

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**Avaliação ecotoxicológica do Arroio Sapucaia, RS,
com a utilização de diferentes metodologias em
água superficial e sedimento.**

Dissertação de Mestrado (Nº 180)

Carina Michele Saraiva Portela

Porto Alegre, Março de 2002

Avaliação ecotoxicológica do Arroio Sapucaia, RS, com a utilização de diferentes metodologias em água superficial e sedimento.

Carina Michele Saraiva Portela

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof^a. Dr.^a Maria Teresa Raya Rodriguez

Coorientador: Doutorando Alexandre Arenzon

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr.^a Maria Beatriz Bohrer Morel

Prof^a. Dr.^a Teresinha Guerra

Dr.^o Nelson Flores Machado

Porto Alegre, Março de 2002

“À minha mãe Judith Saraiva Portela, a quem amo tanto, que nem a mais completa ausência jamais molestou a intensidade deste amor... Sempre fui pela metade por não tê-la conhecido e não ter me restado qualquer lembrança dela...”

“Mãe, sei que onde estás torce por minhas vitórias, mas um dia vamos nos encontrar, porque é impossível que a gente não se tope mais adiante, nada teria sentido se não fosse assim. E porque tu existes, embora pareça não ter existido, é evidente que minha vida tem sentido”.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia - UFRGS, pelo apoio e pela infra-estrutura.

Ao CNPq, pelo suporte financeiro, através da bolsa de estudo.

À Prof^ª. Dr.^ª Maria Teresa Raya Rodriguez, pela confiança e pela orientação.

À Prof^ª. Dr.^ª Maria Beatriz Bohrer Morel, pela orientação durante minha vida acadêmica e na elaboração do projeto de mestrado.

Aos meus amigos do Ecotox, Marianna Pilla D’Incao, Cristiane Menezes, Lúcia Helena Rodrigues, Cíntia Hartmann e Carlos Eduardo Güntzel, pela amizade e pelo carinho.

A Nade Janara Coimbra, pela amizade, pelas idéias, pelas correções e pelos “empurrões”.

Ao Alexandre Arenzon, pela amizade, paciência, pela orientação, por todas as sugestões desde o início, obrigado pela primeira idéia, por tudo.

Ao Ronaldo Padilha e a Aline Beatrici, pela ajuda nas coletas.

À Liane Printes, por me deixar de herança as *Hyalellas* e o que fazer com elas.

Ao Luis Carlos Zancan Filho, por ter elaborado o corer utilizado neste trabalho.

Ao Ênio Solzinski, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Nelson Machado, pelas contribuições e pelas fotos.

À Teresinha Guerra, pela indicação das Estações Amostrais e pelo mapa.

Aos meus sogros Saulo e Maria e à minha cunhada Sandra, pelo carinho e pela adoção.

Às duas pessoinhas mais importantes da minha vida, Felipe e Laurinha.

E às três pessoas que fazem minha vida ter sentido, meus amores: meu pai, minha mana e meu noivo, Marcus. Obrigada pela compreensão, pelo amor e pela paciência.

E a todos que fazem parte da minha vida e me ajudaram a chegar até aqui.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do Arroio Sapucaia, RS, através da comparação de diferentes metodologias de coleta de sedimento (draga de Eckman e corer hand), de diferentes organismos-teste (*Hyalella azteca* e *Ceriodaphnia dubia*) e de diferentes compartimentos aquáticos (água superficial e sedimento). A avaliação foi realizada no período de março de 2000 a janeiro de 2001, com a utilização de testes de toxicidade baseados em metodologias padronizadas, e os resultados demonstraram que não foi observada diferença estatisticamente significativa na avaliação ecotoxicológica do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletado com diferentes amostradores e exposto a diferentes organismos-teste, bem como na avaliação dos compartimentos aquáticos. Os dados deste estudo indicam que é possível obter o mesmo resultado no monitoramento ecotoxicológico do Arroio Sapucaia quando forem utilizados organismos bentônicos (*H. azteca*) e planctônicos (*C. dubia*). Também, quando utilizados testes de toxicidade crônica, com *C. dubia*, não se observou diferenças na toxicidade das amostras de água superficial e de sedimento. E, para amostras de sedimento, observou-se a mesma toxicidade quando coletados com draga de Eckman e com "corer hand". Os resultados desta avaliação demonstraram um aumento na contaminação das quatro estações amostrais, para ambos compartimentos: água e sedimento.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the quality of the Arroio Sapucaia stream in Rio Grande do Sul, through a comparison of different instruments for sediment collection (Eckman drag and hand corer), of various test organisms (*Hyalella azteca* and *Ceriodaphnia dubia*) and of different aquatic compartments (surface and sediment water). The evaluation was made from March 2000 to January 2001, using toxicology tests based on standardized methodologies. There were no significant differences in the ecotoxicological evaluation of Arroio Sapucaia sediments collected with the various collecting devices and exposed to the various test organisms, or between the various aquatic compartments. Therefore, for the ecotoxicological monitoring of Arroio Sapucaia the same results would be obtained with benthonic (*H. azteca*) and planktonic (*C. dubia*) organisms. Also, when we made chronic toxicology tests *C. dubia*, we found no differences in the toxicity of surface water and sediment samples. Toxicity levels were the same for sediment samples collected with the Eckman drag and with the hand corer. The obtained results of the assessment presented an increasing contamination in the four sample stations analyzed. These results were obtained to both compartments: water and sediment.

