Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia
Ambiental

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

DENISE TIEME OKUMURA

Estudos ecotoxicológicos com as espécies
Argyrodiaptomus furcatus e *Notodiptomus iheringi*
(Copepoda, Calanoida)

Orientadora: Profa. Tit. Odete Rocha

São Carlos - SP
2011

DENISE TIEME OKUMURA

Estudos ecotoxicológicos com as espécies
Argyrodiaptomus furcatus e *Notodiaptomus iheringi*
(Copepoda, Calanoida)

Tese apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em
Ciências – Programa em Ciências da
Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Tit. Odete Rocha

São Carlos - SP
2011

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Bacharel DENISE TIEME OKUMURA.

Tese defendida e julgada em 04.02.2011 perante a Comissão Julgadora:

Profª. Titular ODETE ROCHA – (Orientadora)
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

Prof. Associado EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADA

Profª. Drª. ENY MARIA VIEIRA
(Instituto de Química de São Carlos/USP)

APROVADA

Prof. Dr. MARCELO LUIZ MARTINS POMPEO
(Instituto de Biociências/USP)

APROVADA

Drª. LÚCIA HELENA SIPAÚBA TAVARES
(Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”/UNESP/campus de Jaboticabal)

APROVADA

Prof. Associado EVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Engenharia Ambiental

Prof. Associado PAULO CESAR LIMA SEGANTINE
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedico este trabalho a meus pais,
a minha Família.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Odete Rocha, pelo apoio, estímulo e, principalmente, pela orientação com que pude contar e valiosas lições que pude aprender.

À FAPESP pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de Doutorado.

À doutoranda Erika Cavalcante-Silva e seu orientador Prof. Dr. João Dias de Toledo Arruda Neto, do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia da Universidade de São Paulo (USP/Instituto Butantan/IPT), pelo trabalho de cooperação dentro do projeto de pesquisa “Estudo da ação combinada de radiações ionizantes com campos elétricos e magnéticos em cianobactérias - viabilidade celular e atenuação de toxinas” (Processo FAPESP nº 2006/60096-8).

À amiga e colega que tornou essa fase mais fácil, muito mais produtiva. Obrigada, Ferrr.

Às meninas do laboratório de Ecotoxicologia, Erika, Amanda, Laira e Emanuela, pelos momentos de descontração.

À Edna pela boa vontade e carinho com que sempre me ajudou quando solicitada.

Ao Zezinho, Luis, Airton e Alcídio pela boa vontade sempre demonstrada nos trabalhos técnicos realizados em vários momentos durante este trabalho.

À Roberta, Toshiro, Cintia, Naty, Lidiane, Raphael, Ana Lúcia, Patrícia, Edna, Katy, Renatinha, Andressa, Tiago, Marco e Renata pelas ajudas, bate-papos e amizade.

Às minhas amigas Paty Rabs, Mari, Mawusi, Grá, Fer, Rô, Ana, Pat, Carol, Edna.

A todos os funcionários e estagiários do Depto. de Ecologia e Biologia Evolutiva/UFSCar e do CRHEA/USP.

Ao meu pai, João, porque me ensinou que tudo é possível quando se tem vontade de vencer.

À minha mãe, Marina, porque sempre acreditou em mim e me incentivou ao longo da vida.

Aos meus queridos irmãos, Rafa e Erika.

À minha Família.

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

“Mude suas opiniões,
sustente seus princípios; troque suas folhas,
mantenha intacta suas raízes”

(Victor Hugo)

SUMÁRIO

RESUMO	<i>i</i>
ABSTRACT	<i>ii</i>
LISTA DE TABELAS	<i>iii</i>
LISTA DE FIGURAS	<i>xi</i>
1. INTRODUÇÃO	<i>1</i>
2. JUSTIFICATIVA	<i>3</i>
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	<i>4</i>
3.1. Descrição das espécies	<i>7</i>
3.2. Os calanoides como organismos-teste em estudos ecotoxicológicos	<i>11</i>
4. OBJETIVOS	<i>13</i>
4.1. Objetivos Específicos	<i>13</i>
5. HIPÓTESES	<i>14</i>
6. MATERIAL E MÉTODOS	<i>15</i>
6.1. Origem do material biológico	<i>16</i>
6.1.1. Descrição dos Corpos de Água de Origem das Espécies	<i>16</i>
6.2. Manutenção e cultivo dos Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	<i>19</i>
6.3. Avaliação dos aspectos biológicos e ecológicos das espécies de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	<i>23</i>
6.3.1. Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário	<i>23</i>
6.3.2. Parâmetros da Dinâmica Populacional	<i>26</i>
6.4. Testes ecotoxicológicos com <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	<i>28</i>
6.4.1. Substâncias de Referência	<i>29</i>
6.4.2. Amostras Ambientais	<i>34</i>
6.4.3. Composto Tóxico Orgânico: Cianotoxinas	<i>38</i>

7. RESULTADOS	42
7.1. Aspectos biológicos e ecológicos das espécies de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	42
7.1.1. Descrição Morfológica	42
7.1.2. Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário	43
7.1.3. Duração do Tempo de Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário	50
7.1.4. Taxas de Crescimento Populacional	63
7.2. As espécies de Copepoda como organismos-teste: A sensibilidade das espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> a compostos de referência	68
7.2.1. Sais	69
7.2.3. Surfactantes	107
7.2.4. Amostras Ambientais	124
7.2.5. Composto Tóxico Orgânico: Cianotoxinas	131
8. DISCUSSÃO	133
8.1. Experimentos de ciclo de vida e crescimento populacional obtidos em laboratório	133
8.2. Ensaios ecotoxicológicos com as espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	141
9. CONCLUSÕES	154
10. BIBLIOGRAFIA	157
APÊNDICE A	172
APÊNDICE B - Sais: <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	175
APÊNDICE C - Sais: <i>Notodiatomus iheringi</i>	186
APÊNDICE D - Metais: <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	207
APÊNDICE E - Metais: <i>Notodiatomus iheringi</i>	223
APÊNDICE F - Surfactantes: <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	254
APÊNDICE G - Surfactantes: <i>Notodiatomus iheringi</i>	265
APÊNDICE H - Composto Tóxico Orgânico: <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	286
APÊNDICE I - Composto Tóxico Orgânico: <i>Notodiatomus iheringi</i>	292
APÊNDICE J - Proposta de protocolo para realização de testes agudos com Copepoda Calanoida de água doce como organismos-teste	298

RESUMO

OKUMURA, D.T. **Estudos ecotoxicológicos com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* (Copepoda, Calanoida).** 2011. 312 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Os Copepoda constituem a maior classe de pequenos crustáceos, com mais de 8.500 espécies descritas. Dentre as cinco ordens de Copepoda de vida livre, as espécies pertencentes à ordem Calanoida apresentam um forte endemismo, com uma restrita distribuição geográfica. Além disso, os Copepoda Calanoida são particularmente sensíveis a contaminantes contidos na coluna de água devido ao seu hábito planctônico. No presente trabalho foram realizados estudos ecotoxicológicos com duas espécies de Copepoda Calanoida, particularmente com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* Sars, 1901 e *Notodiaptomus iheringi* Wright, 1935. Estas espécies foram comparadas com relação à sensibilidade e desempenho como organismos-teste na avaliação da qualidade da água em ecossistemas de água doce. Foram testadas e adaptadas metodologias de cultivo em laboratório, e foram estudados os principais aspectos da biologia destes em condições ambientais controladas. Além disso, foram analisados aspectos referentes à dinâmica populacional. A sensibilidade das duas espécies de Calanoida às substâncias de referência sódio, potássio e zinco na forma de cloreto (NaCl, KCl e ZnCl₂, respectivamente), ao dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) e ao sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃), aos surfactantes dodecilsulfato de sódio (C₁₂H₂₅NaO₄S) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio (CH₃(CH₂)₁₁C₆H₄SO₃Na), foram avaliadas. Além disso, avaliou-se a toxicidade aguda de diferentes amostras ambientais e das toxinas da cianobactéria *Microcystis aeruginosa* após tratamento por irradiação. Os resultados dos testes ecotoxicológicos foram expressos em concentração efetiva (CE(I)50). Para o cálculo estatístico da CE50 foi utilizado o programa Trimmed Spearman-Kärber. Os resultados relativos ao ciclo de vida mostraram que *N. iheringi* tem um menor tempo de desenvolvimento do que *A. furcatus*, com tempos de duração do desenvolvimento do ovo determinados pelos métodos indireto e direto. Verificou-se que a espécie de *N. iheringi*, de menor tamanho, apresentou tempo de desenvolvimento pós-embriônico menor do que a espécie de maior tamanho, *A. furcatus*. As taxas intrínsecas de crescimento populacional foram mais elevadas para a espécie *A. furcatus* do que para *N. iheringi*. Pelos resultados obtidos observou-se que *N. iheringi* além de atingir tamanhos menores, possui um desenvolvimento mais rápido e ciclo de vida mais curto. Em relação à sensibilidade destes Copepoda Calanoida às substâncias tóxicas observou-se que em relação aos sais, estas duas espécies foram mais sensíveis ao cloreto de potássio (KCl). Em relação aos metais, o grau de toxicidade aos Copepoda decresceu na sequência zinco > cromo > alumínio. Já com em relação aos surfactantes, a espécie *N. iheringi* foi mais sensível do que *A. furcatus*, e a toxicidade diminui à medida que o estágio de desenvolvimento dos indivíduos se torna mais avançado. Os náuplios são mais sensíveis à maioria das substâncias de referência testadas (sais, surfactantes, cromo e zinco) do que os estágios de desenvolvimento mais avançados. A espécie *N. iheringi* é mais sensível aos diversos agentes tóxicos do que a espécie *A. furcatus*, no entanto, *N. iheringi* foi mais resistente às cianotoxinas do que *A. furcatus*. Os resultados apresentados corroboram a idéia de que os calanoides *A. furcatus* e *N. iheringi* apresentam elevada sensibilidade a uma variedade de substâncias tóxicas de referência, o que torna viável sua utilização como organismos-teste em ensaios ecotoxicológicos. Estes estudos podem proporcionar maior entendimento sobre a estrutura das comunidades aquáticas e das alterações na dinâmica das populações, no sentido de se poder verificar como as espécies respondem às alterações na qualidade da água e o porquê das modificações na estrutura das comunidades, permitindo, dessa forma, ações de manejo e de conservação visando a preservação da biodiversidade das águas doces.

Palavras-chave: Biodiversidade; Ciclo de vida; Copepoda Calanoida; Ecotoxicologia; Organismos-teste; Poluição aquática; Zooplâncton.

ABSTRACT

OKUMURA, D.T. **Ecotoxicological studies with the species *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* (Copepoda, Calanoida)**. 2011. 312 p. PhD. Thesis – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

Copepods constitute the largest class of small crustaceans, with more than 8,500 described species. Among the five orders of free-living copepods, the species belonging to the order Calanoida show strong endemism, with a restricted geographic distribution. Additionally, they are particularly sensitive to contaminants in the water column due to their planktonic habit. In the present study ecotoxicological studies with two species of Calanoida copepods were performed, particularly with the species *Argyrodiaptomus furcatus* Sars, 1901 and *Notodiaptomus iheringi* Wright, 1935. These species were compared for sensitivity and performance as test organisms in assessing water quality in freshwater ecosystems. Methods of cultivation in the laboratory were tested and adapted, and the main aspects of these species biology were studied under controlled temperature and photoperiod. In addition, aspects related to population dynamics were also analyzed. The sensitivity of the calanoids to a number of reference substances as: sodium, potassium and zinc in the form of chlorides (NaCl, KCl and ZnCl₂, respectively), potassium dichromate (K₂Cr₂O₇) and aluminum sulfate (Al₂(SO₄)₃), and to the surfactant sodium dodecyl sulfate (C₁₂H₂₅NaO₄S) and sodium dodecyl benzenesulphonate (CH₃(CH₂)₁₁C₆H₄SO₃Na) were evaluated. Also the toxicity of environmental samples and of the cyanobacteria *Microcystis aeruginosa* toxin after irradiation treatment was tested. The results of ecotoxicity tests were expressed as effective concentrations (EC(I)50). The statistical calculation of the EC50 was carried out by the Trimmed Spearman-Kärber program. The results regarding the copepods life cycle showed that *N. iheringi* has a shorter development time and duration of egg development, by both indirect and direct methods, than *A. furcatus*. It was found that the small sized species *N. iheringi*, had a post-embryonic development faster than the larger species, *A. furcatus*. The intrinsic rates of population increase were higher for the species *A. furcatus* than for *N. iheringi*. The results indicated that *N. iheringi* besides reaching smaller sizes, has a faster development and shorter life cycle. Regarding the sensitivity of these two species to toxic substances it was observed that in relation to the salts the calanoids were more sensitive to the potassium chloride (KCl). Compared to metals, toxicity to copepods followed the sequence zinc > chromium > aluminum. However, regarding surfactants the species *N. iheringi* was more sensitive than *A. furcatus*, and toxicity decreased with the advance in developmental stages. The nauplii were more sensitive to most of the reference substances tested (salts, surfactants, chromium and zinc) than the more advanced developmental stages. The species *N. iheringi* was more sensitive to various toxic agents than *A. furcatus*, but *N. iheringi* was more resistant to the cyanotoxins than *A. furcatus*. The results support the hypothesis that the calanoid copepods *A. furcatus* and *N. iheringi* have high sensitivity to a variety of toxic reference substances, what makes them feasible to be used as test organisms in ecotoxicological tests. The study performed may provide further understanding about the structure of aquatic communities and changes in population dynamics, contributing for the understanding of how species respond to changes in water quality by changes in community structure, subsidizing management actions aiming the conservation of freshwater biodiversity.

Key-words: Biodiversity; Copepoda Calanoida; Ecotoxicology; Life cycle; Test-organism; Water pollution; Zooplankton.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalos de concentrações das substâncias de referência utilizadas nos testes de toxicidade aguda com os Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> .	31
Tabela 2 – Tamanho (mm) máximo das espécies de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.	42
Tabela 3 – Valores de tamanho médio do corpo e desvios-padrão e algumas modificações morfológicas observadas no estágio naupliar das espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> .	44
Tabela 4 – Valores de tamanho médio do corpo e desvios-padrão e algumas modificações morfológicas observadas no estágio de copepodito das espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> .	47
Tabela 5 – Valores da duração do desenvolvimento embrionário da espécie <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).	50
Tabela 6 – Tempo de desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> em cada ínstar naupliar quando cultivados em condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 1.	52
Tabela 7 – Duração do desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> em cada ínstar naupliar quando cultivados em condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.	53
Tabela 8 – Valores da duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).	55
Tabela 9 – Duração do desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> em cada fase cultivados em condições controladas de fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 1.	57
Tabela 10 – Duração do desenvolvimento pós-embrionário da espécie de Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> em cada fase cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.	59
Tabela 11 – Valores da duração do tempo de desenvolvimento embrionário (ovo) para as espécies de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> , na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ pelo método indireto e direto.	61

Tabela 12 – Duração do desenvolvimento pós-embrionário das espécies de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> em cada estágio, cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.	61
Tabela 13 – Valores da taxa intrínseca de crescimento populacional (r) das espécies de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> obtidos por meio do ajuste pela equação exponencial ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$). N_0 corresponde ao número inicial de organismos nos experimentos e R^2 ao coeficiente de correlação dos dados.	67
Tabela 14 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	71
Tabela 15 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.....	71
Tabela 16 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Notodiatomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	72
Tabela 17 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i>	74
Tabela 18 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.....	75
Tabela 19 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	77
Tabela 20 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Notodiatomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	77
Tabela 21 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i>	80

Tabela 22 – Valores médios de CE(I)50-48h das substâncias de referência cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) aos indivíduos de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatptomus iheringi</i> , em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatptomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman.	81
Tabela 23 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	83
Tabela 24 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	85
Tabela 25 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatptomus iheringi</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Notodiatptomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	85
Tabela 26 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Notodiatptomus iheringi</i>	88
Tabela 27 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	91
Tabela 28 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	93
Tabela 29 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatptomus iheringi</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Notodiatptomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	93
Tabela 30 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Notodiatptomus iheringi</i>	94
Tabela 31 – Valores das concentrações da substância de referência $Al_2(SO_4)_3$ utilizadas no teste de toxicidade aguda com adultos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatptomus iheringi</i> , percentual de mortalidade, e valores de pH monitorados no início e no final dos testes de toxicidade.	97

Tabela 32 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. 98

Tabela 33 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis..... 100

Tabela 34 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. 101

Tabela 35 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. 103

Tabela 36 – Valores médios de CE(I)50-48h dos metais dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), cloreto de zinco (ZnCl_2) e sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento dos Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman. 104

Tabela 37 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. 108

Tabela 38 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. 110

Tabela 39 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. 110

Tabela 40 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. 113

Tabela 41 – Razão de inibição do desenvolvimento naupliar do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> , pelo surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), expresso como a razão do número de náuplios sobre o número total de indivíduos observados nos testes de toxicidade sub-crônica de tempo de exposição de oito dias.	114
Tabela 42 – Razão de inibição do desenvolvimento naupliar do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> , pelo surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), expresso como a razão do número de náuplios sobre o número total de indivíduos observados nos testes de toxicidade sub-crônica de tempo de exposição de cinco dias.....	115
Tabela 43 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	116
Tabela 44 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.	118
Tabela 45 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i> . Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de <i>Notodiatomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.....	118
Tabela 46 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida <i>Notodiatomus iheringi</i>	120
Tabela 47 – Valores médios de CE(I)50-48h dos surfactantes dodecilsulfato de sódio ou DSS ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ou LAS ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento de Copepoda Calanoida <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> , em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i> por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman.....	121
Tabela 48 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do reservatório de Guarapiranga, São Paulo, SP, aos náuplios e adultos das espécies de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	124
Tabela 49 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do rio Cubatão, Cubatão, SP aos náuplios e adultos das espécies <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> e <i>Notodiatomus iheringi</i>	124

Tabela 50 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do rio Monjolinho, São Carlos, SP, aos náuplios e adultos das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*..... 125

Tabela 51 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade..... 125

Tabela 52 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade..... 126

Tabela 53 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade..... 126

Tabela 54 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade..... 127

Tabela 55 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios e adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e de sedimento de um trecho do rio Cubatão (23°52'48,88"S e 46°25'35,97"W), coletado em 02/12/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade... 128

Tabela 56 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios e adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e de sedimento de um trecho do rio Cubatão (23°52'48,88"S e 46°25'35,97"W), coletado em 02/12/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade... 128

Tabela 57 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade. 129

Tabela 58 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio

Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade. 129

Tabela 59 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade. 130

Tabela 60 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade. 130

Tabela 61 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a toxicidade aguda das cianotoxinas de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), aos náuplios de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*. 131

Tabela 62 – Valores da duração (em dias) do tempo de desenvolvimento embrionário (do ovo) a diferentes temperaturas pelos métodos indireto e direto compilados da literatura e comparação com os valores obtidos no presente estudo para as espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*. 135

Tabela 63 – Comparação de parâmetros de ciclo de vida da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* cultivada sob diferentes temperaturas: a 25°C (dados de Rocha e Matsumura-Tundisi, 1984), a 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo). 136

Tabela 64 – Comparação de parâmetros de ciclo de vida da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* cultivada sob diferentes temperaturas: a 23 ± 1°C (dados de Espíndola, 1994), a 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo). 136

Tabela 65 – Comparação do tamanho do corpo dos adultos da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em cultivos laboratoriais a 25 ± 4°C (dados de Sipaúba-Tavares, 1988), a 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo). 138

Tabela 66 – Comparação do tamanho do corpo da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em cultivos laboratoriais a 23 ± 1°C (dados de Espíndola, 1994), a 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo). 138

Tabela 67 – Comparação entre os valores da taxa intrínseca de crescimento populacional (r) das espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, obtidos por diferentes autores e aqueles obtidos no presente estudo. 141

Tabela 68 – Valores médios de CL50/CE50 para dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em testes de toxicidade com diversos organismos de água doce, compilados da literatura, e comparados

com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*..... 144

Tabela 69 – Valores médios de CL50/CE50 para o surfactante dodecilsulfato de sódio ou DSS ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), em testes de toxicidade com diversos organismos, compilados da literatura, e comparados com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*..... 150

Tabela 70 – Valores médios de CL50/CE50 para o surfactante dodecil benzenosulfonato de sódio ou LAS ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$), em testes de toxicidade com diversos organismos, compilados da literatura, e comparados com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*..... 151

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema do aspecto geral do corpo de Copepoda Calanoida na fase adulta. (Fonte: HUYS; BOXSHALL, 1991). 6
- Figura 2. Esquema do aspecto geral de adultos do Copepoda *Argyrodiaptomus furcatus*: 1 – quinta pata do macho; 2 – antena direita do macho; 3 – quinta pata da fêmea. (Fonte: Panarelli et al., 2001). 9
- Figura 3. Esquema do aspecto geral de adultos do Copepoda *Notodiaptomus iheringi*: 1 – quinta pata do macho; 2 – antena direita do macho; 3 – quinta pata da fêmea. (Fonte: Matsumura-Tundisi, 1986). 10
- Figura 4. Visão geral da hidroelétrica e do reservatório de Barra Bonita, localizado entre as cidades de Barra Bonita e Igarapu, SP. 17
- Figura 5. Visão geral da represa do Lobo (Broa), localizado em Itirapina, SP. 18
- Figura 6. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. A e B – náuplios 400x; C e D – copepoditos 100x; E – fêmea adulta ovada 50x; F – macho adulto 50x. (Foto: Denise T. Okumura). 20
- Figura 7. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* A e B – náuplios 400x; C e D – copepoditos 100x; E – fêmea adulta 50x; F – macho adulto 50x. (Foto: Denise T. Okumura). 21
- Figura 8. Vista geral das redes de diferentes aberturas de malha utilizadas na filtragem e separação dos Copepoda Calanoida durante a manutenção dos cultivos em laboratório. (Foto: Denise T. Okumura). 22
- Figura 9. Vista geral das culturas de Copepoda Calanoida mantidas em incubadora a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro. (Foto: Denise T. Okumura). 23
- Figura 10. Visão geral das placas de cultivo multicelular utilizadas como recipiente nos experimentos com Copepoda Calanoida. a - placas com 12 poços de 4 mL de volume; b - placas com 6 poços de 10 mL de volume. (Fotos: Fernanda C. Massaro). 25
- Figura 11. Vista geral dos recipientes utilizados nos testes de toxicidade aguda com os Copepoda Calanoida. a - placas de cultivo multicelular com 12 poços de 4 mL de volume utilizados nos testes com náuplios (Foto: Fernanda C. Massaro); b - potes plásticos de 50 mL de volume utilizados nos testes com copepoditos; c - potes plásticos de 100 mL de volume utilizados nos testes com adultos. (Foto: Denise T. Okumura). 30
- Figura 12. Imagem de satélite com vista geral do reservatório de Guarapiranga e dos pontos de coleta (Barragem, Ilha das Formigas e Clube Castelo) das amostras utilizadas nos testes de toxicidade aguda com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010). 36

- Figura 13. Imagem de satélite com vista geral do rio Cubatão, no ponto de coleta das amostras de água e sedimento utilizadas nos testes de toxicidade realizados com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010). 37
- Figura 14. Imagem de satélite com vista geral do rio Monjolinho e dos pontos de coleta (Nascente e Meio) das amostras utilizadas nos testes de toxicidade aguda com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010). 38
- Figura 15. Etapas referentes à preparação das amostras de *Microcystis aeruginosa* utilizadas nos testes de toxicidade aguda utilizando os Copepoda Calanoida como organismos-teste: a) Pesagem do material liofilizado; b) Adição de água destilada; c) Homogeneização da solução; d) Ultra-sonicação da amostra; e) Centrifugação da solução; e f) Irradiação. 40
- Figura 16. Aspecto geral de adultos macho e fêmea do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. (Foto: Denise T. Okumura). 42
- Figura 17. Aspecto geral de adultos macho e fêmea do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. (Foto: Denise T. Okumura). 43
- Figura 18. Vista geral de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes fases de desenvolvimento naupliar. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura). 45
- Figura 19. Vista geral de Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* em diferentes fases de desenvolvimento naupliar. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura). 46
- Figura 20. Vista geral de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes fases de desenvolvimento de copepodito e na fase adulta. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura). 48
- Figura 21. Vista geral de Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* em diferentes fases de desenvolvimento de copepodito e na fase adulta. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura). 49
- Figura 22. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear, obtidos para a duração do desenvolvimento embrionário para a espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no primeiro ensaio, de acordo com o método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971). 51
- Figura 23. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear, obtidos para a duração do desenvolvimento embrionário para a espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no segundo ensaio, de acordo com o método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971). 51
- Figura 24. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes estágios de desenvolvimento, cultivados em laboratório. Na parte superior: os náuplios em ordem crescente da esquerda para a direita (aumento de 10x). Na faixa intermediária, da esquerda para a direita: copepodito 1 a copepodito 4 (aumento de 10x). Na parte inferior, da esquerda para direita: copepodito 5, fêmea adulta e macho adulto (aumento de 5x). (Foto: Denise T. Okumura). 54

- Figura 25. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear para a duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no primeiro ensaio pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971). 56
- Figura 26. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear para a duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no segundo ensaio pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971). 56
- Figura 27. Aspecto geral dos náuplios em diferentes ínstares do estágio naupliar durante o desenvolvimento pós-embrionário do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivado em laboratório. Da esquerda para a direita: náuplio 1, náuplio 2, náuplio 3, náuplio 4 e náuplio 6. Aumento de 400x. (Foto: Denise T. Okumura). 58
- Figura 28. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em diferentes estágios de desenvolvimento, em condições de laboratório. Na parte superior: os náuplios em ordem crescente da esquerda para a direita (aumento de 10x). Na faixa intermediária, da esquerda para a direita: copepodito 1 a copepodito 5 (aumento de 10x). Na parte inferior, fêmea adulta (esquerda) e macho adulto (direita) (aumento de 10x). (Foto: Denise T. Okumura). 60
- Figura 29. Tempo de desenvolvimento geracional das espécies de Copepoda *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, cultivados em laboratório, sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), mostrando a progressão dos estágios de desenvolvimento em função do tempo. 62
- Figura 30. Variação no número de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adultos fêmeas e machos), no experimento de crescimento populacional Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, cultivado na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 46 dias. 63
- Figura 31. Curva de crescimento da população do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* submetido à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ajustada para os primeiros 22 dias, pelo modelo exponencial. A duração do experimento foi de 46 dias. 64
- Figura 32. Variação no número de indivíduos em cada fase de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adultos fêmeas e machos), e crescimento populacional do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivado na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 43 dias. 65
- Figura 33. Valores observados do número de indivíduos na população do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivados na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 43 dias. 65
- Figura 34. Curva de crescimento da população do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivados na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, , ajustada pelo modelo exponencial. A duração do experimento foi de 22 dias. 66

- Figura 35. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 70
- Figura 36. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 70
- Figura 37. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 70
- Figura 38. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 73
- Figura 39. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 73
- Figura 40. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 73
- Figura 41. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 76
- Figura 42. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 76
- Figura 43. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 76
- Figura 44. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 79
- Figura 45. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 79
- Figura 46. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 79
- Figura 47. Valores médios de CE(I)50-48h das substâncias de referência cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) aos indivíduos de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus*

furcatus e *Notodiaptomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 82

Figura 48. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 84

Figura 49. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 84

Figura 50. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 84

Figura 51. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 87

Figura 52. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 87

Figura 53. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 87

Figura 54. Efeito do dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) no desenvolvimento larval de *Argyrodiaptomus furcatus*, em testes de toxicidade sub-crônica de oito dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 8 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada. 89

Figura 55. Efeito do dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) no desenvolvimento larval de *Notodiaptomus iheringi*, em testes de toxicidade sub-crônica de cinco dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 5 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada. 90

Figura 56. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 92

Figura 57. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	92
Figura 58. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	92
Figura 59. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	95
Figura 60. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	95
Figura 61. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	95
Figura 62. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	99
Figura 63. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	99
Figura 64. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	99
Figura 65. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	102
Figura 66. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	102
Figura 67. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida <i>Notodaptomus iheringi</i> na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$),na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$	102
Figura 68. Valores médios de CE(I)50-48h dos metais dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), cloreto de zinco ($ZnCl_2$) e sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento dos Copepoda Calanoida <i>Argyrodaptomus furcatus</i> e <i>Notodaptomus iheringi</i> , em testes de toxicidade aguda.	105

- Figura 69. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 109
- Figura 70. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 109
- Figura 71. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 109
- Figura 72. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 112
- Figura 73. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 112
- Figura 74. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 112
- Figura 75. Efeito do surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) no desenvolvimento larval de *Argyrodiaptomus furcatus*, em testes toxicidade sub-crônica de oito dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 8 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada. 114
- Figura 76. Efeito do surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) no desenvolvimento larval de *Notodiaptomus iheringi*, em testes toxicidade sub-crônica de cinco dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 5 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada. 115
- Figura 77. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 117
- Figura 78. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$ 117

Figura 79. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 117

Figura 80. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 119

Figura 81. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 119

Figura 82. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 119

Figura 83. Valores médios de CE(I)50-48h dos surfactantes dodecilsulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) aos indivíduos de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda. 122

Figura 84. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à cianotoxina de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 132

Figura 85. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à cianotoxina de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 132

Figura 86. Histograma mostrando a proporção de tempo do desenvolvimento total gasto em cada um dos 12 estágios de desenvolvimento (ovo a copepodito 5), para *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*. A linha horizontal está desenhada em 0,083, que é a duração esperada de cada estágio se cada um dos 12 estágios de desenvolvimento fosse de igual duração (desenvolvimento isocronal, segundo Hart (1990)). A duração proporcional relativa dos estágios é a duração do estágio dividido pelo tempo total de desenvolvimento pós-embrionário. 137

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 100 anos, o consumo anual de água saltou de 312.500 litros para 633.333 litros per capita, tendo o consumo total de água aumentado 7,6 vezes enquanto a população mundial (6,6 bilhões de pessoas) cresceu apenas 3,75 vezes.¹ Atualmente, cerca de 700 milhões de pessoas em 43 países vivem abaixo do limiar de estresse hídrico de 1.700 metros cúbicos por pessoa, e 2,6 milhões de pessoas não tem acesso ao saneamento básico. Em 2015, a previsão é de que esse número alcance mais de 800 milhões de pessoas sem água e 1,8 bilhões de pessoas sem saneamento (HDR, 2006).

A questão da escassez dos recursos hídricos não pode ser vista apenas em termos geofísicos e quantitativos, mas como uma questão eminentemente social relacionada também a padrões de desenvolvimento econômico (urbanização, industrialização, irrigação), de demanda e de qualidade das águas. Por estas razões, não há dúvidas de que é preciso aperfeiçoar e melhorar cada vez mais, e rapidamente, os sistemas de monitoramento e controle de qualidade a fim de minimizar os riscos à não disponibilidade deste importante recurso natural, a água (ARAÚJO, 2005).

Em 1976, o Comitê Científico do ICSU² sobre Problemas Ambientais (SCOPE) definiu a Ecotoxicologia como a “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 num contexto integrado” (PLAA, 1982; CAIRNS; NIEDERLEHNER, 1995).

Os testes de toxicidade são baseados nas respostas de organismos quando na presença de um agente nocivo no ambiente. Estas respostas são usadas para detectar ou medir o efeito de substâncias, resíduos ou de fatores ambientais, que atuam isoladamente ou em conjunto, sobre os organismos. Tais testes permitem a determinação do tempo e das concentrações

¹ Salvador, A.; Dweck, D. Cai do céu, mas pode faltar. **Revista VEJA**, Edição 2045, 30 de janeiro de 2008. Disponível em: http://veja.abril.com.br/300108/p_086.shtml Acesso em: 26 fev 2008.

² International Council of Scientific Unions

necessárias para que o agente tóxico, potencialmente prejudicial, possa causar efeitos adversos detectáveis (ADAMS, 1995).

Ao buscar uma espécie para utilização como organismo-teste em testes de toxicidade é preciso que a espécie seja bastante sensível a uma diversidade de agentes tóxicos. Sua sensibilidade deve ser relativamente constante, de maneira que possibilite a obtenção de resultados precisos garantindo, assim, boa reprodutibilidade dos resultados. Para tanto, são necessários conhecimentos prévios da biologia da espécie, como os aspectos reprodutivos, hábitos alimentares, fisiologia e comportamento, tanto para o cultivo quanto para a realização dos testes (DOMINGUES; BERTOLETTI, 2006), uma vez que alguns fatores bióticos, que estão relacionados ao estágio de vida, tamanho, idade e estado nutricional dos organismos, podem afetar os resultados dos ensaios de toxicidade com organismos aquáticos (ARAGÃO; ARAÚJO, 2006).

Desta forma, a escolha, bem como a manutenção e o cultivo de organismos aquáticos, se reveste da mesma importância atribuída aos métodos para avaliar os efeitos tóxicos de poluentes a esses organismos. Esses aspectos, desde que não atentamente observados, podem influenciar tanto a confiabilidade dos resultados analíticos obtidos como a comparação dos resultados entre os diferentes grupos de organismos utilizados (DOMINGUES; BERTOLETTI, 2006).

No Brasil, os testes de toxicidade foram inicialmente realizados com a utilização de espécies exóticas como organismos-teste. Embora sejam bastante sensíveis e adequadas para testar a toxicidade de efluentes e fazer previsões sobre os possíveis efeitos em ambientes aquáticos, para os ecossistemas locais elas não possuem nenhuma relevância ecológica, ou mesmo podem não representar adequadamente as respostas das espécies nativas em seus ambientes de ocorrência. Assim, como afirma Oliveira-Neto (2000), as espécies autóctones gradualmente substituirão as espécies exóticas atualmente utilizadas nos testes de toxicidade já padronizados.

Desta forma, a realização de estudos ecotoxicológicos voltados para espécies locais ou autóctones é relevante, devendo ser priorizadas espécies que sejam representativas nos ecossistemas, valendo-se da sua importância ecológica para o estabelecimento de testes ecotoxicológicos que possam ser utilizados como ferramenta mais realista para a definição de

critérios de qualidade de água e de lançamento de efluentes em corpos de água locais (FONSECA, 1991).

2. JUSTIFICATIVA

Os Copepoda constituem o mais diversificado grupo de pequenos crustáceos, sendo provavelmente a classe de crustáceos com maior número de indivíduos na biosfera. Eles povoam todos os habitats aquáticos e constituem uma fração importante da biomassa zooplancônica, contribuindo com aproximadamente 50% da biomassa total, tanto nas águas oceânicas quanto nas águas epicontinentais (MARGALEF, 1983). A representatividade do grupo torna-os muito importantes nas cadeias alimentares e nas relações ecológicas (RUPPERT; BARNES, 1996).

Entre os grupos zooplancônicos de água doce, os Copepoda Calanoida apresentam um elevado grau de endemismo, com uma distribuição geográfica muito restrita. Esse endemismo pode ser uma resposta à sensibilidade desses organismos à variação de fatores químicos e físicos (HUTCHINSON, 1967; LEWIS Jr., 1979; MATSUMURA-TUNDISI, 1986; MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2003).

Assim, devido ao fato já reconhecido da relevância da realização de testes ecotoxicológicos com espécies nativas ou endêmicas, a existência de poucos estudos ecotoxicológicos com Copepoda Calanoida e o recente reconhecimento/estabelecimento dos testes ecotoxicológicos como instrumentos legais de monitoramento pela resolução CONAMA 357/2005³, o tema proposto para a presente pesquisa assume relevância e os conhecimentos advindos desta poderão contribuir para a ampliação dos conhecimentos tanto ecológicos como ecotoxicológicos sobre este grupo. Além disso, poderão talvez, constituir uma ferramenta importante para a compreensão de processos ecológicos e para orientar as ações que visem a conservação da qualidade e da disponibilidade de água doce na região

³ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

Sudeste do Brasil, por serem potenciais bioindicadores de distúrbios nos ecossistemas aquáticos.

Além disso, o desenvolvimento de técnicas de cultivo e manutenção desses organismos em laboratório tem contribuído para estudos ecológicos, fornecendo informações importantes sobre os processos fisiológicos, o crescimento, o comportamento e as interações de competição e predação entre os organismos, sob condições controladas, contribuindo para a solução de problemas ecológicos complexos encontrados nos ambientes naturais, como fluxo energético nas cadeias alimentares. Vários estudos, por exemplo, têm sido feitos no Brasil, no sentido de cultivar espécies nativas de zooplâncton em laboratório com o principal objetivo de obtê-las em quantidades suficientes para alimentar peixes e outros animais cultivados em grande escala (MELÃO, 1999).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Das cinco ordens de Copepoda de vida livre, os calanoides são predominantemente planctônicos, podendo ser encontrados tanto na região limnética como na litorânea de lagos e reservatórios, mas estão também presentes em lagoas e em remansos de rios (ROCHA et al., 1982; ROCHA; MATSUMURA-TUNDISI, 1984). As variações na forma corporal relacionam-se geralmente ao hábitat da espécie (PENNAK, 1978).

As espécies planctônicas são principalmente consumidoras das partículas em suspensão, ou seston. Como a maioria das espécies de Calanoida é planctônica, o principal hábito alimentar entre os Copepoda calanoides é o de herbívoro-filtrador. O fitoplâncton constitui a parte principal da dieta da maioria das espécies que se alimentam de material suspenso, mas algumas também dependem muito do detrito particulado. Quando se alimentam de partículas de tamanho variado selecionam as partículas por tamanho, e embora as maiores possam ser manipuladas mais eficientemente (RUPPERT; BARNES, 1996), sob condições naturais, algumas espécies, selecionam preferencialmente as menores (GLIWICZ, 1977) como exemplo, o calanoide *Argyrodiaptomus furcatus* Sars, 1901 (TAVARES; MATSUMURA-TUNDISI, 1984).

São conhecidas, em nível mundial, 491 espécies de Copepoda Calanoida de água doce. A maioria pertence à família Diaptomidae, amplamente distribuída e contendo cerca de 400 espécies em 50 gêneros (DUSSART; DEFAYE, 1983). Por ser exclusiva e primariamente de água doce, esta família é considerada um grupo antigo e basal nos Calanoida (BĂNĂRESCU, 1990).

Segundo Previattelli (2006), na América do Sul o gênero *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 é o mais diversificado dos Diaptomidae, com 39 espécies. Seguem-se, em ordem decrescente de diversidade, os outros 14 gêneros sul-americanos: *Argyrodiaptomus* Brehm, 1933, (10 espécies); *Rhacodiaptomus* Kiefer, 1936 (7 espécies); *Austrinodiaptomus* Reid, 1997 (2 espécies); *Calodiaptomus* Kiefer, 1936 (2 espécies); *Aspinus* Brandorff, 1973 (1 espécie); *Dactyldiaptomus* Kiefer, 1936 (1 espécie); *Dasydiaptomus* Defaye & Dussart, 1993 (1 espécie); *Idiodiaptomus* (Kiefer, 1936) (1 espécie); *Odontodiaptomus* Kiefer, 1936 (1 espécie) e *Scolodiaptomus* Reid, 1987 (1 espécie). No Brasil, há registro de 47 espécies de Calanoida (MATSUMURA-TUNDISI; SILVA, 1999), sendo que a maior parte das espécies pertence aos gêneros *Notodiaptomus* e *Argyrodiaptomus* (SANTOS-SILVA, 1998; SANTOS-SILVA, et al., 1999).

O corpo dos Copepoda apresenta várias regiões que podem ser caracterizadas por seus apêndices. A parte anterior, na qual se encontram dois pares de antenas, um de mandíbulas, dois de maxilas e um de maxílipedes, nesta ordem. Todos estes apêndices são muito importantes por formar o aparelho locomotor e alimentador dos Copepoda, com funções às vezes bem diversificadas, dependendo das adaptações e conformação destes. A esta primeira região seguem-se cinco segmentos torácicos, cada um dos quais contendo um par de patas. As extremidades consistem fundamentalmente de um par de basípodos de dois segmentos, sobre os quais estão implantados dois ramos (endopodito e exopodito) de três segmentos cada. A quinta pata é mais ou menos reduzida, ou modificada sexualmente. Em seguida ao cefalotórax, encontra-se o abdômen, constituído por cinco segmentos. Os dois primeiros podem estar fundidos, particularmente nas fêmeas, formando o segmento genital. O abdômen termina com uma furca de dois ramos, provida de setas terminais, de posição e comprimentos característicos, e algumas dorsais (MARGALEF, 1983). Na ordem Calanoida distinguem-se nitidamente duas partes do corpo: o metasoma (cefalotórax) e o urosoma (abdômen), que são separadas por uma articulação. A proporção entre estas duas partes do corpo é, nos Calanoida, de aproximadamente 2:1. Outra característica do corpo está relacionada ao tamanho da

primeira antena: nos Calanoida a antena é longa, contendo um grande número de segmentos e podendo atingir o final do urossoma (PENNAK, 1978).

O sexo nos Copepoda adultos é dimórfico (Figura 1). O dimorfismo sexual é caracterizado pelas diferenças nas estruturas da primeira antena direita (geniculada nos machos), e na quinta pata (bem desenvolvida e simétrica nas fêmeas e muito assimétrica e modificada para a cópula nos machos), como também no número de segmentos do urossoma (WILLIAMSON; REID, 2001). O termo urossoma é aqui utilizado para a porção que inclui o segmento genital e os sucessivos segmentos abdominais. Nos machos, o urossoma usualmente apresenta cinco distintos segmentos. Nas fêmeas, o primeiro somito abdominal é fundido com o somito genital, recebendo o nome de segmento genital; outras fusões dos somitos podem reduzir o número de segmentos no urossoma a três ou dois. O urossoma termina em estruturas emparelhadas denominadas ramo caudal (EDMONDSON, 1959). Além disso, o tamanho é geralmente maior nas fêmeas do que nos machos (WILLIAMSON; REID, 2001).

Figura 1. Esquema do aspecto geral do corpo de Copepoda Calanoida na fase adulta. (Fonte: HUYS; BOXSHALL, 1991).

Entre os critérios morfológicos de maior importância para as fêmeas de Diaptomidae estão as abas laterais do quinto segmento torácico e a forma e estrutura do somito genital. A quinta pata, embora sejam consideradas, geralmente, iguais entre as espécies congêneres,

pode auxiliar na separação das espécies por diferenças sutis associadas aos espinhos da coxa, ao primeiro segmento do exopodito, à garra final e ao terceiro segmento do exopodito. Para os machos, a estrutura da antênula direita e vários detalhes do par de quintas patas, especialmente da quinta pata direita, são de extrema importância (REDDY, 1994).

Os Copepoda apresentam ciclo de vida com reprodução sexuada obrigatória, onde os ovos fertilizados eclodem em estágios larvais de vida livre, os náuplios. O cruzamento ocorre após a maturação sexual, que normalmente ocorre primeiro nos machos. Os machos são comumente menores e menos numerosos do que as fêmeas e formam espermatóforos que são transferidos para os receptáculos seminais das mesmas por meio de apêndices torácicos, segurando as fêmeas com o auxílio de antenas e patas modificadas. Em geral, um número variável de ovos é depositado no interior de um ovissaco que fica preso ao segmento genital feminino (MELÃO, 1999).

O desenvolvimento ocorre inteiramente no plâncton, razão pela qual são denominados organismos holoplanctônicos passando por diversos estágios de desenvolvimento, sofrendo uma ecdise em cada estágio. Do ovo nasce o estágio náuplio que passa por seis ínstaes (náuplios 1, 2, 3, 4, 5 e 6) para se transformar no estágio copepodito, que passa também por seis ínstaes (copepoditos 1, 2, 3, 4, 5 e 6) atingindo neste último, a fase adulta. Após estas fases o crescimento cessa e os adultos não sofrem mais ecdises (mudas) como ocorre com os cladóceros e outros grupos de crustáceos (WILLIAMSON; REID, 2001).

Muitas vezes, quando as condições se tornam adversas, as fêmeas produzem ovos de resistência que vão para o sedimento, no fundo do corpo d'água, onde podem permanecer durante muito tempo em estado de latência voltando a produzir náuplios quando o ambiente se tornar propício (MATSUMURA-TUNDISI; SILVA, 1999). Em águas doces a fêmea invariavelmente carrega um saco ovígero localizado ventralmente, cujo número de ovos varia de dois a 100, conforme a espécie (MATSUMURA-TUNDISI, 1986; MATSUMURA-TUNDISI; SILVA, 1999).

3.1. Descrição das espécies

Argyrodiaptomus furcatus (Figura 2) e *Notodiatomus iheringi* (Figura 3) são duas espécies de Copepoda Calanoida com ocorrência na comunidade zooplânctônica de corpos de

água do sudeste do Brasil (MATSUMURA-TUNDISI, 1986). *Argyrodiaptomus furcatus* é a espécie mais comum em diversos reservatórios do Estado de São Paulo, pode ser encontrada também na latitude 19°50'S nos lagos naturais do Vale do Rio Doce, MG, e no reservatório de Itaipu a 25°S. *Notodiatomus iheringi* apresenta uma ampla distribuição latitudinal, ocorrendo entre 5°S a 25°S (MATSUMURA-TUNDISI, 1986).

a. *Argyrodiaptomus furcatus* (Sars, 1901)

Os Copepoda do gênero *Argyrodiaptomus* são identificados, segundo Previattelli (2006, p. 168), pela:

[...] presença de região modificada adjacente à sutura dorsal do cefalossomo do macho e da fêmea (ap.); segmento 12 (XIV) da A1 direita do macho parcialmente dividido na face posterior (ap.); segmento 13 (XV) da A1 direita do macho com sulcos (ap.); ausência de processo espinhoso na margem externa do segmento 16 (XVIII) da A1 direita do macho (pl.); espínulos na face anterior do exópodo da Mxl (ap.); sétulas na margem proximal anterior externa da base da P1 (ap.); fileira de espínulos na superfície anterior do terceiro segmento do exópodo da P1 (ap.); expansão digitiforme no primeiro segmento do exópodo da P5 direita do macho (ap.); espinho do segundo segmento do exópodo da P5 direita do macho ultrapassando o primeiro terço do comprimento da garra terminal (ap.); torção da garra terminal da P5 direita do macho em 2 ou 3 planos (ap.); tubérculos grandes e numerosos na superfície interna da base da P5 esquerda do macho (ap.); ornamentação do processo do terceiro segmento do exópodo da P5 esquerda do macho composta de dentículos pequenos e numerosos (pl.); seta espinhosa no segundo segmento do exópodo da P5 esquerda do macho bem desenvolvida, alcançando o mesmo comprimento ou além do processo digitiforme (ap.); endópodo da P5 esquerda macho com 2 segmentos e sutura incompleta (ap.); asas laterais no Th5 da fêmea bilobadas ou compostas de uma expansão lateral e contínua com a margem posterior do segmento (ap.); endópodo da P5 da fêmea com 2 segmentos e sutura incompleta (fusão parcial dos segmentos) (ap.); comprimento relativo do endópodo da P5 da fêmea de médio a longo (comprimento total do endópodo tão ou mais longo que o primeiro segmento do exópodo) (ap.); setas do endópodo da P5 da fêmea de tamanhos diferentes (ap.).

Figura 2. Esquema do aspecto geral de adultos do Copepoda *Argyrodiaptomus furcatus*: 1 – quinta pata do macho; 2 – antena direita do macho; 3 – quinta pata da fêmea. (Fonte: Panarelli et al., 2001).

***b. Notodiptomus iheringi* (Wright, 1935)**

Os indivíduos do gênero de *Notodiptomus* apresentam, segundo Santos-Silva (2000, p.16-21):

[...] prossoma 5-segmentado; cefalossomo com sutura dorsal incompleta; último segmento composto, originado da fusão do quinto e sexto segmentos, sem membrana artrodial e articulação não funcional; cantos distais do último segmento do prossoma expandidos formando projeções aliformes pequenas, algumas vezes assimétricas e portando sensilos no ápice; urossomo 5-segmentado nos machos, geralmente assimétrico, com abertura genital ventro-lateral no canto distal esquerdo, segmento anal geralmente com 2 sensilos e com opérculo convexo e pouco desenvolvido; nas fêmeas,

urossomo 3-segmentado, segmento genital duplo, geralmente assimétrico, mais longo que os outros 2 segmentos subsequentes combinados, região anterior dilatada e área genital externa ventral, delimitada anteriormente por uma placa opercular larga, simétrica, lateralmente bem desenvolvida, expandida posteriormente, constituindo-se em 2 processos laterais envolvendo o par de placas e fendas gonopóricas localizadas adjacentes à linha média, e segundo segmento do urossomo geralmente menor que os demais; nos machos, quinto par de pernas assimétrico e com precox rudimentar, perna direita birreme com espinho lateral sempre menor que a garra terminal, geralmente com margens lisas, mas pode apresentar espínulos apenas na margem interna e garra terminal geralmente forte e curvada para dentro, com espínulos ao longo da margem interna; coxa da quinta perna direita do macho com processo cônico, projetando-se sobre a base e portando sensilo no ápice, base geralmente com saliência na superfície posterior e sulco comumente ornamentado com minúsculos tubérculos ao longo da margem externa, margem proximal interna da base geralmente com protuberância semicircular coberta por diminutos tubérculos que podem se estender pela superfície da área adjacente.

Figura 3. Esquema do aspecto geral de adultos do Copepoda *Notodiaptomus iheringi*: 1 – quinta pata do macho; 2 – antena direita do macho; 3 – quinta pata da fêmea. (Fonte: Matsumura-Tundisi, 1986).

3.2. Os calanoides como organismos-teste em estudos ecotoxicológicos

Muitas espécies de Copepoda Calanoida são muito sensíveis a pequenas variações nas condições do ambiente, e, portanto o forte endemismo presente neste grupo resulta de suas estreitas faixas de tolerância a muitos fatores (MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2003). Segundo Matsumura-Tundisi (1986), entre os fatores que determinam a distribuição dos gêneros e espécies de Calanoida no Brasil, as condições físicas e químicas podem ser mais importantes que as barreiras geográficas. A autora afirma também que pequenas diferenças na tolerância aos fatores ambientais, tais como a temperatura, pH e condutividade, são provavelmente suficientes para isolar uma espécie. Além disso, os Copepoda Calanoida são particularmente sensíveis a contaminantes contidos na coluna d' água devido ao seu hábito planctônico.

Os Copepoda marinhos planctônicos vêm sendo utilizados há décadas para a avaliação dos efeitos tóxicos de uma grande variedade de contaminantes (HEINLE; BEAVEN, 1977; SOSNOWSKI; GENTILE, 1978; WARD et al., 1979; U'REN, 1983; SUNDA et al., 1990; APHA et al., 1992; KUSK; PETERSEN, 1997; PERSOONE, 1998; REINIKAINEN et al., 2002; WONG; PAK, 2004; ARAÚJO-CASTRO et al., 2009). A maioria dos trabalhos ecotoxicológicos com Copepoda utilizam como organismo-teste a espécie marinha *Tisbe battaglia* (Harpacticoida, Copepoda) (HUTCHINSON; WILLIAMS, 1989; UNITED KINGDOM ENVIRONMENT AGENCY, 2006; RAISUDDIN et al., 2007; DIZ et al., 2009; IHARA et al., 2010). No Brasil, *Acartia lilljeborgi* e *Temora stylifera*, duas espécies de calanoides marinhos, têm sido utilizadas em estudos de toxicidade com substâncias de referência, efluentes industriais e efluentes derivados de petróleo (NIPPER et al., 1990, 1993; REYNIER et al., 1994; NIPPER, 2002).

Existem bem menos estudos ecotoxicológicos realizados para Copepoda de água doce, se comparados aos organismos marinhos. Os Copepoda de água doce são raramente utilizados em avaliações laboratoriais de toxicidade (WILLIS, 1999). Wong e Pak (2004), na China, determinaram a toxicidade aguda e crônica de metais pesados, como cobre, cromo, níquel e zinco, para náuplios do Copepoda Cyclopoida de água doce, *Mesocyclops pehpeiensis*.

No Brasil, os estudos ecotoxicológicos utilizando Copepoda como organismos-teste são escassos, particularmente com espécies de Copepoda Calanoida. Dentre os trabalhos já realizados destaca-se o de Gusmão (2003), que avaliou os efeitos do cobre e cromo sobre as populações naturais de Copepoda, Cladocera e Rotifera em experimentação utilizando mesocosmos. Os resultados deste estudo evidenciaram a sensibilidade das duas espécies de Copepoda Calanoida, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, a ambos contaminantes testados em condições de mesocosmo. Reimche et al. (2008) observaram a influência dos herbicidas Clomazone, Quinclorac, Metsulfuron-methyl e Propanil utilizados na lavoura arrozeira, sobre as populações de Copepoda zooplancctônicos.

Os calanoides *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* são espécies comuns em reservatórios do estado de São Paulo e amplamente distribuídos no Brasil (MATSUMURA-TUNDISI, 1986; MATSUMURA-TUNDISI; TUNDISI, 2003). Rietzler et al. (2002), estudando a coexistência de duas espécies de calanoides no reservatório do Lobo, Itirapina, SP, concluíram que, provavelmente, *A. furcatus* é um indicador de ambientes oligotróficos, enquanto *N. iheringi* seria para ambientes mais eutrofizados. Além disso, é possível que o comportamento das populações desses Copepoda, em relação a sazonalidade, nos ambientes naturais resulte de diferenças na sensibilidade e na tolerância dessas espécies aos fatores físicos e químicos, resultando em diferenças ecológicas importantes entre essas duas espécies (ESPÍNDOLA, 1994; ROCHA et al., 1982; RIETZLER et al., 2002).

4. OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é contribuir para a ampliação do conhecimento da ecofisiologia de espécies de Copepoda Calanoida de água doce visando a utilização de espécies deste grupo como organismos-teste em estudos ecotoxicológicos, voltados para o monitoramento e a conservação da biodiversidade em águas doces brasileiras.

4.1. *Objetivos Específicos*

- Obter por meio de cultivo e experimentos em laboratório, informações sobre a biologia e a ecologia de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, determinando os aspectos mais relevantes do ciclo de vida (crescimento, tempo de desenvolvimento, sobrevivência).
- Comparar a sensibilidade destas duas espécies a substâncias de referência, tais como: cromo na forma de dicromato de potássio; potássio, sódio e zinco na forma de cloreto; sulfato de alumínio; e os surfactantes dodecilsulfato de sódio (DSS) e o ácido dodecil benzenosulfonato de sódio (LAS).
- Comparar a sensibilidade das duas espécies a amostras ambientais de água e sedimento com diferentes tipos e graus de contaminação.
- Comparar a sensibilidade das diferentes fases de desenvolvimento destas espécies (náuplio, copepodito e adulto) aos agentes tóxicos selecionados, estabelecendo qual a mais adequada para a utilização em testes ecotoxicológicos.
- Realizar testes toxicidade sub-crônica, a fim de observar os efeitos adversos da exposição prolongada a diferentes contaminantes, que podem afetar as populações dos Copepoda Calanoida estudados.

5. HIPÓTESES

- 1- *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* são espécies de ciclo de vida curto sob condições ótimas de cultivo, e que apresentam elevada sensibilidade a uma variedade de substâncias tóxicas de referência, o que torna viável sua utilização em testes ecotoxicológicos.
- 2- *Notodiaptomus iheringi* é mais resistente do que *Argyrodiaptomus furcatus*, em condições de laboratório, à toxicidade de diferentes substâncias de referência.
- 3- A fase naupliar de ambas espécies é mais sensível às substâncias tóxicas do que as outras fases ou estágios de desenvolvimento (copepodito e adulto).

6. MATERIAL E MÉTODOS

O organograma abaixo apresenta resumidamente as atividades experimentais realizadas no presente trabalho:

6.1. Origem do material biológico

Exemplares das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e de *Notodiaptomus iheringi* foram coletados, respectivamente, na represa do Lobo (Broa), Itirapina, SP e no reservatório de Barra Bonita, SP, com redes de zooplâncton (68 µm de abertura de malha) e acondicionados em galões de 10 L. No laboratório, as fêmeas ovadas foram triadas e isoladas, e após o estabelecimento (aproximadamente quatro a cinco semanas) de uma população com um número suficiente de indivíduos foi feita a identificação da espécie. A identificação taxonômica das espécies de *A. furcatus* e *N. iheringi* foi baseada em Rocha e Matsumura-Tundisi (1976) e em Santos-Silva (2000).

6.1.1. Descrição dos Corpos de Água de Origem das Espécies

a) Reservatório de Barra Bonita

O reservatório de Barra Bonita (Figura 4) situa-se na Bacia do Médio Tietê Superior, na região central do Estado de São Paulo, entre os municípios de Igarapu e Barra Bonita (22°29' a 22°44'S e 48°10' a 48°34'W), a uma altitude de 430 m. Localizado numa das regiões mais populosas e desenvolvidas do Brasil, a barragem foi construída em 1963, constituindo-se parte do complexo de barragens situadas no rio Tietê, com uma área alagada de 324,84 km², formada a partir do represamento dos rios Tietê e Piracicaba (DELLAMANO-OLIVEIRA, 2007).

Figura 4. Visão geral da hidroelétrica e do reservatório de Barra Bonita, localizado entre as cidades de Barra Bonita e Igarapu, SP.⁴

Os usos do solo abrangem os típicos de áreas urbanas e as atividades rurais (plantações de cana-de-açúcar, café, cítricos, hortaliças e frutas, pastagens cultivadas e pastagens naturais; matas, capoeiras, reflorestamento e atividades granjeiras). As atividades industriais mais poluidoras são as atividades industriais de produção de papel e celulose, alimentícias, do ramo sucro-alcooleiro, têxteis, de curtumes, de metalúrgicas, químicas e de refinarias de petróleo (CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2001).

b) Represa do Lobo (Broa)

A Represa do Lobo (Broa) (Figura 5), localizada entre os municípios de Itirapina e Brotas, SP (22°10'S, 47°54'W), foi construída em 1936 com finalidade de gerar energia elétrica (ARGENTON, 2004). Tem extensão aproximada de 8 km de comprimento, 2 km de largura e profundidade máxima de 11,5 m. Atualmente é utilizado para o abastecimento local de água potável, lazer, pesca esportiva e pesquisa, além da produção de energia elétrica.

⁴ Disponível em: <<http://www.aestiete.com.br>>. Acesso em: 13 jun 2010.

Figura 5. Visão geral da represa do Lobo (Broa), localizado em Itirapina, SP.⁵

Apesar de ser uma APP (Área de Proteção Permanente), nas margens do reservatório estão situados condomínios e clubes (FIGUEIROA, 1996), pequenas propriedades particulares, um centro de pesquisa e ensino da USP (Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada/CRHEA), o Horto Florestal de Itirapina e uma reserva florestal pertencente ao município de Brotas. As atividades antrópicas, tais como a descarga de esgoto sanitário não-tratado, desmatamento, mineração, recreação, turismo e intensa pesca esportiva, têm gerado grandes impactos (TUNDISI et al., 2003).

⁵ Disponível em: <<http://www.ilec.or.jp/database/sam/dsam01.html>>. Acesso em: 12 jul 2010.

6.2. Manutenção e cultivo dos Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiptomus iheringi*

Uma vez identificadas, as espécies foram aclimatadas em água de cultivo (água reconstituída, preparada segundo as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004)) por um período de três a quatro semanas em laboratório por meio de trocas parciais com água reconstituída e a água de origem (represa do Broa e reservatório de Barra Bonita, respectivamente, para *Argyrodiaptomus furcatus* (Figura 6) e *Notodiptomus iheringi* (Figura 7)), sendo posteriormente mantidos continuamente em cultivo estoque em água reconstituída no Laboratório de Ecotoxicologia do Depto. de Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE/UFSCar). A utilização da água reconstituída como uma água padrão para o cultivo e manutenção visa garantir que os ensaios ecotoxicológicos apresentem uma adequada reprodutibilidade e repetibilidade.

Figura 6. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. A e B – náuplios 400x; C e D – copepoditos 100x; E – fêmea adulta ovada 50x; F – macho adulto 50x. (Foto: Denise T. Okumura).

Figura 7. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* A e B – náuplios 400x; C e D – copepoditos 100x; E – fêmea adulta 50x; F – macho adulto 50x. (Foto: Denise T. Okumura).

Os organismos foram mantidos em béqueres com capacidade para 1000 e 2000 mL em concentração aproximadamente de 75 Copepoda.L⁻¹. A água utilizada para o cultivo, adotada a partir de experimentos preliminares, foi a água reconstituída, a qual é preparada segundo o procedimento descrito na norma da ABNT (2004). A água reconstituída utilizada nos cultivos apresenta as seguintes características: dureza total de 40,0 a 48,0 mg CaCO₃.L⁻¹ e pH entre 7,0 e 7,6.

As trocas de água das culturas foram feitas a cada dois ou três dias, ocasião em que foi feito o controle da densidade e da mortalidade nas populações, com total renovação da água de cultivo duas vezes por semana. O processo de renovação da água das culturas foi feito por meio de uma cuidadosa filtragem da água e organismos das culturas através de uma sequência de redes em ordem decrescente de abertura de malha (180 e 20 µm) para selecionar os calanoides por grupos de idade e tamanho (Figura 8).

Figura 8. Vista geral das redes de diferentes aberturas de malha utilizadas na filtragem e separação dos Copepoda Calanoida durante a manutenção dos cultivos em laboratório. (Foto: Denise T. Okumura).

O alimento fornecidos às duas espécies de Calanoida consistiu de uma mistura de suspensões algais de *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Scenedesmus bijugus* na densidade de 10⁵ cels.mL⁻¹ (densidade sugerida por RIETZLER et al., 2002) e de um complemento alimentar à base de ração de peixe e levedura (ABNT, 2005).

Os béqueres de cultivo foram mantidos em incubadora a 25 ± 1°C, com fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro (Figura 9). Todos os procedimentos utilizados para a manutenção

das culturas dos Copepoda Calanoida são baseados nas metodologias descritas em Rocha e Matsumura-Tundisi (1984), Rietzler et al. (2002), Espíndola (1994), United Kingdom Environment Agency (2006) e nos resultados de experimentos preliminares realizados nas primeiras etapas da pesquisa.

Figura 9. Vista geral das culturas de Copepoda Calanoida mantidas em incubadora a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro. (Foto: Denise T. Okumura).

Para garantir a disponibilidade contínua de organismos-teste para o ensaio eram mantidos lotes de diferentes faixas etárias, e novos lotes de cultivo eram iniciados uma vez por semana. Os lotes com idade superior a 40 dias eram descartados afim de garantir a viabilidade do cultivo.

6.3. Avaliação dos aspectos biológicos e ecológicos das espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*

6.3.1. Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário

Os experimentos para a determinação dos parâmetros do ciclo de vida de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi* foram feitos em laboratório, sob

condições controladas (temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro). A água utilizada para o cultivo foi a água reconstituída ABNT (2004).

A duração do desenvolvimento embrionário foi obtida por dois métodos diferentes: o da observação direta e o da observação indireta (EDMONDSON; WINBERG, 1971). O método direto consistiu na separação e isolamento de casais, onde as fêmeas ainda não ovadas, mas com espermátóforos, foram acompanhadas desde o momento da formação de sacos ovíferos até a eclosão dos ovos. As observações foram diárias e feitas aproximadamente de três em três horas. O intervalo de tempo desde a formação do saco ovífero até a eclosão dos ovos corresponde à duração do desenvolvimento embrionário ou tempo de desenvolvimento do ovo, pelo método direto.

Já o método indireto, descrito em Edmondson e Winberg (1971), consistiu no isolamento de fêmeas já ovadas, oriundas do plâncton natural e do acompanhamento de um grande número de fêmeas ovadas (de 35 a 50 fêmeas ovadas), as quais foram mantidas em tubos de ensaio, e acompanhadas até a eclosão completa dos ovos dos sacos ovíferos, de todas as fêmeas. As observações foram feitas três vezes ao dia, e consistiram, não apenas em observar a presença ou não dos sacos ovíferos nas fêmeas, como também a presença de náuplios, uma vez que fêmeas com espermátóforos presos, mesmo sem uma nova cópula, podem formar novos sacos ovíferos em um intervalo de aproximadamente quatro horas. Plotando-se o número de fêmeas ovíferas remanescentes versus o tempo decorrido desde o início da primeira eclosão obtêm-se uma curva, a qual é ajustada por regressão linear. O tempo médio decorrido entre a primeira e última eclosão (ponto onde a curva ajustada corta a abscissa, ou eixo X) corresponderá ao tempo médio de duração do desenvolvimento embrionário.

Em média, 10 a 15 fêmeas ovadas de *Argyrodiaptomus furcatus* e 10 a 15 fêmeas ovadas de *Notodiatomus iheringi* foram selecionadas das culturas mantidas em laboratório. Após serem isoladas, as fêmeas foram colocadas individualmente em placas de cultivo multicelular (Figura 10) com água de cultivo, de acordo com a formulação estabelecida pela ABNT (2004), e foram mantidas em incubadora a 25°C e com fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro, havendo renovação da água e da suspensão alimentar diariamente, até a eclosão dos ovos.

Figura 10. Visão geral das placas de cultivo multicelular utilizadas como recipiente nos experimentos com Copepoda Calanoida. a - placas com 12 poços de 4 mL de volume; b - placas com 6 poços de 10 mL de volume. (Fotos: Fernanda C. Massaro)

Para determinar os tempos de desenvolvimento pós-embrionário dois métodos foram utilizados. No primeiro foi feito um experimento onde os náuplios recém eclodidos (com menos de 24h de idade) foram separados para o estabelecimento da duração do desenvolvimento para cada espécie, e acondicionados em placas de cultivo multicelular com capacidade de 50 mL, em réplica. Observações diárias foram realizadas para acompanhar todas as fases naupliares (1 a 6) até a fase de copepodito 1, em que os organismos foram isolados em tubos de ensaios e acompanhados até a fase adulta para a determinação do tempo de geração (o desenvolvimento completo de ovo a ovo). Neste experimento, os indivíduos foram observados e alimentados diariamente; entretanto, a renovação do meio foi realizada de dois em dois dias, visando minimizar o estresse causado pela manipulação dos organismos. As observações foram realizadas com auxílio de lupas e feitas sob microscópio em lâminas escavadas, uma vez que o mesmo indivíduo seria posteriormente observado e medido novamente.

Neste experimento ocorreram elevadas perdas e/ou morte dos organismos e dificuldades em se acompanhar as modificações morfológicas de cada estágio de desenvolvimento, uma vez que os indivíduos não eram sacrificados. Além disso, a diferenciação entre as fases finais de cada estágio, como entre náuplio 5 e 6 e entre os copepoditos 4 e 5, tornou-se difícil, razão pela qual outro procedimento foi implementado.

No segundo procedimento adotado cerca de aproximadamente 30 a 40 náuplios recém eclodidos (idade < 24 horas) foram separados e transferidos para placas de cultivo multicelular com meio de cultivo e mantidos em incubadora com renovação do meio a cada dois dias. A alimentação foi feita diariamente. A população foi amostrada nos tempos de 6, 12, 24, 36 e 48 horas inicialmente, e após este período, de 24 em 24 horas. A duração dos

experimentos foi de 480 horas para *Argyrodiaptomus furcatus* e de 408 horas para *Notodiaptomus iheringi*. As amostras foram preservadas em solução de formol a 2% e depois analisadas sob lupa e microscópio para a determinação da frequência de ocorrência dos estágios.

As características morfológicas utilizadas para a distinção dos ínstares das espécies estudadas foram essencialmente similares às utilizadas para os Copepoda Calanoida em geral (FERNANDO, 2002; EDMONDSON; WINBERG, 1971; EDMONDSON, 1959; CIPÓLLI, 1970). A identificação dos ínstares do estágio de copepodito baseou-se, inicialmente, no número de patas e no comprimento do corpo dos mesmos.

6.3.2. Parâmetros da Dinâmica Populacional

Sob as mesmas condições dos cultivos-estoque (condições controladas de temperatura a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro e utilização de água de reconstituída como meio de cultivo (ABNT, 2004)), cinco machos e cinco fêmeas (não ovadas) de cada espécie foram colocados em erlenmeyers com 1,5 L de água reconstituída. A contagem da densidade dos organismos foi efetuada em intervalos fixos de três dias, enquanto a adição de alimento foi feita diariamente. A renovação da água foi feita a cada três dias. A duração de cada experimento variou para cada ensaio e espécie.

Foram feitas contagens de todos os indivíduos na cultura e registrados os estágios e ínstares de desenvolvimento em que estes se encontravam a cada três dias. A partir do acompanhamento do crescimento das populações de ambas as espécies, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, calculou-se a taxa intrínseca de crescimento de cada população ajustando-se os dados empíricos pelo modelo exponencial, considerando-se apenas os quatro primeiros pontos observados.

A taxa intrínseca de aumento natural (taxa de crescimento) das populações de ambas as espécies, em temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12:12 horas claro/escuro, foi calculada por meio da seguinte equação diferencial (ODUM, 1988):

$$dN/dt = rN$$

Essa pode ser integrada na forma:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

onde, N_t é o número de organismos no tempo t ; N_0 é número inicial de organismos; t é a duração do experimento; r é a taxa intrínseca de crescimento populacional; e é a base do logaritmo natural.

O parâmetro r pode ser considerado um coeficiente instantâneo de crescimento populacional (ODUM, 1988), e é calculado por meio da expressão:

$$r = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}$$

onde, r é a taxa intrínseca de aumento natural; N_t é o número de indivíduos no tempo t ; N_0 é o número inicial de indivíduos; t é o tempo de duração do experimento; $\ln$ é o log natural.

As taxas instantâneas de natalidade foram obtidas pelo método da proporção de ovos (EDMONDSON, 1968), o qual fornece indiretamente o incremento diário à população. Foi, entretanto, adotada a modificação introduzida por PALOHEIMO (1974) para quantificar estas taxas:

$$b = \frac{\text{Ln} (E + 1)}{D}$$

onde, E é a proporção de ovos/fêmeas observável na amostra em qualquer momento; D é a duração do desenvolvimento dos ovos, obtida experimentalmente.

Pela diferença entre *b* e *r* obtêm-se as taxas instantâneas de mortalidade, ou seja, $d = b - r$.

Os procedimentos para a determinação dos aspectos biológicos dos Copepoda Calanoida se basearam inicialmente nas metodologias descritas em Espíndola (1994) e Rietzler (1991) e foram gradativamente modificadas, de acordo com as necessidades para o estabelecimento de procedimentos padronizados de cultivo.

6.4. Testes ecotoxicológicos com *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiptomus iheringi*

Tendo em vista a natureza intrínseca de cada substância testada neste trabalho, os resultados dos testes de toxicidade aguda foram divididos e distribuídos em categorias para melhor visualizá-los e discutí-los: sais (cloreto de sódio e cloreto de potássio), metais (dicromato de potássio, cloreto de zinco e sulfato de alumínio) e surfactantes (DSS e LAS). Além disso, neste trabalho são apresentados os resultados dos ensaios com o composto tóxico orgânico (cianotoxina) de *Microcystis aeruginosa* e as amostras ambientais (água e sedimento) do reservatório de Guarapiranga (três pontos de coleta: Barragem, Ilha da Formiga e Clube Castelo), do rio Cubatão e do rio Monjolinho (Nascente e Meio).

6.4.1. Substâncias de Referência

Nos testes de toxicidade, os organismos-teste foram expostos a diferentes concentrações de cada substância de referência ou composto tóxico selecionado, tendo como objetivo avaliar as respostas associadas com uma concentração específica da substância-teste (SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1993). Os procedimentos metodológicos adotados foram modificadas de normas padronizadas desenvolvidas para outros grupos e espécies (ABNT, 2004) e de trabalhos desenvolvidos para espécies de Copepoda marinhos e estuarinos (NIPPER, 2002; U.K. ENVIRONMENT AGENCY, 2006) e espécies de Copepoda Cyclopoida de água doce (WONG; PAK, 2004).

Foram realizados testes de toxicidade aguda com as substâncias de referência cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl), os surfactantes dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) (ou, respectivamente, DSS e LAS), e os metais dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), cloreto de zinco ($ZnCl_2$) e sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$).

Segundo a U.S. Environmental Protection Agency (WEBER et al., 1989), um número mínimo de cinco testes com a(s) substância(s) de referência selecionada(s) é recomendado para se estabelecer a repetibilidade dos resultados. Desta forma, foram iniciados os ensaios ecotoxicológicos, tendo sido realizados ensaios preliminares para cada substância de referência ou composto. Dez ensaios toxicológicos definitivos foram realizados para cada substância de referência a fim de se estabelecer a faixa de sensibilidade da espécie *Notodiaptomus iheringi* e cinco testes definitivos foram realizados para a espécie *Argyrodiaptomus furcatus*. A diferença no número de ensaios realizados entre as duas espécies se deveu aos aspectos biológicos e ecológicos das espécies, principalmente, no que se refere ao cultivo, o que resultou em diferenças na disponibilidade de indivíduos para a realização dos testes.

Nos testes toxicológicos com indivíduos das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* foram estabelecidos intervalos de concentração das soluções-teste com no mínimo cinco concentrações as quais variaram de acordo com a substância referência. Os ensaios foram realizados com quatro réplicas e quatro a cinco organismos-teste por réplica. Estes ensaios foram conduzidos em incubadoras com fotoperíodo 12:12 horas

claro/escuro e 25°C. O período de exposição foi de 48 horas e os organismos-teste não foram alimentados durante os ensaios.

O volume da solução-teste utilizado nos ensaios e o número de indivíduos por réplica variou de acordo com a fase de desenvolvimento em que o organismo-teste se encontrava. Náuplios recém-nascidos (com menos de 24 h) foram colocados em placas de cultivo multicelular contendo 4 mL das soluções-teste, sendo que em cada poço da placa foram colocados quatro organismos-teste. Cinco copepoditos (idade de 9-11 dias para *Argyrodiaptomus furcatus* e 8-10 dias para *Notodiatomus iheringi*) e cinco adultos fêmeas não ovadas ou/e machos (com idade de pelo menos 22 dias para *Argyrodiaptomus furcatus* e com pelo menos 20 dias para *Notodiatomus iheringi*) foram colocados em recipientes contendo 20 e 50 mL da solução-teste, respectivamente (Figura 11). As idades correspondentes às fases de desenvolvimento dos organismos-teste basearam-se nos dados obtidos nos experimentos de tempo de desenvolvimento pós-embrionário do presente trabalho e nos resultados anteriormente obtidos por Rietzler et al. (2002).

Figura 11. Vista geral dos recipientes utilizados nos testes de toxicidade aguda com os Copepoda Calanoida. a - placas de cultivo multicelular com 12 poços de 4 mL de volume utilizados nos testes com náuplios (Foto: Fernanda C. Massaro); b - potes plásticos de 50 mL de volume utilizados nos testes com copepoditos; c - potes plásticos de 100 mL de volume utilizados nos testes com adultos. (Foto: Denise T. Okumura).

As concentrações a serem testadas foram obtidas por diluições feitas a partir de uma solução-estoque. A escolha das concentrações a serem testadas baseou-se em testes preliminares realizados no presente trabalho e em dados da literatura para outros organismos-teste. Os intervalos de concentrações de cada substância de referência utilizadas nos testes ecotoxicológicos com *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Intervalos de concentrações das substâncias de referência utilizadas nos testes de toxicidade aguda com os Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.

Espécies	Substâncias de Referência	Concentrações		
		Náuplio	Copepodito	Adulto
<i>A. furcatus</i>	NaCl (g L ⁻¹)	0,05 – 3,25	0,05 – 3,05	0,25 – 3,25
	KCl (g L ⁻¹)	0,01 – 1,0	0,05 – 0,7	0,05 – 1,0
	K ₂ Cr ₂ O ₇ (mg L ⁻¹)	0,1 – 10,5	0,1 – 40,0	14,0 – 85,0
	ZnCl ₂ (mg L ⁻¹)	0,1 – 10,5	0,5 – 10,5	0,5 – 10,0
	Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg L ⁻¹)	40,0 – 136,0	16,0 – 136,0	40,0 – 136,0
	DSS (mg L ⁻¹)	1,0 – 32,0	1,0 – 28,0	4,0 – 28,0
	LAS (mg L ⁻¹)	0,1 – 5,0	0,1 – 32,0	1,0 – 18,0
<i>N. iheringi</i>	NaCl (g L ⁻¹)	0,1875 – 3,0	0,25 – 3,25	0,25 – 3,25
	KCl (g L ⁻¹)	0,05 – 0,4	0,05 – 0,35	0,05 – 0,4
	K ₂ Cr ₂ O ₇ (mg L ⁻¹)	0,1 – 30,0	0,1 – 30,0	10,0 – 50,0
	ZnCl ₂ (mg L ⁻¹)	0,5 – 5,5	0,5 – 5,5	0,25 – 4,25
	Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg L ⁻¹)	5,0 – 100,0	2,5 – 100,0	20,0 – 50,0
	DSS (mg L ⁻¹)	0,5 – 3,5	0,5 – 10,0	0,1 – 5,0
	LAS (mg L ⁻¹)	0,1 – 2,0	0,01 – 4,0	0,5 – 6,0

Ao término de 48 horas após o início dos testes foram feitas as contagens dos organismos mortos em cada tratamento. Os indivíduos imóveis e os que não apresentavam movimento após um leve toque foram considerados mortos. Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda foram analisados pelo programa estatístico Trimmed Spearman-Kärber, para o cálculo de CE(I)50 (HAMILTON et al., 1977), ou seja, a concentração efetiva média que causa mortalidade a 50% dos organismos expostos ao agente tóxico, durante o período do teste. A faixa de toxicidade/sensibilidade da substância foi determinada calculando-se o valor médio das CE50 mais ou menos ($\pm$) duas vezes o valor do desvio padrão da mesma (USEPA – United States Environmental Protection Agency, 1985; ABNT, 2005).

As diferentes CE(I)50-48h obtidas para cada estágio de desenvolvimento testado (náuplio, copepodito, adulto) foram comparadas entre si por meio do teste não-paramétrico de

Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) e utilizou-se também o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para a comparação entre as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.

Nos ensaios toxicológicos sub-crônicos foram utilizados náuplios recém-nascidos, com menos de 24 h de idade, de ambas espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, sendo realizados testes com o surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Os intervalos de concentração das soluções-teste foram estabelecidos com cinco concentrações, com base nos resultados obtidos nos testes agudos, para *A. furcatus* (0,01; 0,1; 0,5; 1,0; e 1,5 mg L⁻¹ para $K_2Cr_2O_7$; e 0,6; 1,2; 1,8; 2,4; e 3,0 mg L⁻¹ para DSS) e para *N. iheringi* (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5 mg L⁻¹ para $K_2Cr_2O_7$; e 0,05; 0,25; 0,45; 0,85; e 1,25 mg L⁻¹ para DSS). Foram estabelecidas quatro réplicas para o controle e cada concentração-teste. A mudança morfológica facilmente detectável da última fase naupliar para copepodito 1 foi usada como sendo o *endpoint* (WONG; PAK, 2004).

Estes ensaios foram conduzidos em incubadoras com fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e 25°C, e os organismos-teste foram alimentados durante os ensaios (a cada dois dias) com uma mistura de suspensões algais de *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Scenedesmus bijugus* na densidade de 10⁵ cels.mL⁻¹ (densidade sugerida em RIETZLER et al., 2002) e de um complemento alimentar à base de ração de peixe e levedura (ABNT, 2005). O período de exposição foi de oito dias nos ensaios com *Argyrodiaptomus furcatus* e de cinco dias para *Notodiatomus iheringi*. Ao término do tempo de exposição determinado para cada espécie adicionou-se 0,5 mL de solução de lugol para preservação e coloração dos indivíduos. Realizou-se a contagem numérica dos náuplios e copepoditos em cada tratamento.

A razão de desenvolvimento naupliar foi calculada, sendo expressa como a razão entre o número de copepoditos e o número total de indivíduos observados; isso possibilitou a comparação da fração de copepoditos nas diferentes concentrações independentemente do número total de náuplios inicialmente utilizados, por réplica (KUSK; PETERSEN, 1997).

Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda foram analisados pelo programa estatístico Trimmed Spearman-Kärber para o cálculo da concentração efetiva que ocasiona inibição do desenvolvimento naupliar a 50% dos organismos expostos, e as diferentes concentrações testadas foram comparadas entre si por meio do teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

6.4.1.1. Critérios para a Escolha das Substâncias de Referência

Substâncias de referência são utilizadas para avaliar as condições de “saúde”/sensibilidade dos organismos-testes, sejam eles oriundos do campo ou cultivados em laboratório. São também utilizadas em pesquisas básicas com organismos aquáticos para definir condições essenciais de ensaio para cada espécie. Uma vez estabelecidas essas condições ótimas de teste, é possível obter resultados comparáveis, isto é, que apresentem adequada repetibilidade e reprodutibilidade (ZAGATTO, 2006).

Segundo Lee (1980) e Environmental Canada (1990), uma adequada substância de referência deve ter as seguintes características: ser um contaminante ambiental, sendo necessárias informações prévias sobre sua estabilidade, solubilidade, toxicidade e método analítico; ter facilidade em ser analisada quimicamente; estar disponível no mercado com pureza consistente; ser solúvel em água; ser estável em água (que não seja volátil, nem degradável, não transformável) e que sua toxicidade permaneça inalterada; ter alta toxicidade em água; ter toxicidade consistente, especialmente dentro de uma faixa de pH; ter toxicidade não variável em função da qualidade da água; ter toxicidade não específica para os diferentes grupos de organismos e ter dados ecotoxicológicos básicos disponíveis. No entanto, não se espera que apenas uma substância atenda a todos esses critérios. Por isso o ideal é a utilização de várias substâncias de referência para avaliar a sensibilidade de organismos-teste.

Levando em conta essas considerações, foram escolhidos dentre os produtos mais utilizados como substâncias de referência, o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), o cloreto de potássio (KCl), o cloreto de sódio (NaCl), o cloreto de zinco ($ZnCl_2$) e o surfactante dodecilsulfato de sódio (DSS), para serem utilizados como substâncias de referência no presente estudo. Além disso, foram realizados testes ecotoxicológicos com o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) e o surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio (LAS).

O sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) é um dos principais sais utilizados pelas empresas de saneamento básico do Brasil e do mundo. O produto é apresentado no estado sólido (granulado) ou em solução, com a adição de 50% de água, e isenta de ferro. Esse sal é utilizado como coagulante na fase da clarificação do tratamento da água para abastecimento humano. Ele aglutina toda a matéria em suspensão e forma flocos que aumentam em

densidade e se sedimentam. A dosagem do sulfato de alumínio é diretamente proporcional à turbidez da água; quanto mais turva maior a quantidade do produto a ser utilizada. A Sabesp, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo tem um consumo anual de aproximadamente 52 mil toneladas de sulfato de alumínio, a maior parte em solução (REVISTA ALUMÍNIO, 2005).

Já o surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio, conhecido genericamente como LAS, é uma dos surfactantes aniônicos mais frequentemente utilizados na indústria como o componente ativo de detergentes sintéticos (TEMMINK; KLAPWIJK, 2004), sendo frequentemente encontrados em produtos de limpeza doméstica e artigos de higiene (VERGE et al., 2001). Sua popularidade se deve tanto ao baixo custo de produção como a sua excelência como detergente: agente emulsionante, promotor de espuma e agente umedecedor. O LAS possui elevada capacidade de remoção da gordura de constituição das mãos, sendo muito resistente à presença de sais de cálcio e magnésio, razão pela qual podem ser utilizados em águas duras. Desde a sua introdução no mercado mundial de detergentes, por volta dos anos 60, o LAS tornou-se o produto líder no mercado de tensoativos. Sua produção atual é da ordem de três milhões de toneladas, ou seja, aproximadamente 28% da produção mundial de tensoativos⁶.

6.4.2. Amostras Ambientais

Os testes de toxicidade com amostras ambientais foram realizados com amostras de corpos de água onde pesquisas anteriores indicaram algum tipo de toxicidade na água e/ou no sedimento. As áreas de estudos escolhidas foram o reservatório de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), o rio Cubatão (23°52'48,88"S e 46°25'35,97"W) e o rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W).

⁶ Disponível em: <<http://www.deten.com.br/Template.asp?IdEntidade=3&Nivel=0003>>. Acesso em: 31 ago 2010.

A coleta, preparação e preservação das amostras ambientais de água, e os procedimentos dos testes de toxicidade foram realizados de acordo com o protocolo estabelecido pela norma da ABNT NBR 13373:2005⁷. Os testes de toxicidade foram realizados com as amostras de água não diluídas, seguindo o procedimento de testes agudos com náuplios e adultos descrito no item 6.4.1 do presente trabalho.

Já as coletas de sedimento foram realizadas com draga de van Veen e a preservação destas amostras foi feita de acordo com a norma da ABNT NBR 15470:2007⁸. Foram utilizados, nos testes, solubilizados dos sedimentos. Para a obtenção do solubilizado foi utilizada a metodologia descrita por Matthews e Hastings (1987), em que a amostra de sedimento homogeneizada foi diluída na proporção de 1:4 sedimento/água (USEPA, 1994) dentro de um frasco, e depois agitada por 22 ± 2 horas, utilizando o agitador giratório de frascos, a aproximadamente 30 rpm. Decorrido o tempo necessário, a amostra foi deixada em repouso por aproximadamente um hora, permitindo a diferenciação das fases sólida e líquida. A fase líquida foi, então, utilizada nos testes de toxicidade de acordo com os procedimentos descritos no item 6.4.1 do presente trabalho. Os frascos foram mantidos em incubadoras com fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e 25°C. O período de exposição foi de 48 horas.

6.4.2.1. Descrição das áreas de estudo

- Reservatório de Guarapiranga, São Paulo, SP

O reservatório do Guarapiranga (Figura 12) fornece cerca de 25% da água da Região Metropolitana de São Paulo. O reservatório é a segunda maior fonte de água do Estado; além de ser utilizado para controle de inundações, produção de energia e recreação (MANCUSO, 1992). Localiza-se na porção sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo, aproximadamente nas coordenadas 23°43'S e 46°32'O, abrangendo parcialmente os municípios de Cotia, Embu, Juquitiba, São Lourenço da Serra e São Paulo e a totalidade dos

⁷ ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13373**: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp. (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2005, 15p.

⁸ ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15470**: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade de sedimento – Método de ensaio com *Hyalella* spp. (Amphipoda). Rio de Janeiro, 2007, 20p.

municípios de Embu-Guaçu e Itapequerica da Serra, com uma área de drenagem de 639 km² (ISA – Instituto Socioambiental, 2006).

Figura 12. Imagem de satélite com vista geral do reservatório de Guarapiranga e dos pontos de coleta (Barragem, Ilha das Formigas e Clube Castelo) das amostras utilizadas nos testes de toxicidade aguda com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010).

Mais da metade da área da Bacia Hidrográfica da Guarapiranga encontra-se alterada por atividades humanas, sendo 16% desta alteração decorrente da ocupação urbana e usos diversos como agricultura, mineração e exploração da vegetação acarretando a exposição do solo. Além disso, apenas 37% da área da bacia são áreas com vegetação remanescente de Mata Atlântica. Entre 1989 e 2003, as áreas urbanas aumentaram em 19%, e mais da metade deste crescimento ocorreu sobre áreas com severas restrições à ocupação, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), as quais se encontram amplamente ocupadas (37,6%) por usos antrópicos (WHATELY; CUNHA, 2006).

- Rio Cubatão, Cubatão, SP

A Bacia do Rio Cubatão (Figura 13) tem uma área aproximada de 177 km² e situa-se entre a Grande São Paulo e a Baixada Santista, na vertente atlântica da Serra do Mar. Esse rio circunda o estuário de Santos e deságua na mesma cidade através de vários canais

dentro do mangue⁹. Os rios desta bacia nascem na Serra do Mar em região de florestas e percorrem a zona industrial do município recebendo toda a descarga de esgotos sanitários e industriais. Recebem também as descargas dos canais da Usina Hidroelétrica Henry Borden, com águas procedentes do sistema Alto Tietê, através do reservatório Billings que constitui o corpo receptor de grande parte dos dejetos domésticos e industriais da Grande São Paulo (SANTOS-FILHO et al.,1993).

Figura 13. Imagem de satélite com vista geral do rio Cubatão, no ponto de coleta das amostras de água e sedimento utilizadas nos testes de toxicidade realizados com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010).

O rio Cubatão é um importante manancial utilizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) para o abastecimento público de cinco municípios da região, fornecendo água tratada a, aproximadamente, um milhão de habitantes. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) procede, em cinco estações de coleta, ao monitoramento de algumas variáveis físicas e químicas das águas do rio Cubatão (SANTOS-FILHO et al.,1993).

⁹ Disponível em: <<http://www.cidadecubatao.com.br/dadosgeograficos.htm>>. Acesso em: 26 ago 2010.

- Rio Monjolinho, São Carlos, SP

A sub-bacia hidrográfica do Monjolinho (Figura 14) drena uma área total de 26.467.740 m². De acordo com Baldochi-Souza (2010), a agropecuária é desenvolvida em 68% da sub-bacia, especialmente na margem direita do rio; na margem esquerda a ocupação urbana corresponde a 14% da ocupação do solo, devido à expansão da cidade de São Carlos, e o principal problema decorrente disso é o esgoto sanitário e industrial. Apenas 9% da sub-bacia são áreas preservadas, que se encontram, na maioria, nas margens dos córregos. Dentro do *campus* da Universidade Federal de São Carlos existe uma área de cerrado *sensu stricto*, que cobre 6% da sub-bacia, e uma área de reflorestamento de *Eucalyptus* sp. (3% da área da sub-bacia).

Figura 14. Imagem de satélite com vista geral do rio Monjolinho e dos pontos de coleta (Nascente e Meio) das amostras utilizadas nos testes de toxicidade aguda com Copepoda Calanoida. (Fonte: Google Earth. Acesso em: 18 ago 2010).

6.4.3. Composto Tóxico Orgânico: Cianotoxinas

As cianotoxinas utilizadas nos ensaios de toxicidade são oriundas de uma linhagem não axênica (cepa NPLJ-4) de *Microcystis aeruginosa*, comprovadamente tóxica, que foi cedida pelo Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro

(LETC/IBCCF/UFRJ) e mantida no Laboratório de Ecotoxicologia da UFSCar para estudos ecotoxicológicos.

Quando as culturas de NPLJ-4 atingiam a fase exponencial a suspensão algal era colhida e centrifugada em centrífuga Quimis-Q 222T, durante 10 minutos, com a finalidade de separar os possíveis resíduos do meio de cultivo. Os *pellets* obtidos foram congelados e depois liofilizados (Liofilizador LB 5000 TT – Terroni-Fauvel) e mantidos em freezer a -20°C para conservar.

Na Figura 15 estão apresentadas, resumidamente, as etapas realizadas para a preparação das cianotoxinas utilizadas nos ensaios toxicológicos com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*. Inicialmente, o material liofilizado foi ressuspenso em água destilada na concentração de 100 mg L⁻¹ (peso seco) obtendo-se a solução-estoque. Para o rompimento das células e a liberação da toxina, as soluções-estoque foram homogeneizadas e sonicadas (Ultra-sonicator XL Misonix, Model 100 Watt). A solução foi centrifugada a 3500 rpm durante 10 minutos. Este procedimento foi realizado no Laboratório de Eletroquímica do Instituto de Química da EESC/USP (São Carlos, SP). Os *pellets* (restos celulares lisados) foram descartados e os sobrenadantes contendo cianotoxina foram armazenados em freezer para posterior diluição, tratamento e utilização em testes de toxicidade aguda (ou seja, ou o material foi utilizado diretamente nos testes de toxicidade, ou foi irradiado e depois utilizado nos testes).

Figura 15. Etapas referentes à preparação das amostras de *Microcystis aeruginosa* utilizadas nos testes de toxicidade aguda utilizando os Copepoda Calanoida como organismos-teste: a) Pesagem do material liofilizado; b) Adição de água destilada; c) Homogeneização da solução; d) Ultra-sonicação da amostra; e) Centrifugação da solução; e f) Irradiação.¹⁰

As soluções-estoque, mantidas sob condições climatizadas, foram transportadas ao Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN) no Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) e irradiados com feixes de elétrons em um acelerador de elétrons nas doses: 3; 5; 10; e 15 kGy. O tempo para cada dose foi: 3 kGy = 3 min. e taxa de dose: 6,70 kGy/h; 5 kGy = 3 min. e taxa de dose: 11,16 kGy/h; 10 kGy = 3 min. e taxa de dose: 22,32 kGy/h; e 15 kGy = 6 min. e taxa de dose: 16,74 kGy/h. Depois de irradiadas, as soluções-estoque foram novamente acondicionadas em gelo e transportadas ao Laboratório de Cultivo e Ecotoxicologia da UFSCar.

6.4.3.2. Ensaios Toxicológicos

Para o preparo da solução-estoque, 100 mg do material liofilizado (biomassa seca) foi diluída em 1 L de água destilada. As soluções-teste foram preparadas no momento da realização dos testes, procedendo-se à diluição da solução-estoque em um volume conhecido

¹⁰ Fonte: CAVALCANTE-SILVA, E. Estudo da ação combinada de radiações ionizantes com campos elétricos e magnéticos em cianobactérias – viabilidade celular e atenuação de toxinas. 2010. Qualificação (Doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Biotecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 221p.

de água de diluição (a mesma água de manutenção), de acordo com a concentração estabelecida. Tais concentrações variaram de acordo com a espécie de Copepoda utilizada:

- *Argyrodaptomus furcatus* = 0,0125; 0,025; 0,05; 0,075; 0,1 g L⁻¹ de peso seco (p.s.)
- *Notodaptomus iheringi* = 0,0075; 0,0125; 0,025; 0,05; 0,075 g L⁻¹ de peso seco (p.s.)

Nestas concentrações foram estabelecidas quatro réplicas com cinco organismos-teste em cada, sendo que três ensaios definitivos de toxicidade aguda foram realizados com o material da linhagem tóxica NPLJ-4 não irradiado, a fim de verificar a toxicidade destas aos Copepoda, bem como determinar a CE(I)50-48h e o intervalo de concentrações-teste que posteriormente seriam utilizadas nos testes com o material irradiado. Para as amostras de cianotoxinas irradiadas com feixes de elétrons nas doses de 3; 5; 10; e 15 kGy foram realizadas para cada dose de irradiação em três ensaios de toxicidade aguda.

Os organismos utilizados nos testes foram adultos (fêmeas ou machos) e náuplios (com menos de 24 horas) das espécies *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodaptomus iheringi*. Estes não foram alimentados durante o teste. Ao término de 48 horas de exposição foram feitas as contagens dos organismos imóveis em cada tratamento. Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda foram analisados pelo programa estatístico Trimmed Spearman-Kärber, para o cálculo de CE(I)50 (HAMILTON et al., 1977).

7. RESULTADOS

7.1. Aspectos biológicos e ecológicos das espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*

7.1.1. Descrição Morfológica

As fêmeas de ambas as espécies estudadas são maiores que os machos (Tabela 2) e são facilmente reconhecidas quando carregam o espermatóforo (cápsula de esperma que é presa na área genital da fêmea, pelo macho, durante a copulação) ou o saco ovífero. Além disso, os indivíduos da espécie de *Argyrodiaptomus furcatus* (Figuras 16) são maiores do que aqueles de *Notodiatptomus iheringi* (Figuras 17).

Tabela 2 – Tamanho (mm) máximo das espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi* cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Sexo	Espécie	
	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	<i>Notodiatptomus iheringi</i>
Macho	$1,32 \pm 0,03$	$1,03 \pm 0,02$
Fêmea	$1,47 \pm 0,07$	$1,24 \pm 0,04$

Figura 16. Aspecto geral de adultos macho e fêmea do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. (Foto: Denise T. Okumura).

Figura 17. Aspecto geral de adultos macho e fêmea do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*. (Foto: Denise T. Okumura).

7.1.2. Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário

O ínstar 1 do estágio naupliar tem geralmente o corpo um pouco arredondado, com três pares de apêndices (a primeira antena, a segunda antena e as mandíbulas) e dois espinhos caudais. Durante o desenvolvimento do corpo do náuplio ocorre um alongamento do corpo a cada muda, e os apêndices adicionais aparecem. Os apêndices já existentes tornam-se mais alongados e especializados. Estas estruturas iniciais e suas modificações (número e comprimento), além do comprimento do corpo, são utilizadas para identificar o ínstar de desenvolvimento no estágio naupliar (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de tamanho médio do corpo e desvios-padrão e algumas modificações morfológicas observadas no estágio naupliar das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*.

		Náuplio 1	Náuplio 2	Náuplio 3	Náuplio 4	Náuplio 5	Náuplio 6
<i>Número de setas caudais</i>		2	2	4	4 (região mais alongada)	4 setas longas + 2 setas curtas	6 setas longas
<i>Apêndices</i>		-	-	-	-	2 pares de pequenos processos	2 pares de pequenos processos com setas curtas
<i>Comprimento do corpo (μm)</i>	<i>A.furcatus</i>	172,67 ± 36,58	231,00 ± 8,74	247,42 ± 8,16	292,58 ± 17,79	314,01 ± 10,28	349,80 ± 10,58
	<i>N.iheringi</i>	202,29 ± 9,77	233,77 ± 8,22	252,85 ± 11,05	290,14 ± 9,03	319,95 ± 13,91	328,26 ± 15,67

Em *Argyrodiaptomus furcatus*, os indivíduos no 1º ínstar naupliar tem tamanho médio de 172,67 ± 36,58 μm, havendo um aumento gradativo de tamanho até 349,80 ± 10,58 μm no 6º ínstar naupliar (Figura 18). Em *Notodiatptomus iheringi*, observou-se uma variação de tamanho de 202,29 ± 9,77 μm no 1º ínstar naupliar para 328,26 ± 15,67 μm no 6º ínstar naupliar (Figura 19).

Figura 18. Vista geral de copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes fases de desenvolvimento naupliar. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura).

Náuplio 4

Náuplio 3

Náuplio 2

Náuplio 1

Náuplio 6

Náuplio 5

Figura 19. Vista geral de copépoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em diferentes fases de desenvolvimento naupliar. Fotos sem escala.
(Foto: Denise T. Okumura).

A metamorfose é somente pronunciada na passagem do último ínstar do estágio naupliar para o primeiro ínstar do estágio de copepodito. Os copepoditos são morfologicamente semelhantes aos adultos, com o corpo claramente dividido em prossoma e urosoma com ramo caudal. O número de segmentos do corpo, de setas caudais, de patas e o comprimento do corpo são as características utilizadas para identificar e diferenciar os sucessivos ínstares de copepodito até o adulto (Tabela 4). A diferenciação sexual é facilmente identificada a partir do ínstar copepodito 5.

Tabela 4 – Valores de tamanho médio do corpo e desvios-padrão e algumas modificações morfológicas observadas no estágio de copepodito das espécies *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodaptomus iheringi*.

		C1	C2	C3	C4	C5	Fêmea	Macho
Número de setas caudais		5	6	6	6	6	6	6
Número de pernas natatórias		2	3	4	5 (quinta pata pouco desenvolvida)	5 (espinho da quinta pata mais curto)	5	5
Comprimento do corpo (mm)	<i>A.furcatus</i>	0,444 ± 0,014	0,575 ± 0,030	0,751 ± 0,031	0,991 ± 0,099	1,110 ± 0,284	1,47 ± 0,07	1,32 ± 0,03
	<i>N.iheringi</i>	0,436 ± 0,024	0,558 ± 0,021	0,670 ± 0,039	0,804 ± 0,046	0,923 ± 0,047	1,24 ± 0,04	1,03 ± 0,02

Para *Argyrodaptomus furcatus* o desenvolvimento dos ínstares de copepodito envolveu uma variação de tamanho, em média, de $0,444 \pm 0,014$ mm do 1º ínstar de copepodito até $1,47 \pm 0,07$ mm para o 6º ínstar copepodito ou adulto fêmea e de $1,32 \pm 0,03$ mm para os machos. No caso da espécie de *Notodaptomus iheringi*, a fase de copepodito envolveu variação de tamanho entre $0,436 \pm 0,024$ mm no 1º ínstar de copepodito até $1,24 \pm 0,04$ mm para o 6º ínstar de copepodito ou adulto fêmea e de $1,03 \pm 0,02$ mm para o macho. As Figuras 20 e 21 apresentam uma vista geral dos ínstares de copepodito até o ínstar adulto para as espécies *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodaptomus iheringi*, respectivamente.

Figura 20. Vista geral de copepoda Calanóida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes fases de desenvolvimento de copepodito e na fase adulta. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura).

Figura 21. Vista geral de copépoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em diferentes fases de desenvolvimento de copepodito e na fase adulta. Fotos sem escala. (Foto: Denise T. Okumura).

7.1.3. Duração do Tempo de Desenvolvimento Embrionário e Pós-Embrionário

a. *Argyrodaptomus furcatus*

Os valores da duração do desenvolvimento embrionário pelo método de observação indireta obtidos para *Argyrodaptomus furcatus* na temperatura de 25°C estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores da duração do desenvolvimento embrionário da espécie *Argyrodaptomus furcatus* na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

<i>Argyrodaptomus furcatus</i>		
	Horas	Dias
Ensaio 1	53,72	2,20
Ensaio 2	57,24	2,40
Média	55,48	2,30
Desvio padrão	2,49	0,14

Observa-se que o tempo de desenvolvimento embrionário (duração do ovo) nos ensaios pelo método indireto foi, em média, de $2,3 \pm 0,14$ para *A. furcatus*. Nas Figuras 22 e 23 estão apresentados os valores observados e as retas de regressão linear obtidos nos ensaios realizados para esta espécie a fim de determinar a duração do desenvolvimento embrionário pelo método indireto. Os altos valores de R^2 evidenciam uma elevada correlação dos valores observados com a reta de regressão linear.

Figura 22. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear, obtidos para a duração do desenvolvimento embrionário para a espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no primeiro ensaio, de acordo com o método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

Figura 23. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear, obtidos para a duração do desenvolvimento embrionário para a espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no segundo ensaio, de acordo com o método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

Os tempos de duração do desenvolvimento embrionário, expressos em dias, obtidos pelos métodos indireto e direto, respectivamente, foram de $2,3 \pm 0,14$ e $1,86 \pm 0,04$ para *A. furcatus*.

Para os tempos de desenvolvimento pós-embrionário a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ para *A. furcatus* foram obtidos tempos médios de 42 horas de duração entre o 1º ínstar naupliar e o 6º ínstar naupliar, utilizando-se o método 1 em que os organismos não foram sacrificados (Tabela 6).

Tabela 6 – Tempo de desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em cada ínstar naupliar quando cultivados em condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 1.

Fases	Espécie
	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>
- De náuplio 1 a náuplio 2	5 horas
- De náuplio 2 a náuplio 3	$17,43 \pm 3,03$ horas
- De náuplio 3 a náuplio 4	$19,57 \pm 6,48$ horas

Os resultados obtidos para a duração do desenvolvimento pós-embrionário abrangendo a fase naupliar pelo método 2 são apresentados na Tabela 7. Os dados brutos relativos ao experimento são apresentados na Tabela 1A do Apêndice A.

Tabela 7 – Duração do desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em cada ínstar naupliar quando cultivados em condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.

Fases	Espécie
	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>
- De ovo a náuplio 1 (pelo método direto)	1,84 dias
- De náuplio 1 a náuplio 2	6 horas
- De náuplio 2 a náuplio 3	12 horas
- De náuplio 3 a náuplio 4	12 horas
- De náuplio 4 a náuplio 5	24 horas
- De náuplio 5 a náuplio 6	60 horas
- De náuplio 6 a copepodito 1	72 horas
- De náuplio 1 a copepodito 1	7,75 dias
- De copepodito 1 a copepodito 2	60 horas
- De copepodito 2 a copepodito 3	36 horas
- De copepodito 3 a copepodito 4	24 horas
- De copepodito 4 a copepodito 5	48 horas
- De copepodito 5 a adulto	84 horas
- De copepodito 1 a adulto	10,5 dias
- De náuplio 1 a adulto	18,25 dias

Os resultados obtidos pelo método 2 evidenciaram que, para *A. furcatus*, a duração do desenvolvimento de náuplio 1 a copepodito 1 foi de 7,75 dias, e de copepodito 1 a adulto foi de 10,5 dias (Figura 24). O tempo total de desenvolvimento pós-embrionário observado para *A. furcatus* foi de 18,25 dias e o tempo de desenvolvimento de ovo a ovo foi de 20,09 dias, considerando-se para o cálculo o tempo de duração do desenvolvimento embrionário obtido pelo método direto e o tempo de desenvolvimento pós-embrionário obtido pelo método 2.

Figura 24. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em diferentes estágios de desenvolvimento, cultivados em laboratório. Na parte superior: os náuplios em ordem crescente da esquerda para a direita (aumento de 10x). Na faixa intermediária, da esquerda para a direita: copepodito 1 a copepodito 4 (aumento de 10x). Na parte inferior, da esquerda para direita: copepodito 5, fêmea adulta e macho adulto (aumento de 5x). (Foto: Denise T. Okumura).

b. *Notodiaptomus iheringi*

Na Tabela 8 estão representado os valores obtidos para a duração do desenvolvimento embrionário (tempo de desenvolvimento do ovo) de *Notodiaptomus iheringi* na temperatura de 25°C, pelo método de observação indireta.

Tabela 8 – Valores da duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

	<i>Notodiaptomus iheringi</i>	
	Horas	Dias
Ensaio 1	40,39	1,70
Ensaio 2	43,29	1,80
Média	41,84	1,75
Desvio padrão	2,05	0,07

As Figuras 25 e 26 apresentam os valores observados e as retas de regressão linear para a duração do desenvolvimento embrionário de *Notodiaptomus iheringi* obtida pelo método indireto e indicam altos valores de R^2 evidenciando elevada correlação dos valores observados com a reta de regressão linear. O tempo de desenvolvimento embrionário (duração do ovo) determinado pelo método indireto foi, em média, de $1,75 \pm 0,07$ dias para *N. iheringi*.

Figura 25. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear para a duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no primeiro ensaio pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

Figura 26. Valores empíricos (losangos) e reta de regressão linear para a duração do desenvolvimento embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, obtidos no segundo ensaio pelo método indireto descrito em Edmondson e Winberg (1971).

Os tempos de duração do desenvolvimento do ovo, expressos em dias, obtidos pelos métodos indireto e direto, respectivamente, foram $1,75 \pm 0,07$ e $1,52 \pm 0,3$ para *N. iheringi*.

