76%							
Controle	7,48	6,92	155,0	54	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
DM3 _{3,125%}	7,71	7,30	149,7	42	0	0	0	0	0	0	7,43	6,57
DM3 _{6,25%}	7,71	7,30	147,7	44	3	2	1	1	7	35	7,45	6,66
DM3 _{12,5%}	7,69	7,31	144,4	50	5	4	4	3	16	80	7,46	6,67
DM3 _{25%}	7,70	7,29	133,3	46	3	4	4	5	16	80	7,45	6,69
DM3 _{50%}	7,69	7,29	68,2	44	5	5	5	5	20	100	7,45	6,70
DM3 _{100%}	7,71	7,33	66,0	38	5	5	5	5	20	100	7,46	6,72
J) Resultado: CE(I)50,48 h: 9,15%					Intervalo de confiança 95%: 7,28 – 11,51%							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DMG1 _{3,125%}	7,66	7,35	154,4	48	0	0	0	0	0	0	7,82	7,00
DMG1 _{6,25%}	7,65	7,36	152,6	46	0	0	0	0	0	0	7,85	7,00
DMG1 _{12,5%}	7,63	7,35	147,6	44	1/4	1	2	2/4	6/18	33	7,78	6,86
DMG1 _{25%}	7,59	7,34	138,8	46	5	5	5	5	20*	100	7,84	6,96
DMG1 _{50%}	7,56	7,33	120,4	40	5	5	5	5	20	100	7,85	6,99
DMG1 _{100%}	7,51	7,40	82,6	38	5	5	5	5	20	100	7,85	6,95
K) Resultado: CE(I)50,48 h: 14,03%					Intervalo de confiança 95%: 12,03- 16,37%							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DMG2 _{3,125%}	7,56	7,34	153,2	42	0	0	0	0	0	0	07,81	6,98
DMG2 _{6,25%}	7,62	7,30	152,4	48	0	0	0	0	0	0	7,86	6,97
DMG2 _{12,5%}	7,62	7,31	148,7	50	1/6	0/6	0/4	1	2/21	9	7,84	6,92
DMG2 _{25%}	7,60	7,24	143,3	40	1	1	0	0	2	10	7,90	6,97
DMG2 _{50%}	7,68	7,24	129,6	44	5	5	5	5	20*	100	8,01	6,88
DMG2 _{100%}	7,66	7,22	101,8	32	5	5	5	5	20	100	7,98	6,88
L) Resultado: CE(I)50,48 h: 30,88%					Intervalo de confiança 95%: 27,15- 35,12%							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DMG3 _{3,125%}	7,57	7,30	154,2	50	1	0	0/6	0	1/21	4	7,71	6,92
DMG3 _{6,25%}	7,60	7,26	152,9	50	0/4	0	0	0	0/19	0	7,76	6,92
DMG3 _{12,5%}	7,61	7,25	150	48	0	1	0	0	1	5	7,79	6,97
DMG3 _{25%}	7,60	7,23	141,7	40	0	0	1	1/4	2/19	9	7,76	7,00
DMG3 _{50%}	7,63	7,19	127,6	38	5	5	5	5	20	100	7,83	6,98
DMG3 _{100%}	7,62	7,18	96,8	34	5	5	5	5	20	100	7,82	6,92
M) Resultado: CE(I)50,48 h: 32,45%					Intervalo de confiança 95%: 28,56- 36,87%							

Tabela B.13 – Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água dos mesocosmos (Teste 8) - continuação.