Lista de Figuras

FIGURA 1 – MAPA DO ARROIO SAPUCAIA, RS (GUERRA,1999 E FRANZEN, 2001).	26
FIGURA 2: A) AMOSTRADOR DO TIPO “CORER HAND”, SENDO UTILIZADO NA ESTAÇÃO AMOSTRAL 3, NO ARROIO SAPUCAIA, RS; B) AMOSTRADOR ELABORADO PARA ESTUDOS NESTE ARROIO.	29
FIGURA 3: A) AMOSTRADOR DO TIPO DRAGA DE ECKMAN, SENDO UTILIZADO NA ESTAÇÃO AMOSTRAL 3, NO ARROIO SAPUCAIA, RS; B) ESQUEMA DE UM AMOSTRADOR DO TIPO DRAGA DE ECKMAN (ESQUEMA CEDIDO PELO DR. NELSON MACHADO, LABORATÓRIO DE SEDIMENTOLOGIA – CENTRO DE ECOLOGIA – UFRGS).	30
FIGURA 4: A) CASAL DE <i>H. AZTECA</i> EM REDE DE NYLON. AUMENTO: 25 X; B) FÊMEA OVADA DE <i>C. DUBIA</i> . AUMENTO: 10 X 25.	31
FIGURA 5: RESULTADOS DOS TESTES DE TOXICIDADE AGUDA DO SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COM <i>H. AZTECA</i> , COM AMOSTRAS COLETADAS COM DRAGA DE ECKMAN E “CORER HAND”, NAS DIFERENTES ESTAÇÕES AMOSTRAIS (EA1, EA2, EA3 E EA4), NO PERÍODO DE MARÇO DE 2000 À JANEIRO DE 2001. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.....	48
FIGURA 6: PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE <i>H. AZTECA</i> , EM TESTES DE TOXICIDADE AGUDA, COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS QUATRO ESTAÇÕES AMOSTRAIS (EA1, EA2, EA3 E EA4), DO ARROIO SAPUCAIA, RS. NO PERÍODO DE MARÇO DE 2000 A JANEIRO DE 2001. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.	52
FIGURA 7: TAXA DE REPRODUÇÃO (NÚMERO DE NEONATAS POR FÊMEA) DE <i>C. DUBIA</i> , EM TESTES DE TOXICIDADE CRÔNICA, COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DAS QUATRO ESTAÇÕES AMOSTRAIS (EA1, EA2, EA3 E EA4), DO ARROIO SAPUCAIA, RS. NO PERÍODO DE MARÇO DE 2000 A JANEIRO DE 2001. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.....	52
FIGURA 8: TAXA DE REPRODUÇÃO (NÚMERO DE NEONATAS POR FÊMEA) DE <i>C. DUBIA</i> EM TESTES DE TOXICIDADE CRÔNICA, COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS (EA1, EA2, EA3 E EA4), DO ARROIO SAPUCAIA, RS. NO PERÍODO DE MARÇO DE 2000 A JANEIRO DE 2001. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.	55