Na Tabela 9 estão apresentados os valores do tempo de desenvolvimento pós-embrionário para *N. iheringi* pelo método 1. Verificou-se que para esta espécie os valores de duração do desenvolvimento do náuplio 1 a copepodito 1 (Figura 27) foram de aproximadamente 6 dias e do copepodito 1 à fase adulta foi de 12 dias. A longevidade de *N. iheringi* observada neste experimento foi de 71 dias.

Tabela 9 – Duração do desenvolvimento da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em cada fase cultivados em condições controladas de fotoperíodo 12:12 horas claro/escuro e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 1.

Fases	Espécie
	<i>Notodiaptomus iheringi</i>
- De náuplio 1 a náuplio 2	$4,69 \pm 1,1$ horas
- De náuplio 2 a náuplio 3	$13,0 \pm 2,7$ horas
- De náuplio 3 a náuplio 4	$15,2 \pm 3,5$ horas
- De náuplio 4 a náuplio 5	$65,76 \pm 21,9$ horas
- De náuplio 5 a copepodito 1	$38,52 \pm 21,9$ horas
- De náuplio 1 a copepodito 1	$5,7 \pm 1,9$ dias
- De copepodito 1 a copepodito 2	2,26 dias
- De copepodito 2 a copepodito 3	2,44 dias
- De copepodito 3 a copepodito 4	2,52 dias
- De copepodito 4 a copepodito 5	1,83 dias
- De copepodito 5 a adulto	3,5 dias
- De copepodito 1 a adulto	12,55 dias
- De náuplio 1 a adulto	18,25 dias

Os maiores valores observados para o tempo de desenvolvimento de náuplio 4 a náuplio 5 quando comparados aos valores para o tempo de desenvolvimento de náuplio 5 a copepodito 1 são possivelmente devidos a imprecisões decorrentes da dificuldade em identificar, durante o experimento, as diferenças morfológicas entre os náuplios 5 e 6, e,

consequentemente, de determinar com exatidão o tempo de desenvolvimento de náuplio 5 a náuplio 6.

Figura 27. Aspecto geral dos náuplios em diferentes ínstares do estágio naupliar durante o desenvolvimento pós-embriônico do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivado em laboratório. Da esquerda para a direita: náuplio 1, náuplio 2, náuplio 3, náuplio 4 e náuplio 6. Aumento de 400x. (Foto: Denise T. Okumura).

Os valores de duração de desenvolvimento do estágio naupliar obtidos pelo método 2 são apresentados na Tabela 2A do Apêndice A, que estão resumido na Tabela 10.

Tabela 10 – Duração do desenvolvimento pós-embrionário da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em cada fase cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.

Fases	Espécie
	<i>Notodiaptomus iheringi</i>
- De ovo a náuplio 1 (pelo método direto)	1,52 dias
- De náuplio 1 a náuplio 2	6 horas
- De náuplio 2 a náuplio 3	12 horas
- De náuplio 3 a náuplio 4	12 horas
- De náuplio 4 a náuplio 5	24 horas
- De náuplio 5 a náuplio 6	48 horas
- De náuplio 6 a copepodito 1	48 horas
- De náuplio 1 a copepodito 1	6,25 dias
- De copepodito 1 a copepodito 2	48 horas
- De copepodito 2 a copepodito 3	72 horas
- De copepodito 3 a copepodito 4	24 horas
- De copepodito 4 a copepodito 5	31 horas
- De copepodito 5 a adulto	17 horas
- De copepodito 1 a adulto	8,0 dias
- De náuplio 1 a adulto	14,25 dias

A duração do desenvolvimento pós embrionário de *N. iheringi* obtidos para os ínstares naupliares (1 a 6) e os ínstares de copepodito até a fase adulta (1 a 5) foram, respectivamente, de 6,25 e 8 dias (Figura 28). A duração do desenvolvimento de náuplio 1 até o indivíduo adulto foi de 14,25 dias e o tempo de desenvolvimento ovo a ovo, considerando-se os resultados obtidos pelo método direto e pelo método 2, foi de 15,77 dias.

Figura 28. Aspecto geral do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* em diferentes estágios de desenvolvimento, em condições de laboratório. Na parte superior: os náuplios em ordem crescente da esquerda para a direita (aumento de 10x). Na faixa intermediária, da esquerda para a direita: copepodito 1 a copepodito 5 (aumento de 10x). Na parte inferior, fêmea adulta (esquerda) e macho adulto (direita) (aumento de 10x). (Foto: Denise T. Okumura).

c. Comparação entre a duração dos tempos de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*

O tempo de desenvolvimento embrionário determinado pelo método indireto, utilizando um maior número de indivíduos, resultou em valores próximos aos obtidos pelo método direto, com valores em geral superiores. Assim, pelos dois métodos observou-se que o tempo de desenvolvimento embrionário para *N. iheringi* foi menor que o de *A. furcatus* (Tabela 11).

Tabela 11 – Valores da duração do tempo de desenvolvimento embrionário (ovo) para as espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ pelo método indireto e direto.

	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>		<i>Notodiatptomus iheringi</i>	
	Horas	Dias	Horas	Dias
Método indireto	55,48 ($\pm 2,49$)	2,30 ($\pm 0,14$)	41,84 ($\pm 2,05$)	1,75 ($\pm 0,07$)
Método direto	44,55 ($\pm 1,05$)	1,86 ($\pm 0,04$)	36,58 ($\pm 7,27$)	1,52 ($\pm 0,3$)

Na Tabela 12 são apresentados os valores da duração do desenvolvimento pós-embrionários obtidos pelo método 2 para as duas espécies de Copepoda estudadas. Para *A. furcatus* foi obtido tempo de desenvolvimento ovo a ovo de 20,09 dias e para *N. iheringi* de 15,77. Os valores observados de tempo de desenvolvimento do náuplio 1 a copepodito 1 e do copepodito 1 ao adulto também foram maiores para *A. furcatus* do que para *N. iheringi*.

Tabela 12 – Duração do desenvolvimento pós-embrionário das espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi* em cada estágio, cultivados em laboratório sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Tempos de desenvolvimento pós-embrionário obtidos pelo método 2.

Fases	Espécies	<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	<i>Notodiatptomus iheringi</i>
- De náuplio 1a copepodito 1 (dias)		7,75	6,25
- De copepodito 1 a adulto (dias)		10,5	8,0
- De ovo a ovo (dias)*		20,09	15,77

*considerou-se para o cálculo o tempo de duração do desenvolvimento do ovo obtido pelo método direto e o tempo de desenvolvimento pós-embriológico obtido pelo método 2.

A Figura 29 mostra que o tempo médio de desenvolvimento dos estágios naupliar e de copepodito até o estágio adulto (tempo geracional) para *A. furcatus* foi maior do que o tempo médio obtido para o desenvolvimento correspondente de *N. iheringi*. Isso evidencia que apesar de ambas as espécies apresentarem ciclos de vida curtos, *N. iheringi* possui um tempo de geração comparativamente menor e potencialmente teria uma maior capacidade de duplicação da população.

Figura 29. Tempo de desenvolvimento geracional das espécies de Copepoda *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, cultivados em laboratório, sob condições controladas de fotoperíodo (12:12 horas claro/escuro) e temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), mostrando a progressão dos estágios de desenvolvimento em função do tempo.

7.1.4. Taxas de Crescimento Populacional

A taxa intrínseca de crescimento de cada população ajustando-se os dados empíricos pelo modelo exponencial, considerando-se apenas os quatro primeiros pontos observados, ou seja, o período de dez dias para *A. furcatus* e de 22 dias para *N. iheringi* estão apresentados, respectivamente nas Figuras 31 e 34. A partir desse momento houve diminuição gradativa na taxa de crescimento para ambas as espécies.

Na figura 30 é apresentada a variação no número de indivíduos para cada estágio de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adultos fêmeas e machos), além das fêmeas ovadas. Observa-se que as variações no número de indivíduos é dependente do tamanho da população de náuplios na cultura, e a diminuição do número de náuplios após 12 dias ocasionou uma expressiva diminuição no tamanho populacional. Na Figura 31 é apresentada a curva de crescimento da população de *A. furcatus* ajustada em sua parte inicial.

Figura 30. Variação no número de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adultos fêmeas e machos), no experimento de crescimento populacional Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, cultivado na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 46 dias.

Figura 31. Curva de crescimento da população do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* submetido à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ajustada para os primeiros 22 dias, pelo modelo exponencial. A duração do experimento foi de 46 dias.

A partir da curva de crescimento das populações de Calanoida, calculou-se a taxa intrínseca de crescimento de cada população por meio do modelo exponencial. Para *A. furcatus*, a taxa de crescimento (r) foi de 0,1648.

Na Figura 32 estão representados os valores dos números de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento de *N. iheringi* (náuplio, copepodito e adultos, fêmeas e machos) obtidos nos experimentos de crescimento populacional, na temperatura de 25°C . Nas Figuras 33 e 34, respectivamente, são apresentados os valores de tamanho populacional determinados durante 43 dias e o ajuste pelo modelo exponencial para os primeiros 22 dias de crescimento populacional.

Assim como para *A. furcatus*, o tamanho da população de *N. iheringi* e as variações no número de náuplios estão proximamente relacionados. A dinâmica populacional desta espécie é alterada com o aumento ou a queda do número de indivíduos na fase naupliar, como pode ser observado nas Figuras 32 e 33, para o intervalo de tempo de 20 a 35 dias.

Figura 32. Variação no número de indivíduos em cada fase de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adultos fêmeas e machos), e crescimento populacional do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivado na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 43 dias.

Figura 33. Valores observados do número de indivíduos na população do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivados na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$. A duração do experimento foi de 43 dias.

Figura 34. Curva de crescimento da população do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, cultivados na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, ajustada pelo modelo exponencial. A duração do experimento foi de 22 dias.

As acentuadas reduções no número de indivíduos de *A. furcatus* e de *N. iheringi*, em ambos os casos, podem estar relacionadas com o fato de que com o passar do tempo, possivelmente as condições experimentais tornaram-se mais desfavoráveis, resultando em uma menor produção de ovos e menor número de organismos, principalmente, náuplios. Além disso, com base em observações feitas durante os experimentos de determinação do tempo de desenvolvimento pós-embriônico, pode-se concluir que a perda de indivíduos quando estes “passam” do último ínstar naupliar para o ínstar copepodito 1 é elevada, de modo a constituir um fator importante dentro da dinâmica populacional, como observada neste experimento em laboratório.

A taxa intrínseca de crescimento (r) para as populações de *A. furcatus* foi ligeiramente superior à obtida para *N. iheringi*. Embora os valores da taxa intrínseca de aumento natural devam ser vistos com cautela ao tentarmos interpretar a dinâmica das populações no ambiente, com base em estudos de laboratório, eles mostram que para ambas as curvas de crescimento, tanto de *A. furcatus* como de *N. iheringi*, obtiveram-se coeficientes de correlação elevados, como mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores da taxa intrínseca de crescimento populacional (r) das espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi* obtidos por meio do ajuste pela equação exponencial ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$). N_0 corresponde ao número inicial de organismos nos experimentos e R^2 ao coeficiente de correlação dos dados.

<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	<i>Notodiatptomus iheringi</i>
$N_0 = 10$	$N_0 = 10$
$r = 0,1648$	$r = 0,1425$
$R^2 = 0,842$	$R^2 = 0,786$

7.2. As espécies de Copepoda como organismos-teste: A sensibilidade das espécies *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* a compostos de referência

Diferentes ensaios de toxicidade aguda foram realizados para a determinação da faixa de sensibilidade das espécies de Copepoda *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* nos três estágios de desenvolvimento (naupliar, copepodito e adulto). Além das substâncias de referência (cloreto de sódio, cloreto de potássio, dicromato de potássio, cloreto de zinco e o surfactante dodecilsulfato de sódio (DSS)), foram testados também: o sulfato de alumínio e o surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio (LAS).

Os coeficientes de variação, calculados para os valores da CE(I)50 obtidos nos testes de toxicidade com as substâncias de referência, no presente trabalho, não ultrapassaram 25% para os sais e 30% para os metais. Os coeficientes de variação foram inferiores a 18% para os surfactantes, e inferiores a 15%, para ambas as espécies, nos testes com cianotoxinas.

7.2.1. Sais

7.2.1.1. Cloreto de Sódio (NaCl)

Após determinada a faixa de sensibilidade das espécies e a realização dos testes preliminares de toxicidade foram estabelecidas as concentrações de cloreto de sódio, NaCl, a serem utilizadas nos testes definitivos de toxicidade aguda para a espécie *Argyrodiaptomus furcatus*: 0,25; 0,75; 1,25; 2,25 e 3,25 g L⁻¹ para indivíduos adultos; 0,05; 0,8; 1,55; 2,3 e 3,05 g L⁻¹ para copepoditos; e 0,05; 0,55; 1,05; 1,55; 2,05 e 2,55 g L⁻¹ para náuplios. Já para *Notodiatomus iheringi* as concentrações estabelecidas foram: 0,25; 0,75; 1,25; 2,25 e 3,25 g L⁻¹ para indivíduos adultos e copepoditos, e 0,1875; 0,375; 0,75; 1,5 e 3,0 g L⁻¹ para os náuplios. Em todos os testes, os indivíduos de *A. furcatus* e *N. iheringi* que estavam no controle encontravam-se vivos após as 48 horas de exposição.

Nos testes definitivos de toxicidade aguda com cloreto de sódio, os valores médios de CE(I)50-48h obtidos foram de 1,81; 2,23 e 0,76 g L⁻¹, respectivamente, para os adultos, copepoditos e náuplios de *A. furcatus*, como apresentados nas Figuras 35 a 37 e Tabela 14.

Figura 35. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 36. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 37. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 14 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	1,43	1,23 – 1,66	2,04	1,79 – 2,33	0,87	0,75 – 1,02
2	1,74	1,42 – 2,13	2,19	1,95 – 2,46	0,63	0,47 – 0,85
3	1,57	1,26 – 1,97	2,21	1,98 – 2,47	0,76	0,61 – 0,93
4	1,98	2,07 – 2,6	2,3	2,01 – 2,65	0,61	0,44 – 0,84
5	2,32	2,07 – 2,6	2,39	2,13 – 2,67	0,93	0,78 – 1,12
Coefficiente de Variação (%)	19,5		17,1		18,6	

Os valores de CE(I)50 e os intervalos de confiança obtidos nos testes realizados estão apresentados na Tabela 15. Os dados brutos referentes aos testes de sensibilidade ao NaCl são mostrados nas Tabelas 1B a 5B para os náuplios, 6B a 10B para os copepoditos e 11B a 15B para os adultos no Apêndice B.

Tabela 15 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	1,81	1,104 – 1,808
Copepoditos	2,23	1,96 – 2,49
Náuplios	0,76*	0,48 – 1,04

*A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Há uma diferença significativa ($p = 0,0045$) entre os valores de CE(I)50-48h obtidos para os adultos e copepoditos em relação ao valor obtido para os náuplios. Assim, podemos observar que os náuplios de *A. furcatus* são mais sensíveis ao NaCl do que os indivíduos em estágio mais avançado de desenvolvimento da mesma espécie.

Já para *Notodiaptomus iheringi* foram encontrados os seguintes valores médios de CE(I)50-48h para os adultos, copepoditos e náuplios, respectivamente, 1,71; 1,58 e 1,30 g L⁻¹. Na Tabela 16 estão apresentados os valores de CE(I)50-48h e os respectivos intervalos de confiança, e os resultados brutos dos testes realizados estão apresentados nas Tabelas 1C a 30C no Apêndice C.

Tabela 16 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiaptomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	1,715	1,399 - 2,030
Copepoditos	1,58	1,020 - 2,140
Náuplios	1,3*	0,665 - 1,935

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

O teste estatístico de Kruskal-Wallis ($p = 0,0053$) aplicado às médias CE(I)50 obtidas demonstrou que os indivíduos no estágio naupliar de *N. iheringi* são mais sensíveis que os copepoditos e adultos da mesma espécie, sendo que os copepoditos e adultos demonstraram ter uma sensibilidade semelhante.

As Figuras 38 a 40 são representações gráficas dos CE(I)50-48h obtidos nos testes de toxicidade aguda de *N. iheringi* para NaCl (Tabela 17), que foram utilizados para obter as médias já apresentadas na Tabela 16.

Figura 38. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 39. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 40. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de sódio (NaCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 17 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de sódio (NaCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	1,72	1,64 – 1,81	1,53	1,36 – 1,72	1,47	1,23 – 1,74
2	1,68	-	1,34	1,15 – 1,55	1,44	1,21 – 1,71
3	1,56	1,43 – 1,69	1,32	1,13 – 1,54	1,32	1,09 – 1,59
4	1,59	1,44 – 1,75	1,47	1,30 – 1,66	1,11	1,02 – 1,20
5	1,6	1,39 – 1,84	1,97	1,78 – 2,17	0,94	0,83 – 1,07
6	1,58	1,38 – 1,82	1,68	1,56 – 1,80	1,31	1,02 – 1,68
7	1,99	1,85 – 2,13	2,04	1,84 – 2,25	0,65	0,53 – 0,74
8	1,91	1,74 – 2,09	1,8	1,67 – 1,94	1,71	1,45 – 2,01
9	1,89	1,70 – 2,09	1,41	1,2 – 1,65	1,5	1,26 – 1,78
10	1,63	1,37 – 1,94	1,24	1,04 – 1,48	1,55	1,26 – 1,91
Coefficiente de Variação (%)		9,2		17,7		24,4

7.2.1.2. Cloreto de Potássio (KCl)

Nos testes preliminares com a substância de referência cloreto de potássio, o intervalo de concentrações em que se observaram efeitos sobre os indivíduos de *Argyrodiaptomus furcatus* foi de 0,1875 a 3,25 g L⁻¹. Nos testes definitivos com cloreto de potássio, as CE(I)50-48h médias obtidas foram: 0,38 g L⁻¹, em intervalo de sensibilidade de 0,331 a 0,429 g L⁻¹ para os adultos; 0,232 g L⁻¹, em intervalo de sensibilidade de 0,139 a 0,325 g L⁻¹ para os copepoditos; e 0,274 g L⁻¹, em intervalo de sensibilidade de 0,202 a 0,345 g L⁻¹ para os náuplios. As concentrações efetivas calculadas e os respectivos intervalos de confiança para a substância de referência KCl estão apresentadas nas Tabelas 18 e 19 e nas Figuras 41 a 43. No apêndice B (Tabelas 16B a 30B) são apresentados os resultados brutos dos ensaios realizados.

Tabela 18 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	0,38*	0,331 - 0,429
Copepoditos	0,232	0,139 - 0,325
Náuplios	0,274	0,202 - 0,345

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

A análise estatística evidenciou uma diferença estatística significativa ($p = 0,006$) entre as concentrações efetivas dos adultos com as CE50 das demais fases. Desta maneira, os adultos de *A. furcatus* demonstraram maior resistência ao cloreto de potássio do que os copepoditos e os náuplios da mesma espécie.

Figura 41. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 42. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 43. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 19 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	0,36	0,31 – 0,43	0,26	0,22 – 0,30	0,27	0,20 – 0,37
2	0,39	0,35 – 0,44	0,18	0,14 – 0,24	0,33	0,26 – 0,41
3	0,41	0,32 – 0,52	0,24	0,20 – 0,28	0,27	0,21 – 0,34
4	0,35	0,28 – 0,44	0,19	0,15 – 0,24	0,23	0,16 – 0,32
5	0,39	0,35 – 0,44	0,29	0,23 – 0,35	0,27	0,21 – 0,34
Coefficiente de Variação (%)	6,5		20,1		13,1	

Para *Notodiaptomus iheringi* foram realizados dez testes de toxicidade definitivos para a determinação da faixa de sensibilidade ao cloreto de potássio. Em todos os testes, os organismos no controle encontravam-se vivos após as 48 horas. A Tabela 20 resume os resultados obtidos nos testes de toxicidade para esta espécie em relação a este sal.

Tabela 20 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiaptomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	0,182	0,154 - 0,210
Copepoditos	0,173	0,142 - 0,204
Náuplios	0,218*	0,165 - 0,271

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda realizados com cloreto de potássio indicaram a maior sensibilidade dos adultos e copepoditos de *N. iheringi* a este sal. A diferença significativa ($p = 0,0016$) entre os valores de CE(I)50 obtidos para os náuplios em relação às outras duas outras fases de desenvolvimento comprova isto. Com os dados obtidos, estabeleceu-se que a faixa de sensibilidade de *N. iheringi* ao KCl situa-se entre 0,142 a 0,271 g L⁻¹ (Tabela 20). Nas Figuras 44 a 46 estes resultados são graficamente representados. No apêndice C são apresentados os resultados brutos de cada ensaio (Tabelas 31C a 60C).

Figura 44. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 45. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 46. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de potássio (KCl), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 21 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de potássio (KCl), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	0,2	0,17 – 0,23	0,18	0,15 – 0,22	0,18	0,15 – 0,21
2	0,18	0,16 – 0,21	0,14	0,12 – 0,16	0,2	0,17 – 0,23
3	0,16	0,13 – 0,21	0,16	0,13 – 0,19	0,18	0,15 – 0,21
4	0,19	0,17 – 0,21	0,17	0,15 – 0,21	0,2	0,17 – 0,22
5	0,19	0,17 – 0,22	0,19	0,17 – 0,20	0,23	0,22 – 0,25
6	0,19	0,16 – 0,21	0,18	0,15 – 0,21	0,23	0,21 – 0,24
7	0,2	0,17 – 0,22	0,19	0,17 – 0,22	0,26	0,23 – 0,29
8	0,17	0,14 – 0,20	0,18	0,16 – 0,20	0,23	0,22 – 0,25
9	0,17	0,15 – 0,19	0,16	0,14 – 0,19	0,24	0,23 – 0,26
10	0,17	0,16 – 0,19	0,18	0,16 – 0,20	0,23	0,20 – 0,25
Coefficiente de Variação (%)		7,7		9,1		12,2

7.2.1.3. Comparação da Toxicidade Aguda dos Sais NaCl e KCl às Espécies de Copepoda

Na Tabela 22 estão resumidos os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda para as espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* aos sais cloreto de sódio e cloreto de potássio, nos três estágios de desenvolvimento testados.

Tabela 22 – Valores médios de CE(I)50-48h das substâncias de referência cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) aos indivíduos de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman.

Fases de Desenvolvimento	Espécies	Substâncias de Referência	
		NaCl	KCl
		CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)
Adultos	<i>A. furcatus</i>	1,810	0,380 *
	<i>N. iheringi</i>	1,715	0,182
Copepoditos	<i>A. furcatus</i>	2,230 *	0,232 *
	<i>N. iheringi</i>	1,580	0,173
Náuplios	<i>A. furcatus</i>	0,76 *	0,274 *
	<i>N. iheringi</i>	1,30	0,218

*A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Como o valor de p calculado é maior que o nível de significância alfa no teste não-paramétrico de Mann-Whitman, podemos dizer que, nos resultados obtidos nos testes de toxicidade com cloreto de sódio (NaCl), há uma diferença significativa entre as CE(I)50 obtidas para as espécies de *A. furcatus* e *N. iheringi* tanto na fase de copepodito ($p = 0,0033$) como na fase naupliar ($p = 0,0085$).

Deste modo, podemos afirmar que em relação ao NaCl, os adultos das duas espécies de Copepoda estudados apresentaram uma sensibilidade muito similar, enquanto que para as fases naupliar e de copepodito a sensibilidade se apresenta inversa, ou seja, enquanto os copepoditos de *A. furcatus* são mais resistentes ao NaCl do que os copepoditos de *N. iheringi*, inversamente, os náuplios de *A. furcatus* são menos resistentes ao NaCl do que os náuplios de *N. iheringi*.

Já em relação ao cloreto de potássio (KCl) foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as espécies de *A. furcatus* e *N. iheringi* nas três fases de desenvolvimento. Tanto os adultos como os copepoditos e náuplios de *N. iheringi* foram mais

sensíveis ao KCl do que *A. furcatus* nas mesmas fases de desenvolvimento, sendo que para os adultos foi observado um valor de $p < 0,05$.

Na Figura 47 pode-se observar graficamente uma síntese do desempenho dos indivíduos de *A. furcatus* e *N. iheringi*, nas diferentes fases de desenvolvimento, em relação à toxicidade dos sais testados, uma vez que cada espécie e estágio de desenvolvimento estão plotados numa escala decrescente de acordo com os valores de CE(I)50-48h.

Figura 47. Valores médios de CE(I)50-48h das substâncias de referência cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl) aos indivíduos de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda, na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Como observado na Figura 47 podemos dizer que estas espécies de calanoides são mais sensíveis ao cloreto de potássio do que ao cloreto de sódio. Além disso, *A. furcatus* é mais resistente aos sais do que *N. iheringi* em todas as fases de desenvolvimento, com exceção apenas dos náuplios de *A. furcatus* que foram mais sensíveis ao NaCl do que todos os outros indivíduos testados.

7.2.2. Metais

7.2.2.4. Dicromato de Potássio ($K_2Cr_2O_7$)

- *Testes de Toxicidade Aguda*

Os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda realizados com dicromato de potássio indicaram a existência de toxicidade para as duas espécies de Copepoda, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.

Com os dados obtidos nos ensaios com *A. furcatus* (Tabela 23), estabeleceu-se que a faixa de sensibilidade desta espécie ao metal $K_2Cr_2O_7$ situa-se entre 30,903 a 43,353 mg L⁻¹, com valor médio de 37,128 mg L⁻¹, e entre 7,057 e 10,943 mg L⁻¹, com valor médio de 9,0 mg L⁻¹, para os indivíduos adultos e copepoditos, respectivamente. Já para os náuplios de *A. furcatus*, o CE(I)50-48h médio obtido foi de 3,65 mg L⁻¹. Nas Figuras 48 a 50 estes resultados são graficamente representados. No apêndice D são apresentados os resultados brutos de cada ensaio (Tabelas 1D a 15D).

Tabela 23 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	37,128*	30,903 - 43,353
Copepoditos	9,000*	7,057 - 10,943
Náuplios	3,650*	1,865 - 5,434

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Na análise estatística dos resultados dos testes de toxicidade de *A. furcatus* ($p = 0,0019$), os náuplios mostraram-se aproximadamente três vezes mais sensível que os copepoditos e dez vezes mais sensível que os adultos; e os adultos quatro vezes mais resistentes do que os copepoditos da mesma espécie.

Figura 48. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 49. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 50. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Tabela 24 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	38,01	33,72 – 42,84	9,95	7,98 – 12,39	3,68	2,53 – 5,36
2	34,02	29,67 – 39,01	9,53	7,32 – 12,41	4,73	3,58 – 6,24
3	40,49	33,29 – 49,25	9,17	7,75 – 10,84	2,97	1,94 – 4,56
4	39,42	34,99 – 44,41	8,95	7,06 – 11,34	2,58	1,79 – 3,73
5	33,7	26,17 – 43,39	7,4	6,02 – 9,10	4,29	3,14 – 5,86
Coefficiente de Variação (%)	0		0		0	

Nos resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) realizados para a espécie *Notodiatomus iheringi*, foram obtidos os seguintes valores médios para a CE(I)50-48h (Tabela 25): 33,446 g L⁻¹ para os adultos (Figura 51), 22,973 g L⁻¹ para os copepoditos (Figura 52) e 7,859 g L⁻¹ para os náuplios (Figura 53).

Tabela 25 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	33,446*	27,097 - 39,795
Copepoditos	22,973*	9,777 - 36,169
Náuplios	7,859*	2,306 - 13,412

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Há diferenças estatísticas significativas ($p < 0,0001$) entre as concentrações efetivas médias dos indivíduos das três fases de desenvolvimento de *N. iheringi*. Deste modo, é possível afirmar que a toxicidade do $K_2Cr_2O_7$ aos calanoides *N. iheringi* diminui à medida que os estágios de desenvolvimento se tornam mais avançados, sendo os adultos cinco vezes mais resistentes do que os náuplios.

Figura 51. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 52. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 53. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Tabela 26 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	27,44	23,67 – 31,80	13,73	10,83 – 17,39	5,83	3,11 – 10,92
2	30,98	27,74 – 34,59	14,84	11,74 – 18,76	12,13	7,85 – 18,73
3	32,12	28,46 – 36,26	22,92	19,05 – 27,57	8,88	,3 – 12,53
4	31,96	29,41 – 34,74	15,98	13,41 – 19,03	8,51	5,36 – 13,51
5	34,49	30,0 – 39,66	19,77	17,28 – 22,63	5,57	3,54 – 8,78
6	38,44	33,97 – 43,49	26,68	22,26 – 31,97	6,72	3,88 – 11,65
7	33,65	29,32 – 38,63	32,73	28,61 – 37,44	8,7	5,76 – 13,13
8	33,73	29,37 – 38,73	25,83	22,73 – 29,35	3,32	1,68 – 6,56
9	33,94	29,55 – 38,98	28,81	24,07 – 34,48	11,97	8,25 – 17,37
10	37,71	28,81 – 41,83	28,44	25,59 – 31,62	6,96	2,69 – 18,01
Coefficiente de Variação (%)		9,5		28,7		35,3

As Tabelas 1E a 30E (Apêndice E) apresentam os resultados brutos relativos aos testes de toxicidade e às variáveis químicas e físicas monitoradas nos testes realizados com o $K_2Cr_2O_7$ como substância de referência para *N. iheringi*.

- *Testes de Toxicidade Sub-crônica*

Nos testes sub-crônicos realizados com dicromato de potássio não foi possível calcular a concentração efetiva que causa inibição do desenvolvimento naupliar a 50% dos indivíduos expostos (CE50-8dias) de *Argyrodiaptomus furcatus*, após 8 dias de exposição. No entanto, os resultados apresentados na Figura 54 demonstram que houve um aumento gradual na inibição do desenvolvimento dos náuplios a copepoditos, à medida que aumentava a

concentração de $K_2Cr_2O_7$. No entanto, em nenhuma concentração testada foi observada uma inibição maior que 50%, sendo que nas menores concentrações as inibições foram menores que 10% e na maior concentração a inibição do desenvolvimento dos náuplios a copepoditos em *A. furcatus* não chegou a 30%.

Figura 54. Efeito do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) no desenvolvimento larval de *Argyrodiaptomus furcatus*, em testes de toxicidade sub-crônica de oito dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 8 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada.

Ainda sobre os efeitos sub-crônicos do $K_2Cr_2O_7$ foram observadas diferenças estatisticamente significativas apenas para a maior concentração em relação ao controle, sendo que entre as menores concentrações não foram observadas diferenças significativas.

Já para *Notodiaptomus iheringi* foi possível calcular a concentração efetiva, que causa inibição do desenvolvimento larval a 50% dos organismos expostos ao $K_2Cr_2O_7$. Após cinco dias de exposição, a CE_{50-5} dias foi de $1,82 \text{ mg L}^{-1}$, com um intervalo de confiança entre $1,62$ e $2,01 \text{ mg L}^{-1}$. Na maior concentração testada apenas 30% dos náuplios expostos chegaram à fase de copepodito, enquanto que no controle 98% dos indivíduos atingiram a fase de copepodito 1 (Figura 55). Comparando-se as concentrações, por meio do teste não-paramétrico, observou-se que as duas maiores concentrações testadas foram diferentes estatisticamente do controle.

Figura 55. Efeito do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) no desenvolvimento larval de *Notodiaptomus iheringi*, em testes de toxicidade sub-crônica de cinco dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 5 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada.

7.2.2.2. Cloreto de Zinco ($ZnCl_2$)

A Tabela 27 resume os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda do cloreto de zinco ao calanoide *Argyrodiaptomus furcatus*. Após a avaliação dos efeitos, que se limitaram ao registro de número de organismos imóveis em cada réplica, foram obtidos os valores de CE(I)50-48h para os indivíduos adultos, copepoditos e naupliares, as quais foram, respectivamente, 4,76; 5,8 e 5,086 $mg\ L^{-1}$.

Tabela 27 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), obtidos nos testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	4,760	3,621 – 5,898
Copepoditos	5,800	3,928 - 7,672
Náuplios	5,086	4,607- 5,564

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Os resultados dos testes de toxicidade de *A. furcatus* ao ZnCl_2 não apresentaram diferenças estatísticas significativas, de acordo com a análise estatística do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, desta forma podemos afirmar que as três fases de desenvolvimento deste Copepoda apresentam CE(I)50 que variam entre 4,76 a 5,8 mg L⁻¹, mas que não são diferentes entre si. Os resultados de CL50 encontram-se graficamente representados nas Figuras 56 a 58 (Tabela 28).

Figura 56. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 57. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 58. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 28 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	5,06	3,76 – 6,81	6,93	6,0 – 8,01	4,89	3,78 – 6,31
2	4,57	3,89 – 5,37	6,48	5,73 – 7,33	5,26	4,13 – 6,71
3	5,59	4,54 – 6,9	4,95	3,92 – 6,26	4,78	3,70 – 6,18
4	4,15	2,97 – 5,80	4,78	4,03 – 5,66	5,33	4,42 – 6,42
5	4,43	3,43 – 5,47	5,86	5,07 – 6,78	5,17	4,04 – 6,62
Coefficiente de Variação (%)	11,9		16,1		5,7	

Já os resultados dos testes de toxicidade aguda ao cloreto de zinco (ZnCl_2) com *Notodiatomus iheringi* podem ser observados resumidamente na Tabela 29 e com mais detalhes na Tabela 30. Assim como para os indivíduos de *A. furcatus* os valores de CE(I)50 obtidos para *N. iheringi* não apresentaram diferenças estatísticas significativas. As CE(I)50 para a espécie variaram de 1,907 a 2,429 mg L⁻¹.

Tabela 29 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95 % (IC)
Adultos	2,429	1,001 - 3,857
Copepoditos	1,907	1,599 - 2,215
Náuplios	1,937	1,283 - 2,591

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Tabela 30 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência cloreto de zinco (ZnCl_2), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	1,73	1,36 – 2,22	2,19	1,80 – 2,65	1,64	1,30 – 2,07
2	1,97	1,5 – 2,6	1,86	1,53 – 2,26	2,23	1,84 – 2,70
3	1,12	0,78 – 1,62	1,81	1,46 – 2,24	1,68	1,32 – 2,15
4	2,69	2,22 – 3,26	1,76	1,41 – 2,19	2,12	1,78 – 2,52
5	2,24	1,77 – 2,82	1,76	1,42 – 2,18	1,94	1,57 – 2,39
6	2,78	2,55 – 3,03	1,83	1,51 – 2,23	2,27	1,97 – 2,62
7	3,01	2,68 – 3,37	1,82	1,50 – 2,20	1,31	0,94 – 1,84
8	3,08	2,69 – 3,52	2,13	1,78 – 2,55	1,95	1,62 – 2,35
9	2,18	1,7 – 2,79	2,03	1,67 – 2,47	2,36	2,17 – 2,58
10	3,49	3,14 – 3,87	1,88	1,50 – 2,34	1,87	1,55 – 2,26
Coefficiente de Variação (%)	29,4		8,1		16,9	

Na Figura 59, em que são apresentados os resultados dos testes com indivíduos adultos de *N. iheringi*, a tendência central foi de 2,429 mg L⁻¹, dentro de uma faixa de sensibilidade de 1,001 a 3,857 mg L⁻¹. Já nas Figuras 60 e 61 estão apresentados os dados relativos aos testes com os copepoditos e náuplios de *N. iheringi*, respectivamente. As CE(I)50 médias obtidas foram 1,907 mg L⁻¹ para os copepoditos e 1,937 mg L⁻¹ para os náuplios.

Figura 59. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 60. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 61. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

7.2.2.3. Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Nos testes de toxicidade com sulfato de alumínio foram testados diversos intervalos de concentrações para se estabelecer um intervalo definitivo de concentrações em que se observassem efeitos sobre os calanoides estudados. Um problema inicial foi a identificação de qual seria o fator responsável pelas disparidades de resultados e no estabelecimento do intervalo de concentrações para as soluções-teste a serem utilizadas nos testes definitivos. Como ocorria aumento da acidez nas soluções-teste nas concentrações mais elevadas, cogitou-se a possibilidade de que fosse devido à maior adição de solução-estoque composta de água reconstituída, e de baixo pH. No entanto, mesmo com o aumento da concentração da solução-estoque e, consequente, diminuição da quantidade de água reconstituída utilizada, continuou a haver a diminuição do pH das soluções-teste.

Nestes testes realizados observou-se que em valores de pH baixo ($\leq 5,4$) a taxa de mortalidade era de 100% (Tabela 31). A fim de eliminar variáveis que estivessem interferindo na análise dos resultados foi realizado um teste de sensibilidade dos Copepoda à variação de pH. Os resultados mostraram que apenas em valores de pH menores ou igual a 4,5 eram obtidos valores de 100% de mortalidade.

Tabela 31 – Valores das concentrações da substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ utilizadas no teste de toxicidade aguda com adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, percentual de mortalidade, e valores de pH monitorados no início e no final dos testes de toxicidade.

Ensaio	até 10% de mortalidade			100% de mortalidade			Concentrações testadas
	Conc. (mg L^{-1})	pH inicial	pH final	Conc. (mg L^{-1})	pH inicial	pH final	
1	12,5	6,99	7,59	25	5,38	5,39	0,05; 12,5; 25; 17,5; 50
2	12,5	6,99	7,55	25	5,38	5,11	0,05; 12,5; 25; 17,5; 50
3	12,5	6,99	7,53	25	5,38	5,07	0,05; 12,5; 25; 17,5; 50
4	30	6,43	7,39	-	-	-	10;15;20;25;30
5	30	6,43	-	-	-	-	10;15;20;25;30
6	30	6,43	-	-	-	-	10;15;20;25;30
7	37,5	6,1	7,25	50	5,23	5,86	1;12,5; 25; 37,5; 50
8	37,5	6,1	7,18	50	5,23	6,41	1;12,5; 25; 37,5; 50
9	30	6,15	7,01	42,5	4,96	5,29	20; 27,5; 30; 42,5; 50
10	30	6,15	7,11	42,5	4,96	5,25	20; 27,5; 30; 42,5; 50
11	30	6,15	7,11	42,5	4,96	5,25	20; 27,5; 30; 42,5; 50
12	30	5,88	6,9	42,5	5,08	5,19	20; 27,5; 30; 42,5; 50
13	30	5,88	6,98	42,5	5,08	5,23	20; 27,5; 30; 42,5; 50
14	30	5,88	7,02	42,5	5,08	4,98	20; 27,5; 30; 42,5; 50
15	40	6,06	-	-	-	-	27,5; 30; 32,5; 35; 37,5; 40
16	40	6,06	-	-	-	-	27,5; 30; 32,5; 35; 37,5; 40
17	40	6,14	7,37	-	-	-	27,5; 30; 32,5; 35; 37,5; 40
18	40	6,14	7,37	-	-	-	27,5; 30; 32,5; 35; 37,5; 40
19	40	6,14	7,43	-	-	-	27,5; 30; 32,5; 35; 37,5; 40
20	40	5,98	7,05	60	4,81	4,78	20;40;60;80;100
21	40	5,98	7,05	60	4,81	4,48	20;40;60;80;100
22	20	6,84	7,01	40	5,54	5,52	20;40;60;80;100

Com base nesses resultados, foram realizados os ensaios de toxicidade com sulfato de alumínio ajustando-se os valores de pH das soluções-teste ($\geq 7,0$). As concentrações testadas foram 20, 40, 60, 80 e 100 mg L^{-1} . Os resultados mostram que neste intervalo de concentrações não houve indícios de toxicidade quando o pH é alcalino. No entanto, em pH não ajustado, nas mesmas concentrações, foram observados 100% de mortalidade nas concentrações 40 e 60 mg L^{-1} (Tabela 31). Uma relação entre baixos valores de pH e concentração de sulfato de alumínio foi observada, concluindo-se, assim, que a adição do $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ era o principal fator responsável pelos baixos valores do pH nas soluções.

No entanto, questiona-se a validade da correção de pH, uma vez que a adição do sulfato de alumínio e suas características intrínsecas são responsáveis pela acidificação da água, sendo portanto, um fator crucial na avaliação da toxicidade da substância aos organismos-teste. A faixa de concentrações de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ com efeito tóxico para *Argyrodiaptomus furcatus* variou de 5,0 a 136,0 mg L^{-1} e para *Notodiatomus iheringi* variou de 0,05 a 100 mg L^{-1} . Em todos os testes, os indivíduos de *A. furcatus* e *N. iheringi* mantidos no controle encontravam-se vivos após as 48 horas de exposição.

Nas Figuras 62 a 64 são apresentados os resultados dos ensaios com adultos, copepoditos e náuplios de *A. furcatus* em que foi possível calcular valores médios de CE(I)50-48h e seus intervalos de confiança (Tabela 32).

Tabela 32 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança
1	79,09	74,89 – 83,53	85,05	67,22 – 107,61	90,04	86,10 – 94,16
2	77,49	72,40 – 82,94	90,64	83,71 – 98,16	91,58	85,94 – 97,58
3	75,1	72,71 – 77,58	85,43	79,05 – 92,32	89,63	81,47 – 98,61
4	75,67	70,93 – 80,73	79,68	73,96 – 85,85	82,33	76,01 – 89,17
5	78,73	73,71 – 84,10	90,97	84,93 – 97,38	87,23	76,31 – 99,71
Coefficiente de Variação (%)		2,3		5,4		4,1

Figura 62. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 63. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 64. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

A análise estatística evidenciou uma diferença significativa ($p = 0,0087$) entre as concentrações efetivas dos adultos com as CE50 para as demais fases de desenvolvimento (Tabela 33). Desta maneira, observa-se que os adultos de *A. furcatus* são mais sensíveis ao sulfato de alumínio, com uma CE(I)50-48h de 77,216 mg L⁻¹, do que os copepoditos e os náuplios da mesma espécie.

Tabela 33 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	77,216*	73,646 - 80,786
Copepoditos	86,354	77,039 - 95,669
Náuplios	88,162	80,934- 95,390

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Já nos ensaios realizados com os adultos de *Notodiaptomus iheringi* foi obtida uma CE(I)50-48h igual a 35,951 mg L⁻¹, com intervalo de confiança entre 18,680 a 53,222 mg L⁻¹. Na Figura 65 e na Tabela 34 estão apresentados os valores de CE50 obtidos em cada ensaio para os adultos de *N. iheringi*. Já para os copepoditos de *N. iheringi* (Tabela 34 e Figura 66) e náuplio (Tabela 34 e Figura 67) os valores de CE(I)50 foram, respectivamente, iguais a 50,829 e 61,169 mg L⁻¹. No apêndice E (Tabelas 61E a 90E) estão apresentados os dados brutos relativos a estes ensaios.

Tabela 34 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	17,68	-	57	41,07 – 79,11	59,47	55,8 – 63,38
2	43,3	-	60,2	50,58 – 71,65	59,96	-
3	43,3	-	61,97	57,16 – 67,20	59,43	48,87 – 72,26
4	35,61	-	53,9	46,38 – 62,64	64,87	55,53 – 75,77
5	35,34	35,34 – 36,06	39,37	29,81 – 51,99	68,07	53,46 – 86,67
6	35,71	-	58,75	46,99 – 73,47	56,08	45,36 – 69,33
7	35,6	-	57,81	46,75 – 71,49	61,57	52,46 – 72,26
8	35,71	-	54,17	42,28 – 69,41	60,98	-
9	48,98	-	31,23	23,33 – 41,81	60,02	53,71 – 67,08
10	28,28	-	33,89	25,98 – 44,22	61,24	-
Coefficiente de Variação (%)		24,0		22,6		5,3

Figura 65. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 66. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 67. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Tabela 35 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiaptomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95 % (IC)
Adultos	35,951*	18,680 - 53,222
Copepoditos	50,829*	27,885 - 73,773
Náuplios	61,169*	54,633 - 67,705

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Há uma diferença significativa ($p = 0,0001$) entre os valores de CE(I)50 obtidos para os adultos, copepoditos e náuplios. Assim, observa-se que os náuplios de *N. iheringi* são mais resistentes ao sulfato de alumínio, e, portanto, a toxicidade do $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ para a espécie de calanoide *N. iheringi* segue a sequência: náuplio < copepodito < adulto.

7.2.2.4.Comparação da Toxicidade Aguda dos Metais $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, ZnCl_2 e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ às Espécies de Copepoda

Os resultados dos testes de toxicidade aguda dos metais dicromato de potássio, cloreto de zinco e sulfato de alumínio, evidenciaram que há uma diferença significativa entre as CE(I)50 obtidas para as espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* em todas as fases de desenvolvimento para todos os metais testados, com exceção apenas dos adultos nos testes com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, em que não houve diferença estatística significativa entre as CE(I)50 calculadas (Tabela 36).

Tabela 36 – Valores médios de CE(I)50-48h dos metais dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), cloreto de zinco ($ZnCl_2$) e sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento dos Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman.

Fases de Desenvolvimento	Espécies	Substâncias de Referências		
		$K_2Cr_2O_7$	$ZnCl_2$	$Al_2(SO_4)_3$
		CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)
Adultos	<i>A. furcatus</i>	37,128	4,760 *	77,216 *
	<i>N. iheringi</i>	33,446	2,429	35,951
Copepoditos	<i>A. furcatus</i>	9,000 *	5,800 *	86,354 *
	<i>N. iheringi</i>	22,973	1,907	50,829
Náuplios	<i>A. furcatus</i>	3,650 *	5,086 *	88,162 *
	<i>N. iheringi</i>	7,859	1,937	61,169

*A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Deste modo, observar que em relação ao $K_2Cr_2O_7$, os adultos das duas espécies de Copepoda estudados apresentaram uma sensibilidade muito parecida, enquanto que nas fases de copepodito ($p = 0,0027$) e naupliar ($p = 0,0085$), a espécie de *A. furcatus* se apresentou aproximadamente duas vezes mais sensível a este metal do que *N. iheringi*. Em relação ao $ZnCl_2$ observou-se em todas as fases de desenvolvimento os indivíduos de Copepoda Calanoida *A. furcatus* foram mais resistentes do que os de *N. iheringi* ($p < 0,05$).

Já em relação ao $Al_2(SO_4)_3$ observou-se que os adultos foram os mais sensíveis a esta substância, sendo que *A. furcatus* foi duas vezes mais resistente do que *N. iheringi*, enquanto, que para os copepoditos foram obtidos CE(I)50 iguais a 86,354 e 50,829 mg L⁻¹, respectivamente, para *A. furcatus* e *N. iheringi*; e para os náuplios concentrações efetivas de 88,162 mg L⁻¹ para *A. furcatus* e 61,169 mg L⁻¹ para *N. iheringi* (Tabela 36).

Na Figura 68 pode-se analisar a sensibilidade dos indivíduos de *A. furcatus* e *N. iheringi* nos três estágios de desenvolvimento, em relação à toxicidade dos metais testados, podendo-se observar que os calanoides foram mais sensíveis ao cloreto de zinco e ao dicromato de potássio, respectivamente. Além disso, em todas as fases de desenvolvimento os indivíduos de *A. furcatus* foram mais resistentes ao ZnCl_2 e $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ do que os de *N. iheringi*.

Figura 68. Valores médios de CE(I)50-48h dos metais dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), cloreto de zinco (ZnCl_2) e sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento dos Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda.

Na Figura 68 são comparados os organismos expostos, quanto à toxicidade do dicromato de potássio, nos três estágios de desenvolvimento: adultos, copepoditos e náuplios. Observa-se que os náuplios foram mais sensíveis a este metal, seguidos pelos copepoditos e adultos. Assim, em relação à toxicidade do $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ houve diferenças relacionadas ao estágio de desenvolvimento dos organismos-teste, e, não diferenças entre espécies, como foram observadas em relação ao cloreto de zinco e ao sulfato de alumínio.

Ainda em relação à toxicidade do $K_2Cr_2O_7$, comparando as CE50 obtidas nos testes de toxicidade aguda e crônica para *N. iheringi*, observou-se que concentrações quatro vezes inferiores às que causam mortalidade em 48 horas já afetam a população, inibindo o desenvolvimento pós-embrionário. Para *A. furcatus*, observou-se que as concentrações testadas não inibiram o desenvolvimento, não tendo sido possível, portanto, determinar efeitos crônicos para os náuplios. Possivelmente este resultado decorra do tempo de exposição. É provável que tempos menores de exposição possibilitem a determinação do efeito crônico do $K_2Cr_2O_7$ sobre o desenvolvimento pós-embrionário de *A. furcatus*.

7.2.3. Surfactantes

Quanto aos surfactantes foram avaliados os efeitos de dodecilsulfato de sódio ou DSS ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$) com 90% de pureza e da marca Synth, e, do ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ou LAS ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) com grau de pureza técnico e da marca Algrich, sobre os calanoides *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*, nas três fases de desenvolvimento.

Para os testes definitivos foram determinados os intervalos de concentrações-teste de DSS que variaram de 1,0 a 32,0 mg L⁻¹ para *A. furcatus*, e, de 0,1 a 10,0 mg L⁻¹ para *N. iheringi*. Já para o surfactante LAS as concentrações variaram de 0,1 a 32,0 mg L⁻¹, e, 0,005 a 6,0 mg L⁻¹ para *A. furcatus* e *N. iheringi*, respectivamente.

7.2.3.1. Dodecilsulfato de Sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$)

- *Testes de Toxicidade Aguda*

Na Tabela 37 são apresentados os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda do surfactante dodecilsulfato de sódio (DSS) à espécie *Argyrodiaptomus furcatus*. Nas Figuras 69 a 71 são apresentados os valores de CE(I)50 e intervalos de confiança obtidos para os adultos, copepoditos e náuplios desta espécie, respectivamente.

Tabela 37 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	9,41	7,76 – 11,41	8,57	6,47 – 11,36	7,84	6,44 – 9,55
2	13,46	8,54 – 21,22	7,75	6,25 – 9,61	5,39	4,66 – 6,23
3	13,15	10,61 – 16,29	7,93	6,82 – 9,22	6,94	5,69 – 8,45
4	13,1	9,07 – 18,91	8,96	7,07 – 11,35	6,76	5,32 – 8,59
5	12,41	10,33 – 14,91	11,05	69,21 – 13,27	5,91	4,64 – 7,64
Coefficiente de Variação (%)		13,5		14,9		14,5

Figura 69. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 70. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 71. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Os adultos se mostraram mais resistentes com uma CE(I)50-48h igual a 12,306 mg L⁻¹. Os copepoditos de *A. furcatus* foram mais resistentes ao DSS do que os náuplios, para os quais foi obtida uma CE(I)50 igual a 6,568 mg L⁻¹ (Tabela 38).

Tabela 38 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio (C₁₂H₂₅NaO₄S) em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	12,306*	8,979 - 15,633
Copepoditos	8,852*	6,209 - 11,495
Náuplios	6,568*	4,667 - 8,469

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

A Tabela 39 apresenta as CE(I)50 médias obtidas nos testes agudo com *Notodiaptomus iheringi* à substância de referência DSS. Os resultados demonstraram que a faixa de sensibilidade para os adultos de *N. iheringi* situa-se entre 2,013 e 2,979 mg L⁻¹. Já para os indivíduos nas fases de copepodito e náuplio as CE(I)50-48h obtidas foram, respectivamente, 2,362 e 1,869 mg L⁻¹ de DSS.

Tabela 39 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio (C₁₂H₂₅NaO₄S) em testes de toxicidade aguda com indivíduos dos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiaptomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	2,496	2,013 - 2,979
Copepoditos	2,362	1,683 - 3,040
Náuplios	1,869*	1,508 - 2,229

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Segundo o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, não há diferença estatística significativa entre os valores de CE(I)50 encontradas para os adultos e copepoditos de *N. iheringi*. No entanto, há uma diferença significativa entre as CE50 obtidas para os adultos e copepoditos comparadas com aquelas obtidas para os náuplios ($p = 0,0003$). Podemos observar que os náuplios desta espécie são mais sensíveis ao DSS do que os indivíduos de estágios mais desenvolvidos. Os valores de CE(I)50 e os intervalos de confiança obtidos nos testes realizados estão apresentados nas Figuras 72 a 74 e no Apêndice G (Tabelas 1G a 30G).

Figura 72. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 73. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Figura 74. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$.

Tabela 40 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	1,94	1,42 – 2,65	2,98	2,04 – 4,35	2,04	1,91 – 2,18
2	2,56	2,27 – 2,9	2,84	2,49 – 3,24	1,74	1,48 – 2,05
3	2,57	2,24 – 2,95	1,97	1,65 – 2,34	1,85	1,58 – 2,15
4	2,72	2,42 – 3,05	2,03	1,67 – 2,47	2,03	1,92 – 2,14
5	2,25	1,94 – 2,61	2,21	1,78 – 2,74	2,1	1,94 – 2,29
6	2,52	2,20 – 2,88	2,04	1,68 – 2,47	1,97	1,81 – 2,13
7	2,64	2,29 – 3,05	2,28	1,91 – 2,72	1,93	1,85 – 2,0
8	2,55	2,30 – 2,82	2,41	2,03 – 2,85	1,82	1,64 – 2,02
9	2,76	2,33 – 3,26	2,52	2,0 – 3,18	1,68	1,54 – 1,83
10	2,45	2,14 – 2,81	2,34	2,0 – 2,75	1,53	1,31 – 1,8
Coefficiente de Variação (%)	9,7		14,4		9,7	

• *Testes de Toxicidade Sub-crônica*

Nos testes de toxicidade sub-crônica com o surfactante DSS observou-se que a inibição do desenvolvimento do Copepoda *Argyrodiaptomus furcatus* do estágio de náuplio para copepodito, nas concentrações testadas, foram inferiores a 20% (Tabela 41 e Figura 75).