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DU1 _{3,125%}	7,56	7,26	153,0	50	0	0	0	0	0	0	7,68	7,01
DU1 _{6,25%}	7,58	7,20	148,0	52	0	0	1	2	3*	15	7,73	6,95
DU1 _{12,5%}	7,56	7,10	140,9	50	1	1	0	1	3	15	7,68	6,96
DU1 _{25%}	7,53	7,23	126,7	48	1	0	2	1	4	20	7,61	6,84
DU1 _{50%}	7,45	7,21	93,6	32	5	5	5	5	20*	100	7,57	6,92
DU1 _{100%}	7,21	7,23	24,9	16	5	5	5	5	20	100	7,38	6,92
N)	Resultado: CE(I)50,48 h: 25,00%				Intervalo de confiança 95%:20,47 – 30,53 %							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DU2 _{3,125%}	7,54	7,26	152,5	44	0	0	0	0	0	0	7,63	6,90
DU2 _{6,25%}	7,57	7,29	151,2	52	0	0	0	0	0*	0	7,66	6,86
DU2 _{12,5%}	7,59	7,29	144,6	44	5	5	5	5	20*	100	7,71	6,90
DU2 _{25%}	7,57	7,28	135,8	50	5	5	5	5	20	100	7,72	6,92
DU2 _{50%}	7,58	7,27	115,2	44	5	5	5	5	20	100	7,74	6,91
DU2 _{100%}	7,62	7,20	7,15	36	5	5	5	5	20	100	7,82	6,92
O)	Resultado: CE(I)50,48 h:8,84 %				Intervalo de confiança 95%: Sem Intervalo de Confiança							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DU3 _{3,125%}	7,52	7,24	152,7	46	1	0	0	0	1	5	7,68	6,86
DU3 _{6,25%}	7,55	7,22	150,8	44	1	3	2	3	9	45	7,72	6,86
DU3 _{12,5%}	7,55	7,21	145,2	40	5	5	4	5	19	95	7,71	6,85
DU3 _{25%}	7,55	7,21	133,7	42	5	5	5	5	20	100	7,71	6,86
DU3 _{50%}	7,55	7,21	11,9	46	5	5	5	5	20	100	7,71	6,89
DU3 _{100%}	7,53	7,14	64,0	30	5	5	5	5	20	100	7,72	6,93
P)	Resultado: CE(I)50,48 h: 6,50%				Intervalo de confiança 95%:5,43 – 7,77%							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DUG1 _{3,125%}	7,50	7,19	153,6	50	0	0	0	0	0	0	7,72	6,86
DUG1 _{6,25%}	7,53	7,24	149,7	50	2	0/4	0	0	2/19	9	7,69	6,87
DUG1 _{12,5%}	7,51	7,27	145,2	40	3	4	5	5	17	85	7,68	6,87
DUG1 _{25%}	7,50	7,24	133,1	44	5	5	5	5	20	100	7,65	6,89
DUG1 _{50%}	7,49	7,19	108,7	38	5	5	5	5	20	100	7,64	6,88
DUG1 _{100%}	7,40	7,08	57,9	24	5	5	5	5	20	100	7,62	6,89
Q)	Resultado: CE(I)50,48 h: 9,15%				Intervalo de confiança 95%: 7,92 – 10,57%							
Controle	7,69	7,30	157,3	46	0	0	0	0	0	0	7,82	6,98
DUG2 _{3,125%}	7,52	7,23	154,1	50	0,	1	0	0/4	1/19	4	7,62	6

Tabela B.14 Testes de toxicidade avaliando a CE50, 48h para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC a partir de amostras de água dos mesocosmos, por método não paramétrico **Trimmed Spearman Karber** (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).

Ensaio	CE50, 48h Vertimec® 18 EC (%): <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>						
	C2	CG2	DM2	DMG2	DU2	DUG2	AL2
Dia 1 - T0h	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Dia 1 - T3h	>100	>100	18,41	10,38	<3,125	<3,125	>100
Dia 4	>100	>100	39,9	39,62	3,95	6,06	>100
Dia 8	>100	48,9	29,73	46,65	<3,125	<3,125	>100
Dia 12 - T0h	32,24	34,69	53,41	57,37	<3,125	8,66	>100
Dia 12 - T3h	32,24	34,69	14,32	18,08	<3,125	8,66	>100
Dia 16	53,59	40,58	5,58	10,88	<3,125	8,84	>100
Dia 20	23,65	24,15	14,36	25	7,42	<3,125	>100
Dia 24	18,3	12,5	10,29	30,88	8,84	4,74	>100
MeCD (%)	3,125						
MaCD (%)	100						

Tabela B.15 Testes de toxicidade avaliando a CE50, 48h, para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC, a partir de amostras de água dos mesocosmos, por método paramétrico **Probit**, IBM SPSS Statistics, versão 19 (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).

Ensaio	CE50, 48h Vertimec® 18 EC (%): <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>						
	C2	CG2	DM2	DMG2	DU2	DUG2	AL2
Dia 1 - T0h	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Dia 1 - T3h	>100	>100	17,38	6,52	<3,125	<3,125	>100
Dia 4	>100	>100	32,51	32,51	3,42	5,53	>100
Dia 8	>100	40,3	31,88	44,85	<3,125	<3,125	>100
Dia 12 - T0h	30,28	31,4	50,77	54,02	<3,125	8,46	>100
Dia 12 - T3h	30,28	31,4	13,39	16,4	<3,125	<3,125	>100
Dia 16	50,77	37,89	4,58	11,57	1,31	8,83	>100
Dia 20	23,13	22,97	14,02	24,24	4,1	0,83	>100
Dia 24	18,29	12,4	9,09	28,65	8,83	4,76	>100
MeCD (%)	3,125						
MaCD (%)	100						

Tabela B.16 Comparação dos valores das CE_{50} , 48h obtidos para as amostras de água das réplicas de cada tratamento dos mesocosmos ao longo do tempo, para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC.