Lista de Tabelas

TABELA 1– RESULTADO DOS TESTES DE TOXICIDADE AGUDA, COM <i>H. AZTECA</i> , DE AMOSTRAS DE SEDIMENTO PROVENIENTES DE ESTAÇÕES AMOSTRAIS NO ARROIO SAPUCAIA, RS, OBTIDAS A PARTIR DE DIFERENTES FORMAS DE AMOSTRAGEM (“CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN). OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.	47
TABELA 2 - RESULTADO DOS TESTES DE TOXICIDADE AGUDA, COM <i>H. AZTECA</i> E TOXICIDADE CRÔNICA, COM <i>C. DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO PROVENIENTES DE ESTAÇÕES AMOSTRAIS NO ARROIO SAPUCAIA, RS. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.....	49
TABELA 3 - RESULTADO DOS TESTES DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>C. DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTO PROVENIENTES DE ESTAÇÕES AMOSTRAIS NO ARROIO SAPUCAIA, RS. OS TESTES 1, 2, 3 E 4 CORRESPONDEM AS ANÁLISES REALIZADAS COM AMOSTRAS DA 1ª, 2ª, 3ª E 4ª COLETA.	53

Lista de Apêndices

APÊNDICE 1: DADOS BRUTOS DO TESTE 01 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE MARÇO DE 2000.....	66
APÊNDICE 2: CONTROLE DAS VARIÁVEIS NO DECORRER DO TESTE 01 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE MARÇO DE 2000.....	67
APÊNDICE 3: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 01 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE MARÇO DE 2000.....	68
APÊNDICE 4: DADOS BRUTOS DO TESTE 02 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE JUNHO DE 2000.....	69
APÊNDICE 5: CONTROLE DAS VARIÁVEIS NO DECORRER DO TESTE 02 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE JUNHO DE 2000.....	70
APÊNDICE 6: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 02 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 14 DE JUNHO DE 2000.....	71
APÊNDICE 7: DADOS BRUTOS DO TESTE 03 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.....	72
APÊNDICE 8: CONTROLE DAS VARIÁVEIS NO DECORRER DO TESTE 03 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.....	73
APÊNDICE 9: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 03 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.....	74
APÊNDICE 10: DADOS BRUTOS DO TESTE 04 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 04 DE JANEIRO DE 2001.....	75
APÊNDICE 11: CONTROLE DAS VARIÁVEIS NO DECORRER DO TESTE 04 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 04 DE JANEIRO DE 2001.....	76
APÊNDICE 12: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 04 DE TOXICIDADE AGUDA COM <i>HYALELLA AZTECA</i> COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM “CORER HAND” E DRAGA DE ECKMAN, EM 04 DE JANEIRO DE 2001..	77

APÊNDICE 13: DADOS BRUTOS DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	78
APÊNDICE 14: REGISTRO DE DADOS DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	79
APÊNDICE 15: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	80
APÊNDICE 16: DADOS BRUTOS DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	81
APÊNDICE 17: REGISTRO DE DADOS DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	82
APÊNDICE 18: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	83
APÊNDICE 19: DADOS BRUTOS DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	84
APÊNDICE 20: REGISTRO DE DADOS DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	85
APÊNDICE 21: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	86
APÊNDICE 22: DADOS BRUTOS DO TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	87
APÊNDICE 23: REGISTRO DOS DADOS DO TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	88
APÊNDICE 24: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	89
APÊNDICE 25: DADOS BRUTOS DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	90
APÊNDICE 26: REGISTRO DOS DADOS DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	91
APÊNDICE 27: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 01 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE MARÇO DE 2000.	92

APÊNDICE 28: DADOS BRUTOS DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	93
APÊNDICE 29: REGISTRO DE DADOS DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	94
APÊNDICE 30: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 02 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 14 DE JUNHO DE 2000.	95
APÊNDICE 31: DADOS BRUTOS DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	96
APÊNDICE 32: REGISTRO DE DADOS DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	97
APÊNDICE 33: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 03 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 28 DE SETEMBRO DE 2000.	98
APÊNDICE 34: DADOS BRUTOS DO TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	99
APÊNDICE 35: REGISTRO DE DADOS TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	100
APÊNDICE 36: ANÁLISE ESTATÍSTICA DO TESTE 04 DE TOXICIDADE CRÔNICA COM <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> , COM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS EM 04 DE JANEIRO DE 2001.	101
APÊNDICE 37: FAIXA DE SENSIBILIDADE PARA <i>HYALELLA AZTECA</i> QUANDO EXPOSTA A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NaCl, POR UM PERÍODO DE 48H.	102
APÊNDICE 38: FAIXA DE SENSIBILIDADE PARA <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> QUANDO EXPOSTA A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NaCl, POR UM PERÍODO DE 48H.	103
APÊNDICE 39: ANÁLISES COMPLEMENTARES AOS TESTES DE TOXICIDADE, REALIZADAS EM AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COLETADAS COM DIFERENTES AMOSTRADORES.	104
APÊNDICE 40: ANÁLISES COMPLEMENTARES AOS TESTES DE TOXICIDADE, REALIZADAS EM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS.	105