Tabela 41 – Razão de inibição do desenvolvimento naupliar do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*, pelo surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), expresso como a razão do número de náuplios sobre o número total de indivíduos observados nos testes de toxicidade sub-crônica de tempo de exposição de oito dias.

Concentração (mg L ⁻¹)	Razão de Inibição do Desenvolvimento (%)
0,0	17,4
0,6	3,7
1,2	0
1,8	0
2,4	15,1
3,0	2,9

Figura 75. Efeito do surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) no desenvolvimento larval de *Argyrodiaptomus furcatus*, em testes toxicidade sub-crônica de oito dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 8 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada.

Já para *Notodiatomus iheringi* observou-se que somente na maior concentração testada ($1,25 \text{ mg L}^{-1}$) houve uma significativa inibição do desenvolvimento naupliar (95% de inibição), permitindo determinar o valor de CE50-5 dias de $1,01 \text{ mg L}^{-1}$ (IC = $0,97\text{--}1,05 \text{ mg L}^{-1}$). No entanto, apesar de ter sido possível calcular uma CE50 de inibição do desenvolvimento naupliar para *N. iheringi*, é importante salientar que, assim como observado nos testes sub-crônicos com *A. furcatus*, nos testes com *N. iheringi* não foi observado, nas

menores concentrações de DSS, valores de inibição do desenvolvimento acima de 15% (Figura 76 e Tabela 42).

Figura 76. Efeito do surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) no desenvolvimento larval de *Notodiaptomus iheringi*, em testes toxicidade sub-crônica de cinco dias, na temperatura de $25 \pm 1^\circ C$. À esquerda: valor médio de inibição do desenvolvimento larval (losangos) em cada concentração testada, expressa como a fração de náuplios que não atingiram o estágio de copepodito no tempo de exposição de 5 dias. A linha representa a inibição ao desenvolvimento de 50% dos indivíduos. À direita são apresentados o valor médio (x), a mediana, os quartis e os valores máximo e mínimo empíricos, na representação em “boxplot”, para cada concentração testada.

Tabela 42 – Razão de inibição do desenvolvimento naupliar do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*, pelo surfactante dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), expresso como a razão do número de náuplios sobre o número total de indivíduos observados nos testes de toxicidade sub-crônica de tempo de exposição de cinco dias.

Concentração (mg L ⁻¹)	Razão de Inibição do Desenvolvimento (%)
0,00	3,5
0,05	1,9
0,25	4,8
0,45	1,9
0,85	13,3
1,25	95,0

7.2.3.2. Ácido Dodecil Benzenosulfonato de Sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$)

Com os dados obtidos estabeleceu-se que a faixa de sensibilidade de *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta ao ácido dodecil benzenosulfonato de sódio (LAS) corresponde a 3,344 e 5,164 mg L^{-1} (Figura 77); já para os copepoditos o valor médio obtido para a CE(I)50-48h foi de 2,718 mg L^{-1} , com uma faixa de sensibilidade de 1,791 a 3,645 mg L^{-1} (Figura 78). Para os náuplios de *A. furcatus* a CE(I)50 média foi 2,32 mg L^{-1} (Figura 79).

Tabela 43 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L^{-1})	Intervalo de confiança
1	3,53	2,80 – 4,45	2,46	1,99 – 3,05	2,2	1,96 – 2,49
2	4,33	3,65 – 5,15	2,12	1,89 – 2,37	2,45	-
3	4,68	3,72 – 5,88	2,66	2,18 – 3,24	1,96	1,51 – 2,53
4	4,15	3,11 – 5,55	3,09	2,41 – 3,97	2,23	1,71 – 2,91
5	4,58	3,60 – 2,82	3,26	2,54 – 4,20	2,76	2,54 – 2,99
Coefficiente de Variação (%)	10,7		17,1		13,0

Figura 77. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 78. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 79. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Na Tabela 44, onde estão apresentados os resultados obtidos nos testes de toxicidade aguda do LAS ao Copepoda *A. furcatus*, observa-se que os adultos são aproximadamente duas vezes mais resistentes ao surfactante do que os náuplios e copepoditos ($p = 0,0060$); e que para os copepoditos e náuplios a CE(I)50 situa-se entre 2,3 e 2,7 mg L⁻¹ de LAS.

Tabela 44 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecil benzenosulfonato de sódio (CH₃(CH₂)₁₁C₆H₄SO₃Na) em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	4,254*	3,344 - 5,164
Copepoditos	2,718	1,791 - 3,645
Náuplios	2,320	1,718 - 2,922

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Nos testes definitivos de toxicidade com o surfactante LAS, os valores médios de CE(I)50-48h obtidos para os adultos, os copepoditos e os náuplios de *Notodiatomus iheringi* foram, respectivamente, de 1,815; 1,649 e 1,271 mg L⁻¹, como pode ser observado nas Figuras 80, 81 e 82, respectivamente, e na Tabela 45.

Tabela 45 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência dodecil benzenosulfonato de sódio (CH₃(CH₂)₁₁C₆H₄SO₃Na) em testes de toxicidade aguda com indivíduos do Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as três fases de desenvolvimento de *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Estágio de Desenvolvimento	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
Adultos	1,815	1,580 - 2,050
Copepoditos	1,649	1,247 - 2,051
Náuplios	1,271*	1,141 - 1,401

* A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor < 0,05)

Figura 80. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase adulta, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 81. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase de copepodito, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 82. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto ao surfactante ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Os valores de CE(I)50 e os intervalos de confiança obtidos nos testes são apresentados na Tabela 46. Os dados brutos relativos aos testes de toxicidade ao LAS a espécie são apresentados nas Tabelas 1 a 31 (Apêndice 31G a 60G).

Tabela 46 – Valores de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a substância de referência ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), em testes de toxicidade aguda com indivíduos nos três estágios de desenvolvimento do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi*.

Ensaio	Adulto		Copepodito		Náuplios	
	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança	CE(I)50 (mg L ⁻¹)	Intervalo de confiança
1	1,66	1,36 – 2,03	1,75	1,43 – 2,15	1,16	1,03 – 1,31
2	1,66	1,40 – 1,97	1,5	1,08 – 2,08	1,39	1,32 – 1,46
3	2,06	1,77 – 2,41	1,65	1,22 – 2,23	1,22	1,07 – 1,40
4	1,8	1,55 – 2,09	1,53	1,18 – 1,98	1,28	1,21 – 1,36
5	1,74	1,49 – 2,03	1,39	1,21 – 1,60	1,3	1,19 – 1,41
6	1,84	1,60 – 2,11	1,85	1,60 – 2,15	1,21	1,11 – 1,32
7	1,91	1,60 – 2,29	1,34	0,93 – 1,94	1,32	1,23 – 1,43
8	1,83	1,59 – 2,10	1,93	1,68 – 2,21	1,26	1,17 – 1,36
9	1,81	1,54 – 2,14	1,82	1,57 – 2,11	1,31	1,16 – 1,48
10	1,84	1,63 – 2,07	1,73	1,45 – 2,07	1,26	1,16 – 1,37
Coefficiente de Variação (%)		6,5		12,2		5,1

Os dados obtidos para *N. iheringi* evidenciaram uma maior sensibilidade destes organismos na fase naupliar ($p < 0,0001$). Já a sensibilidade dos adultos e copepoditos foi semelhante, com CE(I)50 iguais a 1,8 mg L⁻¹ e 1,7 mg L⁻¹, respectivamente, sendo que não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os valores de CE(I)50 obtidos.

7.2.3.3. Comparação da Toxicidade Aguda dos Surfactantes DSS e LAS às Espécies de Copepoda

O teste não-paramétrico de Mann-Whitman mostrou que as CE(I)50-48h encontradas para os calanoides *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* são significativamente diferentes ($p < 0,05$), tanto para o DSS como para o LAS, em todos estágios de desenvolvimento. Assim poderíamos considerar que em relação à toxicidade dos surfactantes, *A. furcatus* é mais resistente do que *N. iheringi* (Tabela 47 e Figura 83).

Tabela 47 – Valores médios de CE(I)50-48h dos surfactantes dodecilsulfato de sódio ou DSS ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ou LAS ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) aos indivíduos nos três estágios de desenvolvimento de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda. Comparação entre as médias de CE(I)50 obtidas para as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitman.

Fases de Desenvolvimento	Espécies	Substâncias de Referência	
		DSS	LAS
		CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)	CE(I)50-48hs (mg L ⁻¹)
Adultos	<i>A. furcatus</i>	12,306	4,254
	<i>N. iheringi</i>	2,496 *	1,815 *
Copepoditos	<i>A. furcatus</i>	8,852	2,718
	<i>N. iheringi</i>	2,362 *	1,649 *
Náuplios	<i>A. furcatus</i>	6,568	2,32
	<i>N. iheringi</i>	1,869 *	1,271 *

*A diferença entre as CE50 é estatisticamente significativa (p -valor $< 0,05$)

Também podemos afirmar que, em relação ao DSS, dos três estágios de desenvolvimento os adultos foram os mais resistentes, sendo que os adultos da espécie *A. furcatus* foram aproximadamente quatro vezes mais resistente do que *N. iheringi*. Em relação

ao LAS observou-se que em todas as fases de desenvolvimento, os indivíduos de *A. furcatus* foram mais resistentes do que os de *N. iheringi* ($p < 0,05$).

Os testes de toxicidade evidenciaram que os indivíduos adultos de *A. furcatus* são os mais resistentes, e que os náuplios de *N. iheringi* são os mais sensíveis. Assim, em relação à sensibilidade dos Copepoda aos surfactantes DSS e LAS, os resultados demonstraram que quanto mais inicial o estágio de desenvolvimento do calanoide maior sua sensibilidade a estas substâncias. Além disso, a sensibilidade destas espécies segue uma tendência muito semelhante, sendo ambas mais sensíveis ao surfactante DSS (Figura 83).

Figura 83. Valores médios de CE(I)50-48h dos surfactantes dodecilsulfato de sódio ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) e ácido dodecil benzenosulfonato de sódio ($CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3Na$) aos indivíduos de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiptomus iheringi*, em testes de toxicidade aguda.

Em relação à toxicidade do DSS observou-se que o desenvolvimento pós-embrionário de *Notodiptomus iheringi* é afetado por concentrações próximas à CE50-48h encontrada para os náuplios nos testes de toxicidade aguda. Assim, este surfactante em concentrações

inferiores a $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ não só causa danos diretos aos náuplios como também inibe o seu desenvolvimento. Para *A. furcatus* observou-se um efeito similar àquele observado nos testes com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. No tempo de exposição testado observou-se apenas que as concentrações testadas não inibem o desenvolvimento dos náuplios de *A. furcatus*.

7.2.4. Amostras Ambientais

Os testes de toxicidade aguda com as amostras de água e sedimento do reservatório de Guarapiranga (Barragem, Ilha da Formiga e Clube Castelo), do rio Cubatão e do rio Monjolinho (Nascente e Meio) foram realizados com os indivíduos na fase naupliar (com menos de 24 horas) e na fase adulta para ambas as espécies, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

Nas Tabelas 48 a 50 são apresentados os valores obtidos para as variáveis físicas e químicas medidas (pH, condutividade e dureza) no início dos testes de toxicidade aguda realizados com amostras da água e sedimento do reservatório de Guarapiranga, do rio Cubatão e do rio Monjolinho, respectivamente.

Tabela 48 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do reservatório de Guarapiranga, São Paulo, SP, aos náuplios e adultos das espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

		pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	Dureza
Água	Barragem	7,18	85,0	38
	Ilha das Formigas	7,13	87,6	36
	Clube Castelo	7,16	85,2	34
Sedimento	Barragem	6,82	121,6	40
	Ilha das Formigas	7,05	126,4	34
	Clube Castelo	7,04	134,0	60

Tabela 49 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do rio Cubatão, Cubatão, SP aos náuplios e adultos das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	Dureza
Água	7,25	102,2	42
Sedimento	6,99	91,4	48

Tabela 50 – Valores iniciais de pH, condutividade e dureza medidos nos testes de toxicidade aguda das amostras do rio Monjolinho, São Carlos, SP, aos náuplios e adultos das espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

		pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	Dureza
Água	Nascente	5,73	18,04	16
	Meio	6,15	18,37	16
Sedimento	Nascente	5,52	65,1	24
	Meio	4,84	58,2	10

Os resultados relativos aos testes de toxicidade da água e do sedimento do reservatório de Guarapiranga são apresentados nas Tabelas 51 e 52, respectivamente, para os náuplios e adultos de *A. furcatus*; e nas Tabelas 53 e 54, respectivamente, para os náuplios e adultos de *N. iheringi*; eles demonstraram que para os pontos testados do reservatório de Guarapiranga não houve toxicidade para nenhuma das espécies de Copepoda testadas.

Tabela 51 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE Período do teste: 18/08/2009													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,30	-	42	-	107,5	-
	Barragem	2/4	1/4	0/4	0/4	3/16	18,7	7,18	-	38	-	85,0	-
	Ilha das Formigas	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,13	-	36	-	87,6	-
	Clube Castelo	1/4	1/4	0/5	0/4	2/17	11,8	7,16	-	34	-	85,2	-
Sedimento	CONTROLE	0/4	2/9	0/5	0/4	2/22	9,1	7,30	7,54	42	44	107,5	113,8
	Barragem	0/6	0/4	0/4	1/7	1/21	4,8	7,18	7,46	38	36	85,0	91,9
	Ilha das Formigas	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,13	7,43	36	34	87,6	91,8
	Clube Castelo	0/4	0/4	0/3	0/5	0/16	0	7,16	7,43	34	-	85,2	87,1

Tabela 52 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 18/08/2009													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	2/5	0/5	1/5	0/5	3/20	15	7,30	7,54	42	44	107,5	113,8
	Barragem	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,18	7,46	38	36	85,0	91,9
	Ilha das Formigas	1/5	3/5	0/5	0/5	4/20	20	7,13	7,43	36	34	87,6	91,8
	Clube Castelo	0/5	0/5	1/5	2/5	3/20	15	7,16	7,43	34	-	85,2	87,1
Sedimento	CONTROLE	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	7,30	7,54	42	44	107,5	113,8
	Barragem	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,18	7,46	38	36	85,0	91,9
	Ilha das Formigas	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	7,13	7,43	36	34	87,6	91,8
	Clube Castelo	2/5	0/5	0/5	0/5	2/20	10	7,16	7,43	34	-	85,2	87,1

Tabela 53 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 18/08/2009													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/5	0/5	1/5	0/4	1/19	5,3	7,30	-	42	-	107,5	-
	Barragem	0/5	0/5	0/4	0/4	0/18	0	7,18	-	38	-	85,0	-
	Ilha das Formigas	1/4	0/4	0/4	0/6	1/18	5,5	7,13	-	36	-	87,6	-
	Clube Castelo	5/5	0/4	0/7	0/6	5/22	22,7	7,16	-	34	-	85,2	-
Sedimento	CONTROLE	0/6	0/3	0/2	0/4	0/15	0	7,17	-	46	-	120,4	-
	Barragem	0/5	0/3	0/2	0/4	0/14	0	6,82	-	40	-	121,6	-
	Ilha das Formigas	0/4	1/4	0/5	0/4	1/17	5,9	7,05	-	34	-	126,4	-
	Clube Castelo	0/5	0/4	0/6	0/4	0/19	0	7,04	-	60	-	134,0	-

Tabela 54 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento da Represa de Guarapiranga (ponto Barragem - 23°40'21,37"S e 46°43'34,88"W; ponto Ilha das Formigas - 23°41'38,19"S e 46°43'5,07"W; e ponto Clube Castelo - 23°42'56,29"S e 46°43'0,59"W), coletado em 13/08/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 18/08/2009													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,30	7,54	42	46	107,5	117,6
	Barragem	0/6	0/6	0/6	0/5	0/23	0	7,18	7,42	38	36	85,0	89,9
	Ilha das Formigas	3/7	0/5	1/6	3/8	7/26	26,9	7,13	7,45	36	-	87,6	91,3
	Clube Castelo	0/5	0/6	0/7	1/5	1/23	4,4	7,16	7,43	34	36	85,2	86,4
Sedimento	CONTROLE	1/6	2/5	2/6	2/5	7/22	31,8	7,17	7,27	46	44	120,4	227,0
	Barragem	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,82	7,07	40	40	121,6	110,1
	Ilha das Formigas	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,05	7,14	34	44	126,4	105,1
	Clube Castelo	0/5	1/5	0/5	0/5	1/20	5	7,04	7,08	60	58	134,0	139,1

Os resultados brutos dos ensaios ecotoxicológicos com *A. furcatus* e *N. iheringi* expostos à água e o sedimento do rio Cubatão à estão apresentados nas Tabelas 55 e 56, respectivamente. Nos testes com as amostras de água e de sedimentos do rio Cubatão não foi verificada toxicidade nem para os indivíduos adultos nem para os náuplios de *A. furcatus* e *N. iheringi*, após 48 horas de exposição.

Tabela 55 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios e adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e de sedimento de um trecho do rio Cubatão (23°52'48,88"S e 46°25'35,97"W), coletado em 02/12/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE Período do teste: 04/12/2009													
Estágio de Desenvolvimento	Amostras	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
<i>Náuplios</i>	CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/7	0/19	0	7,60	-	44	-	85,4	-
	Água	0/4	0/6	0/6	0/4	0/20	0	7,25	-	42	-	102,2	-
	Sedimento	0/4	0/4	0/4	0/2	0/14	0	6,99	-	48	-	91,4	-
<i>Adultos</i>	CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,60	7,49	44	44	85,4	83,7
	Água	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,25	7,67	42	42	102,2	105,5
	Sedimento	0/5	0/5	0/5	1/5	1/20	5	6,99	7,57	48	46	91,4	82,2

Tabela 56 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios e adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e de sedimento de um trecho do rio Cubatão (23°52'48,88"S e 46°25'35,97"W), coletado em 02/12/2009, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE Período do teste: 04/12/2009													
Estágio de Desenvolvimento	Amostras	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
<i>Náuplios</i>	CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/6	0/18	0	7,60	-	44	-	85,4	-
	Água	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,25	-	42	-	102,2	-
	Sedimento	0/4	0/3	0/5	1/4	1/16	6,3	6,99	-	48	-	91,4	-
<i>Adultos</i>	CONTROLE	0/4	1/6	0/6	0/7	1/23	4,3	7,60	7,46	44	44	85,4	101,3
	Água	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,25	7,49	42	40	102,2	164,0
	Sedimento	0/6	0/6	0/5	0/5	0/22	0	6,99	7,39	48	44	91,4	94,0

Os ensaios realizados para cada amostra de água e sedimento do rio Monjolinho estão apresentados nas Tabelas 57 e 58 e Tabelas 59 e 60, respectivamente, para os indivíduos de *A. furcatus* e *N. iheringi*. Os resultados dos testes de toxicidade aguda demonstraram que não há

indícios de toxicidades das amostras de água e sedimento do rio Monjolinho (Nascente e Meio), para os náuplios e os adultos de ambas espécies, *A. furcatus* e *N. iheringi*.

Tabela 57 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 11/02/2010													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/7	1/6	0/5	0/5	1/23	4,3	7,46	7,63	48	44	106,6	146,2
	Nascente	0/7	0/6	0/7	0/6	0/26	0	5,73	7,24	16	14	18,04	19,69
	Meio	0/5	0/6	0/4	0/6	0/21	0	6,15	7,30	16	10	18,37	22,1
Sedimento	CONTROLE	0/7	0/5	0/6	0/5	0/23	0	7,30	7,44	44	44	84	85,25
	Nascente	0/2	0/5	1/5	2/5	3/17	17,7	5,52	6,26	24	22	65,1	69,7
	Meio	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	4,84	5,56	10	14	58,2	49,1

Tabela 58 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 11/02/2010													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/6	0/21	0	7,46	7,63	48	44	106,6	146,2
	Nascente	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	5,73	7,24	16	14	18,04	19,69
	Meio	3/5	0/5	0/5	0/5	3/20	15	6,15	7,30	16	10	18,37	22,1
Sedimento	CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/6	0/21	0	7,30	7,44	44	44	84	85,25
	Nascente	0/5	1/8	3/5	0/5	4/23	17,4	5,52	6,26	24	22	65,1	69,7
	Meio	3/5	1/5	0/6	1/5	5/21	23,8	4,84	5,56	10	14	58,2	49,1

Tabela 59 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 11/02/2010													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/6	0/19	0	7,46	7,60	48	44	106,6	146,2
	Nascente	0/4	0/4	1/5	0/6	1/19	5,3	5,73	7,16	16	22	18,04	18,21
	Meio	0/6	0/6	0/6	0/4	0/22	0	6,15	7,32	16	10	18,37	22,6
Sedimento	CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/6	0/19	0	7,30	7,43	44	44	84,0	138,2
	Nascente	0/5	2/5	0/4	2/5	4/19	21,1	5,52	6,34	24	22	65,1	67,2
	Meio	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	4,84	6,17	10	8	58,2	57,4

Tabela 60 – Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a amostras ambientais de água e sedimento de trechos do rio Monjolinho (ponto Monj. Nascente - 21°59'55,53"S e 47°50'25,9"W; e ponto Monj. Meio - 21°59'43,7"S e 47°50'59,5"W), coletado em 09/02/2010, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE													
Período do teste: 11/02/2010													
Amostras	Pontos	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
		1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
Água	CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,46	7,60	48	44	106,6	146,2
	Nascente	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	5,73	7,16	16	22	18,04	18,21
	Meio	1/5	0/5	0/4	0/5	1/19	5,3	6,15	7,32	16	10	18,37	22,6
Sedimento	CONTROLE	0/6	1/5	1/5	1/5	3/21	14,3	7,30	7,43	44	44	84,0	138,2
	Nascente	0/5	0/5	0/5	1/5	1/20	5	5,52	6,34	24	22	65,1	67,2
	Meio	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	4,84	6,17	10	8	58,2	57,4

7.2.5. Composto Tóxico Orgânico: Cianotoxinas

Nos testes de toxicidade aguda com cianotoxinas de *Microcystis aeruginosa* foram utilizados apenas indivíduos na fase naupliar (com idade inferior a 24 horas) das espécies de calanoide *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*. Nestes testes foram realizados três ensaios para cada tratamento. A utilização da amostra pura de *Microcystis aeruginosa* da cepa NPLJ-4 sem nenhum tratamento de irradiação, apenas tratada com a metodologia descrita anteriormente para obtenção do material liofilizado, teve como finalidade: comprovar a toxicidade da cepa e servir de controle para os testes posteriores com as amostras irradiadas.

Na Tabela 51 são apresentados os valores de CE(I)50-48h e intervalos de confiança obtidos para as duas espécies de Copepoda estudados no presente trabalho ao serem expostas à cianotoxina da cepa NPLJ-4 de *M. aeruginosa*. Como pode ser observado, esta linhagem de cianobactéria foi tóxica para as duas espécies de Copepoda, sendo que *A. furcatus* foi mais sensível às cianotoxinas do que *N. iheringi*. No entanto, não foram obtidas diferenças estatisticamente significativas (Teste não-paramétrico de Mann-Whitman).

Tabela 61 – Valores médios de CE(I)50-48h e respectivos intervalos de confiança para a toxicidade aguda das cianotoxinas de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), aos náuplios de Copepoda Calanoida *Argyrodaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

Espécies	CE(I)50-48hs (g L ⁻¹)	Intervalo de confiança 95% (IC)
<i>Notodiaptomus iheringi</i>	0,043	0,032 - 0,05
<i>Argyrodaptomus furcatus</i>	0,037	0,025 - 0,048

Os valores de CE(I)50 e os intervalos de confiança obtidos nos testes realizados para *A. furcatus* e *N. iheringi*, que podem ser visualizados nas Figuras 84 e 85, respectivamente, e no apêndice H (Tabelas 1H a 3H) e apêndice I (Tabelas 1I a 3I), demonstram que os náuplios de *A. furcatus* foram mais sensíveis à cianotoxina do que *N. iheringi*.

Figura 84. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à cianotoxina de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 85. Faixa de sensibilidade do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* na fase naupliar, expressa em CE(I)50-48h, quando exposto à cianotoxina de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), na temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Os resultados dos testes evidenciaram que o extrato de *M. aeruginosa* irradiado com as doses de feixes de elétrons 3, 5, 10 e 15 Kgy resultaram em total atenuação da toxicidade da microcistina. Não foi possível calcular valores de CE(I)50-48h e não foi observado nenhum indício de toxicidade das amostras de cianobactérias para nenhuma das doses de irradiação com feixes de elétrons testadas no presente estudo. Os dados brutos relativos aos testes de toxicidade com as amostras de cianotoxinas irradiadas com feixes de elétrons são apresentados nas Tabelas 4 a 15 (Apêndices H e I, respectivamente, para *A. furcatus* e *N. iheringi*).

8. DISCUSSÃO

8.1. Experimentos de ciclo de vida e crescimento populacional obtidos em laboratório

O desenvolvimento de estudos experimentais envolvendo propriedades inerentes às populações tem contribuído muito para a compreensão dos fatores que são importantes nos testes de ecotoxicidade. O conhecimento prévio da biologia da espécie (reprodução, fisiologia e comportamento) é necessário tanto para o cultivo quanto para a realização dos testes. Segundo Domingues e Bertoletti (2006), quando uma espécie apresenta condições de manutenção, ou existem técnicas disponíveis de cultivo em laboratório, seu uso é altamente recomendável em estudos ecotoxicológicos. O uso de espécies de pequeno porte e ciclo de vida não muito longo, como no caso dos Copepoda Calanoida objeto do presente estudo pode se tornar uma ferramenta importante aos futuros estudos ecotoxicológicos em laboratório. Desta forma, os resultados obtidos neste trabalho evidenciam a viabilidade em utilizar este grupo como biomonitor no próprio ambiente ou como organismos-teste em ensaios ecotoxicológicos para estudos em ambientes de água doce, particularmente no Brasil.

Segundo Hutchinson (1967), a estrutura da comunidade zooplancônica é diretamente influenciada pela temperatura e pelo suprimento alimentar. Vários autores têm demonstrado a dependência do desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de Copepoda em relação à temperatura (HERZIG, 1983; SIPAÚBA-TAVARES, 1988; RIETZLER, 1991; ESPÍNDOLA, 1994), e à concentração alimentar (TAVARES; MATSUMURA-TUNDISI, 1984; HOPP et al., 1997; BONNET; CARLOTTI, 2001; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2001; RIETZLER et al., 2002). Assim, tendo em vista que tais relações já foram extensivamente estudadas, é importante no presente trabalho realizar uma análise comparativa dos dados obtidos sob condições adequadas e controladas de temperatura e suprimento alimentar, em laboratório, com os dados existentes na literatura para os parâmetros de ciclo de vida das espécies estudadas (*Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*), verificando a viabilidade de que as condições de cultivo e manutenção estabelecidas na presente pesquisa possam contribuir para o desenvolvimento e padronização das espécies estudadas como organismos-teste para ensaios ecotoxicológicos em águas doces, ou como subsídios para sua utilização como biomonitores de contaminação ambiental.

Os dados experimentais obtidos demonstraram que sob condições controladas em laboratório, principalmente, em relação às características do meio de cultivo padronizado as espécies de Copepoda Calanoida *A. furcatus* e *N. iheringi* apresentaram tempos de desenvolvimento muito semelhantes aos observados quando estes foram cultivados em águas naturais (ROCHA; MATSUMURA-TUNDISI, 1984; ESPÍNDOLA, 1994; RIETZLER et al., 2002), as quais apresentam muitas vezes propriedades que não podem ser reproduzidas em laboratório.

Os valores obtidos neste trabalho para a duração do desenvolvimento embrionário da espécie de *N. iheringi* (Tabela 62) estão muito próximos aos observados por Espíndola (1994), o qual obteve pelo método direto os valores de $1,58 \pm 0,56$ e $1,11 \pm 0,33$ dias, e no método indireto 1,73 dias na temperatura de 23°C e 1,16 dias a 28°C. Rietzler et al. (2002) obtiveram, pelo método indireto de Edmondson (1968), resultados similares para *N. iheringi*, com valores de 2,44 e 1,26 dias nas temperaturas de 21 e 26°C, respectivamente.

Para a espécie *A. furcatus* (Tabela 62), os valores do tempo de desenvolvimento embrionário foram também próximos aos observados em estudos anteriores. Rocha e Matsumura-Tundisi (1984) obtiveram a 25°C um tempo de desenvolvimento de 2,0 dias e Rietzler et al. (2002) obtiveram, pelo método indireto, tempos de 2,9 dias em experimentos a 21°C e 1,56 dias a 26°C. Sipaúba-Tavares et al. (2001), encontraram médias de duração de desenvolvimento embrionário que variaram de 23,9 a 27,2 horas a 26°C, em experimentos com quatro diferentes dietas alimentares.

Tabela 62 – Valores da duração (em dias) do tempo de desenvolvimento embrionário (do ovo) a diferentes temperaturas pelos métodos indireto e direto compilados da literatura e comparação com os valores obtidos no presente estudo para as espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.

<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>		<i>Notodiatomus iheringi</i>		Autores
Método indireto	Método direto	Método indireto	Método direto	
2,30 ($\pm 0,14$) a 25°C	1,86 ($\pm 0,04$) a 25°C	1,75 ($\pm 0,07$) a 25°C	1,52 ($\pm 0,3$) a 25°C	Presente trabalho (2011)
-	2,00 a 25°C	-	-	Rocha e Matsumura- Tundisi (1984)
-	-	1,73 a 23°C	1,58 ($\pm 0,56$) a 23°C	Espíndola (1994)
-	-	1,16 a 28°C	1,11 ($\pm 0,33$) a 28°C	
2,90 a 21°C	-	2,44 a 21°C	-	Rietzler et al. (2002)
1,56 a 26°C	-	1,26 a 26°C	-	

Os valores obtidos no presente trabalho para os tempos de desenvolvimento pós-embrionário foram muito próximos aos reportados na literatura (Tabelas 62 e 63). Os tempos de geração do desenvolvimento completo de ovo a ovo, das fases naupliares (1 a 6) e das fases de copepodito (1 a 5) até a fase adulta para *A. furcatus* foram valores intermediários quando comparados aos valores reportados nos trabalhos de Rocha e Matsumura-Tundisi (1984) e Rietzler et al. (2002) (Tabela 63). No entanto, Sipaúba-Tavares et al. (2001), encontraram para *A. furcatus* alimentado com diferentes dietas, tempos de desenvolvimento pós-embrionário que variaram de 7,87 a 8,57 dias a $25 \pm 1^\circ\text{C}$; e que foram menores do que o observado no presente trabalho.

Tabela 63 – Comparação de parâmetros de ciclo de vida da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* cultivada sob diferentes temperaturas: a 25°C (dados de Rocha e Matsumura-Tundisi, 1984), 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo).

	Autores		
	Rocha e Matsumura-Tundisi (1984)	Rietzler et al. (2002)	Presente trabalho (2011)
Náuplio 1 a Copepodito 1 (dias)	7-9	4,96 ± 0,18	7,75
Copepodito 1 a Adulto (dias)	19-23	12,5 ± 1,02	10,5
Ovo a ovo (dias)	27-35	19,0	20,09

Já para *N. iheringi*, o tempo de desenvolvimento no presente trabalho correspondeu a aproximadamente 16 dias. Nos estudos de Espíndola (1994) e Rietzler et al. (2002) foram registrados valores próximos a, respectivamente, 18 e 14 dias. No entanto, a duração do ínstar N1 até o ínstar C1 foi mais elevado no presente trabalho do que o registrado na literatura (Tabelas 64). Em relação à longevidade e ao tamanho dos indivíduos, estes apresentaram também valores próximos aos reportados na literatura, em média 70 dias.

Tabela 64 – Comparação de parâmetros de ciclo de vida da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* cultivada sob diferentes temperaturas: a 23 ± 1°C (dados de Espíndola, 1994), a 26 ± 1°C (dados de Rietzler et al., 2002) e a 25 ± 1°C (presente estudo).

	Autores		
	Espíndola (1994)	Rietzler et al. (2002)	Presente trabalho (2011)
Náuplio 1 a Copepodito 1 (dias)	4,34 ± 0,82	3,12 ± 0,08	6,25
Copepodito 1 a Macho (dias)	6,71 ± 0,96	-	8,0
Copepodito 1 a Fêmea (dias)	9,18 ± 0,88	-	
Copepodito 1 a Fêmea ovada (dias)	11,69 ± 1,08	9,51 ± 1,41	
Ovo a ovo (dias)	17,61 ± 2,46	13,89	15,77

Assim como observado por Marshall e Orr (1955) e Landry (1983) para espécies de Copepoda Calanoida marinhos, os estágios naupliares iniciais se desenvolveram mais rapidamente em ambas as espécies estudadas. Segundo Peterson (2001), a explicação para isso seria o fato dos estágios naupliares iniciais (especialmente o primeiro e segundo) não se

alimentarem, utilizando somente suas reservas de lipídio como fonte de energia para o desenvolvimento, necessitando, assim, crescer mais rapidamente para os estágios que se alimentam (geralmente, a partir do 3º ínstar naupliar) (Figura 86).

Figura 86. Histograma mostrando a proporção de tempo do desenvolvimento total gasto em cada um dos 12 estágios de desenvolvimento (ovo a copepodito 5), para *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*. A linha horizontal está desenhada em 0,083, que é a duração esperada de cada estágio se cada um dos 12 estágios de desenvolvimento fosse de igual duração (desenvolvimento isocronal, segundo Hart (1990)¹¹). A duração proporcional relativa dos estágios é a duração do estágio dividido pelo tempo total de desenvolvimento pós-embrionário.

Os valores de tempo de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário obtidos no presente estudo para as espécies *A. furcatus* e *N. iheringi*, são de maneira geral similares àqueles anteriormente obtidos para essas mesmas espécies em experimentos realizados em laboratório (RIETZLER et al, 2002; SIPAÚBA-TAVARES et al., 2001; ESPÍNDOLA, 1994; ROCHA; MATSUMURA-TUNDISI, 1984). No entanto, deve-se observar que os experimentos realizados em trabalhos anteriores utilizaram águas naturais, ou seja, água coletada do local de origem dos organismos estudados; enquanto, no presente trabalho utilizou-se nos experimentos a água reconstituída, como estabelecido pela norma da ABNT (2004). Isso demonstra que a utilização da água reconstituída como água padrão de cultivo e manutenção não tem interferência no desenvolvimento das espécies de Calanoida estudadas.

¹¹ HART, R.C. Copepod post-embryonic durations: pattern, conformity and predictability. The realities of isochronal and equiproportional development, and trends in the copepod-naupliar duration ratio. **Hydrobiologia**, v. 206, p. 175-205, 1990.

Desta forma, os resultados apresentados são importantes porque corroboram com a idéia de que a utilização da água reconstituída como uma água padrão para o cultivo e manutenção é adequada e pode ser utilizada em ensaios ecotoxicológicos com Copepoda visando a boa reprodutibilidade e a repetibilidade dos dados.

Previattelli (2006), examinando materiais fixados, oriundos de populações em ambientes naturais obteve para *Argyrodiaptomus furcatus* um comprimento médio de 1475 e 1675 μm , respectivamente, para os machos e fêmeas. Já Santos-Silva (2000), examinando também materiais fixados de ambientes naturais obteve para *Notodiatomus iheringi* o comprimento médio de corpo de 989 μm (excluindo as setas caudais) e de 1116 μm (excluindo as setas caudais), respectivamente, para os machos e as fêmeas de *N. iheringi*. Estes comprimentos de corpo, quando comparados com os resultados obtidos com espécies cultivadas em laboratório foram maiores do que os observados para *A. furcatus* e menores do que o observado para *N. iheringi* (Tabelas 65 e 66), no presente trabalho e em outros estudos experimentais, como os de Sipaúba-Tavares (1988), Espíndola (1994) e de Rietzler et al. (2002).

Tabela 65 – Comparação do tamanho do corpo dos adultos da espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* em cultivos laboratoriais a $25 \pm 4^\circ\text{C}$ (dados de Sipaúba-Tavares, 1988), a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ (dados de Rietzler et al., 2002) e a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (presente estudo).

	Autores		
	Sipaúba-Tavares (1988)	Rietzler et al. (2002)	Presente trabalho (2011)
Macho	1,05	$1,19 \pm 0,06$	$1,32 \pm 0,03$
Fêmea	1,25	$1,4 \pm 0,05$	$1,47 \pm 0,07$

Tabela 66 – Comparação do tamanho do corpo da espécie de Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi* em cultivos laboratoriais a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ (dados de Espíndola, 1994), a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ (dados de Rietzler et al., 2002) e a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (presente estudo).

	Autores		
	Espíndola (1994)	Rietzler et al. (2002)	Presente trabalho (2011)
Macho	$1,07 \pm 0,02$	$1,04 \pm 0,11$	$1,03 \pm 0,02$
Fêmea	$1,25 \pm 0,03$	$1,16 \pm 0,08$	$1,24 \pm 0,04$

A utilização, no presente trabalho, de água reconstituída (ABNT, 2004) como água de cultivo, em vez de águas naturais (geralmente do local de coleta do organismo), poderia provavelmente ser o fator determinante para os valores um pouco mais elevados de tempo de desenvolvimento e tamanhos apresentados no presente trabalho quando comparados com os dados da literatura. No entanto, os dados aqui obtidos experimentalmente sob condições semelhantes de temperatura e alimentação para ambas as espécies demonstraram que, quanto ao tempo de desenvolvimento, *N. iheringi*, a espécie de menor tamanho, desenvolveu-se comparativamente mais rápido que *A. furcatus*, espécie de maior tamanho. O mesmo já havia sido observado por Rietzler (1991) nas temperaturas testadas em seus experimentos (21 e 26°C).

A análise do crescimento populacional das espécies *Notodiaptomus iheringi* e *Argyrodiaptomus furcatus* foi feita por meio da quantificação da taxa intrínseca de aumento natural, uma vez que a taxa de aumento natural evidencia o potencial máximo de crescimento sob condições ótimas ou sub-ótimas, sem ou com menor atuação dos fatores limitantes. No entanto, o crescimento exponencial é uma simplificação da taxa de crescimento que somente é válida em certo intervalo de tempo (JØRGENSEN, 1986). A partir de um dado momento os efeitos das interações dentro da população bem como o aumento das resistências ambientais começam a retardar a taxa de crescimento, interferindo assim, na determinação da forma de crescimento populacional (SMITH, 1966; ODUM, 1985).

Sipaúba-Tavares (1988), avaliando o crescimento populacional de espécies zooplancônicas com potencial para utilização em alimentação de peixes, observou na população de *A. furcatus* uma alta taxa de mortalidade na transição da fase naupliar para a fase de copepodito, o que influenciava significativamente o crescimento populacional. Isso também foi observado no presente trabalho, no qual a sobrevivência na fase naupliar foi o fator que, aparentemente, mais interferiu no crescimento populacional.

Os náuplios são considerados o estágio gargalo, ou “bottleneck”, pois exibem a maior mortalidade na natureza. Eles são considerados herbívoros ineficientes e particularmente sensíveis à falta de alimento (HOPP; MAYER, 2005). O pequeno tamanho naupliar comparado àquele dos copepoditos pode resultar em elevada vulnerabilidade e também à predação por invertebrados, resultando em maiores taxas de mortalidade (WILLIAMSON; REID, 2001).

Além disso, segundo Peterson (2001), limitações fisiológicas (por exemplo, do estágio naupliar N1, que utiliza reservas de lipídios, para os primeiros estágios que se alimentam (geralmente, N2 ou N3)) ou morfológicas (como no ínstar N6, onde ocorrem grandes mudanças morfológicas antes da muda para o estágio de copepodito C1; e como no 5º ínstar dos copepoditos, quando se inicia a diferenciação morfológica dos sexos) podem operar também como um gargalo (“bottleneck”) no desenvolvimento, e afetar desta forma a estrutura da população. Os resultados obtidos no presente trabalho também corroboram o fato de que o estágio naupliar constitui um gargalo para o crescimento das populações devido à maior sensibilidade deste estágio aos agentes tóxicos.

Segundo Landry (1975), em altas densidades populacionais, muitos dos ovos produzidos não são totalmente viáveis ou são nutricionalmente menos favorecidos, sendo uma forma da própria população regular seu crescimento. Assim, é provável que a diminuição do número de náuplios observada nos crescimentos populacionais de *A. furcatus* e *N. iheringi* após um período de crescimento exponencial estejam relacionados à inviabilidade dos ovos, resultante de mecanismos intrínsecos de regulação do crescimento populacional relacionados à alta densidade, como por exemplo, uma possível inibição química. Walker (1979), estudando mecanismos de regulação do crescimento populacional no Copepoda marinho *Amphiascoides* sp. (Harpacticoida), observou que cultivos de elevada densidade populacional resultavam em menor número de sacos ovíferos por fêmea e no prolongamento do intervalo entre a formação e liberação de sacos ovíferos sucessivos, além da não fertilização ou esterilização parcial dos ovos, reduzindo o crescimento populacional. Kahan et al. (1988) também verificaram que quando em altas densidades populacionais, as fêmeas do Copepoda marinho *Tigriopus japonicus* exerciam um controle inibitório hormonal sobre os ovos e embriões nos sacos ovíferos, reduzindo desta forma a taxa de eclosão dos náuplios.

Segundo Sipaúba-Tavares (1988), quando comparados com outros grupos do zooplâncton, os Copepoda são organismos de mais difícil manutenção em laboratório e também aqueles para os quais se observam as menores taxas de crescimento. O tempo de geração relativamente mais longo, quando comparado ao dos demais grupos (Cladocera e Rotifera), e a alta taxa de mortalidade são provavelmente responsáveis pelas curvas de crescimento atípicas e pelos baixos valores de r (Tabela 57).

Tabela 67 – Comparação entre os valores da taxa intrínseca de crescimento populacional (r) das espécies de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, obtidos por diferentes autores e aqueles obtidos no presente estudo.

Espécies		Autores
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	<i>Notodiatomus iheringi</i>	
0,1648	0,1425	Presente trabalho (2011)
0,23-0,30	-	Sipaúba-Tavares et al. (2001)
-	0,35	Espíndola (1994)
0,07	-	Sipaúba-Tavares (1988)

No entanto, fatores como um ciclo de vida um pouco mais longo, a reprodução sexuada e a ocorrência de diversas fases de desenvolvimento (náuplio, copepodito e adulto), que caracterizam os Copepoda, diferentemente de outros componentes do zooplâncton, como espécies menos oportunistas, podem ser características de grupo extremamente adequadas às aplicações em Ecotoxicologia, uma vez que possibilitam indicações de toxicidade nos indivíduos e nas populações, que não podem ser observadas nos organismos-teste comumente utilizados, geralmente partenogenéticos e com curto tempo de geração.

8.2. Ensaios ecotoxicológicos com as espécies *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*

A toxicidade de uma substância química é uma propriedade relativa que se refere ao seu potencial em causar danos aos organismos vivos, em função da concentração da substância química e do tempo de exposição (RAND; PETROCELLI, 1985). Assim, os testes de toxicidade com substâncias de referência são importantes instrumentos para avaliar os efeitos adversos de uma substância tóxica nos organismos vivos sob certas condições, permitindo comparações com outras substâncias testadas.

A espécie de Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* é conhecida por sua habilidade de viver em águas de baixa condutividade, com pH neutro a alcalinos, altas concentrações de oxigênio dissolvido e baixa turbidez. Já a espécie *Notodiatomus iheringi*

ocorre principalmente em reservatórios eutróficos com alta turbidez, alta condutividade e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Além disso, devido a suas características intrínsecas estas são espécies que alternam sua dominância como populações planctônicas, em reservatórios e outros ecossistemas aquáticos, em períodos de mudanças nas condições ambientais (RIETZLER et al., 2002).

Segundo Matsumura-Tundisi e Tundisi (2003), muitas espécies de Copepoda Calanoida são muito sensíveis a pequenas variações nas condições ambientais, especialmente condutividade e composição iônica, e, portanto, apresentam forte endemismo resultando da sua estreita faixa de tolerância a muitos fatores ambientais, particularmente em relação aos fatores físicos e químicos. Assim, estudos como este apresentado, sobre a sensibilidade de espécies de Copepoda Calanoida, particularmente *A. furcatus* e *N. iheringi*, a diversas substâncias de referência, como sais, metais, por exemplo, são relevantes uma vez que este grupo é aparentemente muito suscetível aos impactos por atividades antrópicas podendo, portanto, ser um bioindicador adequado.

Nos testes de toxicidade aguda realizados no presente trabalho com os sais cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl) foi verificada diferenças na sensibilidade das duas espécies de Calanoida estudadas. Para o KCl foi obtido, no presente trabalho, um valor médio de CE50 de aproximadamente 0,2 a 0,3 g L⁻¹, observando-se elevada sensibilidade de *A. furcatus* e *N. iheringi* ao KCl, uma vez que as faixas de sensibilidade de KCl encontradas para estas espécies foram bem menores do que as faixas de valores encontradas por Almeida (2002) e por Fonseca (1997) para as larvas da espécie de Diptera *Chironomus xanthus* (2,83 a 4,1 g L⁻¹ KCl; e 2,6 a 6,4 g L⁻¹ KCl, respectivamente). No entanto, *A. furcatus* e *N. iheringi* foram mais resistentes ao KCl do que o cladóceros *Pseudosida ramosa*, que apresentou, segundo Freitas (2009), uma CE50 de 0,014 g L⁻¹, dentro de uma faixa de sensibilidade entre 0,008 e 0,020 g L⁻¹.

Para o cloreto de sódio (NaCl) foi observado que as CE50 para ambas as espécies de Copepoda foram maiores para os indivíduos em estágio de desenvolvimento mais avançados do que àquelas encontradas para os náuplios. Comparando às outras espécies de organismos-teste, foi observado que os náuplios das espécies de Calanoida estudadas foram mais sensíveis ao NaCl, enquanto, os adultos e copepoditos tiveram uma sensibilidade parecida ou apenas um pouco mais elevada às CE50 encontradas na literatura para outras espécies. Oliveira-Neto (2000), obteve para os cladóceros *Ceriodaphnia silvestrii* e *Ceriodaphnia dubia* valores de

CL50 ao NaCl, de 1,6 e 1,5 g L⁻¹, respectivamente. Fonseca (1997) obteve valores de CE50 para *C. silvestrii* dentro de um intervalo de sensibilidade de 1,33 a 1,82 g L⁻¹ de NaCl; enquanto, Santos et al. (2007) encontraram para *Daphnia magna* uma CL50 de 5,5 g L⁻¹ de NaCl. Já no presente trabalho os valores médios da CE50 encontradas para os calanoides variou de 1,58 a 2,23 g L⁻¹ de NaCl para os copepoditos e adultos, e foi de 0,76 e 1,3 g L⁻¹ de NaCl para os náuplios de *A. furcatus* e *N. iheringi*, respectivamente.

Ao observar as respostas dos diferentes organismos ao cloreto de sódio é importante salientar que as espécies de zooplâncton comumente usadas em testes ecotoxicológicos, como *Ceriodaphnia* sp., são testadas com idades inferiores a 24 horas, ou seja, quando estão na fase inicial de desenvolvimento. Assim, considerando a idade como parâmetro, podemos afirmar que os calanoides seriam espécies mais sensíveis a este sal se comparadas às espécies padronizadas.

Com base nos dados obtidos no presente trabalho foi possível concluir que, em concordância com as especulações de Pennak (1989), o cloreto de potássio pode ser ainda mais tóxico do que o cloreto de sódio, a substância de referência padronizada internacionalmente, e amplamente utilizada para a obtenção das cartas-controle de organismos-teste em cultivo.

A concentração de cromo em água doce é geralmente muito baixas, normalmente inferiores a 1,0 mg L⁻¹. O cromo é comumente utilizado em aplicações industriais e sanitárias, como na produção de curtume, alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos e papel de fotografia. Na forma trivalente o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente (MOORE; RAMAMOORTHY, 1984). Segundo a resolução CONAMA nº 357/05, de 17 de março de 2005, o limite máximo de cromo nos corpos de água classificados como pertencentes às classes 1 e 2 é de 0,05 mg L⁻¹.

Nos testes de sensibilidade com as espécies de calanoides *A. furcatus* e *N. iheringi*, os valores médios de CE50 à substância de referência dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) foram, para os adultos, 30 vezes maiores do que os valores estabelecidos pelo CONAMA; já para os náuplios de *A. furcatus* e *N. iheringi*, as CE50 foram, respectivamente, quatro e oito vezes mais altas do que o determinado na resolução.

Comparativamente, os cladóceros *Daphnia pulex* e *Daphnia magna*, comumente utilizados como organismos-teste, apresentaram valores de CL50 para o dicromato de potássio (0,76 e 0,90 mg L⁻¹ de K₂Cr₂O₇, respectivamente) bem menores do que aqueles obtidos para *A. furcatus* e *N. iheringi*. Também, Wong e Pak (2004) observaram para o Copepoda Cyclopoida *Mesocyclops pehpeiensis* um valor de CL50 bem menor do que os obtidos para os Calanoida no presente estudo (Tabela 58).

Tabela 68 – Valores médios de CL50/CE50 para dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), em testes de toxicidade com diversos organismos de água doce, compilados da literatura, e comparados com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiaptomus iheringi*.

Organismo-teste	CL50/CE50 (mg L ⁻¹ de K ₂ Cr ₂ O ₇)	Autores
<i>Chironomus tentans</i> (Diptera)	61,00	USEPA (1984)
<i>Chironomus xanthus</i> (Diptera)	7,12	Almeida (2002)
<i>Hyalella azteca</i> (Amphipoda)	0,63	USEPA (1984)
Neonata de <i>Daphnia pulex</i> (Cladocera)	0,76	USEPA (1984)
Neonata de <i>Daphnia magna</i> (Cladocera)	0,90	USEPA (1984)
<i>Tisbe biminiensis</i> * (Copepoda, Harpacticoda)	21,61	Araújo-Castro et al. (2009)
Náuplio de <i>Mesocyclops pehpeiensis</i> (Copepoda Cyclopoida)	0,51	Wong e Pak (2004)
Náuplio de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	3,65	Presente Trabalho (2011)
Náuplio de <i>Notodiaptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	7,86	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	9,0	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Notodiaptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	22,97	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	37,13	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Notodiaptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	33,45	Presente Trabalho (2011)

*Espécie marinha

Segundo a CETESB¹², com base nas legislações francesa (CODE PERMANENT: ENVIRONNEMENT ET NUISANCES, 1986) e americana (USEPA, 1991), a faixa de $K_2Cr_2O_7$ que serve como limite para determinar as águas com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém que afetam em longo prazo a reprodução, é de 0,05 a 1,00 mg L⁻¹. Nos testes de toxicidade sub-crônica realizados com dicromato de potássio foi obtido uma CE50-5 dias de 1,82 mg L⁻¹, que pode, assim, afetar o desenvolvimento pós-embrionário e consequentemente a dinâmica populacional.

O zinco é um elemento essencial nas funções biológicas, no entanto, a mobilização de zinco por atividades humanas tem sobrecarregado os processos do ciclo natural. O zinco pode ser utilizado como fertilizante, na prevenção da corrosão (pela galvanização), em ligas, em pinturas, em tintas e em pneus (O'NEIL, 1993). Nos invertebrados, a toxicidade de zinco age caracteristicamente comprometendo a reprodução (PAULAUSKIS; WINNER, 1988; VERRIOPOULOS; HARDOUVELIS, 1988). O valor de zinco que atende aos padrões de qualidade de água da Legislação Federal (CONAMA nº 357/05), para classes 1 e 2, é menor igual a 0,18 mg L⁻¹.

No presente trabalho, o valor de CE50 obtido para o cloreto de zinco ($ZnCl_2$) nos testes de toxicidade aguda com as espécies de calanoides *A. furcatus* e *N. iheringi* foi, respectivamente, duas a cinco vezes maior do que o encontrado por Wong e Pak (2004) para a espécie de Copepoda Cyclopoida *Mesocyclops pehpeiensis* (CL50 igual a 0,24 mg L⁻¹ e intervalo de confiança de 0,13 a 0,37 mg L⁻¹). Já Arnott e Ahsanullah (1979) encontraram para as espécies de Copepoda Calanoida marinhos *Paracalamus pravus* e *Acartia simplex*, respectivamente, CL50-24h de 1,38 e 1,86 mg L⁻¹ de zinco, valor próximo ao obtido para *N. iheringi*.

Brown et al. (2005), observaram para o Copepoda Harpacticoida de água doce *Bryocamptus zschokkei*, exposto à sulfato de zinco, valores de CL50-48h igual a 1,38 mg L⁻¹ para os náuplios, 0,94 mg L⁻¹ para os copepoditos e 2,89 mg L⁻¹ para fêmeas adultas. Assim, como o observado para os calanoides *A. furcatus* e *N. iheringi* no presente trabalho, os

¹² Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_ipmca.asp>. Acesso em: 29 ago 2010.

Copepoda Harpacticoida em estágios de vida menos desenvolvidos foram mais suscetíveis ao zinco do que os adultos.