Comparações	Coletas (Dias)	LS1	LS2	CE1	CE2	G	H	Z	Result ado
C2 e C1	16	62,38	65,72	53,59	64,91	0,066	1,164	1,211	Z>H*
	24	21,61	16,17	18,3	28,72	0,259	1,818	1,569	Z<H*
C2 e C3	16	62,38	65,72	53,59	55,48	0,099	1,255	1,035	Z<H*
	24	21,61	16,17	18,3	13,4	0,109	1,285	0,732	Z<H*
C1 e C3	16	65,72	65,72	64,91	55,48	0,074	1,185	0,855	Z<H*
	24	16,17	16,17	28,72	13,4	0,262	1,830	0,467	Z<H*
CG2 e CG1	16	47,6	59,2	40,58	48,3	0,112	1,295	1,190	Z<H*
	24	15,03	22,62	12,5	18,3	0,122	1,324	1,464	Z>H*
CG2 e CG3	16	47,6	55,15	40,58	47,79	0,093	1,239	1,178	Z<H*
	24	15,03	17,09	12,5	14,2	0,113	1,299	1,136	Z<H*
CG1 e CG3	16	59,2	55,15	48,3	47,79	0,108	1,283	0,989	Z<H*
	24	22,62	17,09	18,3	14,2	0,122	1,325	0,776	Z<H*
DM2 e DM1	1 T3h	25,36	13,13	18,41	6,4	0,342	2,196	0,348	Z<H*
	12 T3h	16,84	18,02	14,32	15,99	0,087	1,223	1,117	Z<H*
	16	8,7	16,03	5,58	9,47	0,299	1,991	1,697	Z<H*
	24	13,76	22,01	10,29	17,68	0,158	1,439	1,718	Z>H*
DM2 e DM3	1 T3h	25,36	10,39	18,41	7,56	0,196	1,570	0,411	Z<H*
	12 T3h	16,84	14,19	14,32	11,66	0,111	1,290	0,814	Z<H*
	16	8,7	4,8	5,58	3,33	0,250	1,778	0,597	Z<H*
	24	13,76	11,51	10,29	9,15	0,161	1,448	0,889	Z<H*
DM1 e DM3	1 T3h	13,13	10,39	6,4	7,56	0,341	2,194	1,181	Z<H*
	12 T3h	18,02	14,19	15,99	11,66	0,100	1,258	0,729	Z<H*
	16	16,03	4,8	9,47	3,33	0,278	1,898	0,352	Z<H*
	24	22,01	11,51	17,68	9,15	0,138	1,373	0,518	Z<H*
DMG2 e DMG1	1 T3h	14,16	12,44	10,38	9,82	0,170	1,477	0,946	Z<H*
	12 T3h	22,9	16,99	18,08	13,36	0,146	1,401	0,739	Z<H*
	16	12,54	15,59	10,88	13,4	0,090	1,231	1,232	Z>H*
	24	35,12	16,37	30,88	14,03	0,087	1,222	0,454	Z<H*
DMG2 e DMG3	1 T3h	14,16	7,91	10,38	5,96	0,182	1,522	0,574	Z<H*
	12 T3h	22,9	16,64	18,08	13,14	0,145	1,397	0,727	Z<H*
	16	12,54	8,28	10,88	6,23	0,138	1,374	0,573	Z<H*
	24	35,12	36,87	30,88	32,46	0,079	1,198	1,051	Z<H*
DMG1 e DMG3	1 T3h	12,44	7,91	9,82	5,96	0,160	1,446	0,607	Z<H*
	12 T3h	16,99	16,64	13,36	13,14	0,146	1,401	0,984	Z<H*
	16	15,59	8,28	13,4	6,23	0,140	1,380	0,465	Z<H*
	24	16,37	36,87	14,03	32,46	0,087	1,221	2,314	Z>H*
DU2 e DU1	16	4,8	4,8	3,125	3,125	0,264	1,835	1,000	Z<H*
	24	7,77	30,53	8,84	25	0,103	1,269	2,828	Z>H*
DU2 e DU3	16	4,8	4,8	3,125	3,125	0,264	1,835	1,000	Z<H*
	24	7,77	7,77	8,84	6,5	0,096	1,246	0,735	Z<H*

*Z<H: não significativo, Z>H: significativo

Tabela B.16 – Comparação dos valores das CE₅₀, 48h obtidos para as amostras de água das réplicas de cada tratamento dos mesocosmos ao longo do tempo, para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC - continuação.