Sumário

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE APÊNDICES	vi
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3 ÁREA DE ESTUDO	24
3.1 LOCALIZAÇÃO	24
3.2 ESTAÇÕES AMOSTRAIS.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1 AVALIAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS DO ARROIO SAPUCAIA, RS	28
4.1.1 <i>Avaliação do Sedimento, com Amostras Coletadas com Draga de Eckman e “corer hand”</i>	28
4.1.2 <i>Avaliação do Sedimento Utilizando Diferentes Organismos-teste</i>	30
4.1.3 <i>Avaliação Ecotoxicológica dos Compartimentos Aquáticos, do Arroio Sapucaia, RS, Através da Exposição de Ceriodaphnia dubia</i>	31
4.2 TESTES DE TOXICIDADE	32
4.2.1 <i>Testes para Avaliação da Toxicidade Aguda do Sedimento com Hyalella azteca</i>	32
4.2.2 <i>Testes para a Avaliação da Toxicidade Crônica do Sedimento com Ceriodaphnia dubia</i>	34

4.2.3	<i>Testes para a Avaliação da Toxicidade Crônica da Água Superficial, com Ceriodaphnia dubia</i>	35
4.2.4	<i>Análises Complementares aos Testes de Toxicidade</i>	36
4.2.5	<i>Análises Estatísticas dos Resultados</i>	38
4.3	CULTIVO E MANUTENÇÃO DOS ORGANISMOS-TESTE	39
4.3.1	<i>Água de Cultivo</i>	39
4.3.2	<i>Cultivo de Hyalella azteca</i>	39
4.3.3	<i>Cultivo de Ceriodaphnia dubia</i>	40
4.4	AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DOS ORGANISMOS-TESTE	41
4.4.1	<i>Teste de Sensibilidade com Hyalella azteca</i>	42
4.4.2	<i>Teste de Sensibilidade com Ceriodaphnia dubia</i>	42
4.4.3	<i>Análises Estatísticas dos Resultados dos Testes de Sensibilidade</i>	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1	AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COM AMOSTRAS COLETADAS COM DRAGA DE ECKMAN E “CORER HAND”	44
5.2	AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS, COM A UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES ORGANISMOS-TESTE	48
5.3	AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO E DA ÁGUA SUPERFICIAL DO ARROIO SAPUCAIA, RS, ATRAVÉS DA EXPOSIÇÃO DE <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i>	53
5.4	MONITORAMENTO DO ARROIO SAPUCAIA, RS	56
6	CONCLUSÕES	58
7	SUGESTÕES	60
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 Introdução

Atualmente, em várias regiões do mundo, é possível observar que os ecossistemas vêm sofrendo alterações que podem estar associadas à atividade humana decorrente do processo de desenvolvimento industrial, urbano e agrícola. No que se refere aos ecossistemas aquáticos, as atividades antrópicas geram impactos, promovendo lentas e muitas vezes irreversíveis modificações nestes ambientes (Bohrer, 1995).

Como exemplo de contaminação ambiental pode-se apontar o Arroio Sapucaia, RS, que por atravessar zonas industriais, urbanas e rurais reflete as conseqüências do impacto antrópico e da utilização incoerente de recursos hídricos. O arroio recebe muitos tipos de descargas, tanto de efluentes industriais e cloacais como de resíduos urbanos. No entanto, suas águas destinam-se à pesca, recreação, uso industrial, irrigação e diluição de despejos domésticos e industriais (Guerra, 1999).

Para diagnosticar os problemas relacionados com a poluição de determinados ambientes, como o caso do Arroio Sapucaia, RS, torna-se necessário a adoção de métodos químicos, físicos e biológicos, com técnicas aperfeiçoadas, como uma estratégia de monitoramento da sua qualidade.