Os valores de CE50 obtidos para *A. furcatus* e *N. iheringi*, nos testes com os sais e como o dicromato de potássio e cloreto de zinco, foram geralmente maiores quando comparados aos dados obtidos na literatura para as espécies de Cladocera. Isso se deve provavelmente, à idade dos organismos-teste, pois enquanto para os cladóceros e para a espécie de Cyclopoida testados eram utilizadas neonatas e náuplios, os testes com as espécies de Copepoda Calanoida no presente estudo foram realizados também com organismos adultos e na fase de copepodito. Assim, a hipótese de que indivíduos adultos seriam mais resistentes do que indivíduos em fases juvenis também para os Copepoda é correta.

O sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) é utilizado comumente como um coagulante no tratamento da água (na fase da clarificação), capturando as partículas coloidais. Neste processo o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ é deliberadamente adicionado na água, onde esse composto solúvel de alumínio é hidrolisado. Em pH neutro ou alcalino (7 ou maior), o Al^{3+} forma hidróxidos gelatinosos de $\text{Al}(\text{OH})_3$ que se incorporam fisicamente às partículas coloidais, formando um precipitado removível. A formação dessa substância consome íons de hidróxido e resultam em uma diminuição do pH da água (O'NEILL, 1993).

Segundo Teien et al. (2007), o principal fator abiótico que influencia as diferentes espécies químicas apresentadas por este metal é o pH. De maneira geral, pode-se dizer que o pH tem um forte controle na especiação de metais, pois determina hidrólise metálica, polimerização, agregação, precipitação e a competição de prótons por locais de ligação disponíveis (SMITH et al., 2002).

A química aquosa do íon alumínio, Al^{3+} , assim como de alguns outros íons metálicos tais como o Pb^{2+} e Hg^{2+} , é complicado. Os íons por si só não existem em solução como espécies incompletas, na ausência de outros íons ou moléculas, eles são rodeados por um número de moléculas de água, cada qual atraída pela carga positiva do metal. A presença de íons de metais torna as moléculas de água mais ácidas do que o usual, em outras palavras, a perda de H^+ ocorre mais facilmente. O íon alumínio, Al^{3+} , existe como $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ apenas em condições extremamente ácidas ($\text{pH} \leq 4$). Resumidamente, em pH maior ou igual a 5, as moléculas de água perdem prótons H^+ formando vários tipos de monômeros e polímeros de hidróxidos de alumínio (BAIRD, 1997).

Segundo Guibaud e Gauthier (2005), são estas mudanças nas formas do alumínio em função do pH que influenciam a toxicidade para os peixes. As formas hidroxiladas $\text{Al}(\text{OH})_2^{2+}$ e $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ que ocorrem em uma faixa de pH neutro estão entre as espécies tóxicas para a vida aquática, entretanto, a forma iônica livre (Al^{3+}), que ocorre a partir de pH 5,5, tem se mostrado mais tóxica (BERTHON, 2002).

Poléo (1995) demonstrou que a toxicidade do alumínio em pH ácido é mais prejudicial do que apenas a toxicidade causada pelo pH baixo durante exposições agudas, e mostrou ainda que a toxicidade do alumínio também depende da temperatura, sendo mais tóxico conforme esta aumenta. Infelizmente mais dados que ratifiquem estas evidências ainda são escassos na literatura.

Desta forma, os resultados apresentados para *A. furcatus* e *N. iheringi*, em relação à toxicidade do alumínio, foram muito semelhantes com o que o foi descrito na literatura para os peixes (WALKER et al., 1991; POLÉO, 1995; ALLIN; WILSON, 1999; BRODEUR et al., 1999; BRODEUR et al., 2001; NARCIZO, 2009). Assim, quanto menores os valores de pH da água, maior foi a toxicidade do alumínio observada para as duas espécies de Copepoda Calanoida. Além disso, o comportamento dos calanoides nos testes de toxicidade com alumínio, quando comparado com as outras substâncias de referência, foi atípico, uma vez que os adultos se mostraram mais sensíveis ao alumínio do que os copepoditos e náuplios.

Os surfactantes são moléculas anfipáticas constituídas de uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica. A porção apolar é frequentemente uma cadeia hidrocarbonada enquanto a porção polar pode ser iônica (aniônica ou catiônica), não-iônica ou anfotérica (DESAI; BANAT, 1997). Em função da presença de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos na mesma molécula, os surfactantes tendem a se distribuir nas interfaces entre fases fluidas com diferentes graus de polaridade. A formação de um filme molecular, ordenado nas interfaces, reduz a tensão interfacial e superficial, sendo responsável pelas propriedades únicas dos surfactantes. Estas propriedades fazem os surfactantes serem adequados para uma ampla gama de aplicações industriais. A maior utilização dos surfactantes se concentra na indústria de produtos de limpeza (sabões e detergentes), na indústria de petróleo e na indústria de cosméticos e produtos de higiene (NITSCHKE; PASTORE, 2002).

Entre os problemas ambientais decorrentes do acúmulo de surfactantes nos recursos hídricos destacam-se os seguintes efeitos: diminuição da concentração de elementos

necessários para a vida aquática, como por exemplo, oxigênio dissolvido, devido à diminuição da tensão superficial água/ar; diminuição da permeabilidade da luz, por manter as partículas presentes em suspensão; aumento da concentração de compostos xenobióticos, como PCBs e PAHs presentes no sedimento, por solubilização micelar inibindo assim sua degradação (HAIGH, 1996).

Segundo Warne e Schifko (1999), dentre os 39 componentes que são utilizados na formulação dos detergentes domésticos, verificou-se que os tensoativos são responsáveis por 10,4 a 98,8% da toxicidade medida através de testes biológicos. Estudos têm demonstrado os distúrbios ecológicos causados por altas concentrações de surfactantes em corpos receptores e em estações de tratamento de efluentes (SANDBACKA et al., 2000). Apesar da importância destes compostos químicos na indústria, sua presença nos corpos de água tem afetado a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos. Informações sobre os efeitos dos surfactantes ao zooplâncton é bem compreendido (COELHO, 2010; ROMANELLI et al., 2006; VERSTEEG; RAWLINGS, 2003; TANAKA; NAKANISHI, 2001; WARNE; SHIFKO, 1999, VAN DE PLASSCHE et al., 1999; KUSK; PETERSEN, 1997; DYER et al., 1997; LEWIS, 1991), no entanto, para os organismos de água doce, os dados toxicológicos são restritos aos cladóceros.

O valor máximo permissível de surfactantes estabelecido pela Resolução CONAMA n°357/05 para as águas doces das Classes 1 e 2, é de 0,5 mg L⁻¹. Segundo a CETESB¹³, o limite máximo (obtidos das legislações: francesa CODE PERMANENT: ENVIRONNEMENT ET NUISANCES, 1986; e americana USEPA, 1991) de surfactante nos corpos de água com características desejáveis para a sobrevivência dos organismos aquáticos, porém que podem afetar a reprodução a longo prazo, varia entre 0,5 e 1,0 mg L⁻¹. Segundo Abel (1974), os invertebrados, especialmente os juvenis, são extremamente sensíveis aos detergentes, e concentrações abaixo de 0,1 mg L⁻¹ interferem no crescimento e desenvolvimento de certas espécies.

Nos testes sub-crônicos, o valor de CE50 após 5 dias de exposição que inibiu o desenvolvimento larval dos náuplios de calanoides foi de 1,01 mg L⁻¹. Este valor foi maior do

¹³ Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iva_ipmca.asp>. Acesso em: 29 ago 2010.

que o determinado pela CETESB e estabelecido pela resolução CONAMA, assim, as concentrações máximas permitidas por estes órgãos ambientais estão adequados para a proteção da biota aquática no que se refere aos Copepoda.

A faixa de sensibilidade obtida por Coelho (2008) para *Ceriodaphnia silvestrii* exposta ao DSS foi de 3,41 a 8,01 mg L⁻¹, com uma CE(I)50-48h média de 5,42 mg L⁻¹. Mohammed e Agard (2006), avaliando a toxicidade aguda do DSS para as espécies de cladóceros tropicais *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia rigaudii* e *Moinodaphnia macleayi*, observaram valores de CL50-48h de 6,14 mg L⁻¹, 27,71 mg L⁻¹ e 20,87 mg L⁻¹, respectivamente. Já para as espécies de cladóceros de regiões temperadas, *Daphnia magna* e *Daphnia pulex*, foram obtidos CE(I)50-48h iguais a 12,15 mg L⁻¹ e 11,4 mg L⁻¹, respectivamente (USEPA, 2002). Comparando estes dados com os obtidos para os Copepoda estudados neste trabalho, podemos afirmar que *N. iheringi* são muito mais sensíveis ao DSS do que os cladóceros, enquanto *A. furcatus* apresenta uma sensibilidade ao DSS muito parecida aos cladóceros (Tabela 59).

Tabela 69 – Valores médios de CL50/CE50 para o surfactante dodecilsulfato de sódio ou DSS ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), em testes de toxicidade com diversos organismos, compilados da literatura, e comparados com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatptomus iheringi*.

Organismo-teste	CL50/CE50 (mg L ⁻¹ de DSS)	Autores
<i>Diaphanosoma brachyurm</i> (Cladocera)	6,14	Mohammed e Agard (2006)
<i>Ceriodaphnia rigaudii</i> (Cladocera)	27,17	Mohammed e Agard (2006)
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (Cladocera)	20,87	Mohammed e Agard (2006)
<i>Ceriodaphnia dubia</i> (Cladocera)	8,59	Martínez-Jerónimo e Muñoz-Mejía (2007)
<i>Daphnia pulex</i> (Cladocera)	5,34	Martínez-Jerónimo e Muñoz-Mejía (2007)
<i>Simocephalus mixtus</i> (Cladocera)	4,50	Martínez-Jerónimo e Muñoz-Mejía (2007)
Neonata de <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> (Cladocera)	5,42	Coelho (2008)
<i>Daphnia magna</i> (Cladocera)	12,15	USEPA (2002)
<i>Daphnia pulex</i> (Cladocera)	11,40	USEPA (2002)
Náuplio de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	6,57	Presente Trabalho (2011)
Náuplio de <i>Notodiatptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	1,87	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	8,85	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Notodiatptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	2,36	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	12,31	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Notodiatptomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	2,50	Presente Trabalho (2011)

Segundo Feijtel e van de Plassche (1995), os dados dos testes de toxicidade do LAS para *Daphnia magna* podem variar entre 0,26 a 55 mg L⁻¹. Coelho (2008) obteve para cladóceros expostos à LAS valores de CE/CL50 entre 11,84 e 14,17 mg L⁻¹. De maneira geral, estes valores mostram que os Copepoda Calanoida *A. furcatus* e *N. iheringi* são mais susceptíveis aos surfactantes do que os Cladocera padronizados como organismos-teste. Comparando aos resultados obtidos por Kusk e Petersen (1997) com a espécie de Copepoda marinha *Acartia tonsa* pode-se observar também que os calanoides estudados, *A. furcatus* e *N. iheringi*, são mais sensíveis ao LAS (Tabela 60).

Tabela 70 – Valores médios de CL50/CE50 para o surfactante dodecil benzenosulfonato de sódio ou LAS ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$), em testes de toxicidade com diversos organismos, compilados da literatura, e comparados com o valor obtido no presente estudo para os adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.

Organismo-teste	CL50/CE50 (mg L ⁻¹ de LAS)	Autores
<i>Hyalella azteca</i> (Amphipoda)	3,10	Versteeg e Rawlings (2003)
Neonata de <i>Daphnia similis</i> (Cladocera)	14,17	Coelho (2008)
Neonata de <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> (Cladocera)	13,52	Coelho (2008)
Neonata de <i>Ceriodaphnia dubia</i> (Cladocera)	11,84	Coelho (2008)
<i>Daphnia magna</i> (Cladocera)	8,10	Verge et al. (2001)
<i>Acartia tonsa</i> * (Copepoda, Calanoida)	2,10	Kusk e Petersen (1997)
Náuplio de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	2,32	Presente Trabalho (2011)
Náuplio de <i>Notodiatomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	1,27	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	2,72	Presente Trabalho (2011)
Copepodito de <i>Notodiatomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	1,65	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> (Copepoda Calanoida)	4,25	Presente Trabalho (2011)
Adulto de <i>Notodiatomus iheringi</i> (Copepoda Calanoida)	1,82	Presente Trabalho (2011)

*Espécie marinha

As primeiras fases de vida de muitas espécies são geralmente mais sensíveis à tóxicos do que estágios posteriores de desenvolvimento. Nos testes de toxicidade aguda, com exceção ao sulfato de alumínio, os náuplios de *A. furcatus* e *N. iheringi* foram mais sensíveis às substâncias de referência do que os adultos. O estágio naupliar de vários Copepoda também têm demonstrado maior sensibilidade em relação aos estágios mais desenvolvidos (adultos e copepoditos) após a exposição aguda à tóxicos (GREEN et al., 1996; O'BRIEN et al., 1988; U'REN, 1983; VERRIOPOULOS; MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, 1982). Apenas a diferença de tamanho poderia ser uma explicação para as diferenças de suscetibilidade entre os três estágios de desenvolvimento, no entanto, Green et al. (1996) sugerem que as diferenças na capacidade de metabolizar substâncias tóxicas dos náuplios e dos estágios posteriores, também poderia explicar suas diferentes suscetibilidade.

Segundo Medina et al. (2002), mesmo que a variação na sensibilidade relacionada à idade tenha sido descrita como uma diferença espécie-específica (LOTUFO; FLEEGER 1997), três explicações poderiam ser propostas para esclarecer esta variação de sensibilidade aguda. Primeiro, o avançado estado de desenvolvimento dos adultos implica mecanismos de desintoxicação mais desenvolvidos (McKIM, 1995). Em segundo, as diferenças alométricas ou relacionados ao tamanho entre os adultos e os náuplios implica em menos área de contato com produtos químicos tóxicos em relação com seu volume (ANDERSON; WEBER, 1975; SPRAGUE, 1995). Finalmente, a muda, que é um processo mais frequente nos náuplios, deixa os indivíduos, particularmente, mais suscetíveis às condições ambientais e substâncias tóxicas (SPRAGUE, 1995).

A espécie *Notodiaptomus iheringi* foi mais resistente às cianotoxinas do que *Argyrodiaptomus furcatus*. Este talvez seja o motivo pelo qual *Notodiaptomus iheringi* seja mais adaptado a ambientes eutrofizados do que *Argyrodiaptomus furcatus*, sucedendo-o à medida que os ambientes se tornam mais eutrofizados. Como sugere Rietzler et al. (2002), *A. furcatus* é uma espécie indicadora de ambientes menos eutróficos, enquanto *N. iheringi* sobrevive bem em sistemas eutrofizados com frequentes florescimentos de cianofíceas.

Rietzler et al. (2002), investigando a represa do Broa durante o período de agosto de 1988 a agosto de 1989, observou que o desaparecimento temporário de *Argyrodiaptomus furcatus* e sua substituição por *Notodiaptomus iheringi* coincidia com um estágio crescente de eutrofização na represa; e analisando a composição e abundância das espécies de fitoplâncton, observou que a espécie mais abundante no período de estudo foi *Microcystis* sp. entre as Cyanophyta.

Assim, não apenas as mudanças nos fatores físicos e químicos interferem na dinâmica da comunidade planctônica, as quais respondem com mudanças de comportamento, na reprodução e nas atividades fisiológicas (PENNAK, 1946; THRELKELD, 1986; MAIER, 1989), como a sensibilidade dos organismos aos compostos tóxicos, como a microcistina, podem ser também fatores determinantes na dinâmica das populações.

Feixes de elétrons têm sido utilizados como ferramentas tecnológicas para a esterilização de material e aparelhos médicos, paturização de alimentos e no tratamento de resíduos médicos e infecciosos. Segundo Romanelli et al. (2006), a radiação ionizante tem demonstrado elevada eficiência na decomposição de substâncias orgânicas e contaminantes

ambientais de esgotos, lodos e efluentes, e, poucos trabalhos têm incluído aspectos ecotoxicológicos. No entanto, para Borrelly et al. (2000), a eficiência do processo de tratamento por radiação ionizante pode ser avaliada por testes de toxicidade, utilizando-se organismos aquáticos.

Assim, sob uma abordagem ecotoxicológica utilizando como ferramentas os Copepoda *A. furcatus* e *N. iheringi*, foi observado no presente trabalho o eficiente efeito da radiação ionizante na redução da toxicidade das cianotoxinas. Resultados similares aos observados neste experimento com cianotoxinas, foram observados por Romanelli et al. (2006), que, utilizando como organismos-teste *Ceriodaphnia dubia*, *Daphnia similis* e *Vibrio fischeri*, observaram elevada eficiência da radiação ionizante na degradação do surfactante LAS.

Com base nos resultados toxicológicos com as substâncias de referência e compostos orgânicos encontrados neste trabalho, podemos reiterar a necessidade da utilização de espécies nativas ou endêmicas de Copepoda Calanoida como instrumentos legais de biomonitoramento, uma vez que os ensaios ecotoxicológicos com os Copepoda (Apêndice J) resultaram em procedimentos tão eficientes e aplicáveis quanto os realizados com outros organismos-teste já padronizados. Além disso, a realização de ensaios multi-espécies, considerando vários grupos taxonômicos com características diferenciadas dos grupos tradicionalmente utilizados, como por exemplo, o dimorfismo sexual e as diferentes fases de desenvolvimento dos Copepoda, é fundamental para uma abordagem ecossistêmica, no sentido de tornar mais realistas os testes de toxicidade como ferramentas ambientais.

9. CONCLUSÕES

- ✓ A água reconstituída (ABNT, 2004) é viável como água de cultivo para as espécies de Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*, permitindo a reprodutibilidade das condições de cultivo, essencial para a realização de testes de toxicidade.
- ✓ A utilização de uma mistura de suspensões algais de *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Scenedesmus bijugus*, além de um complemento alimentar à base de ração de peixe e levedura, sob condições padronizadas qualitativa e quantitativamente foi suficiente para garantir adequadas condições de crescimento e reprodução em laboratório para as espécies de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi*.
- ✓ A espécie de Copepoda Calanoida *Notodiatomus iheringi*, de menor tamanho, apresentou tempo de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário mais rápido do que a espécie de maior tamanho, *Argyrodiaptomus furcatus*, corroborando uma tendência geral no desenvolvimento dos Crustacea.
- ✓ A taxa intrínseca de crescimento populacional (r) foi ligeiramente superior para a espécie *Argyrodiaptomus furcatus* quando comparada à espécie *Notodiatomus iheringi*.
- ✓ Em relação aos sais, os indivíduos de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* são mais sensíveis ao cloreto de potássio (KCl) do que ao cloreto de sódio (NaCl), um fato importante em relação à possível toxicidade do potássio em águas doces sujeitas ao escoamento superficial de áreas agrícolas.
- ✓ Em relação aos metais, a toxicidade aos Copepoda seguiu a sequência zinco > cromo > alumínio, evidenciando que estas espécies de calanoides são mais sensíveis ao zinco ($ZnCl_2$).
- ✓ Os testes de toxicidade aguda com diferentes estágios de desenvolvimento de *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* demonstraram que há uma gradual

diminuição da toxicidade do dicromato de potássio à medida que o estágio de desenvolvimento se torna mais avançado.

✓ Em relação ao alumínio existe uma relação de toxicidade e estágio de desenvolvimento inversa à observada para o dicromato de potássio, visto que a resistência à toxicidade ao sulfato de alumínio segue a sequência: náuplio > copepodito > adulto.

✓ A toxicidade do sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) aos Copepoda Calanoida é influenciada pelo pH da água, sendo mais elevada em pHs baixos

✓ A sensibilidade dos indivíduos em diferentes estágio de desenvolvimento (náuplio, copepodito, adulto) ao cloreto de zinco (ZnCl_2) não é estatisticamente diferente.

✓ Em relação aos surfactantes, a espécie *Notodiaptomus iheringi* é mais sensível do que *Argyrodiaptomus furcatus*, e a toxicidade diminui à medida que avança o estágio de desenvolvimento dos indivíduos testados.

✓ A espécie *Notodiaptomus iheringi* é mais sensível aos diversos agentes tóxicos (sais, surfactantes, zinco, alumínio) do que a espécie de *Argyrodiaptomus furcatus*, com exceção do dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

✓ *Notodiaptomus iheringi* foi mais resistente às cianotoxinas do que *Argyrodiaptomus furcatus*. No entanto, a segunda hipótese do trabalho de que *Notodiaptomus iheringi* é mais resistente à eutrofização natural por ser mais resistente do que *Argyrodiaptomus furcatus* a vários fatores, não foi corroborada, em condições de laboratório, em relação à toxicidade de diversos agentes tóxicos, e por esta razão foi rejeitada.

✓ Os náuplios são, em geral, mais sensíveis à maioria das substâncias de referência testadas (sais, surfactantes, cromo e zinco) do que os estágios de desenvolvimento mais avançados; sendo exceção observada apenas em relação aos adultos expostos ao alumínio, que se mostraram mais sensíveis do que os náuplios e copepoditos nos testes com $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Concluiu-se, portanto, que o estágio de desenvolvimento dos indivíduos testados interfere na resposta da toxicidade de um composto químico ou de um ambiente poluído, sendo

fundamental o conhecimento prévio da idade do organismo-teste e dos agentes tóxicos no ambiente para uma melhor análise ecotoxicológica.

✓ A terceira hipótese de que a fase naupliar é mais sensível aos agentes tóxicos do que as outras fases ou estágios de desenvolvimento (copepodito e adulto) foi verificada para a maioria dos agentes testados, com exceção ao alumínio, razão pela qual esta hipótese foi aceita.

✓ Os resultados apresentados corroboram a primeira hipótese levantada neste trabalho, de que os calanoides *Argyrodiaptomus furcatus* e *Notodiatomus iheringi* são espécies de ciclo de vida curto sob condições ótimas de cultivo e apresentam elevada sensibilidade a uma variedade de substâncias tóxicas de referência, o que torna viável sua utilização como organismos-teste em ensaios ecotoxicológicos.

10. BIBLIOGRAFIA

- ABEL, P.D. Toxicity of synthetic detergents to fish and aquatic invertebrates. **Journal of Fish Biology**, v. 6, p. 270-298, 1974.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713**: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro, 2004, 21p.
- _____. **NBR 13373**: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* ssp. (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2005, 15p.
- ADAMS, W.J. Aquatic toxicology methods. In: HOFFMAN, D.; RATTNER, B.A.; BURTON, G.A., JR.; CAIRNS, JR. (eds). **Handbook of Ecotoxicology**. Boca Raton, USA: Lewis Publishers, 1995, p. 25-46.
- ALLIN, C.J.; WILSON, R.W. Behavioural and metabolic effects of chronic exposure to sublethal aluminium in acidic soft water in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 56, p. 670-678, 1999.
- ALMEIDA, C.A. **Estudo ecotoxicológico do sedimento da represas do rio Tietê com o organismo-teste bentônico *Chironomus xanthus* Rempel (Insecta: Diptera)**. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2002. 119p.
- ANDERSON, P.; WEBER, L. Response as a quantitative function of body size. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 33, p. 471-483, 1975.
- APHA, AWWA, AND WEF - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, and WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 18th edn. Washington, DC: APHA, 1992.
- ARAGÃO, M.A.; ARAÚJO, R.P.A. Métodos de ensaios de toxicidade com organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (eds). **Ecotoxicologia aquática – Princípios e aplicações**. São Carlos, São Paulo: RIMA Editora, 2006, p. 117-147.
- ARAÚJO, R. **Testes de toxicidade como instrumento na avaliação dos sedimentos de água doce do Estado de São Paulo**. 2005. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005, 209p.

- ARAÚJO-CASTRO, C.M.V.; SOUZA-SANTOS, L.P.; TORREIRO, A.G.A.G.; GARCIA, K.S. Sensitivity of the marine benthic copepod *Tisbe biminiensis* (Copepoda, Harpacticoida) to potassium dichromate and sediment particle size. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57(1), p. 33-41, 2009.
- ARGENTON, E.C. **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, 2004.
- ARNOTT, G.H.; AHSANULLAH, M. Acute toxicity of copper, cadmium and zinc to three species of marine copepod. **Australian Journal of Marine & Freshwater Research**, v. 30, p. 63-71, 1979.
- BAIRD, C. **Environmental Chemistry**. New York, USA: W.H. Freeman and Company, 1997, p. 343-345.
- BALDOCHI-SOUZA, A. **Avaliação da Qualidade da Água das nascentes da Bacia do Rio Monjolinho na Porção à Montante da Estação de Tratamento de Água do Espraiado, São Carlos – SP**, Relatório Parcial (Mestrado) para Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo (Processo FAPESP nº 2009/06987-6), 2010.
- BĂNĂRESCU, P. General distribution and dispersal of freshwater animals. In: BĂNĂRESCU, P. **Zoogeography of freshwaters**. v.1. Wiesbaden: Aula-Verlag, 1990, p. 407-413.
- BERTHON, G. Aluminium speciation in relation to aluminium bioavailability, metabolism and toxicity. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 228, p. 319-341, 2002.
- BONNET, D.; CARLOTTI, F. Development and egg production in *Centropages typicus* (Copepoda: Calanoida) fed different food types: a laboratory study. **Marine Ecology Progress Series**, v. 224, p. 133-148, 2001.
- BORRELY, S.I.; SAMPA, M.H.O.; PEDROSO, C.B.; OIKAWA, H.; CHERBAKIAN, C.G.; SANTOS, M.C.F. Radiation of wastewater evaluated by toxicity assays. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 57, p. 507-511, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.
- BRODEUR, J.C.; ØKLAND, F.; FINSTAD, B.; DIXON, D.G.; MCKINLEY, R.S. Effects of subchronic exposure to aluminium in acidic water on bioenergetics of atlantic salmon (*Salmo salar*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 49, p. 226-234, 2001.

- BRODEUR, J.C.; YTRESTØYL, T.; FINSTAD, B.; MCKINLEY, R.S. Increase of heart rate without elevation of cardiac output in adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) exposed to acidic water and aluminium. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 56, p. 184-190, 1999.
- BROWN, R.J.; RUNDLE, S.D.; HUTCHINSON, T.H.; WILLIAMS, T.D.; JONES, M.B. A microplate freshwater copepod bioassay for evaluating acute and chronic effects of chemicals. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.24(6), p. 1528–1531, 2005
- CAIRNS JR., J.; NIEDERLEHNER, B.R. **Ecological Toxicity Testing**. USA: Lewis Publishers, Boca Raton, 1995, 228p.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidades das águas interiores do Estado de São Paulo 2000/CETESB**. São Paulo, 2001.
- CIPÓLLI, M.N. **Morfologia externa das fases de desenvolvimento de *Diaptomus corderoi* Wright, 1936 (Crustacea, Copepoda, Calanoida)**. 1970. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1970, 47p.
- CODE PERMANENT: ENVIRONNEMENT ET NUISANCES. **Éditions législatives et administratives**. Paris, France, v. 1 e 2, 1986, 1784p.
- COELHO, K.S. **Estudos ecotoxicológicos com ênfase na avaliação da toxicidade de surfactantes aniônicos aos cladóceros *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia* e *Ceriodaphnia silvestrii***. 2008. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008, 146p.
- COELHO, K.S.; ROCHA, O. Assessment of the potential toxicity of a linear alkylbenzene sulfonate (LAS) to freshwater animal life by means of cladoceran bioassays. **Ecotoxicology**, v. 19, p. 812-818, 2010.
- COWGILL, U.M. Critical analysis of factors affecting the sensitivity of zooplankton and the reproducibility of toxicity test results. **Water Research**, v. 21(12), p. 1453-1462, 1987.
- DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; COLOMBO-CORBI, V.; VIEIRA, A.A.H. Carboidratos dissolvidos do Reservatório de Barra Bonita (Estado de São Paulo, Brasil) e sua relação com as algas fitoplancônicas abundantes. **Biota Neotropica**, v. 7(2), p. 59-66, 2007.
- DESAI, J.D.; BANAT, I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 61(1), p. 47-64, 1997.

- DIZ, F.R.; ARAÚJO, C.V.M.; MORENO-GARRIDO, I.; HAMPEL, M.; BLASCO, J. Short-term toxicity tests on the harpacticoid copepod *Tisbe battagliai*: Lethal and reproductive endpoints. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72(7), p. 1881-1886, October 2009.
- DOMINGUES, D.F.; BERTOLETTI, E. Seleção, manutenção e cultivo de organismos aquáticos. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (eds). **Ecotoxicologia aquática – Princípios e aplicações**. São Carlos, SP: RIMA Editora, 2006, p. 153-184.
- DUSSART, B. H.; DEFAYE, D. **Répertoire mondial des crustacés copepodes des eaux intérieures. I. calanoides**. Paris: CNRS, 1983, 244p.
- DYER, S.D.; LAUTH, J.R.; MORRALL, S.W.; HERZOG, R.R.; CHERRY, D.S. Development of a chronic toxicity structure-activity relationship for alkyl sulfates. **Environmental Toxicology and Water Quality**, v. 12, p. 295-303, 1997.
- EDMONDSON, W.T.; WINBERG, G.G. **A manual on methods for the assessment of secondary productivity in freshwaters**. Oxford, London: Blackwell Scientific Publications, 1971, 358p.
- EDMONDSON, W.T. A graphical model for evaluating the use of the egg ratio for measuring birth and death rates. **Oecologia**, v. 1, p. 1-37, 1968.
- _____. **Freshwater Biology**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959, p. 735-861.
- ENVIRONMENTAL CANADA. Guidance document on control of toxicity test precision using reference toxicants. **Report EPS 1/RM/12**, 1990, 85p.
- ESPÍNDOLA, E.L.G. **Dinâmica da associação congênica das espécies de *Notodiaptomus* (Copepoda, Calanoida) no reservatório de Barra Bonita, São Paulo**. 1994. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994, 363p.
- FEIJTEL, T.C.J.; VAN DE PLASSCHE, E.J. Environmental risk characterization of 4 major surfactants used in the Netherlands. **The Netherlands**, 1995, 85p.
- FERNANDO, C.H. **Tropical freshwater zooplankton: Identification, cology and impact on fisheries**. Leiden: Backhuys Publishers, 2002. p. 123-187.
- FIGUEIROA, F.E.V. **Avaliação econômica de ambientes naturais. O caso das áreas alagadas. Uma proposta para a represa do Lobo (Broa), Itirapina – SP**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

- FONSECA, A.L. **A biologia das espécies *Daphnia laevis*, *Ceriodaphnia similis* (Crustacea, Cladocera) e *Poecilia reticulata* (Pisces, Poeciliidae) e o comportamento destes em testes de toxicidade aquática com efluentes industriais.** 1991. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991, 210p.
- _____. **Avaliação da qualidade da água na bacia do rio piracicaba/SP através de testes de toxicidade com invertebrados.** 1997. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 1997. 216p.
- FREITAS, E.C. **Estudo da biologia de *Pseudosida ramosa* (Crustacea, Cladocera) e avaliação de sensibilidade visando a sua utilização como organismo teste em estudos ecotoxicológicos.** 2009. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009, 213p.
- GLIWICZ, Z.M. Food size selection and seasonal succession in a eutrophic lake. **Ekologia Polska**, v. 25(2), p. 179-225, 1977.
- GREEN, A.S.; CHANDLER, G.T.; PIEGORSCH, W.W. Life-stage-specific toxicity of sediment-associated chlorpyrifos to a marine copepod. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 15, p. 1182-1188, 1996.
- GUIBAUD, G.; GAUTHIER, C. Aluminium speciation in the Vienne river on its up- stream catchment (Limousin region, France). **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 99, p. 1817-1821, 2005.
- GUSMÃO, L.F.M. **Efeitos do cobre e cromo na comunidade zooplancônica: um estudo experimental em mesocosmos.** 2003. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003, 268p.
- HAIGH, S.D. A review of the interaction of surfactants with organic contaminants in soil. **The Science of the Total Environment**, v. 185(1), 21, p. 161-170, 1996.
- HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C.; THURTON, R.V. Trimed Sperman-Karber method for estimating median lethal concentration in toxicity bioassays. **Environmental Science & Technology**, v. 11, p. 714-719, 1977.
- HDR - HUMAN DEVELOPMENT REPORT/2006. **Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis.** Published for the United Nations Development Programme (UNDP), 2006, 422p.
- HEINLE, D.R.; BEAVEN, M.S. Effects of chlorine on the copepod *Acartia tonsa*. **Chesapeake Science**, v. 18, 140p., 1977.

- HERZIG, A. The ecological significance of the relationship between temperature and duration of embryonic development in planktonic freshwater copepods. **Hydrobiologia**, v. 100, p. 65-91, 1983.
- HOPP, U; MAYER, G. Survival and development of five species of Cyclopoid copepods in relation to food supply: experiments with algal food in a flow-through system. **Freshwater Biology**, v. 50, p. 1454-1463, 2005.
- HOPP, U; MAYER, G.; BLEHER, R. Reproduction and adult longevity of five species of planktonic cyclopoid copepods reared on different diets: a comparative study. **Freshwater Biology**, v. 38, p. 289-300, 1997.
- HUTCHINSON, G.E. **A Treatise on Limnology**: Introduction to Lake biology and the limnoplankton. v. II. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1967, 1115p.
- HUTCHINSON, T.H.; WILLIAMS, T.D. The use of sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*) and a benthic copepod (*Tisbe battagliai*) in short-term tests for estimating the chronic toxicity of industrial effluents. **Hydrobiologia**, v. 188/189, p. 567-572, 1989.
- HUYS, R.; BOXSHALL, G.A. **Copepod evolution**. In: The Ray Society Series, 159. London, UK: Ray Society, 1991. 468p.
- IHARA, P.M.; PINHO, G.L.L.; FILMANN, G. Avaliação do Copepoda *Acartia tonsa* (Dana, 1849) como Organismo-Teste para Ensaios de Toxicidade Crônica. **Journal of The Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 5(1), p. 27-32, 2010.
- ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Proposições de ações prioritárias para garantir água de boa qualidade para abastecimento público. In: Instituto Socioambiental. **Seminário Guarapiranga**. São Paulo, 2006.
- JØRGENSEN, S.E. **Fundamentals of ecological modelling**. Amsterdam: Elsevier, 1986, 389p.
- KAHAN, D.; BERMAN, V.; BAR-EL, T. Maternal inhibition of hatching at high population densities in *Tigriopus japonicus* (Copepoda, Crustacea). **Biological Bulletin**, v. 174, p. 139-144, 1988.
- KUSK, K.O.; PETERSEN, S. Acute and chronic toxicity of tributyltin and linear alkylbenzene sulfonate to the marine copepod *Acartia tonsa*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16(8), p. 1629-1633, 1997.
- LANDRY, M.R. Seasonal temperature effects and predicting development rates of marine copepodes eggs. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 20, p. 434-440, 1975.

- LANDRY, M.R. The development of marine calanoid copepods with comments on the isochronal rule. **Limnology and Oceanography**, v. 28, p. 614-624, 1983.
- LEE, D.R. Reference toxicants in quality control of aquatic bioassays. In: BUKEMA JR., A.L.; CAIRNS JR., J. (eds). **Aquatic invertebrate bioassays**. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1980, p. 189-199.
- LEWIS JR., W.M. **Zooplankton Community Analysis: Studies in a Tropical System**. New York: Springer-Verlag, 1979, 163p.
- LEWIS, M.A. Chronic and sublethal toxicities of surfactants to aquatic animals: A review and risk assessment. **Water Research**, v. 25, p. 101-113, 1991.
- LOTUFO, G.; FLEEGER, J. Effects of sediment-associated phenanthrene on survival, development and reproduction of two species of meiobenthic copepods, **Marine Ecology Progress Series**, v. 151, p. 91-102, 1997.
- MAIER, G. The effect of temperature on the development times of egg, naupliar and copepodite stages of five species of cyclopoid copepods. **Hydrobiologia**, 184: 79-88, 1989.
- MANCUSO, P.S.C. **Reuso da água e sua possibilidade na Região Metropolitana de São Paulo**. Tese (Doutorado), Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 1992, 132p.
- MARGALEF, R. **Limnología**. Barcelona: Ediciones Omega, 1983, 1010p.
- MARSHALL, S.M.; ORR, A.P. **The biology of a marine copepod Calanus finmarchicus (Gunnerus)**. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1955, 188p.
- MARTÍNEZ-JERÓNIMO, F.; MUÑOZ-MEJÍA, G. Evaluation of the sensitivity of three cladoceran species widely distributed in Mexico to three reference toxicants. **Journal of Environmental Science and Health Part A**, v. 42, p. 1417-1424, 2007.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic systems of Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46(3), p. 527-553, 1986.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; SILVA, W.M. **Capítulo 15: Crustáceos Copepoda planctônicos**, 1999. Disponível em: <http://www.biota.org.br/pdf/v4cap15.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2009.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. **Hydrobiologia**, v. 504(1-3), p. 215-222, 2003.

- MATTHEWS, J.E.; HASTINGS, L. Evaluation of toxicity test procedure for screening treatability potential of waste in soil. **Toxicity Assessment**, v. 2(3), p. 265-281, 1987.
- MCKIM, J. Early. life stage toxicity tests. In: RAND, G. (ed) **Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment**, 2nd edn. London: Taylor and Francis, 1995, p. 974-1011.
- MEDINA, M.; BARATA, C.; TELFER, T.; BAIRD, D.J. Age- and Sex-Related Variation in Sensitivity to the Pyrethroid Cypermethrin in the Marine Copepod *Acartia tonsa* Dana. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 42, p. 17-22, 2002.
- MELÃO, M.G.G. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e Copepoda de águas continentais brasileiras. In: POMPÊO, M.L.M. (ed). **Perspectivas da Limnologia no Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 198p., 1999.
- MOHAMMED, A.; AGARD, J.B.R. Comparative sensitivity of three tropical cladocerans species (*Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia rigaudii* and *Moinodaphnia macleayi*) to six chemicals. **Journal of Environmental Science and Health Part A**, v. 41, p. 2713-2720, 2006.
- MOORE, J.W.; RAMAMOORTHY, S. **Heavy metals in natural waters- applied monitoring impact assessment**. New York: Springer-Verlag, 1984. 268p.
- NARCIZO, A.M. **Avaliação da exposição aguda ao alumínio e variações do pH na expressão de gonadotropinas em *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae)**. 2009. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009, 82p.
- NIPPER, M.G. Avaliação de toxicidade com os Copepoda calanoides *Acartia lilljeborgi* (Giesbrecht, 1892) e *Temora stylifera* (Dana, 1852). In: NASCIMENTO, I.A.; SOUZA, E.C.P.M., NIPPER, M. (eds). **Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil**. São Paulo: Artes Gráficas e Ind. Ltda, 2002, p. 141-149.
- NIPPER, M.G.; BADARÓ-PEDROSO, C.; JOSÉ, V.F.; PROSPERI, V.A. Marine bioassays and their applications in coastal management and biological monitoring. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste: Estrutura, Função e Manejo. **Anais ACIESP**, v. 1, p. 160-168. Águas de Lindóia, São Paulo. 1990.
- _____. Toxicity testing with coastal species of Southeastern Brazil: Mysids and copepods. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 51(1), p. 99-106, 1993.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G.M. Biossurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 25(5), p. 772-776, 2002.

- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1988, 434p.
- _____. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985, 434p.
- OLIVEIRA-NETO, A.L. **Toxicidade de alguns metais pesados (Cd, Cr, Pb) em organismos planctônicos lacustres de região subtropical**. 2000. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000, 91p.
- O'BRIEN, P.; FELDMAN, H.; GRILL, E.V.; LEWIS, A.G. Copper tolerance of the life history stages of the splash pool copepod *Tigriopus californicus* (Copepoda, Harpacticoida). **Marine Ecology Progress Series**, v. 44, p. 59-64, 1988.
- O'NEIL, P. **Environmental Chemistry**. New Delhi, India: Chapman & Hall, 1993, p. 169-175.
- PALOHEIMO, J.E. Calculation of instantaneous birth rate. **Limnology Oceanography**, v. 19(4), p. 692-694, 1974.
- PANARELLI, E.A.; NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R. Short-term variability of copepod abundance in Jurumirim reservoir, São Paulo, **Brazilian Journal of Biology**, v. 61(4), p. 577-598, 2001.
- PAULAUSKIS, J.D.; WINNER, R.W. Effects of water hardness and humic acid on zinc toxicity to *Daphnia magna*. **Aquatic Toxicology**, v. 12, p. 273-290, 1988.
- PENNAK, R.W. **Freshwater invertebrates of the United States**. 3º ed. Wiley & Sons, 1989, 628p.
- _____. **Freshwater Invertebrates of the United States**. New York: Wiley-Interscience, 1978, 803p.
- _____. The dynamics of freshwater plankton populations. **Ecological Monographs**, v. 16(4), p. 341-355, 1946.
- PERSOONE, G. Development and validation of toxkit microbioassays with invertebrates, in particular crustaceans. In: WELLS, P.G.; LEE, K.; BLAISE, C. (eds). **Microscale Testing in Aquatic Toxicology- Advances, Techniques and Practice**. Boca Raton: CRC Press, 1998, p. 473-449.
- PETERSON, W.T. Patterns in stage duration and development among marine and freshwater calanoid and cyclopoid copepods: a review of rules, physiological constraints, and evolutionary significance. **Hydrobiologia**, v. 453/454, p. 91-105, 2001.
- PLAA, G L. Present status: toxic substance in the environment. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 60, p. 1010-1016, 1982.

- POLÉO, A.B.S. Aluminium polymerization – a mechanism of acute toxicity of aqueous aluminium to fish. **Aquatic Toxicology**, v. 31, p. 347-356, 1995.
- PREVIATTELLI, D. **Sistemática do gênero *Argyrodiaptomus* Brehm, 1933 (Crustacea: Copepoda: Diaptomidae)**. 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, Manaus, 2006, 175p.
- RAISUDDIN, S; KWOK, K.W.H.; LEUNG, K M.Y.; SCHLENK, D.; LEE, J.S. The copepod *Tigriopus*: A promising marine model organism for ecotoxicology and environmental genomics. **Aquatic Toxicology**, v. 83(3), p. 161-173, 2007.
- RAND, G.M. **Fundamental aquatic toxicology: effects, environmental fate and risk assessment**. USA: Taylor & Francis, cap. 31, 2ª ed., 1995.
- RAND, G.M.; PETROCELLI, S.R. **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**. Washington, USA: Hemisphere Publishing, 1985. 666p.
- REDDY, Y.R. Copepoda, Calanoida, Diaptomidae: Key to the genera *Heliodiaptomus*, *Allodiaptomus*, *Neodiaptomus*, *Phyllodiaptomus*, *Eodiaptomus*, *Arctodiaptomus* and *Sinodiaptomus*. In: Dumont, H.J.F. (coord). **Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world**. The Hague: SPB Academic Publishing, 1994, 221p.
- REIMCHE, G.B.; MACHADO, S.L.O.; GOLOMBIESKI, J.I.; BAUMART, J.S.; BRAUN, N.; MARCHESAN, E.; ZANELLA, R. Persistência na água e influência de herbicidas utilizados na lavoura arrozeira sobre a comunidade zooplancônica de Cladocera, Copepoda e Rotifera. **Ciência Rural**, v. 38(1), p. 7-13, 2008.
- REINIKAINEN, M.; LINDVALL, F.; MERILUOTO, J.A.O.; REPKA, S.; SIVONEN, K.; SPOOF, L.; WAHLSTEN, M. Effects of dissolved cyanobacterial toxins on the survival and egg hatching of estuarine calanoid copepods. **Marine Biology**, v. 140, p. 577-583, 2002.
- REVISTA ALUMÍNIO. Água tratada e sem resíduos. **Revista Alumínio**, v. 2, 2005.
Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/textos.asp?codigo=10933>>.
Acesso em: 05 ago 2009.
- REYNIER, M.V.; BADARÓ-PEDROSO, C.; MELO, S.L.R.; ZAMBONI, A.J. Testes de toxicidade com os microcústáceos *Temora stylifera* e *Mysidosis juniae* expostos a diferentes efluentes derivados da atividade de produção de petróleo. In: **Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira**. **Anais ACIESP**, p. 425-429. Serra Negra, São Paulo. 1994.

- RIETZLER, A.C. **Estudo da dinâmica de populações de Copepoda Calanoida na represa do Lobo (Broa)**. 1991. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991, 196p.
- RIETZLER, A.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Life cycle, feeding and adaptive strategy implications on the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa reservoir (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 62(1), p. 93-105, 2002.
- ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Atlas do zooplâncton – Represa do Broa, São Carlos**. São Carlos, SP: Gráfica da Universidade Federal de São Carlos, 1976, 68p.
- _____. Biomass and production of *Argyrodiaptomus furcatus* a tropical calanoid copepod in Broa reservoir, southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 307-311, 1984.
- ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Seasonal fluctuation of *Argyrodiaptomus furcatus* populations in Lobo Reservoir (São Carlos, SP, Brazil). **Tropical Ecology**, v. 23(1), p. 134-150, 1982.
- ROMANELLI, M.F.; SILVA, G.P.; BORRELY, S.I. Redução da toxicidade do surfactante LAS tratado com o feixe de elétrons. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v.1, p. 103-107, 2006.
- RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6ª ed. São Paulo: Editora Roca Ltda., 1996, p. 353-472.
- SANDBACKA, M.; CHRISTIANSON, I.; ISOMAA, B. The acute toxicity of surfactants on fish cells, *Daphnia magna* and fish - A comparative study. **Toxicology in Vitro**, v. 14, p. 61-68, 2000.
- SANTOS, M.A.P.F.; VICENSOTTI, J.; MONTEIRO, R.T.R. Sensitivity of Four Test Organisms (*Chironomus xanthus*, *Daphnia magna*, *Hydra attenuata* and *Pseudokirchneriella subcapitata*) to NaCl: an alternative reference toxicant. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 2(3), p. 229-236, 2007.
- SANTOS-FILHO, E.; SOUZA E SILVA, R.; BARRETTO, H.H.C.; INOMATA, O.N.K. LEMES, V.R.R.; SAKUMA, A.M.; SCORSAFAVA, M.A. Concentrações sanguíneas de metais pesados e praguicidas organoclorados em crianças de 1 a 10 anos. **Revista Saúde Pública**, v. 27(1), p. 59-67, 1993.
- SANTOS-SILVA, E.N. **Revisão das espécies do "complexo nordestinus" (Wright, 1935) do gênero *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae)**. 2000. Tese (Doutorado). Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000, 198p.

- _____. Maxillopoda - Copepoda. Freshwater Calanoida. In: YOUNG, P.S. (ed). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Série Livros nº 6. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1998, p. 201-220.
- SANTOS-SILVA, E.N.; BOXSHALL, G.A.; ROCHA, C.E.F. The Neotropical genus *Notodiaptomus* Kiefer, 1936 (Calanoida, Diaptomidae): redescription of the type species *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1891) and designation of a neotype. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 34, p. 114-128, 1999.
- SETAC - SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY
Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. In: HILL, I.R.; MATHIESSEN, P.; HEIMBACH, F. (eds). **Workshop on Sediment Toxicity Assessment**. Renesse: The Netherlands, nov. 1993, p. 8-10.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes**. 1988. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1988, 191p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BACHION, M.A.; BRAGA, F.M.S. Effects of food quality on growth and biochemical composition of a calanoid copepod, *Argyrodiaptomus furcatus*, and its importance as a natural food source for larvae of two tropical fishes. **Hydrobiologia**, v. 453/454, p. 393-401, 2001.
- SMITH, D.S.; BELL, R.A.; KRAMER, JR. Metal speciation in natural waters with emphasis on reduced sulfur groups as strong metal binding sites. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 133(1-2), p.65-74, 2002.
- SMITH, R.L. **Ecology and field biology**. New York: Harper & Row Publishers, 1966, 686p.
- SOSNOWSKI, S.L.; GENTILE, J.H. **USEPA/600/9-78-010**. Methods for the culture and short term bioassay of the calanoid copepod (*Acartia tonsa*) – Bioassay Procedures for the Ocean Disposal Permit Program. 1978, p. 28-45.
- SPRAGUE, J. Factors that modify toxicity. In: RAND, G. (ed). **Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment**. 2nd edn. London: Taylor and Francis, 1995, p. 1012-1013.
- SUNDA, W.G.; TESTER, P.A.; HUNTSMAN, S.A. Toxicity of trace metals to *Acartia tonsa* in the Elizabeth River and Southern Chesapeake Bay. **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 30(3), p. 207-221, 1990.
- TANAKA, Y., NAKANISHI, J. Effect of linear alkybenzene sulfonate on population growth of *Daphnia galeata*: life table evaluation. **Environmental Toxicology**, v. 16; p.344-348, 2001.

- TAVARES, L.H.S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Feeding in adult females of *Argyrodiaptomus furcatus* Sars (1901), Copepoda-Calanoida, of Lobo Reservoir (Broa), São Carlos, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 13-23, 1984.
- TEIEN, H.C.; SALBU, B.; KROGLUND, F.; HEIER, L.S.; ROSSELAND, B.O. The influence of colloidal material on aluminium speciation and estimated acid neutralising capacity (ANC). **Applied Geochemistry**, v. 22, p. 1202-1208, 2007.
- TEMMINK, H.; KLAPWIJK, B. Fate of linear alkybenzene sulfonate (LAS) inactivated sludge plants. **Water Research**, v. 38, p. 903-912, 2004.
- THRELKELD, S.T. Life table responses and population dynamics of four cladoceran zooplankton during a reservoir flood. *Journal of Plankton Research*, v. 8(40), p. 639-647, 1986.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRIGUES, S.L. **Gerenciamento e recuperação das bacias hidrográficas dos rios Itaqueri e do Horto/Itaqueri e da UHE Carlos Botelho (Horto/Itaqueri-Broa)**. IIE - Instituto Internacional de Ecologia, IIEGA, 2003.
- UNITED KINGDOM ENVIRONMENT AGENCY. **The direct toxicity assessment of aqueous environmental samples using the marine copepod *Tisbe battagliai* lethalitytest – Methods for the examination of waters and associated materials**. Leicestershire, United Kingdom, 2006, 35p.
- USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **USEPA/821/R-02/012**. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. Washington, D.C., 2002, 266p.
- _____. **USEPA/600/R-94/024**. Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment associated contaminants with freshwater invertebrates. Washington, D.C., 1994. 133 p.
- _____. **Water Quality Criteria Summary**. Office of Science and Technology, Health and Ecological Criteria Division. Ecological Risk Assessment Branch (WH-550-D) Washington, DC, May 1991.
- _____. **USEPA/600/4-85/014**. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms. Cincinnati, Ohio, 1985, 162p.
- _____. **Ambient aquatic life water quality criteria for chromium**. Cincinnati, Ohio, 1984. 107p.
- UREN, S.C. Acute toxicity of bis(tributyltin) oxide to a marine copepod. **Marine Pollution Bulletin**, v. 4(8), p. 303-306, 1983.

- VAN DE PLASSCHE, E.J.; BRUJIN, 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 ethoxylates, alcohol ethoxylated sulfates, and soap. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 18, p. 2653-2663, 1999.
- VERGE, C. MORENO, A.; BRAVO, J.; BERNA, J.L. Influence of water hardness on the bioavailability and toxicity of linear alkybenzene sulfonate (LAS). **Chemosphere**, v. 44, p. 1749-1757, 2001.
- VERRIOPOULOS, G.; HARDOUVELIS, D. Effects of sublethal concentration of zinc on survival and fertility on four successive generations of *Tisbe*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, p. 162-166, 1988.
- VERRIOPOULOS, G.; MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, M. Differentiation of the sensitivity to copper and cadmium in different life stages of a copepod. **Marine Pollution Bulletin**, v. 13, p. 123-125, 1982.
- VERSTEEG, D.J.; RAWLINGS, J.M. Bioconcentration and toxicity of dodecylbenzene sulfonate (C12LAS) to aquatic organisms exposed in experimental streams. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v.44(2), p. 237-246, 2003.
- ZAGATTO, P.A. Ecotoxicologia. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (eds). **Ecotoxicologia aquática – Princípios e aplicações**. São Carlos, SP: RIMA Editora, 2006, p. 1-13.
- WALKER, I. Mechanisms of density-dependent population regulation in the marine copepod, *Amphiascoides* sp. (Harpacticoida). **Marine Ecology**, Progress Series 1, p. 209-221, 1979.
- WALKER, R.L.; WOOD, C.M.; BERGMAN, H.L. Effects of longterm preexposure to sublethal concentrations of acid and aluminum on the ventilatory response to aluminum challenge in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 48, p. 1989-1995, 1991.
- WARD, T.J.; RIDER, E.D.; DROZDOWSKI, D.A. A chronic toxicity test with the marine copepod *Acarti tonsa*. Aquatic Toxicology. In: MARKING; L.L.; KIMERLE, R.A. (eds). **ASTMST667** - American society for testing and materials. Philadelphia, 1979, p. 148-158.
- WARNE, M.ST.J.; SCHIFKO, A.D. Toxicity of laundry detergent components to a freshwater cladoceran and their contribution to detergent toxicity. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 44(2), p. 196-206, 1999.