Comparações	Coletas (Dias)	LS1	LS2	CE1	CE2	G	H	Z	Resultado
DU1 e DU3	16	4,8	4,8	3,125	3,125	0,264	1,835	1,000	Z<H*
	24	30,53	7,77	25	6,5	0,116	1,307	0,260	Z<H*
DUG2 e DUG1	16	7,77	7,88	8,84	6,63	0,094	1,241	0,750	Z<H*
	24	5,39	10,57	4,74	9,15	0,084	1,213	1,930	Z>H*
DUG2 e DUG3	16	7,77	4,8	8,84	3,125	0,195	1,565	0,354	Z<H*
	24	5,39	4,8	4,74	3,125	0,195	1,565	0,659	Z<H*
DUG1 e DUG3	16	7,88	4,8	6,63	3,125	0,201	1,588	0,471	Z<H*
	24	10,57	4,8	9,15	3,125	0,197	1,573	0,342	Z<H*

*Z<H: não significativo, Z>H: significativo

Tabela B.17 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de solubilizado do sedimento dos mesocosmos.

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			Teste N° 10	
Início (data/hora): 18/05/11			Final (data/hora): 20/05/11 – 20h	
Água de diluição: ASTM Lote: 17/05/11	pH	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm2)	Dureza (mg/l CaCO3)
	7,23	7,15	152,3	42

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,62	7,62	161,7	44	0	0	0	0	0	0	7,62	5,51
T 0h _{25%}	7,49	7,27	155,2	46	0	0	0	0	0	0	7,71	7,37
T 0h _{50%}	7,32	6,90	155,3	42	0	0	0	0	0	0	7,64	7,36
T 0h _{100%}	6,98	5,94	142,1	32	0	0	0	0	0	0	7,59	7,30
A) Resultado: CE(I)50,48 h:					Intervalo de confiança 95%:							
Controle	7,62	7,52	161,7	44	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
C _{6,25%}	7,52	7,52	157,0	46	0	0/4	0	0	0/19	0	7,58	7,24
C _{12,5%}	7,58	7,56	151,9	46	1	0	1	0	2	10	7,70	7,22
C _{25%}	7,52	7,58	148,9	44	0	1	0	1	2	10	7,75	7,23
C _{50%}	7,47	7,57	139,3	46	0	1	1	0/6	2/21	10	7,62	7,27
C _{100%}	7,18	7,49	124,8	40	0	0	0	0	0	0	7,40	7,28
B) Resultado: CE(I)50,48 h:					Intervalo de confiança 95%:							
Controle	7,62	7,52	161,7	44	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
CG _{6,25%}	7,53	7,46	155,2	34	0	0	0	0	0	0	7,80	7,38
CG _{12,5%}	7,57	7,52	153,9	38	0	0	0	0	0	0	7,86	7,39
CG _{25%}	7,56	7,71	150,3	44	0	0	0	0	0	0	7,76	7,36
CG _{50%}	7,44	7,71	139,2	44	0	0	0	0	0	0	7,70	7,39
CG _{100%}	7,18	7,71	131,0	44	0	0	0	0	0	0	7,53	7,31
C) Resultado: CE(I)50,48 h:					Intervalo de confiança 95%:							
Controle	7,62	7,52	161,7	44	0	0	0	0	0	0	7,63	6,88
DM _{6,25%}	7,63	7,66	149,2	28	0	0	0	0	0	0	7,79	7,39
DM _{12,5%}	7,62	7,64	150,3	38	0	0	0	0	0	0	7,85	7,42
DM _{25%}	7,60	7,65	143,1	42	0	0	0	0	0	0	7,82	7,45
DM _{50%}	7,45	7,64	135,5	40	0	0	0	0	0	0	7,75	7,42
DM _{100%}	7,15	7,67	121,1	40	0	0	0	0	0	0	7,45	7,32
D) Resultado: CE(I)50,48 h:					Intervalo de confiança 95%:							

Tabela B.19 Resultados dos testes de toxicidade agudos com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de sedimento total dos mesocosmos.

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>				Teste N° 10			
Início (data/hora): 02/06/11				Final (data/hora): 04/06/11 – 12h			
Água de diluição: ASTM Lote: 17/05/11	pH	OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)		Dureza (mg/l CaCO3)	
	7,53	7,26		154,3		48	