Segundo Baudo *et al.* (1999) uma avaliação ambiental não deve ser realizada apenas com análises químicas isoladas, pois, normalmente, elas não estabelecem qual a partição química de determinado poluente é verdadeiramente

biodisponível e capaz de interagir com organismos vivos. O autor sugere, então, que as análises químicas devem ser combinadas com testes biológicos.

De acordo com Soares (1991), a preocupação em monitorar os efeitos da ação antrópica, levou a criação da Ecotoxicologia, ciência preocupada em estudar os efeitos de agentes químicos tóxicos, em nível de indivíduo, e suas conseqüências na estrutura e funcionamento das populações, comunidades e ecossistemas.

Os ecossistemas aquáticos são formados por compartimentos abióticos básicos: a atmosfera, a coluna d'água e o sedimento. Estes ambientes recebem uma série de influências que devem ser monitoradas, através de avaliações ecotoxicológicas, a fim de avaliar a sua toxicidade.

De acordo com Baudo *et al.* (1999) logo que surgiu a ciência da Ecotoxicologia Aquática o enfoque principal era a qualidade da água, receptora de efluentes urbanos e industriais, já o sedimento, era menos estudado por ser considerado um ambiente pouco contaminado. No entanto, a atual situação, de prevenção da poluição hídrica, tem resultado em casos onde a coluna d'água pode estar tão impactada quanto os sedimentos. Estes podem tornar-se poluídos, pois permanecem expostos a longos períodos de deposição de contaminantes.

Segundo Leppanen *et al.* (1998), testes de toxicidade com sedimento determinam se o contaminante é danoso para os organismos bentônicos e são eficientes recursos para avaliar a contaminação deste compartimento, pois fornecem informações complementares à caracterização química e às avaliações ecológicas.

Os efeitos ecológicos de contaminantes associados ao sedimento têm sido avaliados através do uso de testes de toxicidade em laboratório e através de ensaios de bioacumulação, utilizando-se organismos bentônicos ou epibentônicos (Benoit *et al.* 1993). A Environmental Protection Agency (EPA) em 1996, publicou uma norma para determinação da toxicidade aguda e bioacumulação de sedimentos associados a contaminantes com organismos de água doce. Estes métodos foram discutidos e desenvolvidos em resposta a “Estratégia de Manejo de Sedimentos Contaminados da EPA”, propondo que estas avaliações sejam incorporadas aos programas de regulamentação ambiental (Burton *et al.* 1996).

Segundo Esteves (1988) e Burton e MacPherson (1995) o papel significativo que os sedimentos representam em ecossistemas aquáticos é bem conhecido. Eles servem como fonte e depósito de materiais orgânicos e inorgânicos, onde ocorre a decomposição de materiais autóctones ou alóctones e a concentração de compostos químicos de origem antrópica. A sua contaminação pode causar efeitos prejudiciais no ecossistema, alguns mais evidentes e outros mais discretos ou desconhecidos.

Conforme Chapman (1989) a avaliação da qualidade ambiental do sedimento é necessária em conjunto à avaliação da água, porque: a) vários contaminantes encontrados apenas como resquícios na coluna d’água podem ser acumulados no sedimento; b) o sedimento serve como reservatório e fonte de agentes tóxicos para a coluna d’água; c) o sedimento concentra contaminantes por mais tempo, enquanto que na coluna d’água as concentrações são mais variáveis; d) os contaminantes do sedimento em adição aos da coluna d’água afetam os organismos bentônicos e outros organismos associados a este

compartimento; e) o sedimento é uma parte funcional do ambiente aquático, fornecendo habitat e alimento para a biota aquática.

Através da fixação da matéria particulada, o sedimento tende a integrar o depósito de substâncias químicas por longo tempo, enquanto que as concentrações na água são mais dinâmicas. Devido ao gradiente de concentração entre o sedimento e a água superficial, este pode também atuar, sob certas condições físicas e químicas, como uma fonte interna de poluentes, (Baudo *et al.* 1999).

Uma parte significativa dos poluentes, livres ou aderidos à matéria em suspensão, são depositados sobre o sedimento via adsorção, floculação ou sedimentação (Bonnet, 2000). Os contaminantes incorporados assim ao sedimento são mais persistentes, menos móveis e ocorrem em maiores concentrações do que os presentes na coluna d'água.