- WEBER, C.I.; PELTIER, W.H.; NORBERG-KING, T.J.; HORNING, W.B.; KESSLER, F.A. **USEPA/600/4-89/001**. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms and marine organisms, 2nd edition, Cincinnati, Ohio, 1989.
- WHATELY, M.; CUNHA, P.M. **Guarapiranga 2005: como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Guarapiranga**. ISA - Instituto Socioambiental, 2006, 51p.
- WILLIAMSON, C.E.; REID, J.W. Copepode. In: THORP, J.H; COVICH, A.P. (eds). **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. 2nd edn. New York: Academic Press, 2001, p. 915-954.
- WILLIS, K.J. Acute and chronic bioassays with New Zealand freshwater copepods using pentachlorophenol. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 18(11), p. 2580-2586, 1999.
- WONG, C.K.; PAK, A.P. Acute and subchronic toxicity of the heavy metals copper, chromium, nickel and zinc, individually and in mixture, to the freshwater copepod *Mesocyclops pehpeiensis*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 73, p. 190-196, 2004.

APÊNDICE A

Tabela 1A - Porcentagem de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento em relação ao tempo. Dados brutos para determinação do tempo de desenvolvimento pós-embriônico de *Argyrodaptomus furcatus*.

Tempo (horas)	Estágios de Desenvolvimento												
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	C1	C2	C3	C4	C5	Macho	Fêmea
6	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	97,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	96,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	0,0	0,0	18,8	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
48	0,0	0,0	0,0	40,5	59,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
72	0,0	0,0	0,0	0,0	56,4	43,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
96	0,0	0,0	0,0	7,3	30,9	43,6	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
120	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	58,1	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
144	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,3	38,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
168	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	57,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
192	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	62,1	6,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
216	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,5	50,0	17,6	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
240	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	21,2	27,3	42,4	6,1	0,0	0,0	0,0
264	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,7	63,3	10,0	0,0	0,0	0,0
288	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	33,3	38,9	22,2	2,8	0,0	0,0	0,0
312	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	20,0	33,3	33,3	10,0	0,0	0,0	0,0
336	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	28,6	40,0	22,9	5,7	0,0	0,0
360	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	50,0	43,8	0,0	0,0
384	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	39,3	35,7	3,6	10,7
408	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	70,0
432	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	65,5	31,0
456	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	43,3	50,0
480	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	36,7	60,0

N = náuplio C = copepodito

Tabela 2A - Porcentagem de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento em relação ao tempo. Dados brutos para determinação do tempo de desenvolvimento pós-embrionário de *Notodiptomus iheringi*.

Tempo (horas)	Estágios de Desenvolvimento													
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	C1	C2	C3	C4	C5	Macho	Fêmea	
6	83,3	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12	0,0	97,6	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
36	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
48	0,0	0,0	2,5	45,0	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
72	0,0	0,0	0,0	6,7	73,3	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
96	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	50,0	42,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	85,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
144	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1	55,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
168	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	28,6	57,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
192	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	45,2	45,2	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
216	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	24,1	41,4	20,7	3,4	0,0	0,0	0,0	
240	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,5	31,6	28,9	0,0	0,0	0,0	
264	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	8,6	25,7	28,6	34,3	0,0	0,0	
288	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	14,3	37,1	28,6	0,0	5,7	
312	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	8,8	35,3	23,5	26,5	2,9	0,0	
336	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	3,4	6,9	48,3	34,5	0,0	3,4	
360	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	22,6	22,6	38,7	0,0	6,5	
384	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	12,9	45,2	35,5	
408	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	54,8	41,9	
N = náupio	C = copepodito													

N = náuplio C = copepodito

APÊNDICE B - SAIS
ARGYRODIAPTOMUS FURCATUS

Tabela 1B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/6	0/5	0/6	1/21	4,8	7,56	7,36	48	-
0,25	0/7	0/6	0/8	1/9	1/30	3,3	7,06	7,41	48	-
0,75	2/7	1/5	0/5	2/5	5/22	22,7	7,11	7,41	46	-
1,25	4/6	5/6	5/5	5/5	19/21	90,5	7,22	7,49	46	-
2,25	4/4	5/5	5/5	5/5	19/19	100	7,20	7,50	46	-
3,25	5/5	5/5	6/6	5/5	21/21	100	7,19	7,54	46	-

CE50(I)-48h = 0,87g L⁻¹
IC (0,75 – 1,02)

Tabela 2B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/7	0/3	0/3	0/18	0	7,51	7,76	44	-
0,05	0/1	0/3	0/4	0/4	0/12	0	7,64	7,79	42	-
0,55	2/3	0/3	0/4	0/4	2/14	14,3	7,53	8,79	44	48
1,05	4/4	4/5	3/3	3/3	14/15	93,3	7,62	8,87	42	46
1,55	4/4	3/3	4/4	4/4	15/15	100	7,57	8,57	44	44
2,05	4/4	3/3	4/4	4/4	15/15	100	7,55	8,36	44	46
2,55	4/4	5/5	5/5	3/3	17/17	100	7,53	8,32	42	46
CE50(I)-48h = 0,63 g L ⁻¹										
IC (0,47 – 0,85)										

Tabela 3B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/7	0/3	0/3	0/18	0	7,51	7,76	44	-
0,05	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,64	7,79	42	-
0,55	1/4	0/3	0/4	0/5	1/16	6,3	7,53	8,79	44	48
1,05	2/3	3/4	4/4	4/4	13/15	86,7	7,62	8,87	42	46
1,55	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,57	8,57	44	44
2,05	5/5	3/3	5/5	4/4	17/17	100	7,55	8,36	44	46
2,55	4/4	6/6	3/3	5/5	18/18	100	7,53	8,32	42	46
CE50(I)-48h = 0,76 g L ⁻¹										
IC (0,61 – 0,93)										

Tabela 4B- Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/7	0/3	0/3	0/18	0	7,51	7,76	44	-
0,05	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,64	7,79	42	-
0,55	1/3	1/5	1/3	0/4	3/15	8,79	7,53	8,79	44	48
1,05	3/4	4/4	3/4	5/5	15/17	88,2	7,62	8,87	42	46
1,55	4/4	5/5	3/4	3/3	15/16	93,7	7,57	8,57	44	44
2,05	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,55	8,36	44	46
2,55	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,53	8,32	42	46

CE50(I)-48h = 0,61 g L⁻¹

IC (0,44 – 0,84)

Tabela 5B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/6	0/4	0/21	0	7,55	7,58	44	-
0,05	0/5	1/4	1/4	0/4	2/17	11,8	7,50	7,80	48	-
0,55	0/5	0/4	1/4	1/4	2/17	11,8	7,51	7,60	46	-
1,05	2/4	2/4	3/4	2/4	9/16	56,3	7,49	7,59	46	-
1,55	4/4	4/4	4/4	3/4	15/16	93,7	7,47	7,58	46	-
2,05	7/7	4/4	4/4	4/4	19/19	100	7,51	7,58	46	-
2,55	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,52	7,55	-	-

CE50(I)-48h = 0,93 g L⁻¹

IC (0.78 – 1.12)

Tabela 6B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,46	7,55	46	46
0,05	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,37	7,57	48	44
0,8	0/4	0/3	0/4	0/2	0/13	0	7,46	7,56	44	44
1,55	0/5	2/4	0/4	0/4	2/17	11,8	7,38	7,58	48	46
2,3	4/4	2/3	2/4	2/4	10/15	66,7	7,41	7,57	44	44
3,05	4/4	4/4	4/4	3/4	15/16	93,7	7,42	7,63	44	46

CE50(I)-48h = 2,04 g L⁻¹

IC (1,79 – 2,33)

Tabela 10B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 15/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,34	7,24	48	48
0,05	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,32	7,23	48	46
0,8	0/5	0/5	0/7	0/5	0/22	0	7,28	7,18	48	46
1,55	0/5	0/5	1/3	0/5	1/18	5,5	7,27	7,17	48	46
2,3	4/5	1/5	1/5	2/5	8/20	40	7,24	7,13	48	46
3,05	5/5	4/6	5/5	4/5	18/21	85,7	7,21	7,13	46	46

CE50(I)-48h = 2,39 g L⁻¹
IC (2,13 – 2,67)

Tabela 11B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 29/10/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,29	7,33	42	44
0,25	1/5	0/5	0/6	0/5	1/21	4,8	7,21	7,32	40	44
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,45	7,40	40	42
1,25	2/5	1/5	2/5	3/5	8/20	40	7,40	7,38	40	42
2,25	5/5	4/5	4/5	4/5	17/20	85	7,39	7,42	38	42
3,25	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,38	7,42	38	42

CE50(I)-48h = 1,43 g L⁻¹

IC (1,23 – 1,66)

Tabela 12B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 29/10/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,29	7,33	42	44
0,25	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,21	7,68	40	44
0,75	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,45	7,74	40	42
1,25	1/4	0/4	2/4	2/4	5/6	31,3	7,40	7,73	40	44
2,25	2/4	2/4	1/4	4/4	9/16	56,3	7,39	7,69	38	42
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,38	7,69	38	40

CE50(I)-48h = 1,74 g L⁻¹

IC (1,42 - 2,13)

Tabela 13B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	7,29	7,33	42	44
0,25	2/4	-	0/8	0/4	2/16	12,5	7,21	7,68	40	44
0,75	0/4	1/4	1/3	0/3	2/14	14,3	7,45	7,74	40	42
1,25	0/3	2/3	0/4	2/4	3/13	23,1	7,40	7,73	40	44
2,25	5/5	4/4	4/4	2/4	15/17	88,2	7,39	7,69	38	42
3,25	4/4	4/4	4/4	5/5	17/17	100	7,38	7,69	38	40
CE50(I)-48h = 1,57 g L ⁻¹										
IC (1,26 – 1,97)										

Tabela 14B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 15/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/8	0/3	0/8	0/10	0/29	0	7,63	7,3	44	-
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,62	7,36	44	44
0,75	1/4	0/4	1/4	1/4	3/16	18,7	7,56	7,39	46	44
1,25	1/4	0/4	0/4	0/5	1/17	5,9	7,57	7,35	44	44
2,25	4/9	-	0/4	-	4/13	30,8	7,55	7,37	42	42
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,52	7,37	44	42

CE50(l)-48h = 2,32 g L⁻¹

IC (2,07 – 2,6)

Tabela 15B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 15/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/8	0/3	0/8	0/10	0/29	0	7,63	7,3	44	-
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,62	7,36	44	44
0,75	0/4	0/4	0/5	0/3	0/16	0	7,56	7,39	46	44
1,25	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,57	7,35	44	44
2,25	2/8	1/4	2/4	0/4	5/20	25	7,55	7,37	42	42
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,52	7,37	44	42
CE50(I)-48h = 2,32 g L ⁻¹										
IC (2,07 – 2,6)										

Tabela 16B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/6	0/4	0/21	0	7,55	7,58	44	-
0,01	0/4	0/5	1/3	0/3	1/15	6,7	7,67	7,48	44	-
0,05	0/4	0/2	0/4	0/4	0/14	0	7,64	7,53	44	48
0,25	1/4	0/4	3/4	0/3	4/15	26,7	7,65	7,50	44	46
0,5	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,63	7,51	44	42
0,75	4/4	4/4	3/3	3/3	14/14	100	7,63	7,52	44	48
1,0	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,62	7,53	46	44
CE50(I)-48h = 0,27 g L ⁻¹										
IC (0,20 - 0,37)										

Tabela 17B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/6	0/4	0/21	0	7,55	7,58	44	-
0,01	0/4	0/5	1/3	0/3	1/15	6,7	7,67	7,48	44	-
0,05	0/4	0/2	0/4	0/4	0/14	0	7,64	7,53	44	48
0,25	1/4	0/4	3/4	0/3	4/15	26,7	7,65	7,50	44	46
0,5	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,63	7,51	44	42
0,75	4/4	4/4	3/3	3/3	14/14	100	7,63	7,52	44	48
1,0	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,62	7,53	46	44
CE50(I)-48h = 0,33 g L ⁻¹										
IC (0,26 – 0,41)										

Tabela 18B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/4	0/4	0/19	0	7,55	7,58	44	-
0,01	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,67	7,48	44	-
0,05	0/6	0/5	0/6	0/4	0/21	0	7,64	7,53	44	48
0,25	0/4	1/5	2/4	1/3	4/16	25	7,65	7,50	44	46
0,5	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,63	7,51	44	42
0,75	4/4	3/3	4/4	3/3	14/14	100	7,63	7,52	44	48
1,0	4/4	5/5	4/4	4/4	17/17	100	7,62	7,53	46	44

CE50(I)-48h = 0,27 g L⁻¹
IC (0.21 – 0.34)

Tabela 19B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/3	1/4	0/4	0/4	1/15	6,7	7,52	7,72	46	-
0,01	0/4	0/3	2/4	0/3	2/14	14,3	7,51	7,71	44	-
0,05	1/4	0/3	0/4	0/4	1/15	6,7	7,67	7,66	48	-
0,25	3/4	0/3	2/3	1/4	6/14	42,9	7,64	7,64	46	-
0,5	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	7,59	7,63	46	-
0,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,64	7,62	46	-
1,0	4/4	3/3	3/3	5/5	15/15	100	7,59	7,61	48	-
CE50(I)-48h = 0,23 g L ⁻¹										
IC (0.16 – 0.32)										

Tabela 20B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/02/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/1	-	0/3	0/8	0	7,52	7,72	46	-
0,01	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,51	7,71	44	-
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,67	7,66	48	-
0,25	1/4	1/4	1/4	1/4	4/16	25	7,64	7,64	46	-
0,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,59	7,63	46	-
0,75	4/4	4/4	4/4	3/3	15/15	100	7,64	7,62	46	-
1,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,59	7,61	48	-
CE50(I)-48h = 0,27 g L ⁻¹										
IC (0,21 – 0,34)										

Tabela 21B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/2	1/14	7,1	7,42	7,48	44	44
0,05	0/4	0/4	0/6	0/4	0/18	0	7,42	7,34	44	48
0,18	1/4	0/4	1/8	0/3	2/19	10,5	7,43	7,41	44	46
0,31	3/4	2/4	3/4	3/4	11/16	68,7	7,43	7,40	44	44
0,44	5/5	3/4	4/4	2/2	14/15	93,3	7,43	7,43	-	44
0,57	2/2	2/2	4/4	4/4	12/12	100	7,42	7,42	44	42
0,70	5/5	2/2	2/2	4/4	13/13	100	7,39	7,43	44	42
CE50(l)-48h = 0,26 g L ⁻¹										
IC (0,22 – 0,30)										

Tabela 22B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/2	1/14	7,1	7,42	7,48	44	44
0,05	0/4	0/3	0/4	0/3	0/14	0	7,42	7,46	44	44
0,18	1/4	3/4	1/4	3/4	8/16	50	7,43	7,47	44	44
0,31	3/4	3/4	3/4	2/4	11/16	68,7	7,43	7,44	44	44
0,44	4/4	3/4	4/4	3/4	14/16	87,6	7,43	7,43	-	44
0,57	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,42	7,43	44	44
0,70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,39	7,42	44	44

CE50(I)-48h = 0,18 g L⁻¹

IC (0,14 – 0,24)

Tabela 23B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/2	1/14	7,1	7,42	7,48	44	44
0,05	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,42	7,34	44	48
0,18	2/4	0/4	0/4	0/3	2/15	13,3	7,43	7,41	44	46
0,31	4/4	3/4	4/4	3/4	14/16	87,5	7,43	7,40	44	44
0,44	4/4	4/4	2/4	4/4	14/16	87,5	7,43	7,43	-	44
0,57	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,42	7,42	44	42
0,70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,39	7,43	44	42
CE50(I)-48h = 0,24 g L ⁻¹										
IC (0,20 – 0,28)										

Tabela 24B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/2	1/14	7,1	7,42	7,48	44	44
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,42	7,34	44	48
0,18	0/4	0/4	0/4	0/4	5/16	31,3	7,43	7,41	44	46
0,31	0/4	2/4	0/4	3/4	14/16	87,5	7,43	7,40	44	44
0,44	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,43	7,43	-	44
0,57	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,42	7,42	44	42
0,70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,39	7,43	44	42
CE50(I)-48h = 0,19 g L ⁻¹										
IC (0,15 - 0,24)										

Tabela 25B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/2	1/14	7,1	7,42	7,48	44	44
0,05	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,42	7,34	44	48
0,18	1/4	1/4	1/4	0/4	3/16	18,7	7,43	7,41	44	46
0,31	1/4	2/4	2/4	4/4	9/16	56,3	7,43	7,40	44	44
0,44	2/4	2/4	4/4	3/4	11/16	68,7	7,43	7,43	-	44
0,57	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,42	7,42	44	42
0,70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,39	7,43	44	42
CE50(I)-48h = 0,29 g L ⁻¹										
IC (0,23 – 0,35)										

Tabela 26B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,39	7,34	48	54
0,05	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,43	7,41	48	48
0,25	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,41	7,45	46	48
0,5	4/4	3/4	2/4	4/4	13/16	81,3	7,47	7,44	46	48
0,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,47	7,49	46	48
1,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,50	7,50	46	48

CE50(I)-48h = 0,36 g L⁻¹

IC (0,31 – 0,43)

Tabela 27B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,39	7,34	48	54
0,05	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,43	7,41	48	48
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,41	7,45	46	48
0,5	5/5	2/3	3/4	3/4	13/16	81,3	7,47	7,44	46	48
0,75	4/4	4/4	3/3	5/5	16/16	100	7,47	7,49	46	48
1,0	4/4	4/4	4/4	6/6	18/18	100	7,50	7,50	46	48
CE50(I)-48h = 0,39 g L ⁻¹										
IC (0,35 – 0,44)										

Tabela 28B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,55	7,66	48	48
0,05	0/5	1/4	0/4	0/4	1/17	5,9	7,61	7,65	48	50
0,25	0/4	0/3	0/4	1/4	1/15	6,7	7,60	7,66	48	48
0,5	4/5	2/3	3/3	2/4	11/16	68,7	7,64	7,64	46	48
0,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,64	7,64	46	48
1,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,64	7,64	46	46

CE50(I)-48h = 0,41 g L⁻¹
IC (0,32 – 0,52)

Tabela 29B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,75	7,99	46	48
0,05	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	7,66	8,44	48	48
0,1	1/4	0/4	1/4	1/4	3/16	18,7	7,66	8,71	48	-
0,2	4/4	2/4	2/4	4/4	12/16	75	7,65	8,48	48	-
0,3	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,62	8,39	50	48
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,61	8,41	46	46

CE50(I)-48h = 0,35 g L⁻¹

IC (0,28 - 0,44)

Tabela 30B - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,75	7,99	46	48
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,66	8,44	48	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,66	8,71	48	-
0,2	4/4	3/4	3/4	3/4	13/16	81,3	7,65	8,48	48	-
0,3	4/4	4/4	4/4	3/3	15/15	100	7,62	8,39	50	48
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,61	8,41	46	46

CE50(I)-48h = 0,39 g L⁻¹

IC (0 35 – 0 44)

APÊNDICE C - SAIS
NOTODIAPTOMUS IHERINGI

Tabela 1C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/3	0/4	0/4	0/4	1/15	6,7	7,49	48	7,18	44
0,1875	0/4	0/4	1/4	1/4	2/16	12,5	7,34	42	7,40	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,33	48	7,40	46
0,75	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	7,39	44	7,39	42
1,5	3/4	4/4	1/4	1/4	9/16	56,3	7,27	38	7,39	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	34	7,38	38
CE50(I)-48h = 1,47 mg L ⁻¹										
IC (1,23 – 1,74)										

Tabela 2C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,49	48	7,18	44
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,34	42	7,40	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,33	48	7,40	46
0,75	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,39	44	7,39	42
1,5	2/4	3/4	1/4	3/4	9/16	56,3	7,27	38	7,39	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	34	7,38	38
CE50(I)-48h = 1,44 mg L ⁻¹										
IC (1,21 - 1,71)										

Tabela 3C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,49	48	7,18	44
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,34	42	7,40	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/3	0/15	0	7,33	48	7,40	46
0,75	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,39	44	7,39	42
1,5	3/4	2/4	1/4	4/4	10/16	62,5	7,27	38	7,39	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	34	7,38	38

CE50(I)-48h = 1,32 mg L⁻¹

IC (1.09 – 1.59)

Tabela 4C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,53	46	7,44	-
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	48	7,43	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,35	44	7,37	46
0,75	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,34	44	7,39	44
1,5	3/4	3/4	3/4	4/4	15/16	93,7	7,28	42	7,34	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	38	7,25	39
CE50(I)-48h = 1,11 mg L ⁻¹										
IC (1.02 – 1.20)										

Tabela 5C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,53	46	7,44	-
0,1875	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,38	48	7,43	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,35	44	7,37	46
0,75	0/4	1/5	1/4	3/4	3/17	17,7	7,34	44	7,39	44
1,5	1/4	1/4	4/4	4/4	16/16	100	7,28	42	7,34	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	38	7,25	39

CE50(I)-48h = 0,94 mg L⁻¹

IC (0,83 – 1,07)

Tabela 6C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,53	46	7,44	-
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	2/16	12,5	7,38	48	7,43	44
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,35	44	7,37	46
0,75	0/4	0/2	0/2	0/2	1/10	10	7,34	44	7,39	44
1,5	1/2	1/2	0/2	2/2	6/10	60	7,28	42	7,34	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	38	7,25	39
CE50(I)-48h = 1,31 mg L ⁻¹										
IC (1,02 – 1,68)										

Tabela 7C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/06/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	1/3	1/15	6,7	7,51	46	7,31	46
0,1875	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,38	46	7,26	44
0,375	0/4	1/4	1/4	1/4	2/16	12,5	7,33	48	7,31	44
0,75	3/4	2/3	3/4	3/4	11/15	73,3	7,30	42	7,27	42
1,5	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,25	38	7,15	42
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,15	-	7,15	36
CE50(I)-48h = 0,65 mg L ⁻¹										
IC (0,53 – 0,74)										

Tabela 8C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,32	7,16	42	-
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,29	7,30	-	48
0,375	0/5	0/7	0/4	0/4	0/20	0	7,25	7,27	40	46
0,75	0/4	0/4	0/4	0/7	0/18	0	7,26	7,34	40	-
1,5	2/4	3/4	0/4	0/4	5/16	31,3	7,21	7,47	38	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,11	7,46	34	40

CE50(I)-48h = 1,71 mg L⁻¹

IC (1,45 – 2,01)

Tabela 9C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,32	7,16	42	-
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,29	7,30	-	48
0,375	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,25	7,27	40	46
0,75	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,26	7,34	40	-
1,5	3/4	1/4	2/4	2/4	8/16	50	7,21	7,47	38	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,11	7,46	34	40
CE50(I)-48h = 1,50 mg L ⁻¹										
IC (1,26 – 1,78)										

Tabela 10C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,32	7,16	42	-
0,1875	0/4	0/4	0/4	0/3	0/15	0	7,29	7,30	-	48
0,375	0/3	1/2	0/4	0/4	1/13	7,7	7,25	7,27	40	46
0,75	0/3	0/4	0/3	1/5	1/15	6,7	7,26	7,34	40	-
1,5	2/4	2/4	1/4	0/4	5/16	31,3	7,21	7,47	38	40
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,11	7,46	34	40
CE50(I)-48h = 1,55 mg L ⁻¹										
IC (1,26 – 1,91)										

Tabela 11C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08/1/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,36	7,58	44	48
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,35	7,56	42	46
0,75	0/5	0/4	0/4	0/5	0/18	0	7,34	7,53	44	48
1,25	0/4	1/4	1/5	2/5	4/18	22,2	7,37	7,51	42	48
2,25	12/14	7/7	5/5	5/5	29/31	93,5	7,35	7,46	42	44
3,25	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,35	7,53	42	46

CE50(l)-48h = 1,53 g L⁻¹
 IC (1.36 – 1.72)

Tabela 12C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,36	7,58	44	48
0,25	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,35	7,56	42	46
0,75	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,34	7,53	44	48
1,25	1/5	4/6	1/5	2/5	8/21	38,1	7,37	7,51	42	48
2,25	5/5	5/5	4/5	5/5	19/20	95	7,35	7,46	42	44
3,25	4/4	6/6	4/4	6/6	20/20	100	7,35	7,53	42	46

CE50(l)-48h = 1,34 g L⁻¹

IC (1.15 – 1.55)

Tabela 13C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,36	7,58	44	48
0,25	0/5	0/5	0/8	0/6	0/24	0	7,35	7,56	42	46
0,75	0/4	0/5	0/3	1/5	1/17	5,9	7,34	7,53	44	48
1,25	1/3	3/5	1/4	1/5	6/17	35,3	7,37	7,51	42	48
2,25	5/5	4/4	5/5	4/4	18/18	100	7,35	7,46	42	44
3,25	5/5	4/4	5/5	3/3	17/17	100	7,35	7,53	42	46

CE50(I)-48h = 1,32 g L⁻¹

IC (1,13 – 1,54)

Tabela 14C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,36	7,58	44	48
0,25	0/5	0/5	0/9	0/4	0/23	0	7,35	7,53	44	48
0,75	0/5	0/5	0/8	0/5	0/23	0	7,41	7,52	42	46
1,25	1/4	1/5	2/5	1/5	5/19	10,5	7,35	7,50	42	46
2,25	5/5	5/5	2/2	4/4	16/16	100	7,36	7,50	44	44
3,25	5/5	5/5	5/5	4/5	19/20	95	7,34	7,56	42	46

CE50(I)-48h = 1,47 g L⁻¹

IC (1,30 – 1,66)

Tabela 15C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,77	7,3	48	44
0,25	0/8	0/4	0/4	0/4	0/20	0	7,73	7,35	46	44
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,68	7,37	46	44
1,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,65	7,38	46	44
2,25	3/5	4/5	4/6	3/5	14/21	66,7	7,58	7,41	-	44
3,25	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,56	7,37	-	42

CE50(I)-48h = 1,97 g L⁻¹

IC (1,78 – 2,17)

Tabela 16C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,77	7,3	48	44
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,73	7,35	46	44
0,75	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,68	7,37	46	44
1,25	0/5	0/6	0/5	1/5	1/21	4,8	7,65	7,38	46	44
2,25	5/5	5/5	3/4	5/5	18/19	94,7	7,58	7,41	-	44
3,25	5/5	6/6	5/5	5/5	21/21	100	7,56	7,37	-	42

CE50(I)-48h = 1,68 g L⁻¹
IC (1,56 – 1,80)

Tabela 17C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,77	7,3	48	44
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,73	7,35	46	44
0,75	0/3	0/6	0/6	0/5	0/20	0	7,68	7,37	46	44
1,25	0/7	0/5	0/6	0/5	0/23	0	7,65	7,38	46	44
2,25	3/5	4/5	4/6	3/5	13/22	59,1	7,58	7,41	-	44
3,25	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,56	7,37	-	42

CE50(l)-48h = 2,04 g L⁻¹

IC (1,84 – 2,25)

Tabela 18C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,77	7,3	48	44
0,25	0/9	0/6	0/10	0/8	0/33	0	7,73	7,35	46	44
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,68	7,37	46	44
1,25	0/6	0/7	0/7	0/5	0/25	0	7,65	7,38	46	44
2,25	4/4	4/4	4/5	5/7	17/20	85	7,58	7,41	-	44
3,25	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,56	7,37	-	42

CE50(I)-48h = 1,80 g L⁻¹

IC (1,67 – 1,94)

Tabela 19C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,63	7,36	44	44
0,25	0/5	0/4	0/4	0/5	0/18	0	7,62	7,60	44	46
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,56	7,66	46	46
1,25	0/4	3/5	5/5	2/4	10/19	5,26	7,57	7,72	44	44
2,25	1/4	4/5	4/4	4/4	13/17	76,5	7,55	7,76	42	44
3,25	0/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,52	7,75	44	42

CE50(I)-48h = 1,41 g L⁻¹

IC (1,2 – 1,65)

Tabela 20C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,63	7,36	44	44
0,25	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,62	7,60	44	46
0,75	1/5	1/5	0/4	0/5	2/19	10,5	7,56	7,66	46	46
1,25	3/5	3/6	2/5	2/5	10/21	47,6	7,57	7,72	44	44
2,25	4/5	4/5	5/5	5/5	18/20	90	7,55	7,76	42	44
3,25	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	7,52	7,75	44	42
CE50(I)-48h = 1,24 g L ⁻¹										
IC (1,04 – 1,48)										

Tabela 21C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	1/5	0/5	1/19	5,3	7,64	7,74	44	46
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,68	7,74	44	42
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,60	7,71	42	46
1,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,71	40	-
2,25	5/5	4/5	5/5	4/4	18/19	94,7	7,54	7,63	38	40
3,25	5/5	4/4	5/5	5/5	19/19	100	7,48	7,61	36	34

CE50(I)-48h = 1,72 g L⁻¹
IC (1,64 - 1,81)

Tabela 22C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	1/5	0/5	1/19	5,3	7,64	7,74	44	46
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,68	7,76	44	52
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,60	7,74	42	62
1,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,70	40	44
2,25	5/5	5/5	5/5	6/6	21/21	100	7,54	7,64	38	38
3,25	5/5	-	5/5	5/5	15/15	100	7,48	7,60	36	36

CE50(I)-48h = 1.68 g L⁻¹

Tabela 23C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	1/5	0/5	1/19	5,3	7,64	7,74	44	46
0,25	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,63	7,75	42	44
0,75	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,61	7,75	42	46
1,25	0/5	2/5	0/5	1/5	3/20	15	7,57	7,72	42	44
2,25	5/5	4/4	5/5	5/5	19/19	100	7,57	7,67	42	46
3,25	5/5	5/5	4/4	5/5	19/19	100	7,56	7,65	38	36

CE50(l)-48h = 1,56 g L⁻¹
IC (1,43 - 1,69)

Tabela 24C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	1/5	0/5	1/19	5,3	7,64	7,74	44	46
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,63	7,78	42	46
0,75	1/4	0/4	0/4	0/3	1/15	6,7	7,61	7,77	42	44
1,25	1/4	0/3	0/4	0/4	1/15	6,7	7,57	7,74	42	42
2,25	3/3	4/4	4/4	4/4	15/15	100	7,57	7,70	42	38
3,25	4/4	3/3	3/3	4/4	14/14	100	7,56	7,65	38	36

CE50(l)-48h = 1,59 g L⁻¹
 IC (1.44 – 1.75)

Tabela 25C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,68	7,79	46	44
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,71	7,72	50	42
0,75	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,60	7,69	44	42
1,25	2/4	3/4	2/3	1/4	8/15	53,3	7,55	7,67	42	40
2,25	3/3	4/4	4/4	4/4	15/15	100	7,53	7,65	38	42
3,25	4/4	3/3	3/3	4/4	16/16	100	7,48	7,60	38	34
CE50(I)-48h = 1,60 g L ⁻¹										
IC (1,39 – 1,84)										

Tabela 26C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,68	7,79	46	44
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,71	7,70	50	44
0,75	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,60	7,69	44	40
1,25	2/4	2/4	2/4	3/4	9/16	56,3	7,55	7,66	42	40
2,25	3/3	4/4	4/4	4/4	15/15	100	7,53	7,64	38	40
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,48	7,58	38	36

CE50(I)-48h = 1,58 g L⁻¹

IC (1,38 – 1,82)

Tabela 27C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência NaCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,77	7,81	46	46
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,69	7,78	42	42
0,75	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,65	7,71	40	40
1,25	1/4	1/4	0/4	0/4	2/16	12,5	7,62	7,67	42	42
2,25	3/4	4/4	3/4	4/4	14/16	87,5	7,60	7,65	38	38
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,55	7,59	38	38

CE50(I)-48h = 1,99 g L⁻¹
IC (1.85 – 2.13)

Tabela 31C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 03/07/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/3	0/5	1/16	6,3	7,69	7,64	46	48
0,05	0/4	0/4	0/4	1/3	1/15	6,7	7,59	7,61	-	48
0,1	0/4	0/4	0/5	0/6	0/19	0	7,57	7,57	-	46
0,2	3/4	2/4	2/4	1/2	8/14	57,1	7,56	7,54	-	46
0,3	2/2	4/4	3/3	4/4	13/13	100	7,46	7,51	-	42
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,40	7,45	34	38
CE50(I)-48h = 0,18 mg L ⁻¹										
IC (0,15 – 0,21)										

Tabela 32C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 03/07/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,69	7,64	46	48
0,05	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,59	7,61	-	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,57	7,57	-	46
0,2	2/4	3/4	0/4	1/4	6/16	37,5	7,56	7,54	-	46
0,3	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,46	7,51	-	42
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,40	7,45	34	38
CE50(I)-48h = 0,20 mg L ⁻¹										
IC (0,17 – 0,23)										

Tabela 33C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 03/07/2209										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,69	7,64	46	48
0,05	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,59	7,61	-	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,57	7,57	-	46
0,2	2/4	3/4	0/4	1/4	6/16	37,5	7,56	7,54	-	46
0,3	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,46	7,51	-	42
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,40	7,45	34	38

CE50(I)-48h = 0,18 mg L⁻¹

IC (0.15 – 0.21)

Tabela 37C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 09/07/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/8	0/19	0	7,42	7,53	46	44
0,05	0/4	0/6	1/4	0/4	1/17	5,9	7,34	7,46	42	42
0,1	0/4	0/3	0/6	0/4	0/17	0	7,28	7,40	44	40
0,2	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,26	7,41	38	40
0,3	4/4	1/4	0/4	2/4	7/16	43,7	7,28	7,43	36	40
0,4	3/4	3/4	3/4	3/4	12/16	75	7,24	7,43	36	38

CE50(I)-48h = 0,26 mg L⁻¹
IC (0,23 – 0,29)

Tabela 38C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 09/07/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/8	0/19	0	7,42	7,53	46	44
0,05	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,34	7,46	42	42
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,28	7,40	44	40
0,2	1/4	0/4	1/4	0/4	2/16	12,5	7,26	7,41	38	40
0,3	1/4	2/4	4/4	3/4	10/16	62,5	7,28	7,43	36	40
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	7,43	36	38
CE50(I)-48h = 0,23 mg L ⁻¹										
IC (0,22 – 0,25)										

Tabela 39C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste:										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/8	0/19	0	7,42	7,53	46	44
0,05	1/4	0/4	1/4	0/4	2/16	12,5	7,34	7,46	42	42
0,1	0/4	1/4	1/4	0/4	2/16	12,5	7,28	7,40	44	40
0,2	0/5	0/4	0/3	1/4	1/16	6,3	7,26	7,41	38	40
0,3	2/4	2/4	2/4	3/4	9/16	56,3	7,28	7,43	36	40
0,4	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	7,43	36	38

CE50(I)-48h = 0,24 mg L⁻¹

IC (0.23 – 0.26)

Tabela 43C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/8	0/5	1/7	0/4	1/24	4,2	7,53	7,59	46	46
0,05	0/5	0/5	0/7	0/5	0/22	0	7,42	7,59	44	46
0,15	1/7	3/5	2/5	4/8	10/25	40	7,37	7,59	44	46
0,2	4/5	2/4	4/5	2/4	12/18	66,7	7,35	7,57	44	46
0,25	3/5	4/5	5/6	5/5	17/21	80,9	7,37	7,56	46	46
0,3	4/4	5/5	5/5	3/5	17/19	89,5	7,41	7,58	44	44

CE50(I)-48h = 0,16 g L⁻¹

IC (0,13 – 0,19)

Tabela 44C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/8	0/5	1/7	0/4	1/24	4,2	7,53	7,59	46	46
0,05	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,42	7,59	44	46
0,15	0/5	1/4	2/5	2/5	5/19	25,3	7,37	7,59	44	46
0,2	5/5	4/5	2/6	4/6	15/22	68,2	7,35	7,57	44	46
0,25	3/5	4/6	4/5	3/5	14/21	66,7	7,37	7,56	46	46
0,3	10/10	4/5	5/5	6/6	25/26	96,1	7,41	7,58	44	44

CE50(I)-48h = 0,17 g L⁻¹

IC (0,15 – 0,21)

Tabela 45C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 19/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/8	0/5	1/7	0/4	1/24	4,2	7,53	7,59	46	46
0,05	1/5	0/5	1/7	0/5	2/22	9,1	7,42	7,59	44	46
0,15	0/5	2/7	1/8	0/5	3/25	12	7,37	7,59	44	46
0,2	3/5	6/6	4/6	4/4	17/21	80,9	7,35	7,57	44	46
0,25	3/5	4/7	6/6	4/5	17/23	73,9	7,37	7,56	46	46
0,3	6/6	7/7	4/5	4/5	21/23	91,3	7,41	7,58	44	44

CE50(I)-48h = 0,19 g L⁻¹

IC (0,17 – 0,20)

Tabela 49C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/7	0/8	0/6	0/26	0	7,44	7,56	44	42
0,05	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,46	7,6	44	46
0,15	1/5	2/5	0/5	2/4	5/19	26,3	7,49	7,58	40	44
0,2	2/5	3/5	3/5	2/3	10/18	55,5	7,53	7,57	40	44
0,25	5/5	4/5	4/5	5/5	18/20	90	7,53	7,56	40	42
0,3	5/5	4/4	4/4	5/5	18/18	100	7,47	7,56	40	42

CE50(I)-48h = 0,16 g L⁻¹

IC (0,14 – 0,19)

Tabela 50C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/11/2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/7	0/8	0/6	0/26	0	7,44	7,56	44	42
0,05	0/8	0/6	0/7	0/5	0/26	0	7,46	7,6	44	46
0,15	0/5	0/4	0/7	2/5	2/21	9,5	7,49	7,58	40	44
0,2	4/5	3/5	3/5	4/4	14/19	73,7	7,53	7,57	40	44
0,25	5/6	5/5	5/5	4/6	19/22	86,4	7,53	7,56	40	42
0,3	5/5	5/5	4/4	5/5	19/19	100	7,47	7,56	40	42

CE50(I)-48h = 0,18 g L⁻¹

IC (0,16 – 0,20)

Tabela 51C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,74	-	52	-
0,05	0/6	0/5	0/5	1/5	1/21	4,8	7,72	-	52	-
0,1	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,71	-	56	-
0,2	2/5	3/5	2/4	3/5	10/20	50	7,63	-	42	-
0,4	5/5	4/4	5/5	5/5	19/19	100	7,53	-	32	-
0,8	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	7,13	-	18	-

CE50(I)-48h = 0,20 g L⁻¹

IC (0,17 – 0,23)

Tabela 52C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 22.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,75	7,90	52	54
0,05	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,55	7,92	50	50
0,1	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,72	7,92	46	46
0,2	2/5	1/4	3/5	4/5	10/19	52,6	7,63	7,85	42	42
0,3	5/5	5/5	4/4	5/5	19/19	100	7,56	7,70	36	40
0,4	4/4	5/5	5/5	5/5	19/19	100	7,50	7,73	30	38
CE50(l)-48h = 0,18 g L ⁻¹										
IC (0,16 – 0,21)										

Tabela 53C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 22.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,72	7,56	44	44
0,05	0/5	1/5	1/5	0/5	2/20	10	7,62	7,77	44	44
0,1	0/4	4/4	1/5	0/5	5/18	27,8	7,60	7,75	40	40
0,2	1/5	2/5	2/5	4/5	9/20	45	7,55	7,73	36	38
0,3	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,50	7,69	36	32
0,4	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,43	7,63	28	32
CE50(l)-48h = 0,16 g L ⁻¹										
IC (0,13 – 0,21)										

Tabela 54C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,73	7,89	46	48
0,05	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,81	40	44
0,1	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,63	7,79	40	42
0,2	3/5	2/5	1/5	4/5	10/20	50	7,57	7,74	36	36
0,3	4/4	5/5	5/5	5/5	19/19	100	7,52	7,66	30	38
0,4	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,43	7,61	26	28

Tabela 55C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,73	7,89	46	48
0,05	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,57	7,83	40	42
0,1	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,63	7,84	40	40
0,2	2/5	2/5	3/5	2/5	9/20	45	7,57	7,81	36	42
0,3	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,52	7,76	30	36
0,4	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,43	7,70	26	32

CE50(I)-48h = 0,19 g L⁻¹

IC (0,17 – 0,22)

Tabela 56C - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23.01.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,73	7,63	46	44
0,05	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,63	7,74	40	42
0,1	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	7,63	7,72	38	40
0,2	4/5	2/5	2/5	2/5	10/20	50	7,56	7,67	32	36
0,3	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,50	7,62	30	32
0,4	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,37	7,56	30	28

CE50(I)-48h = 0,19 g L⁻¹
IC (0,16 – 0,21)

Tabela 57C -Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência KCl e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 04.02.2009										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/5	0/18	0	7,50	7,86	50	44
0,05	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,55	7,85	42	44
0,1	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,52	7,82	40	40
0,2	1/5	3/5	1/5	2/5	7/20	35	7,54	7,76	36	36
0,3	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,46	7,71	34	32
0,4	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,41	7,65	32	30

CE50(I)-48h = 0,20 g L⁻¹

IC (0,17 – 0,22)

APÊNDICE D - METAIS
ARGYRODIAPTOMUS FURCATUS

Tabela 4D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/5	0/3	0/17	0	7,54	7,44	44	44
0,1	0/5	0/4	0/5	0/3	0/17	0	7,41	7,40	44	46
0,5	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,46	7,38	44	46
3,0	3/4	2/4	2/4	2/4	9/16	56,3	7,24	7,36	44	44
5,5	2/4	4/4	4/5	2/4	12/17	70,6	7,07	7,39	44	44
8,0	2/4	3/4	4/4	4/4	13/16	81,3	7,09	7,40	42	44
10,5	4/4	3/4	4/4	4/4	15/16	93,7	6,96	7,43	42	44
CE50(I)-48h = 2,58 mg L ⁻¹										
IC (1.79 – 3.73)										

Tabela 5D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/4	0/6	0/21	0	7,54	7,44	44	44
0,1	0/4	0/5	1/4	0/5	1/18	5,5	7,41	7,40	44	46
0,5	0/7	0/5	0/5	1/4	1/21	4,8	7,46	7,38	44	46
3,0	1/4	1/4	0/4	1/4	3/16	18,7	7,24	7,36	44	44
5,5	2/4	3/4	3/4	2/4	10/16	62,5	7,07	7,39	44	44
8,0	4/4	3/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,09	7,40	42	44
10,5	4/5	4/5	4/4	4/4	16/18	88,9	6,96	7,43	42	44
CE50(I)-48h = 4,29 mg L ⁻¹										
IC (3,14 – 5,86)										

Tabela 6D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,45	7,56	40	46
0,1	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,48	7,48	42	46
1,0	0/3	0/4	0/3	0/4	0/14	0	7,45	7,56	44	44
2,0	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,29	7,52	44	44
10,0	0/4	2/4	4/5	2/4	8/17	47,1	6,99	7,47	42	44
20,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,69	7,34	44	42
40,0	3/4	4/4	4/4	6/6	17/18	94,4	6,54	7,23	44	46
CE50(I)-48h = 9,95 mg L ⁻¹										
IC (7.98 – 12.39)										

Tabela 10D- Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/04/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,52	-	46	-
0,1	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	-	7,57	-	44
1,0	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	-	7,55	-	46
2,0	0/5	1/4	0/4	0/4	1/17	5,9	-	7,53	-	46
10,0	4/4	3/4	4/4	4/5	15/17	88,2	-	7,44	-	42
20,0	3/4	5/5	4/4	4/4	16/17	94,1	-	7,29	-	40
40,0	4/4	4/4	4/4	5/5	17/17	100	-	7,09	-	40

CE50(I)-48h = 7,40 mg L⁻¹

IC (6,02 – 9,10)

Tabela 11D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 11/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/4	0/4	0/3	1/15	6,7	7,13	7,53	40	44
25	2/4	0/4	0/4	0/4	2/16	12,5	6,30	7,37	46	44
40	3/4	1/4	3/4	2/4	9/16	56,3	6,04	7,20	42	42
55	4/4	4/4	4/4	3/4	15/16	93,7	5,86	6,94	38	42
70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	5,74	6,61	36	42
85	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	5,61	6,24	36	42

CE50(I)-48h = 38,01 mg L⁻¹
IC (33,72 – 42,84)

Tabela 12D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 16/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	7,81	7,75	44	46
14	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,07	7,61	44	42
28	0/4	2/4	0/3	1/4	3/15	20	6,63	7,42	44	42
42	4/4	3/4	1/4	4/5	12/17	70,6	6,35	7,31	44	40
56	4/4	4/4	4/4	4/4	15/15	100	6,14	7,00	42	40
70	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	5,90	6,5	40	40

CE50(I)-48h = 34,02 mg L⁻¹

IC (29,67 – 39,01)

Tabela 16D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/3	0/9	0/22	0	7,46	7,84	46	44
0,1	0/6	0/3	1/3	0/3	1/15	6,7	7,57	7,79	46	42
0,5	0/5	0/7	0/4	0/5	0/21	0	7,55	7,79	44	42
3,0	0/4	1/4	1/4	0/4	2/16	12,5	7,50	7,68	46	42
5,5	1/4	3/5	2/4	2/4	8/17	47,1	7,50	7,62	46	42
8,0	4/4	4/5	4/4	4/4	16/17	94,1	7,47	7,61	42	42
10,5	5/6	5/5	4/4	4/4	18/19	94,7	7,47	7,57	44	42
CE50(I)-48h = 4,89 mg L ⁻¹										
IC (3,78 – 6,31)										

Tabela 17D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/6	0/6	0/22	0	7,46	7,84	46	44
0,1	0/5	0/4	0/4	0/8	0/21	0	7,57	7,79	46	42
0,5	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,55	7,79	44	42
3,0	0/4	1/5	0/4	2/5	3/18	16,7	7,50	7,68	46	42
5,5	2/4	0/4	3/6	1/6	7/20	35	7,50	7,62	46	42
8,0	6/6	2/2	3/4	4/4	15/16	93,7	7,47	7,61	42	42
10,5	6/7	4/4	5/5	3/4	18/20	90	7,47	7,57	44	42
CE50(I)-48h = 5,26 mg L ⁻¹										
IC (4,13 – 6,71)										

Tabela 18D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/5	1/17	5,9	7,65	7,67	46	46
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	46
0,5	2/4	1/4	0/4	0/4	3/16	18,7	7,25	7,36	44	44
3,0	2/4	2/4	1/4	1/4	6/16	37,5	7,31	7,42	44	44
5,5	3/4	3/4	4/4	4/4	14/16	87,5	7,22	7,44	44	44
8,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	7,73	44	44
10,5	3/3	4/4	4/4	4/4	15/15	100	7,25	7,80	42	44
CE50(I)-48h = 4,78 mg L ⁻¹										
IC (3,70 – 6,18)										

Tabela 22D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,45	7,56	40	46
0,5	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,41	7,56	42	46
2,5	0/4	0/4	0/6	0/4	0/18	0	7,37	7,51	46	42
4,5	1/4	1/5	1/5	0/6	3/20	15	7,35	7,49	48	46
6,5	3/4	3/6	3/6	0/4	9/20	45	7,36	7,46	48	46
8,5	5/5	3/5	4/5	3/3	15/19	78,9	7,38	7,45	46	50
10,5	5/5	4/4	4/4	3/3	16/17	94,1	7,38	7,45	48	50

CE50(I)-48h = 6,48 mg L⁻¹

IC (5,73 – 7,33)

Tabela 23D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,45	7,56	40	46
0,5	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,41	7,56	42	46
2,5	0/4	1/4	1/4	0/4	2/16	12,5	7,37	7,51	46	42
4,5	1/4	2/4	2/4	1/4	6/16	37,5	7,35	7,49	48	46
6,5	1/4	2/4	4/5	1/4	8/17	47,1	7,36	7,46	48	46
8,5	4/4	1/4	3/4	4/4	12/16	75	7,38	7,45	46	50
10,5	4/4	3/3	4/4	4/4	15/15	100	7,38	7,45	48	50

CE50(I)-48h = 4,95 mg L⁻¹
IC (3,92 – 6,26)

Tabela 24D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/04/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,52	7,44	46	48
0,5	0/4	1/5	0/5	0/4	1/18	5,5	7,48	7,38	44	48
2,5	1/4	0/4	0/3	1/4	1/15	6,7	7,41	7,35	46	48
4,5	2/4	2/3	3/6	1/4	8/17	47,1	7,41	7,33	46	48
6,5	5/5	3/5	2/3	3/4	13/17	76,5	7,41	7,33	46	44
8,5	4/4	3/3	3/4	2/4	12/15	80,0	7,39	7,34	46	48
10,5	4/4	3/4	4/4	3/3	14/15	93,3	7,41	7,36	46	48
CE50(I)-48h = 4,78 mg L ⁻¹										
IC (4,03 – 5,66)										

Tabela 28D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,70	7,6	46	44
0,5	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,68	7,6	48	48
2,5	0/4	0/4	1/3	0/4	1/15	6,7	7,57	7,52	46	48
5,0	1/4	1/4	0/4	2/4	4/16	25	7,50	7,49	48	48
7,5	2/3	0/4	3/3	4/4	9/14	64,3	7,48	7,49	48	48
10,0	6/6	4/4	4/4	4/4	18/18	100	7,50	7,50	48	50

CE50(I)-48h = 5,59 mg L⁻¹

IC (4.54 – 6.9)

Tabela 29D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23/12/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,70	7,6	46	44
0,5	0/4	1/3	0/4	0/4	1/15	6,7	7,68	7,6	48	48
2,5	0/4	1/4	0/4	2/4	3/16	18,7	7,57	7,52	46	48
5,0	2/4	2/4	4/5	1/4	9/17	52,9	7,50	7,49	48	48
7,5	2/4	3/4	3/4	4/4	12/16	75	7,48	7,49	48	48
10,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,50	7,50	48	50

CE50(I)-48h = 4,15 mg L⁻¹

IC (2,97 – 5,80).