Amostra	Variáveis da amostra				Organismos imóveis				Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1	2	3	4	total	%	pH	OD
Controle	7,42	7,48	149,7	48	0/6	0/6	0	0	0/22	0	7,65	7,26
C 0h 25% 27/01	7,01	6,38	145,1	46	0	0	0	0	0	0	7,56	7,29
C 19/02	7,02	6,65	146,0	50	0	0	0	0	0	0	7,00	6,21
CG 19/02	6,87	5,14	139,1	44	0	0	0	0	0	0	7,03	6,50
DM 19/02	6,92	6,07	143,8	40	0	0	0	0	0	0	6,83	5,89
DMG 19/02	6,93	6,34	144,5	42	3	3	5	5	16	80	6,96	6,10
DU 19/02	6,96	6,33	138,2	36	2	1	2	1	6	30	7,01	6,41
DUG 19/02	6,99	5,97	142,9	38	1	0	0	0	1	5	7,11	5,56
AL 19/02	7,18	6,51	151,4	40	0	0	0	0	0	0	7,21	6,40
A) Resultado: CE(I)50,48151 h:					Intervalo de confiança 95%:							

Tabela B.20 Testes de toxicidade avaliando a CE50, 48h, para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC, a partir de amostras de sedimento dos mesocosmos 19 (C: controle; CG: controle com girinos; DM: dose múltipla; DMG: dose múltipla com girinos; DU: dose única; DUG: dose única com girinos; AL: controle externo; MaCD: maior concentração de diluição; MeCD: menor concentração de diluição).

	AI	Solulizado	Sedimento Total	CE50 da AI
T0h	0	0	0	0
C	30	10	0	0
CG	75	0	0	79,89
AI	0	0	0	0
DM	100	0	0	59,46
DMG	35	0	80	0
DU	100	0	30	6,26
DUG	100	0	5	79,37

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>								Teste N ^o 1 - claro							
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)		Dureza (mg/l CaCO3)							
		7,40		7,11		148,3		42							

Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais		
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4						
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	pH
Controle	7,62	7,52	161,7	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,58	6,93
62,5	7,53	7,05	149,9	42	0	3	0	4	0	4	0	3	0	14	7,57	6,70	
125	7,54	7,07	150,1	42	1	5	1	5	2	5	0	5	4	20	7,60	6,78	
250	7,54	7,06	149,8	42	3	5	2	5	2	5	3	5	10	20	7,61	6,83	
500	7,55	7,04	149,8	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,64	6,84	
1000	7,57	7,05	149,8	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,62	6,81	
A) Resultado: CE(I)50,48 h: não se pode calcular								Intervalo de confiança 95%:									

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>									Teste N° 2 - claro							
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)						
		7,40		7,11		148,3				42						

Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4					
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h
Controle	7,48	7,52	161,7	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,60	6,90
62,5	7,53	7,05	149,9	44	0	1	0	2	0	3	0	3	0	9	7,62	6,78
125	7,54	7,09	150,1	44	2	5	1	5	0	5	0	5	3	20	7,63	6,80
250	7,54	7,06	149,8	42	4	5	1	5	3	5	2	5	10	20	7,64	6,79
500	7,55	7,07	151,8	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,63	6,79
1000	7,57	7,03	150,8	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,62	6,73
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 66,57									Intervalo de confiança 95%:							

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>									Teste N° 3 - claro							
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)						
		7,40		7,11		148,3				42						

Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais		
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4						
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	pH
Controle	7,46	7,00	148,5	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,68	6,98
62,5	7,49	7,01	151,0	44	0	1	1	1	0	0	1	1	2	3	7,66	6,92	
125	7,50	7,04	151,2	44	1	5	2	5	0	5	0	5	3	20	7,64	6,79	
250	7,50	7,03	151,3	42	5	5	3	5	5	5	3	5	16	20	7,64	6,83	
500	7,52	7,05	151,4	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,66	6,81	
1000	7,52	7,03	151,7	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,66	6,61	
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 83,14									Intervalo de confiança 95%:								

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>								Teste N ^o 4 - claro							
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)		Dureza (mg/l CaCO3)							
		7,31		7,12		146,2		42							

Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais		
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4						
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	pH
Controle	7,46	7,00	148,5	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,56	6,70
62,5	7,49	7,01	151,0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,62	6,72
125	7,50	7,04	151,1	44	1	5	1	5	0	4	0	5	2	19	7,60	6,67	
250	7,55	7,00	151,2	42	3	5	4	5	4	5	3	5	14	20	7,60	6,62	
500	7,53	7,05	151,4	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,63	6,78	
1000	7,58	7,06	151,7	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,5	6,47	
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 91,51								Intervalo de confiança 95%: 85,53-97,9									

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>									Teste Nº 5 - escuro								
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)							
		7,40		7,11		148,3				42							
Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais		
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4						
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	pH
Controle	7,67	6,70	145,6	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,56	6,70
62,5	7,68	6,71	147,9	44	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7,62	6,72	
125	7,70	6,68	147,5	44	2	4	1	5	3	5	0	5	6	19	7,60	6,67	
250	7,70	6,67	147,5	46	3	5	3	5	5	5	5	5	16	20	7,60	6,62	
500	7,69	6,68	147,4	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,63	6,78	
1000	7,69	6,64	146,4	42	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,50	6,47	
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 88,39									Intervalo de confiança 95%: 83,82-93,21								