Segundo Burton e Scott (1992) antes de 1990 não existiam métodos padronizados para a realização de testes de toxicidade com sedimento. A partir de 1990, a American Society for Testing and Materials (ASTM) aprovou três guias de padronização, onde está incluída a utilização de organismos-teste e um guia para coleta, estocagem, caracterização e manipulação de sedimentos para testes de toxicidade.

A maneira como o sedimento é coletado, estocado, caracterizado e manipulado pode influenciar nos resultados das análises de qualidade ou dos processos de avaliação. Manter a integridade da amostra durante sua remoção, transporte e testes em laboratório é extremamente difícil. Como o sedimento é composto por muitos microambientes, onde ocorrem uma série de processos de

interações físicas, químicas e biológicas, os métodos de amostragem podem modificar a sua integridade, porém para as avaliações de toxicidade é importante obter amostras com o menor distúrbio possível (ASTM 1991a). Conforme Burton e MacPherson (1995), quando o sedimento é coletado, ocorre um rompimento da camada superficial, o que pode alterar significativamente os resultados de uma análise ecotoxicológica.

Segundo Stemmer *et al.* (1990) os métodos de amostragem de sedimento variam dependendo do estudo. As coletas são geralmente conduzidas usando algumas formas de amostradores como “corer” ou draga. O principal critério para uma coleta adequada e um amostrador confiável é que eles apresentem repetibilidade sem que ocorram alterações e contaminações na amostra.

Conforme ASTM (1991a) e Burton e MacPherson (1995) a coleta do sedimento realizada com “corer” possui a vantagem de ser considerada a que menos interfere nas propriedades da amostra. Além disso, este coletor pode ser utilizado em sedimentos mais sólidos, pois possui maior facilidade de penetrar no sedimento. A desvantagem na utilização deste amostrador está relacionada com sua manipulação.

De acordo com Stemmer *et al.* (1990), ASTM (1991a) e Burton e MacPherson (1995) as coletas realizadas com draga podem alterar a composição da amostra, mas em compensação, permitem que a coleta seja realizada em locais mais profundos, além da obtenção de uma maior área superficial. A draga de Eckman é utilizada em sedimentos macios, obtém maior quantidade de amostra em relação ao “corer” e a coleta pode ser realizada através de uma abertura localizada na porção superior do amostrador. As desvantagens da

utilização deste equipamento são: a perda de amostra, pois não ocorre o fechamento completo, a ocorrência de distúrbios, que podem alterar o material fino ao retirar o aparelho da água e, além disso, normalmente, são fabricadas com materiais que podem introduzir contaminantes na amostra.

De acordo com Burton e MacPherson (1995), o método mais apropriado, dependerá das características do sedimento, da eficiência requerida e do objetivo do estudo.

A contaminação do sedimento pode ter efeitos indesejados não apenas nos organismos bentônicos, mas também em outros elementos da cadeia trófica, uma vez que o sedimento fornece habitat, alimento e locais de reprodução para determinados organismos (Baudo *et al.* 1999).

Assim como os sedimentos, a água superficial serve como corpo receptor, e está sujeita a alterações na sua qualidade na proporção em que há incremento populacional e industrial. As avaliações de qualidade da coluna d'água podem ser realizadas através de testes de toxicidade com organismos que utilizem este compartimento como habitat.

De acordo com Ingersoll *et al.* (1998) uma variedade de métodos padronizados tem sido desenvolvida para avaliar a toxicidade de contaminantes, utilizando anfípodos, mosquitos, oligoquetas, poliquetas, insetos ou cladóceros. Vários parâmetros são sugeridos nestes métodos, para medir os efeitos destes contaminantes, incluindo sobrevivência, crescimento, comportamento ou reprodução.

Segundo Burton e Scott (1992) e Burton e MacPherson (1995) os organismos de água doce que têm sido mais comumente utilizados em avaliações

de toxicidade aquática são: os cladóceros *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia dubia* (exposições de 7 dias), o peixe *Pimephales promelas* (exposições de 7 dias), o anfípodo *Hyalella azteca* (exposições de 7 e 28 dias), os quironomídeos *Chironomus tentans* e *Chironomus riparus* (exposições de 7 e 10 dias); e *Hexagenia limbata* e *Hexagenia bilineata* (exposições de 10 dias).