Tabela 30D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 23/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,70	7,6	46	44
0,5	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,68	7,6	48	48
2,5	0/4	0/4	1/4	0/3	1/15	6,7	7,57	7,52	46	48
5,0	0/3	2/5	4/4	3/4	9/16	56,3	7,50	7,49	48	48
7,5	5/5	3/4	2/4	4/4	14/17	82,4	7,48	7,49	48	48
10,0	7/7	4/4	6/6	4/4	21/21	100	7,50	7,50	48	50
CE50(I)-48h = 4,43 mg L ⁻¹										
IC (3,43 – 5,47)										

Tabela 34D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 04/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,58	7,27	46	-
40	1/5	2/4	0/4	0/4	3/17	17,7	6,71	7,34	46	-
64	0/5	2/4	0/4	0/5	2/18	11,1	5,99	7,17	48	-
88	0/5	0/6	0/6	1/5	1/22	4,5	5,08	6,83	46	-
112	1/5	3/5	4/5	4/5	12/20	60	3,72	4,80	46	-
136	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	3,52	3,56	44	-
CE50(I)-48h = 82,33 mg L ⁻¹										
IC (76,01 – 89,17)										

Tabela 35D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 04/02/2010										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,58	7,27	46	-
40	0/1	0/5	2/5	0/6	3/17	17,7	6,71	7,34	46	-
64	0/5	1/5	0/4	1/5	2/19	10,5	5,99	7,17	48	-
88	0/4	0/5	1/5	2/5	3/19	15,8	5,08	6,83	46	-
112	1/5	4/5	2/5	1/5	8/20	40	3,72	4,80	46	-
136	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	3,52	3,56	44	-

CE50(I)-48h = 87,23 mg L⁻¹

IC (76,31 – 99,71)

Tabela 36D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $Al_2(SO_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	48
16	0/4	1/4	1/4	0/4	2/16	12,5	6,65	7,45	44	46
40	0/4	3/4	0/4	1/4	4/16	25	6,02	7,17	42	44
64	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	5,28	6,12	42	40
88	1/4	2/4	1/4	2/4	6/16	37,5	4,55	4,53	42	44
112	4/4	4/4	4/4	5/5	17/17	100	4,32	4,28	38	38
136	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,32	4,32	38	42
CE50(I)-48h = 85,05 mg L ⁻¹										
IC (67.22 – 107.61)										

Tabela 37D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	48
16	0/4	0/4	0/4	2/4	2/16	12,5	6,65	7,45	44	46
40	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	6,02	7,17	42	44
64	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	5,28	6,12	42	40
88	1/5	3/5	1/4	1/4	6/18	33,3	4,55	4,53	42	44
112	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,32	4,28	38	38
136	4/4	4/4	4/4	4/5	16/17	94,1	4,32	4,32	38	42
CE50(I)-48h = 90,64 mg L ⁻¹										
IC (83.71 – 98.16)										

Tabela 38D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	48
16	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	6,65	7,45	44	46
40	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	6,02	7,17	42	44
64	0/4	0/5	0/6	0/4	0/19	0	5,28	6,12	42	40
88	1/4	5/6	2/4	2/4	10/18	55,5	4,55	4,53	42	44
112	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	4,32	4,28	38	38
136	4/4	4/4	3/4	4/4	15/16	93,7	4,32	4,32	38	42
CE50(I)-48h = 85,43 mg L ⁻¹										
IC (79,05 – 92,32)										

Tabela 39D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	48
16	2/4	0/4	0/4	0/4	2/16	12,5	6,65	7,45	44	46
40	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	6,02	7,17	42	44
64	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	5,28	6,12	42	40
88	3/4	4/4	3/4	2/4	12/16	75	4,55	4,53	42	44
112	4/4	4/4	3/4	4/4	15/16	93,7	4,32	4,28	38	38
136	5/5	7/7	4/4	4/4	20/20	100	4,32	4,32	38	42
CE50(I)-48h = 79,68 mg L ⁻¹										
IC (73,96 – 85,85)										

Tabela 40D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,38	7,52	44	48
16	0/4	0/4	1/4	0/5	1/17	5,9	6,65	7,45	44	46
40	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	6,02	7,17	42	44
64	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	5,28	6,12	42	40
88	0/4	0/4	3/4	2/4	5/16	31,1	4,55	4,53	42	44
112	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,32	4,28	38	38
136	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,32	4,32	38	42

CE50(I)-48h = 90,94 mg L⁻¹
IC (84.93 – 97.38)

Tabela 41D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/01/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,19	7,41	48	42
40	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	6,36	7,01	46	42
64	0/4	0/4	-	0/4	0/12	0	5,38	5,94	42	42
88	2/4	4/4	3/4	4/4	13/16	81,3	4,10	4,09	42	40
112	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,06	3,98	40	44
136	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,0	3,96	42	40

CE50(I)-48h = 79,09 mg L⁻¹
IC (74,89 – 83,53)

Tabela 42D - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/01/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,19	7,41	48	42
40	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	6,36	7,01	46	42
64	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	5,38	5,94	42	42
88	3/4	4/4	3/4	4/4	14/16	87,5	4,10	4,09	42	40
112	4/4	3/4	4/4	3/4	14/16	87,5	4,06	3,98	40	44
136	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	4,0	3,96	42	40

CE50(I)-48h = 77,49 mg L⁻¹
IC (72,40 – 82,94)

APÊNDICE E - METAIS
NOTODIAPTOMUS IHERINGI

Tabela 1E- Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,07	7,21	42	-
0,1	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	,3	7,05	7,43	42	42
1,0	1/4	0/5	0/4	1/4	2/17	11,8	7,06	7,65	40	42
10,0	1/4	2/4	3/4	3/4	9/16	56,3	6,65	7,61	40	42
20,0	2/4	4/4	4/4	2/4	12/16	75	6,34	7,38	40	42
30,0	5/6	6/6	4/4	4/4	19/20	95	6,28	7,31	38	40
CE50(I)-48h = 5,83 mg L ⁻¹										
IC (3,11 – 10,92)										

Tabela 2E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,07	7,21	42	-
0,1	0/4	1/5	0/4	0/3	1/16	6,3	7,05	7,43	42	42
1,0	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,06	7,65	40	42
10,0	1/4	2/4	2/4	0/5	5/17	29,4	6,65	7,61	40	42
20,0	4/4	2/4	2/4	4/4	12/16	75	6,34	7,38	40	42
30,0	3/4	4/4	4/4	3/4	14/16	87,5	6,28	7,31	38	40

CE50(I)-48h = 12,13 mg L⁻¹
IC (7.85 – 18.73)

Tabela 3E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,07	7,21	42	-
0,1	0/4	0/4	0/5	0/3	0/16	0	7,05	7,43	42	42
1,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,06	7,65	40	42
10,0	1/4	2/4	1/7	3/4	7/29	36,8	6,65	7,61	40	42
20,0	4/4	3/4	3/4	6/7	16/19	84,2	6,34	7,38	40	42
30,0	4/4	4/4	4/4	6/6	18/18	100	6,28	7,31	38	40
CE50(I)-48h = 8,88 mg L ⁻¹										
IC (6,3 – 12,53)										

Tabela 4E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	7,07	7,21	42	-
0,1	1/4	1/4	0/5	1/4	3/19	15,8	7,05	7,43	42	42
1,0	0/4	0/5	0/5	0/7	0/21	0	7,06	7,65	40	42
10,0	2/4	1/4	2/4	1/4	6/16	37,5	6,65	7,61	40	42
20,0	4/4	5/5	3/4	3/4	15/17	88,2	6,34	7,38	40	42
30,0	4/4	7/7	8/8	6/6	25/25	100	6,28	7,31	38	40
CE50(I)-48h = 8,51 mg L ⁻¹										
IC (5,36 – 13,51)										

Tabela 5E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/4	0/4	0/19	0	7,53	7,52	46	-
0,1	1/4	0/4	0/5	0/3	1/16	6,3	7,72	7,63	-	48
1,0	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,65	7,6	42	46
10,0	4/4	3/4	0/4	3/4	10/16	62,5	7,33	7,58	-	46
20,0	4/4	4/4	2/4	4/4	14/16	87,5	7,03	7,68	40	42
30,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,78	7,56	40	42
CE50(I)-48h = 5,57 mg L ⁻¹										
IC (3,54 – 8,78)										

Tabela 6E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/4	0/4	0/19	0	7,53	7,52	46	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,72	7,63	-	48
1,0	1/5	0/4	1/4	1/4	3/17	17,7	7,65	7,6	42	46
10,0	1/4	0/4	2/4	2/5	3/17	29,4	7,33	7,58	-	46
20,0	4/4	2/4	3/4	4/4	13/16	81,3	7,03	7,68	40	42
30,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,78	7,56	40	42
CE50(I)-48h = 6,72 mg L ⁻¹										
IC (3.88 – 11.65)										

Tabela 7E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 18/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/4	0/4	0/19	0	7,53	7,52	46	-
0,1	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,72	7,63	-	48
1,0	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,65	7,6	42	46
10,0	3/4	1/5	1/5	1/4	6/18	33,33	7,33	7,58	-	46
20,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,03	7,68	40	42
30,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,78	7,56	40	42
CE50(I)-48h = 8,7 mg L ⁻¹										
IC (5,76 – 13,13)										

Tabela 8E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/2	-	0/4	0/4	0/10	0	7,53	7,41	44	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,54	7,39	42	42
1,0	0/3	0/4	1/4	4/4	5/15	33,3	7,45	7,32	42	42
10,0	1/4	3/4	2/2	2/4	8/16	50	6,85	7,34	-	40
20,0	4/4	4/4	2/2	4/4	14/16	87,5	6,6	7,24	42	40
30,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,36	7,17	40	40
CE50(I)-48h = 3,32 mg L ⁻¹										
IC (1.68 – 6.56)										

Tabela 9E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/2	-	0/4	0/4	0/10	0	7,53	7,41	44	-
0,1	1/3	0/4	0/4	0/4	1/15	6,7	7,54	7,39	42	42
1,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,45	7,32	42	42
10,0	1/4	0/4	0/4	3/5	4/17	23,5	6,85	7,34	-	40
20,0	2/4	2/4	3/4	4/4	11/16	68,7	6,6	7,24	42	40
30,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,36	7,17	40	40

CE50(I)-48h = 11,97 mg L⁻¹
IC (8,25 – 17,37)

Tabela 13E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/11/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/4	0/5	0/20	0	7,55	7,52	48	46
0,1	0/5	0/4	0/4	0/3	0/16	0	7,64	7,67	44	48
1,0	0/6	0/4	0/4	0/5	0/20	0	7,61	7,89	46	48
10,0	1/5	0/4	0/4	0/3	1/16	6,3	7,49	8,07	46	46
20,0	1/4	1/4	0/4	2/4	4/16	25	7,27	8,19	42	44
30,0	4/4	4/4	2/3	3/4	13/15	86,7	7,00	8,10	44	42

CE50(I)-48h = 22,92 mg L⁻¹
IC (19,05 – 27,57)

Tabela 14E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/11/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/4	0/5	0/20	0	7,55	7,52	48	46
0,1	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,64	7,67	44	48
1,0	0/6	0/5	0/4	0/5	0/20	0	7,61	7,89	46	48
10,0	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,49	8,07	46	46
20,0	3/4	2/4	3/3	3/4	11/15	73,3	7,27	8,19	42	44
30,0	4/4	2/4	2/4	3/4	11/16	68,8	7,00	8,10	44	42

CE50(I)-48h = 15,98 mg L⁻¹

IC (13,41 – 19,03)

Tabela 15E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/11/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/4	0/5	0/20	0	7,55	7,52	48	46
0,1	0/4	0/4	0/6	0/4	0/20	0	7,64	7,67	44	48
1,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/20	0	7,61	7,89	46	48
10,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/20	0	7,49	8,07	46	46
20,0	3/4	2/6	2/4	2/4	9/21	42,9	7,27	8,19	42	44
30,0	6/6	4/4	4/4	5/5	19/20	95	7,00	8,10	44	42

CE50(I)-48h = 19,77 mg L⁻¹
IC (17,28 – 22,63)

Tabela 16E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 30/11/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/6	0/5	0/22	0	8,33	7,72	44	48
0,1	0/5	0/5	0/8	0/3	0/21	0	8,44	7,66	44	46
1,0	0/4	0/4	0/5	0/7	0/20	0	8,50	7,67	44	44
10,0	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,90	7,62	44	44
20,0	1/4	2/5	1/7	1/5	5/22	22,7	7,20	7,56	42	42
30,0	3/3	2/5	4/5	2/5	11/18	61,1	6,89	7,50	42	42

CE50(I)-48h = 26,68 mg L⁻¹

IC (22,26 – 31,97)

Tabela 17E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/12/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	7,75	7,56	46	46
0,1	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,65	7,63	60	48
1,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,21	7,58	48	48
10,0	0/6	1/6	1/5	1/6	3/23	13	6,91	7,56	50	44
20,0	1/6	2/5	0/4	3/5	6/19	31,6	6,71	7,48	48	44
30,0	6/6	4/5	3/5	4/5	17/21	80,9	6,51	7,40	50	44

CE50(I)-48h = 32,73 mg L⁻¹
IC (28,61 – 37,44)

Tabela 18E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	7,75	7,56	46	46
0,1	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,65	7,63	60	48
1,0	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,21	7,58	48	48
10,0	0/4	1/5	2/7	0/3	3/19	15,8	6,91	7,56	50	44
20,0	1/3	3/5	3/4	6/6	13/18	72,2	6,71	7,48	48	44
30,0	5/5	4/6	5/5	4/5	18/20	90	6,51	7,40	50	44

CE50(I)-48h = 25,83 mg L⁻¹
IC (22,73 – 29,35)

Tabela 19E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	7,75	7,56	46	46
0,1	0/7	0/4	0/5	0/12	0/28	0	7,65	7,63	60	48
1,0	0/5	1/5	0/6	0/7	1/23	4,3	7,21	7,58	48	48
10,0	1/5	0/5	1/5	1/5	3/20	15	6,91	7,56	50	44
20,0	3/5	1/5	3/6	3/6	13/23	56,5	6,71	7,48	48	44
30,0	4/4	3/5	3/5	6/8	16/22	72,7	6,51	7,40	50	44

CE50(I)-48h = 28,81 mg L⁻¹
IC (24,07 – 34,48)

Tabela 20E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,42	7,49	42	44
1,0	0/5	0/4	0/5	0/4	0/18	0	7,33	7,51	44	44
10,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,85	7,46	42	44
20,0	1/5	0/5	1/5	0/5	2/20	10	6,45	7,36	42	42
30,0	3/5	1/4	1/5	6/6	11/20	55	6,27	7,28	40	42
40,0	4/5	4/5	6/6	5/6	20/22	90,9	6,12	7,14	40	42

CE50(I)-48h = 28,44 mg L⁻¹

IC (25,59 – 31,62)

Tabela 21E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25.03.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,80	7,45	42	48
10	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,16	7,47	44	46
20	1/8	0/5	3/5	2/5	6/23	26,1	7,18	7,39	42	44
30	2/5	2/5	0/3	3/5	7/20	35	6,94	7,27	42	42
40	5/5	4/5	4/5	5/5	18/20	90	6,80	7,11	44	46
50	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	6,65	6,95	40	40

CE50(I)-48h = 27,44 mg L⁻¹
IC (23,67 – 31,80)

Tabela 22E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/7	1/5	0/5	0/5	1/22	4,5	7,77	7,62	42	44
10	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,14	7,61	42	44
20	0/5	0/5	1/4	1/5	2/19	10,5	6,86	7,62	46	44
30	2/5	2/5	1/5	2/5	7/20	35	6,66	7,34	42	44
40	3/5	5/5	5/6	4/5	17/21	80,9	6,55	7,15	42	48
50	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	6,42	6,95	46	44

CE50(I)-48h = 30,98 mg L⁻¹
IC (27,74 – 34,59)

Tabela 23E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/7	1/5	0/5	0/5	1/22	4,5	7,77	7,62	42	44
10	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,14	7,61	42	44
20	1/5	1/6	1/5	0/5	3/21	14,3	6,86	7,62	46	44
30	2/6	4/5	1/4	1/5	8/20	40	6,66	7,34	42	44
40	1/8	1/5	5/5	5/5	12/23	52,2	6,55	7,15	42	48
50	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	6,42	6,95	46	44

CE50(I)-48h = 32,12 mg L⁻¹
IC (28,46 – 36,26)

Tabela 24E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/7	1/5	0/5	0/5	1/22	4,5	7,77	7,62	42	44
10	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,14	7,61	42	44
20	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	6,86	7,62	46	44
30	3/5	2/5	1/5	1/5	7/20	35	6,66	7,34	42	44
40	5/5	6/6	2/5	5/5	18/21	85,7	6,55	7,15	42	48
50	5/5	5/5	6/6	5/5	21/21	100	6,42	6,95	46	44

CE50(I)-48h = 31,96 mg L⁻¹
IC (29,41 – 34,74)

Tabela 25E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	-	0/4	0/10	0/5	0/19	0	7,61	7,57	42	46
10	0/5	0/5	1/5	0/5	1/20	5	7,16	7,73	46	46
20	0/4	0/5	2/5	1/5	3/19	15,8	7,02	7,74	44	44
30	1/5	1/5	1/5	0/5	3/20	15	6,86	7,64	44	48
40	2/5	3/5	2/5	5/5	12/20	60	6,72	7,50	42	46
50	5/5	5/5	5/5	5/6	20/21	95,2	6,63	7,39	46	42

CE50(I)-48h = 34,49 mg L⁻¹
IC (30,0 – 39,66)

Tabela 26E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	-	0/4	0/10	0/5	0/19	0	7,61	7,57	42	46
10	1/4	0/7	0/5	0/5	1/21	4,8	7,16	7,73	46	46
20	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,02	7,74	44	44
30	1/5	0/5	2/5	2/4	5/19	26,3	6,86	7,64	44	48
40	1/4	3/5	2/5	2/4	8/18	44,4	6,72	7,50	42	46
50	5/5	5/5	5/6	3/5	18/21	85,7	6,63	7,39	46	42

CE50(I)-48h = 38,44 mg L⁻¹
IC (33,97 – 43,49)

Tabela 27E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,84	7,94	42	46
10	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,53	7,82	46	42
20	1/5	2/5	0/5	0/6	3/21	14,3	7,34	7,71	44	42
30	2/5	3/5	1/5	1/5	7/20	35	7,21	7,70	42	44
40	4/5	2/5	3/5	3/5	12/20	60	7,08	7,61	46	42
50	4/5	4/5	5/5	5/5	18/20	90	6,97	7,43	44	42

CE50(I)-48h = 33,65 mg L⁻¹
IC (29,32 – 38,63)

Tabela 28E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,84	7,94	42	46
10	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,53	7,82	46	42
20	1/5	1/5	0/5	1/5	3/20	15	7,34	7,71	44	42
30	1/5	2/5	2/5	1/5	6/20	30	7,21	7,70	42	44
40	4/5	4/5	2/5	3/5	13/20	65	7,08	7,61	46	42
50	4/5	5/5	5/5	4/5	18/20	90	6,97	7,43	44	42

CE50(I)-48h = 33,73 mg L⁻¹

IC (29,37 – 38,73)

Tabela 29E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,84	7,94	42	46
10	0/5	0/3	0/5	1/5	1/18	5,6	7,53	7,73	46	44
20	0/5	1/5	1/5	0/5	2/20	10	7,34	7,70	44	44
30	3/5	2/5	3/5	3/5	8/20	40	7,21	7,55	42	46
40	2/5	3/5	4/5	3/5	12/20	60	7,08	7,54	46	42
50	4/5	4/5	4/5	5/5	17/20	85	6,97	7,42	44	44

CE50(I)-48h = 33,94 mg L⁻¹

IC (29,55 – 38,98)

Tabela 30E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $K_2Cr_2O_7$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 08.04.2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,84	7,94	42	46
10	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,53	7,73	46	44
20	0/5	1/5	0/5	0/5	1/20	5	7,34	7,70	44	44
30	1/4	4/5	2/5	2/5	9/19	47,4	7,21	7,55	42	46
40	3/5	2/4	3/5	2/5	10/19	52,6	7,08	7,54	46	42
50	4/5	3/5	4/5	4/5	15/20	75	6,97	7,42	44	44

CE50(I)-48h = 37,71 mg L⁻¹

IC (28 81 – 41 83)

Tabela 34E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,30	7,02	42	-
0,5	0/4	0/4	0/6	0/4	0/18	0	7,42	7,24	-	-
1,75	0/5	2/4	0/4	1/4	3/17	17,7	7,29	7,28	-	48
3,0	4/4	3/4	4/4	3/4	14/16	87,5	7,25	7,29	-	48
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	7,46	-	48
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,45	7,49	-	40
CE50(I)-48h = 2,12 mg L ⁻¹										
IC (1,78 – 2,52)										

Tabela 35E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,30	7,02	42	-
0,5	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,42	7,24	-	-
1,75	1/4	0/4	2/5	2/4	5/17	29,4	7,29	7,28	-	48
3,0	3/4	6/6	4/4	2/4	15/18	83,3	7,25	7,29	-	48
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,24	7,46	-	48
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,45	7,49	-	40
CE50(I)-48h = 1,94 mg L ⁻¹										
IC (1,57 – 2,39)										

Tabela 36E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,30	7,02	42	-
0,5	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,42	7,24	-	-
1,75	0/3	1/4	0/4	1/4	2/15	13,3	7,29	7,28	-	48
3,0	3/4	3/4	4/4	4/4	14/16	87,5	7,25	7,29	-	48
4,25	4/4	4/4	4/4	5/5	17/17	100	7,24	7,46	-	48
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,45	7,49	-	40
CE50(I)-48h = 2,27 mg L ⁻¹										
IC (1,97 – 2,62)										

Tabela 37E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,30	7,02	42	-
0,5	2/2	1/7	0/4	0/4	3/17	17,7	7,42	7,24	-	-
1,75	3/3	5/5	4/4	2/4	14/16	87,5	7,29	7,28	-	48
3,0	3/4	2/4	1/5	3/3	9/16	56,3	7,25	7,29	-	48
4,25	3/4	3/4	4/4	3/4	13/16	82,3	7,24	7,46	-	48
5,5	4/4	4/4	7/7	4/4	19/19	100	7,45	7,49	-	40
CE50(I)-48h = 1,31 mg L ⁻¹										
IC (0,94 – 1,84)										

Tabela 38E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,28	7,54	46	-
0,5	0/6	0/4	0/4	0/6	0/21	0	7,26	7,47	-	-
1,75	1/4	0/4	2/4	1/5	4/17	23,5	7,22	7,47	-	-
3,0	4/4	3/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,15	7,36	-	-
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,23	7,36	-	-
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	7,35	42	-

Tabela 39E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,28	7,54	46	-
0,5	1/4	1/4	0/5	0/4	2/17	11,8	7,26	7,47	-	-
1,75	0/4	0/4	0/4	2/5	2/17	11,8	7,22	7,47	-	-
3,0	3/4	4/4	3/4	4/4	14/16	87,5	7,15	7,36	-	-
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,23	7,36	-	-
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	7,35	42	-
CE50(I)-48h = 2,36 mg L ⁻¹										
IC (2,17 - 2,58)										

Tabela 40E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/08/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,28	7,54	46	-
0,5	0/4	0/6	0/4	0/4	0/18	0	7,26	7,47	-	-
1,75	2/4	1/4	0/3	1/5	4/16	25	7,22	7,47	-	-
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,15	7,36	-	-
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,23	7,36	-	-
5,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,21	7,35	42	-
CE50(I)-48h = 1,87 mg L ⁻¹										
IC (1,55 – 2,26)										

Tabela 41E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/12/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,41	7,90	42	-
0,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,53	8,07	42	46
1,75	2/4	0/6	2/5	1/6	5/21	23,8	7,48	7,92	44	44
3,0	4/4	4/5	4/5	3/5	15/20	75	7,50	7,97	46	44
4,25	3/4	5/7	5/5	5/5	18/22	81,8	7,48	7,91	48	46
5,5	6/6	5/5	5/5	5/5	21/21	100	7,46	7,90	46	46

CE50(I)-48h = 2,19 mg L⁻¹

IC (1,80 – 2,65)

Tabela 42E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,41	7,90	42	-
0,5	0/5	0/5	0/5	0/7	0/22	0	7,53	8,07	42	46
1,75	2/5	2/6	2/7	2/5	8/23	34,8	7,48	7,92	44	44
3,0	5/5	3/5	5/5	3/5	16/20	80	7,50	7,97	46	44
4,25	6/7	5/5	5/5	5/5	21/22	95,5	7,48	7,91	48	46
5,5	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,46	7,90	46	46
CE50(I)-48h = 1,86 mg L ⁻¹										
IC (1,53 – 2,26)										

Tabela 43E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,41	7,90	42	-
0,5	0/6	1/4	0/6	1/5	0/21	0	7,53	8,07	42	46
1,75	3/5	1/5	3/5	3/7	10/22	45,5	7,48	7,92	44	44
3,0	8/10	4/5	-	2/5	14/20	70	7,50	7,97	46	44
4,25	5/5	7/7	5/5	5/8	22/25	88	7,48	7,91	48	46
5,5	7/7	5/5	7/7	7/7	26/26	100	7,46	7,90	46	46
CE50(I)-48h = 1,81 mg L ⁻¹										
IC (1,46 – 2,24)										

Tabela 44E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,41	7,90	42	-
0,5	0/5	0/6	0/5	0/4	0/20	0	7,53	8,07	42	46
1,75	1/5	4/5	2/5	2/5	9/20	45	7,48	7,92	44	44
3,0	4/5	3/5	4/5	4/6	15/21	71,4	7,50	7,97	46	44
4,25	5/5	5/5	6/6	6/7	22/23	95,7	7,48	7,91	48	46
5,5	6/6	7/7	5/5	5/5	23/23	100	7,46	7,90	46	46

CE50(I)-48h = 1,76 mg L⁻¹

IC (1,41 - 2,19)

Tabela 45E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,41	7,90	42	-
0,5	0/9	0/6	0/8	-	0/22	0	7,53	8,07	42	46
1,75	3/7	4/7	1/7	-	8/23	34,8	7,48	7,92	44	44
3,0	6/8	6/6	5/6	-	16/20	80	7,50	7,97	46	44
4,25	6/6	5/5	9/9	-	21/22	95,5	7,48	7,91	48	46
5,5	7/7	5/5	9/10	-	20/20	100	7,46	7,90	46	46
CE50(I)-48h = 1,76 mg L ⁻¹										
IC (1,42 - 2,18)										

Tabela 46E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,84	50	50
0,5	0/5	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,42	7,79	50	50
1,75	0/4	0/4	3/5	2/5	5/18	27,8	7,46	7,75	50	52
3,0	4/5	4/4	4/4	4/4	16/17	94,1	7,43	7,75	50	52
4,25	4/4	5/5	7/7	5/5	21/21	100	7,46	7,72	52	52
5,5	5/5	5/5	3/3	5/5	18/18	100	7,45	7,70	50	54
CE50(I)-48h = 1,83 mg L ⁻¹										
IC (1,51 – 2,23)										

Tabela 47E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/12/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,84	50	50
0,5	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,42	7,79	50	50
1,75	1/5	2/5	3/5	0/5	6/20	30	7,46	7,75	50	52
3,0	5/6	5/5	6/6	5/5	21/22	95,5	7,43	7,75	50	52
4,25	4/5	3/3	5/5	6/6	18/19	94,7	7,46	7,72	52	52
5,5	4/4	5/5	5/5	4/4	18/18	100	7,45	7,70	50	54

CE50(I)-48h = 1,82 mg L⁻¹

IC (1 50 – 2 20).

Tabela 48E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,84	50	50
0,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,42	7,79	50	50
1,75	1/5	1/5	1/5	1/5	4/20	20	7,46	7,75	50	52
3,0	4/5	4/5	4/6	4/5	16/21	76,2	7,43	7,75	50	52
4,25	5/5	6/6	5/5	6/6	22/22	100	7,46	7,72	52	52
5,5	6/6	5/5	5/5	7/7	23/23	100	7,45	7,70	50	54

CE50(I)-48h = 2,13 mg L⁻¹

IC (1,78 – 2,55)

Tabela 49E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,84	50	50
0,5	0/5	0/6	0/5	0/6	0/22	0	7,42	7,79	50	50
1,75	0/5	2/6	2/6	2/5	6/22	27,3	7,46	7,75	50	52
3,0	2/5	4/5	4/4	3/4	13/18	71,2	7,43	7,75	50	52
4,25	5/5	5/5	5/4	5/5	20/20	100	7,46	7,72	52	52
5,5	6/6	6/6	5/5	7/7	23/23	100	7,45	7,70	50	54

CE50(I)-48h = 2,03 mg L⁻¹
IC (1.67 – 2.47)

Tabela 50E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/12/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,57	7,84	50	50
0,5	1/6	0/5	0/6	0/5	1/22	4,5	7,42	7,79	50	50
1,75	1/5	1/5	1/5	6/10	9/25	36	7,46	7,75	50	52
3,0	5/5	4/5	3/6	3/5	15/21	71,4	7,43	7,75	50	52
4,25	3/3	6/6	5/6	4/4	18/18	100	7,46	7,72	52	52
5,5	7/7	3/3	5/5	4/4	19/19	100	7,45	7,70	50	54

CE50(I)-48h = 1,88 mg L⁻¹

IC (1,50 - 2,34)

Tabela 51E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06/05/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,45	7,26	44	48
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,45	7,29	46	48
1,25	0/4	2/4	1/4	0/4	3/16	18,7	7,31	7,25	46	46
2,25	2/4	3/4	2/4	1/4	8/16	50	7,33	7,24	48	46
3,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,35	7,25	50	46
4,25	4/4	0/4	2/2	4/4	14/14	100	7,37	7,27	44	46
CE50(I)-48h = 1,73 mg L ⁻¹										
IC (1,36 – 2,22)										

Tabela 52E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06/05/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,45	7,26	44	48
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,45	7,29	46	48
1,25	1/4	1/4	1/4	0/4	3/16	18,7	7,31	7,25	46	46
2,25	4/4	2/4	2/4	2/4	10/16	62,5	7,33	7,24	48	46
3,25	2/4	3/4	2/4	3/4	10/16	62,5	7,35	7,25	50	46
4,25	4/4	3/4	5/5	4/4	16/17	94,1	7,37	7,27	44	46
CE50(I)-48h = 1,97 mg L ⁻¹										
IC (1,5 - 2,6)										

Tabela 53E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06/05/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,45	7,26	44	48
0,25	0/4	0/4	1/4	0/4	0/16	0	7,45	7,42	46	48
1,25	1/4	2/4	2/4	3/4	8/16	50	7,31	7,37	46	48
2,25	4/4	3/3	2/4	3/4	12/15	80	7,33	7,35	48	-
3,25	3/4	3/4	3/4	3/4	12/16	75	7,35	7,32	50	48
4,25	3/4	3/4	3/4	2/3	14/15	93,3	7,37	7,25	44	46
CE50(I)-48h = 1,12 mg L ⁻¹										
IC (0,78 - 1,62)										

Tabela 54E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 06/05/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,45	7,26	44	48
0,25	0/4	0/3	1/4	0/4	0/15	0	7,31	7,35	48	44
1,25	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,33	7,35	46	46
2,25	1/4	0/4	2/4	3/4	6/16	37,5	7,38	7,35	46	46
3,25	1/3	3/4	3/4	2/4	9/16	56,3	7,36	7,35	46	46
4,25	4/4	3/3	3/4	3/4	13/15	86,7	7,39	7,37	46	46

CE50(I)-48h = 2,69 mg L⁻¹

IC (2,22 – 3,26)

Tabela 58E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/05/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,43	7,5	44	44
0,25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,27	7,47	46	44
1,25	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	7,34	7,44	44	46
2,25	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,34	7,44	46	46
3,25	2/4	3/4	2/4	3/4	10/16	62,5	7,35	7,47	46	48
4,25	4/4	3/4	3/4	3/4	13/16	81,3	7,36	7,48	46	46

CE50(I)-48h = 3,08 mg L⁻¹

IC (2,69 – 3,52)

Tabela 59E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/05/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,43	7,5	44	44
0,25	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	62,5	7,27	7,47	46	44
1,25	1/4	0/4	0/3	0/3	1/14	7,1	7,34	7,44	44	46
2,25	0/3	1/4	2/4	1/4	7/16	43,7	7,34	7,44	46	46
3,25	4/4	3/3	4/4	3/4	14/15	93,3	7,35	7,47	46	48
4,25	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,36	7,48	46	46
CE50(I)-48h = 2,18 mg L ⁻¹										
IC (1,7 - 2,79)										

Tabela 60E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $ZnCl_2$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste:										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,43	7,5	44	44
0,25	1/3	0/9	0/4	-	1/16	6,3	7,27	7,47	46	44
1,25	0/4	0/4	0/4	-	0/12	0	7,34	7,44	44	46
2,25	0/4	1/4	0/4	-	1/12	8,3	7,34	7,44	46	46
3,25	1/4	1/4	1/4	-	3/12	25	7,35	7,47	46	48
4,25	4/4	3/4	4/4	-	11/12	91,7	7,36	7,48	46	46

CE50(I)-48h = 3,49 mg L⁻¹

IC (3,14 – 3,87)

Tabela 61E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,53	7,37	44	-
5	0/4	1/5	0/3	5/6	6/18	33,3	6,77	7,57	-	-
25	2/5	0/4	0/4	1/5	3/18	16,7	6,2	7,34	44	-
50	0/5	0/3	0/4	0/4	0/16	0	4,95	6,9	42	42
75	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	3,52	6,92	42	42
100	4/4	4/4	4/4	7/7	19/19	100	2,96	3,14	40	42

CE50(I)-48h = 59,47 mg L⁻¹

IC (55,8 – 63,38)

Tabela 62E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,53	7,37	44	-
5	1/5	0/5	0/6	1/5	2/21	9,5	6,77	7,57	-	-
25	1/4	1/4	0/4	1/4	3/16	18,7	6,2	7,34	44	-
50	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	4,95	6,9	42	42
75	2/2	4/4	4/4	7/7	17/17	100	3,52	6,92	42	42
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	2,96	3,14	40	42
CE50(I)-48h = 59.96 mg L ⁻¹										

Tabela 63E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/09/2009										
Concentração (mg/L.)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,53	7,37	44	-
5	0/6	0/3	1/6	0/4	1/19	5,3	6,77	7,57	-	-
25	2/4	0/4	0/4	0/4	2/16	12,5	6,2	7,34	44	-
50	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	4,95	6,9	42	42
75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	3,52	6,92	42	42
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	2,96	3,14	40	42

CE50(I)-48h = 59,43 mg L⁻¹
IC (48,87 – 72,26)

Tabela 64E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,52	7,31	44	-
5	0/5	0/5	0/4	-	0/14	0	6,68	7,41	44	42
25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	5,97	7,33	44	42
50	3/4	2/4	0/4	1/3	6/15	40	5,07	7,09	42	38
75	4/4	0/4	0/4	0/4	4/16	25	3,64	6,07	42	40
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	3,06	4,91	40	40

CE50(I)-48h = 64,87 mg L⁻¹
IC (55,53 – 75,77)

Tabela 65E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $Al_2(SO_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,52	7,31	44	-
5	0/4	0/5	0/5	1/5	1/19	5,3	6,68	7,41	44	42
25	1/5	0/4	0/5	2/3	3/17	17,7	5,97	7,33	44	42
50	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	5,07	7,09	42	38
75	2/3	1/5	4/4	0/3	7/15	46,7	3,64	6,07	42	40
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	3,06	4,91	40	40

CE50(I)-48h = 68,07 mg L⁻¹
IC (53,46 – 86,67)

Tabela 66E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,52	7,31	44	-
5	1/4	0/5	2/8	0/6	1/19	5,3	6,68	7,41	44	42
25	0/4	0/6	0/4	3/8	5/26	19,2	5,97	7,33	44	42
50	0/4	0/4	4/4	0/7	0/19	0	5,07	7,09	42	38
75	4/4	4/4	4/4	2/4	14/16	87,5	3,64	6,07	42	40
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	3,06	4,91	40	40

CE50(I)-48h = 56,08 mg L⁻¹
IC (45,36 – 69,33)

Tabela 67E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/10/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,52	7,31	44	-
5	0/4	0/3	0/4	0/2	0/13	0	6,68	7,41	44	42
25	0/4	1/4	0/4	0/5	1/17	5,9	5,97	7,33	44	42
50	0/4	0/3	1/4	0/6	1/17	5,9	5,07	7,09	42	38
75	4/4	4/4	8/8	0/7	16/23	69,6	3,64	6,07	42	40
100	4/4	4/4	7/7	4/4	19/19	100	3,06	4,91	40	40

CE50(I)-48h = 61,57 mg L⁻¹
IC (52,46 – 72,26)

Tabela 68E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/10/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/6	0/3	0/18	0	7,17	7,4	46	-
5	0/4	0/5	0/4	1/4	1/17	5,9	6,63	7,25	46	-
25	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	6,05	7,16	46	-
50	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	5,01	7,04	-	-
75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	3,33	5,02	48	-
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	2,83	4,32	46	-
CE50(I)-48h = 60.98 mg L ⁻¹										

Tabela 69E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/10/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/6	0/3	0/18	0	7,17	7,4	46	-
5	0/4	2/3	0/4	0/4	2/17	11,8	6,63	7,25	46	-
25	1/4	0/4	0/4	0/4	1/18	5,5	6,05	7,16	46	-
50	2/4	0/5	0/4	0/4	2/19	10,5	5,01	7,04	-	-
75	4/4	4/4	3/4	5/5	17/18	94,4	3,33	5,02	48	-
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	2,83	4,32	46	-

CE50(I)-48h = 60,02 mg L⁻¹
IC (53,71 – 67,08)

Tabela 70E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/10/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/6	0/3	0/18	0	7,17	7,4	46	-
5	0/4	0/4	0/4	0/4	0/18	0	6,63	7,25	46	-
25	0/4	0/4	0/4	0/5	0/19	0	6,05	7,16	46	-
50	0/4	0/4	0/4	0/5	0/19	0	5,01	7,04	-	-
75	6/6	4/4	5/5	6/6	21/21	100	3,33	5,02	48	-
100	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	2,83	4,32	46	-

CE50(I)-48h = 61.24 mg L⁻¹

Tabela 71E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/01/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/6	0/5	0/5	1/20	5	7,46	6,67	46	-
2,5	1/5	0/4	0/5	0/5	1/19	5,3	7,19	7,54	46	44
5	0/5	0/5	0/5	0/6	0/21	0	7,04	7,54	46	46
25	3/5	2/5	2/6	1/5	8/21	38,1	6,37	7,37	46	46
50	1/5	1/5	1/5	2/5	5/20	25	5,63	7,01	46	46
75	4/5	4/4	4/6	3/5	15/20	75	4,48	5,38	46	46

CE50(I)-48h = 57,0 mg L⁻¹

IC (41,07 – 79,11)

Tabela 72E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/01/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/6	0/5	0/5	1/20	5	7,46	6,67	46	-
2,5	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,19	7,54	46	44
5	1/5	1/5	1/6	0/5	2/21	9,5	7,04	7,54	46	46
25	1/6	3/6	1/5	2/5	7/22	31,8	6,37	7,37	46	46
50	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	5,63	7,01	46	46
75	3/4	5/6	6/7	6/6	20/23	86,9	4,48	5,38	46	46

CE50(I)-48h = 60,20 mg L⁻¹

IC (50,58 – 71,65)

Tabela 76E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,28	7,24	48	48
2,5	0/5	1/5	0/5	0/6	1/21	4,8	6,97	7,45	46	46
5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,86	7,58	46	46
25	0/5	0/5	0/5	2/5	2/20	10	6,09	7,52	44	46
50	2/5	1/5	1/4	1/5	5/19	26,3	5,37	7,20	44	46
75	3/5	3/5	2/5	1/5	9/20	45	4,20	6,25	44	46
100	5/5	6/6	5/5	5/5	21/21	100	3,73	3,76	38	46

CE50(I)-48h = 58,75 mg L⁻¹

IC (46,99 – 73,47)

Tabela 77E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,28	7,24	48	48
2,5	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	6,97	7,45	46	46
5	0/4	0/5	0/5	0/6	0/20	0	6,86	7,58	46	46
25	1/5	1/5	0/4	0/5	2/19	10,5	6,09	7,52	44	46
50	3/5	2/5	2/5	2/5	9/20	45	5,37	7,20	44	46
75	0/3	1/5	2/5	0/5	3/18	16,7	4,20	6,25	44	46
100	5/5	5/5	5/5	7/7	22/22	100	3,73	3,76	38	46

CE50(I)-48h = 57,81 mg L⁻¹

IC (46,75 – 71,49)

Tabela 78E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 05/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,28	7,24	46	48
2,5	0/5	0/5	0/4	0/4	0/18	0	6,96	7,45	46	46
5	0/5	0/5	0/6	0/6	0/22	0	6,96	7,58	46	46
25	1/4	0/4	1/4	2/5	4/17	23,5	6,26	7,52	46	46
50	0/4	0/5	2/6	1/6	3/21	14,2	5,54	7,20	44	46
75	3/5	1/5	3/5	2/5	9/20	45	4,39	6,25	44	46
100	5/5	6/6	5/5	5/5	21/21	100	3,78	3,76	44	46

CE50(I)-48h = 54,17 mg L⁻¹

IC (42,28 – 69,41)

Tabela 79E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,44	7,47	46	46
2,5	0/5	0/7	0/5	0/5	0/22	0	7,16	7,49	44	50
5	0/6	0/4	0/5	0/5	0/20	0	7,05	7,48	46	50
25	3/5	1/4	3/5	2/5	9/19	47,4	6,30	7,34	44	50
50	2/5	2/5	1/6	3/5	8/21	38,1	5,54	7,03	44	50
75	5/5	5/5	3/6	5/5	18/21	85,7	4,13	6,53	44	50
100	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	3,64	3,92	44	50
CE50(I)-48h = 31,23 mg L ⁻¹										
IC (23,33 – 41,81)										

Tabela 80E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 07/02/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/5	0/5	0/21	0	7,44	7,47	46	46
2,5	0/7	0/6	0/8	0/4	0/25	0	7,16	7,49	44	50
5	0/5	0/5	0/5	0/6	0/21	0	7,05	7,48	46	50
25	2/5	2/5	2/5	3/5	9/20	45	6,30	7,34	44	50
50	1/6	1/8	2/7	3/5	7/26	26,9	5,54	7,03	44	50
75	8/8	5/5	6/6	5/5	24/24	100	4,13	6,53	44	50
100	6/6	5/5	5/5	5/5	21/21	100	3,64	3,92	44	50

CE50(I)-48h = 33,89 mg L⁻¹

IC (25,98 – 44,22)

Tabela 81E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 12/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	7,77	-	44	48
0,05	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,79	-	46	48
12,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,99	7,55	44	42
25,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	5,38	5,11	38	36
37,5	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,59	4,57	32	36
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,47	4,45	24	24

CE50(I)-48h = 17.68mg L⁻¹

Tabela 82E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,68	7,76	48	46
1,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,58	7,83	46	46
12,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,02	7,73	46	44
25,0	0/5	0/5	0/6	0/5	0/21	0	6,58	7,56	48	42
37,5	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	6,10	7,25	44	44
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	5,23	5,86	40	44

CE50(I)-48h = 43,3 mg L⁻¹

Tabela 83E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5	7,68	7,76	48	46
1,0	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,58	7,45	46	46
12,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,02	7,62	46	44
25,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,58	7,46	48	44
37,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,10	7,18	44	46
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	5,23	6,41	40	40

CE50(I)-48h = 43,3 mg L⁻¹

Tabela 84E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,8	7,27	42	46
20,0	0/5	1/5	0/5	0/5	1/20	5	6,53	7,34	42	44
27,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,56	7,18	42	44
30,0	0/6	0/6	0/5	0/5	0/22	0	6,15	7,01	40	44
42,5	5/5	5/5	4/4	5/5	19/19	100	4,96	5,29	40	44
50,0	6/6	5/5	5/5	5/5	21/21	100	4,65	4,65	40	44

CE50(I)-48h = 35,61 mg L⁻¹

Tabela 85E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,8	7,27	42	46
20,0	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	6,53	7,34	42	44
27,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,56	7,18	42	44
30,0	0/6	0/5	0/5	0/5	1/21	4,8	6,15	7,01	40	44
42,5	5/5	6/6	4/4	5/5	20/20	100	4,96	5,29	40	44
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,65	4,65	40	44

CE50(I)-48h = 35,34 mg L⁻¹
IC (35,34 – 36,06)

Tabela 86E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,28	7,51	48	42
20,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,53	7,44	42	42
27,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,10	7,11	40	42
30,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	5,88	6,9	38	40
42,5	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	5,08	5,19	40	42
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,78	4,66	40	42

CE50(I)-48h = 35,71 mg L⁻¹

Tabela 87E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,28	7,51	48	42
20,0	1/5	0/5	0/5	0/4	1/19	5,3	6,53	7,28	42	44
27,5	0/4	0/5	0/5	0/5	0/19	0	6,10	7,15	40	42
30,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	5,88	6,98	38	44
42,5	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	5,08	5,23	40	40
50,0	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	4,78	4,73	40	38

CE50(I)-48h = 35,60 mg L⁻¹

Tabela 88E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/03/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,28	7,51	48	42
20,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,53	7,39	42	40
27,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,10	7,20	40	44
30,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	5,88	7,02	38	42
42,5	5/5	5/5	5/5	4/4	19/19	100	5,08	4,98	40	40
50,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,78	4,75	40	40

CE50(I)-48h = 35,71 mg L⁻¹

Tabela 89E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 15/04/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	1/5	1/20	5	7,64	7,27	42	46
20,0	0/5	0/4	0/5	2/5	2/19	10,5	6,84	7,01	42	44
40,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	5,54	5,52	42	44
60,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,78	4,46	50	44
80,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,65	4,37	40	44
100,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,58	4,32	46	44

CE50(I)-48h = 48.98 mg L⁻¹

Tabela 90E - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 16/04/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,64	7,27	42	46
20,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	6,84	7,01	42	44
40,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	5,54	5,52	42	44
60,0	4/4	5/5	6/6	5/5	20/20	100	4,78	4,46	50	44
80,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	4,65	4,37	40	44
100,0	3/3	4/4	5/5	5/5	17/17	100	4,58	4,32	46	44

CE50(I)-48h = 28.28 mg L⁻¹

APÊNDICE F - SURFACTANTES
ARGYRODIAPTOMUS FURCATUS

Tabela 4F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 04/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/3	0/14	0	7,65	7,76	44	38
1	0/6	0/4	0/3	0/3	0/16	0	7,63	7,74	44	44
2	1/4	0/6	0/4	0/4	1/18	5,5	7,58	7,73	44	44
4	2/4	1/4	1/4	0/4	4/16	25	7,57	7,71	44	-
8	2/4	1/4	2/4	2/4	7/16	43,7	7,60	7,64	44	-
16	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,56	7,48	44	-
32	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,34	7,18	44	44
CE50(I)-48h = 6,76 mg L ⁻¹										
IC (5,32 – 8,59)										

Tabela 5F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 04/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/7	0/4	0/4	0/19	0	7,65	7,76	44	38
1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,63	7,74	44	44
2	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,58	7,73	44	44
4	3/4	1/4	1/4	2/4	7/16	43,7	7,57	7,71	44	-
8	3/4	1/4	0/4	3/4	7/16	43,7	7,60	7,64	44	-
16	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,56	7,48	44	-
32	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,34	7,18	44	44
CE50(I)-48h = 5,91 mg L ⁻¹										
IC (4,64 – 7,64)										

Tabela 6F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/2	0/14	0	7,29	7,54	42	48
1,0	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,42	7,48	44	46
4,0	1/4	0/4	1/4	1/5	3/17	17,7	7,41	7,46	44	46
10,0	2/4	1/4	0/4	3/4	6/16	37,5	7,42	7,33	44	46
16,0	4/4	3/4	3/4	3/4	13/16	81,3	7,42	7,25	42	46
22,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,50	7,23	42	46
28,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,45	7,24	42	46
CE50(I)-48h = 8,57 mg L ⁻¹										
IC (6,47 – 11,36)										

Tabela 16F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 16/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	7,42	-	44	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,40	-	44	-
1,0	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,36	-	42	-
2,0	1/4	0/4	1/4	2/4	4/16	25	7,38	-	42	-
3,0	4/5	4/4	3/3	4/4	15/16	93,7	7,35	-	42	-
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,33	-	44	-
5,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,35	-	42	-
CE50(I)-48h = 2,20 mg L ⁻¹										
IC (1.96 - 2.49)										

Tabela 17F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 20/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/7	0/5	0/3	0/5	0/20	0	7,48	7,34	46	-
0,1	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,47	7,35	46	-
1,0	0/4	0/3	0/5	0/3	0/15	0	7,44	7,37	50	-
2,0	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,44	7,37	50	-
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,43	7,37	48	-
4,0	3/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,44	7,36	44	-
5,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,40	7,35	44	-

CE50(I)-48h = 2,45 mg L⁻¹

Tabela 18F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste:20/05 /2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,48	7,34	46	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,47	7,35	46	-
1,0	0/5	0/4	2/4	0/4	2/17	11,8	7,44	7,37	50	-
2,0	1/5	0/6	1/4	1/4	3/19	15,8	7,44	7,37	50	-
3,0	4/4	4/4	3/4	4/4	15/16	93,7	7,43	7,37	48	-
4,0	4/4	4/4	3/4	4/4	15/16	93,7	7,44	7,36	44	-
5,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,40	7,35	44	-
CE50(I)-48h = 1,96 mg L ⁻¹										
IC (1.51 – 2.53)										

Tabela 22F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/3	0/16	0	7,48	7,58	48	48
0,1	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,40	7,60	50	50
1,0	0/4	0/5	0/4	0/5	0/18	0	7,46	7,56	-	50
4,0	3/4	4/4	4/4	4/4	17/18	94,4	-	7,55	-	48
8,0	4/4	5/5	4/4	4/4	17/17	100	7,43	7,56	-	44
16,0	4/4	4/4	4/4	5/5	17/17	100	-	7,58	-	44
32,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,58	7,56	-	46
CE50(I)-48h = 2,12 mg L ⁻¹										
IC (1.89 – 2.37)										

Tabela 23F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 27/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/7	0/5	0/21	0	7,48	7,58	48	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/6	0/18	0	7,40	7,60	50	50
1,0	0/4	0/5	0/4	0/5	0/18	0	7,46	7,56	-	50
4,0	3/4	3/4	8/10	2/4	16/22	72,7	-	7,55	-	48
8,0	5/5	5/5	4/4	4/4	18/18	100	7,43	7,56	-	44
16,0	5/5	4/4	5/5	4/4	18/18	100	-	7,58	-	44
32,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,58	7,56	-	46
CE50(I)-48h = 2,66 mg L ⁻¹										
IC (2.18 – 3.24)										

Tabela 24F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	1/5	0/4	0/3	1/17	5,9	7,6	7,54	46	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,23	7,53	44	46
1,0	0/4	0/5	0/5	0/4	0/18	0	-	7,51	-	48
4,0	1/4	3/4	3/5	3/4	10/17	58,8	-	7,50	-	44
8,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,50	-	44
16,0	4/4	4/4	5/5	4/4	17/17	100	-	7,51	-	40
32,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,52	-	44

CE50(I)-48h = 3,09 mg L⁻¹

IC (2.41 – 3.97)

Tabela 28F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/5	0/6	0/6	0/23	0	7,52	7,43	46	48
1,0	1/5	0/5	0/5	0/5	1/20	5,0	7,43	7,57	46	48
3,0	1/4	0/4	1/5	1/5	3/18	5,0	7,46	7,60	42	50
6,0	3/5	3/5	3/5	3/5	12/20	60,0	7,47	7,52	44	46
9,0	4/5	5/5	5/5	5/5	19/20	95,0	7,47	7,59	44	50
12,0	5/5	5/5	5/5	6/6	21/21	100	7,47	7,58	44	46
15,0	4/4	5/5	5/5	5/5	19/19	100	7,46	7,58	42	52
18,0	5/5	6/6	5/5	5/5	21/21	100	7,45	7,58	44	48

CE50(I)-48h = 4,68 mg L⁻¹

IC (3,72 – 5,88)

Tabela 29F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 01/06/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	1/7	0/5	0/5	1/23	4,3	7,52	7,60	46	48
1,0	0/5	1/5	1/5	1/5	3/20	15,0	7,45	7,61	48	46
3,0	0/5	1/5	3/5	2/5	6/20	30,0	7,50	7,61	44	48
6,0	3/5	2/5	3/5	5/5	13/20	65,0	7,48	7,61	42	48
9,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,43	7,58	42	48
12,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,45	7,56	42	46
15,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,56	7,56	42	44

CE50(I)-48h = 4,15 mg L⁻¹

IC (3.11 – 5.55)

Tabela 30F - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/06/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	1/5	0/5	0/5	1/21	4,8	7,52	7,35	48	46
1,0	0/5	0/7	1/5	1/7	2/24	8,3	7,56	7,51	48	48
3,0	0/5	2/5	1/5	3/5	6/20	30,0	7,60	7,54	44	46
6,0	2/5	3/5	25	3/5	10/20	50,0	7,28	7,51	46	44
9,0	6/6	5/5	6/6	4/5	21/22	95,4	7,65	7,50	42	44
12,0	4/5	5/5	5/5	5/5	19/20	95,0	7,72	7,48	46	42
15,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,79	7,50	44	46
CE50(I)-48h = 4,58mg L ⁻¹										
IC (3.60 – 2.82)										

APÊNDICE G - SURFACTANTES

NOTODIAPTOMUS IHERINGI

Tabela 4G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,50	7,39	40	-
0,5	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	-	7,40	-	42
1,25	-	0/2	0/5	0/4	0/11	0	-	7,42	-	44
2,0	2/4	2/4	3/5	4/4	11/17	64,7	-	7,40	-	42
2,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,35	-	42
3,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,39	-	42

CE50(I)-48h = 2,03 mg L⁻¹

IC (1,92 – 2,14)

Tabela 5G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/5	0/4	0/4	1/17	5,9	7,50	7,47	40	-
0,5	0/4	0/4	0/4	0/3	0/15	0	-	7,23	-	44
1,25	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	-	7,37	-	40
2,0	2/4	1/3	1/4	2/4	6/15	40	-	7,42	-	42
2,75	3/3	4/4	3/3	4/4	14/14	100	-	7,41	-	42
3,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,39	-	40

CE50(I)-48h = 2,1 mg L⁻¹
IC (1,94 – 2,29)

Tabela 6G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 10/09/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/5	0/4	0/4	1/17	5,9	7,50	7,47	40	-
0,5	0/3	0/4	0/4	0/6	0/17	0	-	7,23	-	44
1,25	0/4	1/4	0/4	0/4	1/16	6,3	-	7,37	-	40
2,0	2/4	2/4	3/4	4/4	11/16	68,7	-	7,42	-	42
2,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,41	-	42
3,5	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,39	-	40

CE50(I)-48h = 1,97 mg L⁻¹

IC (1.81 – 2.13)

Tabela 22G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/04/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,3	7,18	56	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,32	7,2	56	46
1,0	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,32	7,15	44	42
2,0	1/4	1/4	0/4	0/4	2/16	12,5	7,3	7,13	46	48
3,0	4/4	4/5	3/4	2/4	13/17	76,5	7,28	7,12	50	44
4,0	4/4	3/4	4/4	3/4	14/16	87,5	7,27	7,08	42	44
5,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,27	7,12	44	46

CE50(I)-48h = 2,56 mg L⁻¹

IC (2,27 – 2,9)

Tabela 23G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/04/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,3	7,18	56	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,32	7,2	56	46
1,0	0/4	0/3	0/4	0/3	0/14	0	7,32	7,15	44	42
2,0	2/4	1/4	0/4	0/4	3/16	18,7	7,3	7,13	46	48
3,0	3/4	1/4	2/4	3/4	9/16	56,3	7,28	7,12	50	44
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,27	7,08	42	44
5,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,27	7,12	44	46
CE50(I)-48h = 2,57 mg L ⁻¹										
IC (2,24 – 2,95)										

Tabela 24G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $C_{12}H_{25}NaO_4S$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/04/2009										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,3	7,18	56	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,32	7,2	56	46
1,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,32	7,15	44	42
2,0	0/4	0/3	0/4	1/4	1/15	6,7	7,3	7,13	46	48
3,0	2/4	2/4	4/4	3/4	11/16	68,7	7,28	7,12	50	44
4,0	3/4	4/4	3/4	4/4	14/16	87,5	7,27	7,08	42	44
5,0	4/4	3/3	4/4	4/4	15/15	100	7,27	7,12	44	46

CE50(I)-48h = 2,72 mg L⁻¹

IC (2.42 – 3.05)