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>									Teste N° 6 - escuro								
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)							
		7,31		7,12		146,2				42							
Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais		
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4						
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	pH
Controle	7,67	6,70	145,6	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,76	7,04
62,5	7,68	6,71	147,9	44	0	1	0	2	0	2	0	2	0	7	7,78	6,98	
125	7,70	6,68	147,5	44	2	4	5	5	3	5	3	5	13	20	7,76	6,97	
250	7,70	6,67	147,5	46	4	5	3	5	4	5	5	5	16	20	7,78	6,95	
500	7,69	6,68	147,4	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,78	6,97	
1000	7,69	6,64	146,4	42	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,78	6,96	
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 73,34									Intervalo de confiança 95%:								

Tabela B.27 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 7 - escuro.

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>								Teste N ^o 7 - escuro								
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)						
		7,31		7,12		146,2				42						
Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4					
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h
	Controle	7,55	6,91	149,7	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,71
62,5	7,54	6,86	148,4	42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7,84	7,07
125	7,62	6,81	149,1	44	0	5	0	4	1	4	0	4	1	17	7,83	7,01
250	7,61	6,67	149,8	44	3	5	3	5	4	5	4	5	14	20	7,85	7,03
500	7,60	6,68	148,8	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,85	7,04
1000	7,63	6,71	148,5	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,85	7,03
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 94,25								Intervalo de confiança 95%: 83,42-106,48								

Tabela B.28 Resultados dos testes de toxicidade aguda com *Ceriodaphnia silvestrii* a partir de amostras de água contaminadas com Vertimec® 18 EC em laboratório – teste 8 - escuro.

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>									Teste Nº 8 - escuro							
Água de diluição: ASTM		pH		OD (mg/L)		Cond. (µS/cm2)				Dureza (mg/l CaCO3)						
		7,31		7,12		146,2				42						

Amostra nL L ⁻¹	Variáveis Iniciais				Organismos imóveis								Efeito		Variáveis finais	
	pH	OD	Cond	Dur	1		2		3		4					
					24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h
Controle	7,55	6,91	149,7	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,71	7,07
62,5	7,54	6,86	148,4	42	1	2	0	2	0	2	0	1	1	7	7,84	7,07
125	7,62	6,81	149,1	44	2	5	3	5	1	4	3	5	9	19	7,83	7,01
250	7,61	6,67	149,8	44	4	5	3	5	3	5	4	5	14	20	7,85	7,03
500	7,60	6,68	148,8	46	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,85	7,04
1000	7,63	6,71	148,5	44	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	7,85	7,03
A) Resultado: CE(I)50,48 h: 74,33									Intervalo de confiança 95%: 61,65 – 89,60							

Tabela B.29 Comparação entre médias CE50, 24h: valores testes claro e escuro, 24h.

Testes	CE50, 24h	IC i	IC s
Teste 1 Claro	217,64	178,46	265,42
Teste 2 Claro	225,31	186,24	272,58
Teste 3 Claro	180,65	147,57	221,15
Teste 4 Claro	293,06	171,35	240,64
Medias Claro	229,165	170,905	249,9475
Teste 5 Escuro	161,33	130,76	199,04
Teste 6 Escuro	117,14	92,47	148,39
Teste 7 Escuro	210,22	179,63	246,04
Teste 8 Escuro	129,91	108,57	155,43
Medias Escuro	154,65	127,8575	187,225

Tabela B.30 Comparação entre médias CE50, 48h: valores testes claro e escuro, 48h.

Testes	CE50, 24h	IC i	IC s
Teste 2 Claro	66,57	Sem intervalo	sem intervalo
Teste 3 Claro	83,14	sem intervalo	sem intervalo
Teste 4 Claro	91,51	85,53	97,9
Medias Claro	80,40667	85,53	97,9
Teste 5 Escuro	88,39	83,82	93,21
Teste 6 Escuro	73,34	sem intervalo	sem intervalo
Teste 7 Escuro	94,25	83,42	106,48
Teste 8 Escuro	74,33	61,65	89,6
Medias Escuro	82,5775	72,535	98,04

Tabela B.31 Testes de toxicidade aguda para amostras de água, contaminadas em laboratório, avaliando a CE50, 24h para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC (DP: desvio padrão, CV: coeficiente de variação, IC 95% inferior: intervalo de confiança inferior com 95% de confiabilidade, IC 95% superior: intervalo de confiança superior com 95% de confiabilidade).