Tabela 34G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,50	7,43	-	-
0,1	0/4	0/5	0/3	0/4	0/16	0	7,53	7,47	-	-
0,5	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,54	7,45	46	-
1,0	0/6	0/4	0/4	0/5	0/19	0	7,48	7,44	-	-
1,25	0/4	4/4	5/6	1/5	10/19	52,6	7,52	7,43	46	-
1,5	3/4	4/4	3/4	2/4	12/16	75	7,56	7,46	46	-
1,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,60	7,44	44	-
2,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,56	7,47	44	-

CE50(I)-48h = 1,28 mg L⁻¹

IC (1,21 – 1,36)

Tabela 35G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 24/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/4	0/5	0/18	0	7,50	7,43	-	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/6	0/18	0	7,53	7,47	-	-
0,5	0/4	0/5	0/5	0/4	0/18	0	7,54	7,45	46	-
1,0	0/5	2/5	0/4	0/4	2/18	11,1	7,48	7,44	-	-
1,25	1/4	2/5	2/4	2/4	7/17	41,2	7,52	7,43	46	-
1,5	2/4	2/4	3/4	5/5	13/17	76,5	7,56	7,46	46	-
1,75	4/4	3/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,60	7,44	44	-
2,0	5/5	2/4	4/4	3/3	14/16	87,5	7,56	7,47	44	-

CE50(I)-48h = 1,30 mg L⁻¹

IC (1.19 – 1.41)

Tabela 36G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	Total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	1/5	0/4	0/4	1/17	5,9	7,37	7,56	52	-
0,1	0/4	0/4	0/5	0/4	0/17	0	7,35	7,60	48	-
0,5	0/4	0/5	0/7	0/4	0/20	0	7,33	7,59	46	-
1,0	0/4	0/5	1/4	1/4	2/17	11,8	7,31	7,57	50	-
1,25	0/4	1/4	2/4	4/4	7/16	43,7	7,33	7,58	46	-
1,5	4/4	3/4	5/5	4/4	16/17	94,1	7,32	7,58	48	-
1,75	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,32	7,58	48	-
2,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,31	7,56	44	-
CE50(I)-48h = 1,21 mg L ⁻¹										
IC (1.11 – 1.32)										

Tabela 46G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	7,6	7,68	46	44
0,01	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	-	7,60	-	48
0,1	0/4	0/5	0/5	0/4	0/17	0	-	7,83	-	48
1,0	0/6	0/5	0/5	0/4	0/20	0	-	7,58	-	46
2,0	3/4	2/4	3/4	2/4	10/16	62,5	-	7,56	-	44
3,0	3/4	4/4	4/5	3/4	14/17	82,3	-	7,56	-	46
4,0	5/5	4/4	4/4	4/4	17/17	100	-	7,57	-	44
CE50(I)-48h = 1,85 mg L ⁻¹										
IC (1.60 – 2.15)										

Tabela 47G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 28/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,6	7,68	46	44
0,01	0/4	0/6	0/3	0/4	0/17	0	-	7,60	-	48
0,1	0/4	0/3	0/4	1/4	1/15	6,7	-	7,83	-	48
1,0	0/4	0/4	1/4	0/4	1/16	6,3	-	7,58	-	46
2,0	3/4	2/4	4/4	3/4	12/16	75	-	7,56	-	44
3,0	5/6	4/4	3/4	4/5	16/19	84,2	-	7,56	-	46
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	-	7,57	-	44

CE50(I)-48h = 1,34 mg L⁻¹
IC (0,93 – 1,94)

Tabela 48G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste:30/05 /2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/3	0/4	0/6	0/4	0/17	0	7,59	7,62	44	42
0,01	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,52	7,64	-	48
0,1	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,52	7,65	44	50
1,0	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,52	7,63	44	50
2,0	2/4	1/4	2/4	2/4	7/16	43,7	7,50	7,61	42	48
3,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,49	7,62	40	48
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,60	7,62	-	46
CE50(I)-48h = 1,93 mg L ⁻¹										
IC (1.68 – 2.21)										

Tabela 49G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 30/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/4	0/15	0	7,59	7,62	44	42
0,01	0/3	1/5	0/4	0/4	1/16	6,3	7,52	7,64	-	48
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,52	7,65	44	50
1,0	0/5	0/4	0/4	0/5	0/18	0	7,52	7,63	44	50
2,0	3/4	1/4	3/4	2/4	9/16	56,3	7,50	7,61	42	48
3,0	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	7,49	7,62	40	48
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,60	7,62	-	46
CE50(I)-48h = 1,82 mg L ⁻¹										
IC (1,57 -2,11)										

Tabela 50G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos copepoditos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 30/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,59	7,62	44	42
0,01	0/5	1/6	1/5	0/5	2/21	9,5	7,52	7,64	-	48
0,1	0/4	0/4	2/4	0/4	2/16	12,5	7,52	7,65	44	50
1,0	0/8	1/5	0/4	0/4	1/19	5,3	7,52	7,63	44	50
2,0	1/4	4/4	3/4	2/4	10/16	62,5	7,50	7,61	42	48
3,0	3/4	3/4	4/4	4/4	14/16	87,5	7,49	7,62	40	48
4,0	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	7,60	7,62	-	46

CE50(I)-48h = 1,73 mg L⁻¹
IC (1,45 – 2,07)

Tabela 51G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 15/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,40	7,50	44	48
0,5	0/6	1/6	0/5	0/5	1/22	4,5	7,35	7,49	44	46
1,0	0/5	0/5	0/5	2/5	2/20	10,0	7,40	7,48	46	46
2,0	4/5	3/4	2/5	3/4	12/18	66,7	7,42	7,47	44	46
4,0	6/6	5/5	5/5	5/5	21/21	100	7,44	7,51	46	46
6,0	5/5	5/5	5/5	6/6	21/21	100	7,44	7,49	46	46

CE50(I)-48h = 1,66 mg L⁻¹

IC (1.36 – 2.03)

Tabela 52G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 17/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/6	0/21	0	7,35	7,47	46	48
0,5	1/5	0/5	0/6	1/6	2/22	9,1	7,47	7,47	42	50
1,0	0/6	0/4	0/5	1/4	1/19	5,3	7,43	7,47	46	50
2,0	3/5	4/6	2/4	5/5	14/20	70	7,43	7,44	42	50
4,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,44	7,42	40	48
6,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,43	7,42	44	50

CE50(I)-48h = 1,66 mg L⁻¹
IC (1,40 – 1,97)

Tabela 53G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/6	0/5	0/5	0/21	0	7,62	7,52	46	46
0,5	0/6	1/5	2/5	0/7	3/23	13,0	7,61	-	46	-
1,0	1/5	0/5	0/5	0/3	1/18	5,5	7,58	7,43	50	46
2,0	1/5	1/5	3/5	2/6	7/21	33,3	7,56	-	50	-
3,0	5/5	5/5	4/5	5/5	19/20	95	7,55	7,46	50	42
4,0	6/6	5/5	5/5	5/5	21/21	100	7,54	-	50	-
5,0	5/5	5/5	4/5	5/5	19/20	95	7,53	-	48	-
6,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,53	7,47	48	44

CE50(I)-48h = 2,06 mg L⁻¹

IC (1 77 – 2 41)

Tabela 54G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 31/05/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,62	7,52	46	46
0,5	1/6	1/6	1/6	0/5	3/24	13,0	7,61	-	46	-
1,0	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,58	7,43	50	46
2,0	1/5	3/5	5/5	2/5	11/20	55,0	7,56	-	50	-
3,0	6/6	5/5	4/5	5/5	20/21	95,2	7,55	7,46	50	42
4,0	5/5	5/5	5/5	5/5	19/20	95	7,54	-	50	-
5,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,53	-	48	-
6,0	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	7,53	7,47	48	44

CE50(I)-48h = 1,80 mg L⁻¹

IC (1,55 – 2,09)

Tabela 58G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/06/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/9	0/5	0/5	0/6	0/25	0	7,52	7,49	48	44
0,5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/20	0	7,54	7,52	42	44
1,0	0/5	1/5	0/5	0/5	1/20	5,0	7,56	7,61	48	44
2,0	3/5	4/6	1/5	3/6	11/22	50,0	7,58	7,72	46	46
3,0	4/5	5/5	5/5	5/5	19/20	95,0	7,60	7,59	44	44
4,0	5/5	6/6	5/5	5/5	21/21	100	7,58	7,75	46	48
5,0	6/6	5/5	6/6	5/5	22/22	100	7,60	8,00	44	46

CE50(I)-48h = 1,83 mg L⁻¹

IC (1,59 – 2,10)

Tabela 59G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/06/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	1/9	0/6	0/5	1/25	4,0	7,52	7,49	48	44
0,5	0/6	0/8	0/6	0/5	0/25	0	7,54	7,52	42	44
1,0	0/5	0/5	3/4	0/6	3/20	15,0	7,56	7,61	48	44
2,0	3/5	2/5	2/4	1/5	8/19	42,1	7,58	7,72	46	46
3,0	7/7	4/5	5/5	7/7	23/24	95,8	7,60	7,59	44	44
4,0	6/6	5/5	7/7	5/5	23/23	100	7,58	7,75	46	48
5,0	5/5	5/5	6/6	5/5	21/21	100	7,60	8,00	44	46

CE50(I)-48h = 1,81 mg L⁻¹
IC (1,54 – 2,14)

Tabela 60G - Resultado do teste de toxicidade aguda dos adultos do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* a substância de referência $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$ e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 02/06/2010										
Concentração (mg/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (mg/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/6	0/5	0/5	0/22	0	7,52	7,49	48	44
0,5	0/6	0/6	0/5	0/5	0/22	0	7,54	7,52	42	44
1,0	0/8	0/5	0/5	0/5	0/23	0	7,56	7,61	48	44
2,0	2/5	3/5	4/6	2/5	11/21	52,4	7,58	7,72	46	46
3,0	5/5	5/5	5/5	6/6	21/21	100	7,60	7,59	44	44
4,0	5/5	5/5	7/7	8/8	25/25	100	7,58	7,75	46	48
5,0	7/7	5/5	5/5	5/5	22/22	100	7,60	8,00	44	46

CE50(I)-48h = 1,84 mg L⁻¹

IC (1.63 – 2.07)

APÊNDICE H - COMPOSTO TÓXICO ORGÂNICO

ARGYRODIAPTOMUS FURCATUS

Tabela 1H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* à *Microcystis aeruginosa* (material liofilizado e sonicado, oriundo do cultivo da cepa NPLJ-4), e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 14/01/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/18	0	7,19	-	48	-
0,0125	0/4	0/4	0/4	0/5	0/19	0	7,35	-	46	-
0,025	0/4	1/4	0/2	0/2	1/12	8,3	7,33	-	36	-
0,05	4/5	5/5	4/4	4/4	17/18	94,4	7,17	-	26	-
0,075	4/4	4/4	6/6	5/5	19/19	100	6,87	-	24	-
0,1	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	6,64	-	16	-
CE50(I)-48h = 0,03 g L ⁻¹										
IC (0.03 – 0.04)										

Tabela 2H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* à *Microcystis aeruginosa* (material liofilizado e sonificado, oriundo do cultivo da cepa NPLJ-4), e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 26/01/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/2	0/16	0	7,57	7,46	46	-
0,0125	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	7,41	7,57	42	-
0,025	0/4	0/5	0/4	0/5	0/18	0	7,30	7,55	40	-
0,05	4/5	2/5	5/5	2/5	13/20	65	7,03	7,53	38	-
0,075	4/5	5/5	5/5	5/5	19/20	95	6,69	7,18	32	-
0,1	5/5	5/5	5/5	5/5	20/20	100	-	7,15	-	-

CE50(I)-48h = 0,04 g L⁻¹

IC (0.04 – 0.05)

Tabela 3H- Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* à *Microcystis aeruginosa* (material liofilizado e sonicado, oriundo do cultivo da cepa NPLJ-4), e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/2	0/4	0/3	1/13	7,7	7,46	7,25	44	-	144,0	-
0,0125	1/5	0/5	0/2	0/2	1/14	7,1	7,19	7,24	44	-	129,0	-
0,025	0/4	0/4	0/4	0/1	0/13	0	6,93	7,23	38	-	111,0	-
0,05	2/3	3/4	1/4	4/4	10/15	66,7	6,68	7,07	26	-	80,0	-
0,075	3/4	4/4	4/4	4/4	15/16	93,7	6,53	7,03	14	-	45,0	-
0,1	4/4	4/4	4/4	4/4	16/16	100	6,48	-	4	-	9,2	-

CE50(I)-48h = 0,4 g L⁻¹

IC (0,04 – 0,05)

Tabela 4H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 3 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/5	0/6	0/19	0	7,38	7,54	44	42
0,0125	0/5	0/4	0/4	0/3	0/16	0	7,23	7,47	38	42
0,025	1/4	-	-	-	1/4	25	7,23	7,41	36	34
0,05	0/5	0/6	0/6	0/4	0/21	0	7,02	7,29	26	30
0,075	1/4	0/5	0/4	0/4	1/17	5,9	-	7,17	-	18
0,1	0/8	0/6	0/4	0/6	0/24	0	5,89	7,02	-	18
CE50(1)-48h = não calculado										

Tabela 5H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 3 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L.CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,38	7,54	44	42
0,0125	1/4	0/4	0/5	0/4	1/17	5,9	7,23	7,47	38	42
0,025	0/4	0/5	0/4	0/2	0/15	0	7,23	7,41	36	34
0,05	0/5	0/4	0/4	0/7	0/20	0	7,02	7,29	26	30
0,075	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	-	7,17	-	18
0,1	0/8	0/4	0/4	0/4	0/20	0	5,89	7,02	-	18

CE50(1)-48h = não calculado

Tabela 6H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 3 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 25/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/4	0/6	0/19	0	7,38	7,54	44	42
0,0125	0/5	0/6	0/4	1/4	1/19	5,3	7,23	7,47	38	42
0,025	0/4	0/5	0/5	0/4	0/18	0	7,23	7,41	36	34
0,05	-	1/4	-	0/4	1/8	12,5	7,02	7,29	26	30
0,075	0/8	0/5	-	-	0/13	0	-	7,17	-	18
0,1	0/4	0/5	0/5	0/6	0/20	0	5,89	7,02	-	18

CE50(1)-48h = não calculado

Tabela 7H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/3	0/2	-	0/4	0/9	0	7,46	7,26	44	44	144,0	-
0,0125	0/4	0/3	0/4	0/5	0/16	0	7,35	7,25	42	44	126,0	-
0,025	0/4	0/4	0/5	0/3	0/16	0	7,32	7,23	36	40	109,0	-
0,05	0/4	0/3	0/5	0/3	0/15	0	7,30	7,12	28	34	75,0	-
0,075	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	-	7,0	-	22	-	-
0,1	0/5	0/5	0/5	0/3	0/18	0	5,96	6,75	-	12	10,1	-
CE50(I)-48h = não calculado												

Tabela 8H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/6	0/3	0/5	0/5	0/19	0	7,46	7,26	44	44	144,0	-
0,0125	0/4	0/5	1/2	0/4	1/15	6,7	7,35	7,25	42	44	126,0	-
0,025	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,32	7,23	36	40	109,0	-
0,05	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,30	7,12	28	34	75,0	-
0,075	0/3	0/4	0/5	0/5	0/17	0	-	7,0	-	22	-	-
0,1	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	5,96	6,75	-	12	10,1	-

Tabela 9H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/6	0/5	0/4	0/20	0	7,46	7,26	44	44	144,0	-
0,0125	0/5	0/5	0/4	0/4	0/18	0	7,35	7,25	42	44	126,0	-
0,025	0/4	0/3	0/3	0/4	0/14	0	7,32	7,23	36	40	109,0	-
0,05	0/5	0/4	0/4	0/3	0/16	0	7,30	7,12	28	34	75,0	-
0,075	0/4	0/4	0/3	1/4	1/15	6,6	-	7,0	-	22	-	-
0,1	0/5	0/5	0/3	0/5	0/18	0	5,96	6,75	-	12	10,1	-

CE50(1)-48h = não calculado

Tabela 10H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 10 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 18/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/1	0/3	0/12	0	7,35	7,42	44	46	144,0	-
0,0125	0/5	0/3	0/2	0/4	0/14	0	7,21	7,52	42	44	137,0	-
0,025	0/4	0/4	0/4	1/4	1/16	6,3	7,15	7,47	40	40	109,0	-
0,05	0/4	0/3	0/3	0/3	0/13	0	6,94	7,74	34	40	83,0	-
0,075	0/4	0/2	0/4	0/4	0/14	0	-	7,73	-	34	-	-
0,1	0/5	0/6	0/5	0/4	0/20	0	5,94	7,73	-	18	15,7	-
CE50(I)-48h = não calculado												

Tabela 11H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 10 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 18/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,35	7,42	44	46	144,0	-
0,0125	0/4	0/3	0/1	0/4	0/12	0	7,21	7,52	42	44	137,0	-
0,025	0/2	0/3	0/2	0/5	0/12	0	7,15	7,47	40	40	109,0	-
0,05	0/4	0/2	0/4	0/3	0/13	0	6,94	7,74	34	40	83,0	-
0,075	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	-	7,73	-	34	-	-
0,1	0/3	0/5	0/4	0/4	0/16	0	5,94	7,73	-	18	15,7	-

CE50(I)-48h = não calculado

Tabela 12H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 10 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 18/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/3	0/3	0/4	0/3	0/10	0	7,35	7,42	44	46	144,0	-
0,0125	0/3	0/5	0/4	0/4	0/16	0	7,21	7,52	42	44	137,0	-
0,025	0/4	0/2	0/4	0/5	0/15	0	7,15	7,47	40	40	109,0	-
0,05	0/3	0/3	0/2	0/4	0/12	0	6,94	7,74	34	40	83,0	-
0,075	0/3	0/3	0/4	0/2	0/12	0	-	7,73	-	34	-	-
0,1	0/1	0/1	0/4	0/3	0/9	0	5,94	7,73	-	18	15,7	-

Tabela 13H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,48	-	44	44
0,0125	0/2	0/2	0/2	0/3	0/9	0	7,24	-	40	42
0,025	0/4	0/3	0/4	0/3	0/14	0	7,09	-	34	40
0,05	0/4	0/1	0/4	1/4	1/13	7,7	6,84	-	24	36
0,075	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	-	-	-	26
0,1	0/3	0/4	0/4	0/5	0/16	0	5,68	-	-	20

CE50(1)-48h = não calculado

Tabela 14H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/2	0/3	0/3	0/4	1/12	8,3	7,48	-	44	44
0,0125	0/3	0/4	0/3	0/3	0/13	0	7,24	-	40	42
0,025	0/4	0/4	0/3	0/3	0/14	0	7,09	-	34	40
0,05	0/5	0/2	0/4	0/3	0/14	0	6,84	-	24	36
0,075	0/3	0/4	0/4	0/3	0/14	0	-	-	-	26
0,1	0/6	0/4	0/5	0/5	0/20	0	5,68	-	-	20
CE50(1)-48h = não calculado										

Tabela 15H - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Argyrodiaptomus furcatus* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/3	0/5	0/16	0	7,48	-	44	44
0,0125	0/4	0/1	0/3	0/4	0/12	0	7,24	-	40	42
0,025	0/5	0/4	0/3	0/4	0/16	0	7,09	-	34	40
0,05	0/7	0/3	0/2	0/5	0/17	0	6,84	-	24	36
0,075	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	-	-	-	26
0,1	0/6	0/5	0/7	0/4	0/22	0	5,68	-	-	20
CE50(1)-48h = não calculado										

APÊNDICE I - COMPOSTO TÓXICO ORGÂNICO

NOTODIAPTOMUS IHERINGI

Tabela 7I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,46	7,26	44	42	144,0	-
0,0075	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,46	7,24	42	42	128,0	-
0,0125	0/4	0/4	0/5	0/5	0/18	0	7,35	7,26	42	42	126,0	-
0,025	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,32	7,25	36	38	109,0	-
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,30	7,17	28	26	75,0	-
0,075	0/5	0/8	0/3	0/4	0/20	0	-	7,01	-	22	-	-

CE50(I)-48h = não calculado

Tabela 8I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/5	0/6	0/3	0/18	0	7,46	7,26	44	42	144,0	-
0,0075	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,46	7,24	42	42	128,0	-
0,0125	0/5	0/4	0/4	0/4	0/17	0	7,35	7,26	42	42	126,0	-
0,025	0/4	0/5	0/4	0/4	0/17	0	7,32	7,25	36	38	109,0	-
0,05	0/4	0/4	0/5	0/3	0/16	0	7,30	7,17	28	26	75,0	-
0,075	0/3	0/4	0/6	0/4	0/17	0	-	7,01	-	22	-	-

Tabela 9I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonificado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 5 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE												
Período do teste: 17/03/2010												
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/L CaCO ₃)		Condutividade (µS/cm a 25°C)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/5	0/4	0/5	0/5	0/19	0	7,46	7,26	44	42	144,0	-
0,0075	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,46	7,24	42	42	128,0	-
0,0125	0/5	0/5	0/4	0/5	0/19	0	7,35	7,26	42	42	126,0	-
0,025	0/3	0/5	0/4	1/4	1/16	6,3	7,32	7,25	36	38	109,0	-
0,05	0/5	0/4	0/5	0/4	0/18	0	7,30	7,17	28	26	75,0	-
0,075	0/5	0/5	0/5	0/4	0/19	0	-	7,01	-	22	-	-
CE50(I)-48h = não calculado												

Tabela 13I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	1/4	0/3	0/5	0/4	1/16	6,3	7,48	-	44	44
0,0075	0/4	0/4	0/4	0/5	0/17	0	7,66	-	44	42
0,0125	0/4	0/4	0/4	0/3	0/15	0	7,24	-	40	40
0,025	0/4	0/5	0/5	0/4	0/18	0	7,09	-	34	30
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	6,84	-	24	22
0,075	0/4	0/5	0/4	0/8	0/24	0	-	-	-	12

CE50(I)-48h = não calculado

Tabela 14I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: /2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/2	0/6	0/4	0/16	0	7,48	-	44	44
0,0075	0/4	0/4	0/3	0/4	0/15	0	7,66	-	44	42
0,0125	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	7,24	-	40	40
0,025	0/5	0/5	0/4	0/4	0/18	0	7,09	-	34	30
0,05	0/4	0/4	0/4	0/3	0/15	0	6,84	-	24	22
0,075	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	-	-	-	12

CE50(I)-48h = não calculado

Tabela 15I - Resultado do teste de toxicidade aguda dos náuplios do Copepoda Calanoida *Notodiaptomus iheringi* ao material liofilizado oriundo do cultivo de *Microcystis aeruginosa* (cepa NPLJ-4), sonicado e irradiado com feixes de elétrons na dose de 15 kGy, e valores das variáveis físicas e químicas monitoradas no início e no final dos testes de toxicidade.

TESTE DE SENSIBILIDADE										
Período do teste: 21/03/2010										
Concentração (g/L)	Nº. de organismos mortos				Mortalidade		pH		Dureza (g/LCaCO ₃)	
	1	2	3	4	total	%	0hs	48hs	0hs	48hs
CONTROLE	0/4	0/3	0/4	0/3	0/14	0	7,48	-	44	44
0,0075	0/4	1/4	0/4	0/5	1/15	6,7	7,66	-	44	42
0,0125	0/3	0/4	0/4	0/4	0/15	0	7,24	-	40	40
0,025	0/5	0/5	0/8	0/4	0/22	0	7,09	-	34	30
0,05	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	6,84	-	24	22
0,075	0/4	0/4	0/4	0/4	0/16	0	-	-	-	12

CE50(I)-48h = não calculado

APÊNDICE J

PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA REALIZAÇÃO DE TESTES AGUDOS COM COPEPODA CALANOIDA DE ÁGUA DOCE COMO ORGANISMOS-TESTE

Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com Copepoda Calanoida de água doce

Aquatic ecotoxicology – Acute toxicity – Test with freshwater copepods Calanoida

Palavras-chave: *Notodiaptomus iheringi*. Efluente. Monitoramento. Água doce

Descriptors: *Notodiaptomus iheringi*. Effluent. Monitoring. Freshwater

Sumário

1. Objetivo
2. Definições
3. Requisitos
4. Método de ensaio
5. Expressão dos resultados
6. Relatório

ANEXO

- A. Cultivo de *Notodiaptomus iheringi* (normativo)
- B. Carta controle ou faixa de sensibilidade (normativo)
- C. Referências (normativo)

1. Objetivo

Esta Norma especifica um método de ensaio para avaliação da exposição aguda de espécies de Copepoda Calanoida de água doce, especificamente para a espécie descrita em Anexo, em amostras de efluentes líquidos, em águas continentais superficiais ou subterrâneas e em substâncias químicas solúveis ou dispersas em água.

2. Definições

Para os efeitos desta Norma aplicam-se as seguintes definições:

2.1 água de cultivo: Água utilizada para manutenção das culturas do organismo-teste.

2.2 água de diluição: Água utilizada para preparar as soluções-estoque e as soluções-teste.

2.3 água processada: Água com condutividade menor que $10 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, após tratamento por destilação, desionização ou ultrapurificação.

2.4 água reconstituída: Água natural (de superfície ou subterrânea) ou processada, onde são adicionados reagentes, utilizada para cultivo e diluição.

2.5 amostra: Volume ou massa definidos, retirados de efluentes, águas continentais superficiais ou subterrâneas ou de substâncias químicas solúveis ou dispersas em água.

2.6 faixa de sensibilidade ou carta controle: Representação gráfica da avaliação periódica dos resultados do ensaio de sensibilidade.

2.7 concentração de efetiva inicial mediana (CE(I)50): Concentração nominal da amostra no início do ensaio, que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições de ensaio.

2.8 concentração efetiva mediana (CE50): Concentração real da amostra que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições de ensaio.

2.9 concentração efetiva zero (CE_{zero}): Maior concentração da amostra onde não se observa efeito agudo aos organismos no tempo de exposição, nas condições de ensaio.

2.10 controle: Conjunto de organismos-teste expostos somente à água de diluição, para avaliar as condições de ensaio.

2.11 copepodito: Estágio intermediário do ciclo de vida dos Copepoda.

2.12 ensaio de viabilidade: Ensaio utilizado para avaliar a qualidade da água de cultivo e de diluição.

2.13 fator de diluição: Número de vezes que a amostra bruta é diluída.

2.14 fator de toxicidade (FT): Menor diluição da amostra na qual não se observa efeito deletério sobre os organismos-teste.

2.15 instar: Estágios de vida dos artrópodes, entre cada muda.

2.16 náuplio: Fase larval do ciclo de vida dos Copepoda.

2.17 organismos imóveis: Organismo incapaz de nadar na coluna de água durante um período de até 15 segundos após uma leve agitação do recipiente.

2.18 organismo-teste: Organismo utilizado na realização do ensaio de toxicidade.

2.19 solução-estoque: Amostra diluída ou concentrada a partir da qual é preparada a solução-teste.

2.20 solução-teste: Amostra diluída ou sem diluição na qual são expostos os organismos-teste.

2.21 substância de referência: Substância química utilizada para avaliação da sensibilidade dos organismos-teste.

2.22 suspensão algácea: Solução de microalgas fornecida como alimento aos organismos em cultivo.

2.23 toxicidade aguda: Efeito deletério causado pela amostra na sobrevivência dos organismos-teste, em um período de 48 horas de exposição.

3. Requisitos

3.1. Lavagem de material

3.1.1. Os materiais novos utilizados no ensaio ou no cultivo dos organismos devem ser lavados com solução de ácido nítrico 10% ou ácido clorídrico 10%, água de torneira e água processada.

3.1.2. A vidraria utilizada com amostras deve ser lavada com:

- a) detergente neutro, água de torneira, acetona, solução de ácido nítrico 10% ou ácido clorídrico 10%, água de torneira e água processada, ou
- b) máquina para lavagem de vidraria.

3.1.3. Os materiais utilizados com substâncias químicas devem ser lavados com soluções adequadas para a remoção dos contaminantes específicos e água processada.

NOTA: A limpeza inadequada dos materiais utilizados no ensaio de toxicidade e na manutenção das culturas dos organismos pode influenciar o resultado do ensaio e a sobrevivência dos organismos.

3.2. Água de cultivo e de diluição

3.2.1. A água utilizada para cultivo e diluição pode ser reconstituída ou natural (de superfície ou subterrânea) desde que propicie a sobrevivência dos organismos-teste durante o tempo de manutenção em cultivo.

3.2.2. A água de cultivo e de diluição deve apresentar pH na faixa de 7,0 a 7,6 e dureza total na faixa de 40 a 48 mg L⁻¹ em CaCO₃.

3.2.3. A qualidade da água de cultivo e de diluição pode ser comprovada por meio do ensaio de viabilidade, ou seja, exposição de, no mínimo, 20 organismos-teste distribuídos em quatro replicatas. O lote é aceitável para uso se a porcentagem de imobilidade não exceder 10% em 48 h de exposição.

NOTA 1: A qualidade da água de cultivo e de diluição pode ser avaliada indiretamente pelos resultados registrados na carta controle de sensibilidade.

NOTA 2: Caso haja suspeita sobre a qualidade da água de cultivo e de diluição, recomenda-se que sejam realizadas análises químicas para detecção de possíveis contaminantes.

3.3. Organismo-teste

3.3.1. Organismos de *Notodiaptomus iheringi*, obtidos por reprodução sexuada obrigatória, cultivados nas condições estabelecidas no Anexo A.

3.3.2. Os organismos utilizados no ensaio devem atender aos seguintes requisitos:

- a) Náuplios: organismos recém-nascidos com idade inferior a 24 h, obtidos a partir da postura de ovos de fêmeas previamente aclimatadas em laboratório.
- b) Copepoditos: organismos com 8 a 10 dias de idade.
- c) Adultos: organismos fêmeas não ovadas e/ou machos com pelo menos 20 dias de idade e no máximo 30 dias de idade.

3.4. Sensibilidade

3.4.1. Mensalmente a sensibilidade do organismo-teste deve ser avaliada por meio de um ensaio com substância de referência tais como cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de zinco (ZnCl₂), dodecil sulfato de sódio (DSS) e dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇).

NOTA: A escolha da substância de referência deve ser realizada com critério, levando em conta potenciais riscos à saúde humana e ao ambiente.

- 3.4.2. O valor obtido no ensaio de sensibilidade deve estar compreendido num intervalo de ± 2 desvios-padrão em relação aos valores médios anteriormente obtidos para a mesma espécie, que corresponde à carta controle (Anexo B).

4. Método de ensaio

4.1. Princípio do método

Este método consiste na exposição de organismos de *Notodiptomus iheringi* a várias diluições da amostra.

4.2. Reagentes

Todos os reagentes utilizados na realização do ensaio devem ser de grau analítico p.a.

4.3. Material

Os materiais utilizados na realização do ensaio são os seguintes:

- a) balança analítica;
- b) balão volumétrico;
- c) frasco de coleta;
- d) pipeta graduada;
- e) pipeta volumétrica;
- f) proveta
- g) recipiente-teste de vidro ou outro material que não interfira no resultado do ensaio.

4.4. Preparação e preservação das amostras

- 4.4.1. A coleta de efluentes líquidos e águas de corpos receptores devem ser conforme norma padronizada.
- 4.4.2. Os frascos de coleta devem ser totalmente preenchidos com a amostra, de maneira a evitar a presença de ar.
- 4.4.3. Antes da manipulação da amostra é recomendável o levantamento das suas características físicas, químicas e toxicológicas, de modo a serem observados os cuidados necessários.
- 4.4.4. O ensaio deve ser iniciado o mais rápido possível, não excedendo 12 h contadas a partir do início da coleta, desde que a amostra permaneça resfriada, ao abrigo da luz.
- 4.4.5. Na impossibilidade do início do ensaio em 12 h, a amostra deve ser mantida em temperatura inferior a 10°C, sem congelamento desde que o ensaio seja iniciado em até 48h.
- 4.4.6. Na impossibilidade de iniciar o ensaio em 48 h a amostra deve ser congelada, após a coleta e mantida congelada abaixo de -18°C, por até 60 dias.
- 4.4.7. No caso de descongelamento, o mesmo deve ser completo, a temperatura ambiente, em água corrente ou outro mecanismo, cuja temperatura não ultrapasse 30°C. Após descongelamento, a amostra deve ser analisada em até 12 h, não devendo ser novamente congelada para ensaio.

4.4.8. A manipulação das amostras deve ser efetuada em local com temperatura ambiente entre 10 e 30 °C.

NOTA 1: Tratamentos específicos da amostra podem ser conforme a ISO 5667-16.

NOTA 2: As amostras podem ser filtradas em rede de plâncton para a remoção de organismos predadores.

4.5. Procedimentos

4.5.1. Solução-teste

4.5.1.1. As soluções devem ser preparadas no momento da realização do ensaio, utilizando as devidas proporções de amostra ou soluções-estoque de agentes tóxicos de referência (elemento, substâncias ou compostos) e água de diluição.

4.5.1.2. As soluções-teste devem estar na temperatura do ensaio no momento da transferência dos organismos.

4.5.1.3. As soluções-teste consistem da amostra não diluída e/ou de uma série de diluições de agentes tóxicos (elementos, substâncias ou compostos) preparadas em balões volumétricos ou em provetas e transferidas para os recipientes-teste. As Tabelas 1 e 2 apresentam exemplos de preparação das soluções-teste.

Tabela 1 - Volume de solução-estoque para preparo das soluções-teste

Solução-teste mg L ⁻¹	Solução-estoque 10,0 mg L ⁻¹	Solução-estoque 1,0 mg L ⁻¹	Água de diluição mL	Volume final mL
1,00	10,0 mL	-	90,0	100
0,50	5,0 mL	-	95,0	100
0,25	2,5 mL	-	97,5	100
0,13	1,3 mL	-	98,7	100
0,06	-	6,0 mL	94	100
0,03	-	3,0 mL	97	100
0,02	-	2,0 mL	98	100
0,01	-	1,5 mL	99	100

Tabela 2 - Volume da amostra para preparo das soluções-teste

Solução-teste %	Fator de diluição	Volume de amostra mL	Volume de água de diluição mL	Volume final mL
100	1	100	-	100
50	2	50	50	100
25	4	25	75	100
12,5	8	12,5	87,5	100
6,2	16	6,2	93,8	100
3,1	32	3,1	96,9	100

4.5.2. Ensaio preliminar

4.5.2.1. Um ensaio preliminar deve ser realizado para estabelecer um intervalo de soluções-teste a ser utilizado no ensaio definitivo.

4.5.2.2. Devem ser preparadas diluições da amostra e para cada uma utilizar no mínimo cinco organismos-teste.

4.5.2.3. Ao final do ensaio, é determinada a menor solução-teste que causa imobilidade a 100% dos organismos e a maior solução-teste na qual não se observa imobilidade.

4.5.2.4. No ensaio preliminar o tempo de exposição dos organismos pode ser de até 24 h.

4.5.3. Ensaio definitivo

4.5.3.1. Um resumo dos requisitos para o ensaio de toxicidade aguda com *Notodiaptomus iheringi* é apresentado na Tabela 3.

4.5.3.2. Utilizando informações conhecidas da amostra ou o intervalo de concentrações estabelecido no ensaio preliminar, preparar uma série de soluções-teste com razão de diluição de 1,2 a 2.

4.5.3.3. Preparar um controle com o mesmo número de réplicas das soluções-teste, somente com água de diluição e com os organismos-teste.

4.5.3.4. Para cada diluição e controle devem ser montadas quatro réplicas, adicionando em cada uma:

- a) quatro náuplios em, no mínimo, 4 mL de solução-teste, ou;
- b) cinco copepoditos em, no mínimo, 20 mL de solução-teste, ou;
- c) cinco adultos em, no mínimo 50 mL de solução-teste.

4.5.3.5. No caso da determinação da CE(I)50, devem ser utilizadas, no mínimo, cinco soluções-teste, além do controle.

4.5.3.6. Para amostras nas quais se pretende obter apenas o resultado qualitativo, não são necessárias diluições (ver item 5.3).

4.5.3.7. Transferir os organismos, se possível de forma aleatória, para as soluções-teste, evitando a alteração da concentração final delas.

4.5.3.8. O ensaio deve ser mantido a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 h, em ambiente escuro, sem alimentação dos organismos. Os recipientes devem ser cobertos.

4.5.3.9. Após 48 h, observar e registrar o número de organismos imóveis.

4.5.3.10. As variáveis pH e dureza devem ser determinadas, pelo menos na maior e na menor concentração das soluções-teste e no controle.

4.5.3.11. Algumas características da amostra, como, por exemplo, oxigênio dissolvido, pH e material particulado, podem interferir no resultado do ensaio. Caso seja necessário evidenciar a influência destas características, um ensaio em paralelo deve ser realizado, com modificações ou ajustes efetuados na amostra.

NOTA: Valores de oxigênio dissolvido inferiores a $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ e pH fora da faixa de 5,0 a 9,0 podem interferir no resultado do ensaio.

Tabela 3 – Resumo dos requisitos e condições para o ensaio de toxicidade aguda com *Notodiaptomus iheringi*.

Requisitos	Condição	
<i>Tipo de ensaio</i>	Estático: 48 h	
<i>Idade do organismo-teste</i>	<i>Náuplio</i> <i>Copepodito</i> <i>Adulto</i>	≤ 24 h 8-10 dias ≥ 20 dias (máximo 30 dias)
<i>Água de diluição</i>	Água reconstituída ou de fonte natural	
<i>Volume mínimo da solução-teste por organismo</i>	<i>Náuplio</i> <i>Copepodito</i> <i>Adulto</i>	1 mL 5 ml 10 mL
<i>Número mínimo de concentrações *</i>	Cinco, mais controle	
<i>Número mínimo de réplicas por concentração</i>	4	
<i>Número mínimo de organismos por concentração</i>	<i>Náuplio</i> <i>Copepodito</i> <i>Adulto</i>	16 20 20
<i>Alimentação</i>	Nenhuma	
<i>Temperatura</i>	25 ± 1 °C	
<i>Fotoperíodo</i>	12:12 horas claro/escuro	
<i>Efeito observado</i>	Imobilidade	
<i>Expressão dos resultados</i>	CE(I)50, FT ou tóxico e não tóxico	

* Não aplicável para resultados qualitativos e em FT

5. Expressão dos resultados

O resultado pode ser expresso em CE(I)50, em fator de toxicidade (FT) ou de forma qualitativa referenciando o tempo de exposição do ensaio. Os resultados são considerados válidos se, no término do período de ensaio, a percentagem dos organismos imóveis no controle não exceder 10%.

5.1. Determinação da CE(I)50

- 5.1.1. Ao final do ensaio, deve se calculada a porcentagem de imobilidade para cada concentração em relação ao número total de organismos utilizados.
- 5.1.2. A CE(I)50 deve determinada através de métodos estatísticos apropriados e o resultado deve ser expresso em porcentagem para efluentes líquidos e água, e em miligramas por litro para substâncias químicas.

NOTA: Interpolação gráfica, Probitas, Trimmed Spearman-Kärber são exemplos adequados de métodos estatísticos.

5.2. Determinação do fator de toxicidade (FT)

- 5.2.1. O fator de toxicidade equivale ao CEzero e deve ser determinado através da observação direta da mobilidade dos organismos na série de soluções-teste, não sendo calculado estatisticamente.
- 5.2.2. O fator de toxicidade representa o menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos expostos.
- 5.2.3. O resultado do fator de toxicidade deve ser expresso por um número inteiro.

5.3. Determinação qualitativa

Para amostras sem diluição, o resultado deve ser expresso como “tóxico” ou “não tóxico”, confirmado por análise estatística.

NOTA: Testes de hipótese e prova exata de Fisher são exemplos adequados de métodos estatísticos.

6. Relatório

O relatório de ensaio deve possuir, no mínimo, as seguintes informações:

- a) referência do método e da espécie utilizados;
- b) todos os dados necessários para identificar a amostra;
- c) data e hora de coleta da amostra e do início do ensaio;
- d) dados biológicos (porcentagem de efeito nas soluções-teste), físicos e químicos referentes ao ensaio;
- e) resultados do ensaio, com intervalo de confiança em nível de 95% e métodos estatísticos utilizados ou expresso em FT ou de forma qualitativa;
- f) qualquer comportamento anormal dos organismos nas condições de ensaio;
- g) as modificações introduzidas e eventuais ocorrências durante a realização do ensaio.

ANEXO A

(normativo)

Cultivo de *Notodiaptomus iheringi*

A.1. Descrição da espécie

Notodiaptomus iheringi Wright, 1935 (Calanoida, Copepoda, Crustacea) é um microcrustáceo zooplânctônico, de 1,03 a 1,3 mm de comprimento, que atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática e se alimenta por filtração de material orgânico particulado em suspensão. Os Copepoda constituem o mais diversificado grupo de pequenos crustáceos, sendo provavelmente a classe de crustáceos com maior número de indivíduos na biosfera, além disso, apresentam um elevado grau de endemismo, com uma distribuição geográfica muito restrita.

Os Copepoda apresentam ciclo de vida com reprodução sexuada obrigatória. O desenvolvimento dos Copepoda da classe dos Calanoida (Figura A.1) passam por um estágio de ovo a seis ínstares do estágio naupliar (N1-N6) e cinco ínstares no estágio de copepodito (C1-C5) antes da fase adulta e de maturidade sexual. Os machos são comumente menores e menos numerosos do que as fêmeas e formam espermatóforos que são transferidos para os receptáculos seminais das mesmas por meio de apêndices torácicos, segurando as fêmeas com o auxílio de antenas e patas modificadas. Em geral, um número variável de ovos é depositado no interior de um ovissaco que fica preso ao segmento genital feminino. Sobre as condições descritas nesta Norma, o desenvolvimento do náuplio 1 até copepodito 1 ocorre em aproximadamente 4-5 dias e o desenvolvimento de copepodito 1 até a fase

adulta em aproximadamente 10-12 dias. Os indivíduos estão sexualmente maduros em aproximadamente 16-18 dias de vida. Sucessivas ninhadas de náuplios são produzidas em intervalos de $1,75 \pm 0,07$ dias.

Figura A.1. Aspecto geral de *Notodiaptomus iheringi* em diferentes ínstares e estágios de desenvolvimento pós-embrionário.

A.2. Água de cultivo e de diluição

A.2.1. A água de cultivo e de diluição deve ser reconstituída e apresentar pH entre 7,0 e 7,6 e dureza total entre 40 a 48 mg L⁻¹ de CaCO₃.L⁻¹.

A.2.2. A água de cultivo e de diluição pode ser preparada conforme A.2.4., a partir das soluções descritas na Tabela A1.

Tabela A1 - Soluções para preparo da água de cultivo e de diluição

Solução	Reagente	Quantidade mg	Preparo
1	CaSO ₄ .2H ₂ O	1.500	Dissolver e diluir a 1000 mL com água processada
2	KCl	200	Dissolver e diluir a 1000 mL com água processada
	NaHCO ₃	4.800	
	MgSO ₄ .7H ₂ O	6.100	

A.2.3. As soluções da Tabela 1 devem ser preparadas em balões volumétricos e estocadas ao abrigo da luz.

A.2.4. Preparar a água de diluição adicionando 20 mL da solução 1 e 10 mL da solução 2 em 970 mL de água processada.

A.2.5. Caso a dureza da água for menor que 40 mg L⁻¹, calcular o volume da solução 1 e da solução 2 a ser adicionado, considerando que, para cada miligrama de dureza a ser aumentado, deve-se acrescentar 0,5 mL da solução 1 e 0,25 mL da solução 2, e avolumar para 1000 mL.

Exemplo:

Dureza da água natural: 4 mg L⁻¹ de CaCO₃

Dureza desejada: 40 mg L⁻¹ de CaCO₃

Volume da solução 1: 18 mL

Volume da solução 2: 9 mL

A.2.6. Caso a dureza da água for maior que 48 mg L⁻¹, deve ser adicionada água processada.

A.2.7. A água deve ser aerada para solubilização total dos sais, saturação do oxigênio dissolvido e estabilização do pH durante pelo menos 12 h, antes da sua utilização.

A.2.8. Caso o pH da água não esteja entre 7,0 e 7,6, ajustar com soluções de ácido clorídrico (HCl) ou hidróxido de sódio (NaOH).

A.3. Condições de cultivo dos organismos

A.3.1. Para cultivos em massa, os organismos devem ser mantidos em lotes de até 75 adultos por litro, sendo adequados recipientes de vidro de 1000 a 2000 mL.

A.3.2. As culturas devem ser mantidas em ambiente com luminosidade difusa (lâmpadas fluorescentes), fotoperíodo de 12 horas luz e temperatura de 25°C.

A.3.3. As trocas da água de cultivo devem ser realizadas a cada dois ou três dias, com total renovação da água de cultivo duas vezes por semana e evitando diferenças de temperatura maiores que 2°C.

A.3.4. O processo de renovação da água das culturas foi feito por meio de uma cuidadosa filtragem da água e organismos das culturas através de uma sequência de redes em ordem decrescente de abertura de malha (180 e 20 µm) para selecionar os calanoides por grupos de idade e tamanho.

Orienta-se que após a filtragem as redes sejam cuidadosamente lavadas com a água de cultivo utilizando uma pisseta para retirada de eventuais Copepoda que tenham ficado aderidos às paredes.

A.3.5. Para garantir a disponibilidade contínua de organismos-teste para o ensaio, manter lotes de diferentes faixas etárias. Recomenda-se abrir novos lotes de cultivo uma vez por semana.

A.3.6. Recomenda-se o descarte dos lotes com idade superior a 40 dias.

A.4. Alimentação dos organismos

A.4.1. Condições gerais

A.4.1.1 Vários tipos de algas verdes podem ser utilizadas para alimentação de *Notodiaptomus iheringi*, como por exemplo, *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Scenedesmus bijugus*. As algas podem ser cultivadas por qualquer método que seja adequado ao seu crescimento.

A.4.1.2 Recomenda-se o fornecimento diário de alimento (uma mistura de pelo menos duas espécies de alga), evitando deixar os organismos por mais de dois dias consecutivos sem alimentação. Quando as algas forem fornecidas como alimento, a concentração recomendada é de 10^5 células.mL⁻¹ por organismo.

A.4.1.3 Pode ser fornecido aos organismos um complemento alimentar a base de ração fermentada.

A.4.2. Cultivo de algas verdes

A cultura-estoque de algas verdes unicelulares que serve como inóculo, deve ser mantida de 4 a 10°C, em meio líquido ou sólido, de forma que se obtenham células viáveis para semeadura.

A.4.2.1. Preparo do meio de cultura para algas verdes unicelulares

A.4.2.1.1. O cultivo de alga verde unicelular pode ser realizado no meio de cultura preparado conforme a Tabela A.2.

Tabela A2 – Soluções para preparo do meio de cultura

Reagente	Quantidade (mg)	Preparo
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	4.300	Dissolver e diluir a 1000 mL com água processada
K ₂ HPO ₄	500	
MgSO ₄ .7H ₂ O	7.500	
KCl	500	
Na ₂ CO ₃	2.000	
FeCl ₃ .6H ₂ O	50	

A.4.2.1.2. As soluções listadas na tabela A.4 devem ser estocadas de 4 a 10°C, no máximo, por três meses.

A.4.2.1.3. Para preparar o meio de cultura, colocar 30 mL da solução acima em 1.470 mL de água processada.

A.4.2.1.4. Autoclavar por 20 min a 121 °C. Deixar esfriar antes da utilização.

A.4.2.2. Preparo da cultura-estoque em meio líquido

A.4.2.2.1. A inoculação das algas deve ser realizada em meio asséptico e o volume inoculado deve permitir o alcance da concentração de aproximadamente 10^7 células por mililitro em um período de quatro a sete dias.

A.4.2.2.2. Para o crescimento algal necessário, é recomendado que a relação entre superfície e volume de líquido no frasco de cultivo não ultrapasse os $\frac{3}{4}$ do seu volume. As culturas podem ser mantidas a uma temperatura de 20 a 30 °C, sob iluminação constante e fortemente aeradas. A produção de algas deve ser planejada de modo a se obter culturas em fase de crescimento.

A.4.2.2.3. Antes de determinar a concentração da alga, que pode ser realizada por meio da câmara de contagem de Neubauer ou através de leitura em espectrofotômetro, recomenda-se centrifugá-la para retirar o excesso do meio de cultura algáceo. Após a centrifugação, o sobrenadante deve ser descartado e a alga pode ser ressuspensa com a água utilizada para o cultivo de *Notodiatomus iheringi*. Este procedimento evita a introdução de nutrientes que podem ser tóxicos para os organismos.

A.4.2.3. Preparo da cultura-estoque em meio sólido

A.4.2.3.1. Preparar o meio sólido adicionando 30 g de ágar-ágar por litro de meio de cultura. O ágar deve ser previamente hidratado neste meio. Após o preparo, distribuir o meio em recipiente adequado, como por exemplo, frascos erlenmeyer, tubo de ensaio, etc. Autoclavar por 20 min a 121 °C e deixar esfriar de forma inclinada para aumentar a superfície de contato.

A.4.2.3.2. Inocular a alga de modo asséptico, deixando os frascos sob iluminação constante (luz fria) até o completo estabelecimento da cultura e, guardar de 4 a 10 °C pelo tempo que se mantiver viável. NOTA: Quando utilizadas, as placas de Petri devem ser mantidas invertidas para evitar a contaminação do meio, decorrente da água de condensação.

A.4.3. Preparo do alimento composto (alimento complementar)

A.4.3.1. O alimento composto deve ser preparado misturando partes iguais das seguintes soluções:

- a) ração para peixe: colocar 5 g de ração em 1 000 mL de água processada, sob aeração, de forma que a ração fique em suspensão. Manter por uma semana nestas condições, com reposição da água perdida por evaporação. No final deste período deixar decantar por 2 h e filtrar em rede de zooplâncton.
- b) levedura: colocar 0,5 g de fermento biológico seco em 100 mL de água processada. Deixar em agitação até a dissolução total.

A.4.3.2. O alimento composto pode ser utilizado por uma semana, se conservado de 4 a 10 °C.

A.4.3.3. O alimento composto deve apresentar um teor de sólidos totais entre 2,5 e 3,1 g/L. Nestas condições, é suficiente a adição de 0,02 mL de alimento por organismo.

ANEXO B

(normativo)

Carta-controle ou Faixa de sensibilidade

- B.1.** A carta-controle pode ser elaborada manualmente, em papel milimetrado ou em programa de computador.
- B.2.** Após 20 resultados de ensaio de toxicidade, com substância de referência, calcular o valor médio ($\bar{X}$), o desvio-padrão (σ) e o coeficiente de variação (CV).
- B.3.** Na inexistência de 20 resultados de ensaio deve ser calculada a média provisória, com no mínimo cinco resultados, até que se completem os 20 resultados e se obtenha a média definitiva.
- B.4.** Calcular dois desvios-padrão (2σ), superior e inferior à média obtida. Estes valores devem ser grafados na carta-controle por meio de linhas perpendiculares ao eixo que apresenta os resultados dos ensaios de toxicidade.
- B.5.** A cada 20 resultados de ensaio, recalculer o valor médio ($\bar{X}$), o desvio-padrão (σ) e o coeficiente de variação (CV) para a elaboração de uma nova carta-controle.
- B.6.** Os resultados do ensaio que ultrapassarem os limites de controle ($\pm 2\sigma$), ao longo do tempo não devem ser utilizados para os cálculos mencionados em B.5.

ANEXO C

(normativo)

Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12713:** Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro, 2004, 21p.
- _____. **NBR 13373:** Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp. (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, 2005, 15p.
- ESPÍNDOLA, E.L.G. **Dinâmica da associação congênica das espécies de *Notodiaptomus* (Copepoda, Calanoida) no reservatório de Barra Bonita, São Paulo.** 1994. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994, 363p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; SILVA, W.M. **Capítulo 15: Crustáceos Copepoda planctônicos,** 1999. Disponível em: <http://www.biota.org.br/pdf/v4cap15.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2009.

- MELÃO, M.G.G. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e Copepoda de águas continentais brasileiras. In: POMPEO, M.L.M. (ed) **Perspectivas da Limnologia no Brasil**, São Luís: Gráfica e Editora União, 198 p., 1999.
- NIPPER, M.G. Avaliação de toxicidade com os Copepoda calanoides *Acartia lilljeborgi* (Giesbrecht, 1892) e *Temora stylifera* (Dana, 1852). In: NASCIMENTO, I.A.; SOUZA, E.C.P.M., NIPPER, M. (eds). **Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil**. São Paulo: Artes Gráficas e Ind. Ltda, 2002, p. 141-149.
- RIETZLER, A.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Life cycle, feeding and adaptive strategy implications on the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiatomus iheringi* in Lobo-Broa reservoir (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 62(1), p. 93-105, 2002.
- ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Atlas do zooplâncton – Represa do Broa, São Carlos**. São Carlos, SP: Gráfica da Universidade Federal de São Carlos, 1976, 68p.
- _____. Biomass and production of *Argyrodiaptomus furcatus* a tropical calanoid copepods in Broa reservoir, southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 307-311, 1984.
- SANTOS-SILVA, E.N. Maxillopoda - Copepoda. Freshwater Calanoida. In: **Catalogue of Crustacea of Brazil**. YOUNG, P.S. (ed). Série Livros nº 6. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 1998, p. 201-220.
- UNITED KINGDOM ENVIRONMENT AGENCY. **The direct toxicity assessment of aqueous environmental samples using the marine copepod *Tisbe battagliai* lethalitytest – Methods for the examination of waters and associated materials**. Leicestershire, United Kingdom, 2006, 35p.
-