CE50, 24h Vertimec 18 EC (nL L ⁻¹): <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			
Nº Teste	IC 95% inferior	IC 95% superior	CE50
1	178,46	265,42	217,64
2	186,24	272,58	225,31
3	147,57	221,15	180,65
4	171,35	240,64	293,06
5	130,76	199,04	161,33
6	92,47	148,39	117,14
7	179,63	246,04	210,22
8	108,57	155,43	129,91
Média			191,90
DP			53,43
CV			27,8%
Limite inferior			85,04
Limite superior			298,77

inferior: intervalo de confiança inferior com 95% de confiabilidade, IC 95% superior: intervalo de confiança superior com 95% de confiabilidade).

CE50, 48h Vertimec 18 EC (nL L ⁻¹): <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>			
Nº Teste	IC 95% inferior	IC 95% superior	CE50
1	-	-	66,57
2	-	-	83,14
3	85,53	97,9	91,51
4	83,82	93,21	88,39
5	-	-	73,34
6	83,42	106,48	94,25
7	61,65	89,6	74,33
Média			81,64
DP			9,66
CV			11,8%
Limite inferior			62,32
Limite superior			100,97

Tabela B.33 Resultados teste toxicidade crônica para *Ceriodaphnia silvestrii* com amostras de água, contaminadas em laboratório com produto comercial ao Vertimec® 18 EC – teste 1.

[illegible]

Tabela B.34 Resultados teste toxicidade crônica para *Ceriodaphnia silvestrii* com amostras de água, contaminadas em laboratório com produto comercial ao Vertimec® 18 EC – teste 2.

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>						Amostra: Diluições produto comercial Vertimec® 18 EC (Abamectina)														
Operador: Maressa Pomaro Casali Pereira						Método de ensaio: NBR 13373:2005						Teste 2								
AMOSTRA nL.L-1	Dia da leitura (data)	RÉPLICAS										Fêmeas/ neonatos	pH		OD		Cond		Dureza	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		I	F	I	F	I	F	I	F
0 (Controle) Lote: 18/01/12	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,58	7,84	7,20	7,22	24,9	25,1	157,5	158,7
	30/01	1/8	1/11	1/6	1/11	1/10	1/9	1/10	1/9	1/6	1/9	10/89								
	01/02	1/2	1/6	1/11	1/8	1/6	1/6	1/6	1/9	1/9	1/8	10/71		7,87		7,13		25,3		159,4
	Total de neonatos	10	17	17	19	16	15	16	18	15	17	10/160								
4,68	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,58	7,78	7,15	7,07	24,8	25,2	153,2	157,2
	30/01	1/8	1/7	1/5	1/7	1/0	1/1	1/9	1/4	1/0	1/7	10/48								
	01/02	1/7	1/7	1/4	1/6	1/9	1/11	1/7	1/7	1/0	1/4	10/62		7,77		7,04		25,1		169,5
	Total de neonatos	15	14	9	13	9	12	16	11	0	11	10/110								
9,37	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0								
	30/01	1/8	1/2	1/0	1/3	+/0	+/0	1/9	1/1	1/8	+/0	10/31								
	01/02	1/8	1/0	1/0	1/5	/	/	1/5	1/2	1/8	/	7/28								
	Total de neonatos	16	2	0	8	0	0	14	3	26	0	10/59								
18,75	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0								
	30/01	1/6	1/0	1/4	1/0	1/5	1/6	1/9	1/0	1/5	1/8	10/43								
	01/02	1/6	1/8	1/5	1/1	1/2	+/8	+/8	1/5	1/2	1/4	10/49		7,9		7,38		24,9		165,3
	Total de neonatos	12	8	9	1	7	14	17	5	7	12	8/92								
37,5	27/01	1/1	1/1	1/1	+/0	1/0	+/0	1/1	1/1	1/1	1/1									
	30/01	1/5	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/4	1/3	+/0	+/0									
	01/02	+/0	/	/	/	/	/	/	+/0	/	/									
	Total de neonatos	5	0	0	0	0	0	4	3	0	0									
75	27/01	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0									
	30/01																			
	01/02																			
	Total de neonatos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

Organismo teste: <i>Ceriodaphnia silvestrii</i>					Amostra: Diluições produto comercial Vertimec® 18 EC (Abamectina)															
Operador: Maressa Pomaro Casali Pereira					Método de ensaio: NBR 13373:2005							Teste 3								
AMOSTRA n.L.L-1	Dia da leitura (data)	RÉPLICAS										Fêmeas/ neonatos	pH		OD		Cond		Dureza	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		I	F	I	F	I	F	I	F
0 (Controle) Lote: 18/01/12	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,58	7,91	7,20	7,23	24,9	25,1	157,5	158,6
	30/01	1/1	1/0	1/10	1/10	1/4	1/9	1/8	1/7	1/11	1/9	10/69								
	01/02	1/0	1/0	1/5	1/3	1/10	1/7	1/7	1/7	1/6	1/6	10/51		7,87		7,10		25,4		160,4
	Total de neonatos	1	0	15	13	14	16	15	14	17	15	10/120								
4,68	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0	7,58	7,78	7,15	7,00	24,8	25,3	153,2	151,7
	30/01	1/7	1/3	1/3	1/6	1/7	1/2	1/9	1/9	1/14	1/13	10/63								
	01/02	1/6	1/7	1/1	1/7	1/7	1/6	1/7	1/6	1/4	1/7	10/58		7,88		7,14		25,1		164,3
	Total de neonatos	14	10	4	13	14	8	16	15	18	20	10/121								
9,37	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	10/0								
	30/01	1/8	1/6	1/10	1/3	1/4	1/4	1/7	1/7	1/6	1/3	10/58								
	01/02	1/5	1/4	1/5	1/4	1/4	1/5	1/2	1/5	1/3	1/2	10/39								
	Total de neonatos	13	10	15	7	8	9	9	12	9	5	10/97								
18,75	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0									
	30/01	1/7	1/8	1/5	1/2	1/8	1/1	1/4	1/0	1/4	1/1									
	01/02	+/11	+/4	+/0	+/0	+/5	+/0	+/3	+/1	+/5	+/10									
	Total de neonatos	18	12	5	2	13	1	7	1	9	11									
37,5	27/01	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0									
	30/01	+/0	1/3	+/0	1/4	+/2	1/2	+/4	+/0	+/0	+/0									
	01/02	/	+/0	/	+/0	/	+/0	/	/	/	/									
	Total de neonatos	0	3	0	4	2	2	4	0	0	0									
75	27/01	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0									
	30/01																			
	01/02																	</		

Tabela B.36 Comparação dos valores das CE₅₀, 48h obtidos a partir de amostras de água dos mesocosmos ao longo do tempo, para *Ceriodaphnia silvestrii* ao Vertimec® 18 EC.

Comparações	Coletas (Dias)	LS1	LS2	CE1	CE2	G	H	Z	Resultado
C e CG	1 Toh	100	100	100	100	0	1	1	Z<H*
	1 T3h	100	100	100	100	0	1	1	Z<H*
	4	100	100	100	100	0	1	1	Z<H*
	8	100	61,03	100	48,9	0,096	1,248	0,489	Z<H*
	12 Toh	46,64	47,6	32,24	34,69	0,211	1,626	1,075	Z<H*
	12 T3h	46,64	47,6	32,24	34,69	0,211	1,62621	1,075993	Z<H*
	16	62,38	47,6	53,59	40,58	0,095	1,246	0,757	Z<H*
	20	28,15	29,45	23,65	24,15	0,114	1,302	1,021	Z<H*
	24	21,61	15,03	18,3	12,5	0,107	1,281	0,683	Z<H*
DM e DMG	1 Toh	100	100	100	100	0	1	1	Z<H*
	1 T3h	25,36	14,16	18,41	10,38	0,193	1,562	0,563	Z<H*
	4	45,67	45,63	39,9	39,62	0,084	1,215	0,992	Z<H*
	8	34	54,3	29,73	46,65	0,0880	1,2246	1,569	Z>H*
	12 Toh	62,57	66,65	53,41	57,37	0,0946	1,243	1,074	Z<H*
	12 T3h	16,84	22,9	14,32	18,08	0,124	1,331	1,262	Z<H*
	16	8,7	12,54	5,58	10,88	0,202	1,594	1,949	Z>H*
	20	17,49	31,49	14,36	25	0,131	1,354	1,740	Z>H*
	24	13,76	35,12	10,29	30,88	0,138	1,374	3,0	Z>H*
DU e DUG	1 Toh	100	100	100	100	0	1	1	Z<H*
	1 T3h	4,8	4,8	3,125	3,125	0,263	1,834	1	Z<H*
	4	4,8	7,1	3,95	6,06	0,109	1,285	1,534	Z>H*
	8	4,8	4,8	3,125	3,125	0,263	1,834	1	Z<H*
	12 Toh	4,8	9,28	3,125	8,66	0,188	1,544	2,771	Z>H*
	12 T3h	4,8	9,28	3,125	8,66	0,188	1,544	2,771	Z>H*
	16	4,8	9,28	3,125	8,84	0,187	1,540	2,828	Z>H*
	20	7,56	4,8	7,42	3,125	0,186	1,536	0,421	Z<H*
	24	7,56	5,39	8,84	4,74	0,087	1,224	0,536	Z<H*

*Z<H: não significativo, Z>H: significativo