Burton e MacPherson (1995) e Duan *et al.* (1997) afirmam que *H. azteca* (amphipoda: Hyalellidae) são pequenos organismos de água doce, epibentônicos, detritívoros que cavam na superfície do sedimento (entre 0,5 e 2cm) como fonte de alimento. Elas possuem ampla e abundante distribuição geográfica (América do Norte e Central); curto ciclo de vida; facilidade de cultivo em laboratório; e grande tolerância a diferentes tamanhos de partículas de sedimento. Portanto, conforme Ingersoll *et al.* (2000) esta espécie tem sido recomendada para avaliações de sedimento devido a sua sensibilidade a contaminantes e por estar em contato direto com este compartimento.

Entre os organismos passíveis de serem utilizados em testes de toxicidade está o microcrustáceo do gênero *Ceriodaphnia*. Este cladóceros apresenta vários requisitos que devem ser considerados na seleção de organismos-teste. Os requisitos são: alta sensibilidade, disponibilidade e abundância, conhecimento sobre a biologia e facilidade do cultivo em laboratório (Rand e Petrocelli, 1985).

ASTM (1991a), assim como Burton e MacPherson (1995), descrevem metodologias específicas, ou seja, a padronização dos cladóceros dos gêneros *Daphnia* e *Ceriodaphnia*, para que estes organismos possam ser utilizados em teste para a avaliação da toxicidade do sedimento. De acordo com Sasson-Brickson e Burton (1991), *Ceriodaphnia dubia* tem mostrado ser uma espécie

sensível e utilizável em avaliações de toxicidade do sedimento, tanto em amostras inteiras, como em amostras fracionadas. Conforme Burton e Scott (1989) a ASTM aprovou testes com amostras totais de sedimento, com zooplâncton *Daphnia sp* e *Ceriodaphnia sp*

Um dos objetivos de utilizar-se duas espécies para o mesmo compartimento aquático é o de conhecer qual delas pode ser considerada como o melhor organismo-teste para as amostras que estão sendo objeto da avaliação ecotoxicológica.

Os órgãos de fiscalização ambiental, no caso do Rio Grande do Sul, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), recomendam e aceitam a utilização de diferentes metodologias reconhecidas nacional e internacionalmente (como EPA, ASTM, CETESB e ABNT entre outras) para a realização das avaliações ecotoxicológicas. Estas instituições sugerem que os testes de toxicidade sigam normas padronizadas, estas normas, no entanto, são flexíveis e recomendam a utilização de diferentes métodos amostrais, bem como diferentes organismos-teste. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, sob diferentes metodologias padronizadas a fim de evitar-se um resultado insatisfatório na escolha do método ou do organismo-teste

Portanto, neste trabalho foram realizadas avaliações ecotoxicológicas do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, com amostras coletadas através de dois métodos de amostragem, que a princípio, representam um fator determinante na qualidade dos testes, uma vez que cada método possui características próprias que podem interferir na qualidade dos resultados obtidos das avaliações. Além

disso, nesta avaliação, foram utilizados dois organismos-teste padronizados e recomendados por normas nacionais e internacionais, *H. azteca* e *C. dubia*.

Também foram avaliados os compartimentos aquáticos, expondo *C. dubia* a amostras de água superficial e sedimento do Arroio Sapucaia, RS, a fim de determinar o compartimento deste arroio que pode ser melhor monitorado, no caso de uma avaliação com este organismo-teste especificamente.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Avaliação ecotoxicológica do Arroio Sapucaia, RS, através de testes de toxicidade aguda com *Hyalella azteca* e testes de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com o uso de diferentes metodologias.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliação ecotoxicológica do sedimento Arroio Sapucaia, RS através de testes de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras coletadas com draga de Eckman e “corer hand”.

Avaliação ecotoxicológica do sedimento Arroio Sapucaia, RS através de testes de toxicidade aguda, com *Hyalella azteca* e crônica, com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras coletadas com draga de Eckman.

Avaliação ecotoxicológica dos compartimentos (água superficial e sedimento) do Arroio Sapucaia, RS, através de testes de toxicidade crônica, com *Ceriodaphnia dubia*.

Monitorar a qualidade da água superficial e do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, através de testes de toxicidade aguda e crônica.

3 Área de Estudo

3.1 Localização

A bacia hidrográfica do Arroio Sapucaia (coordenadas UTM 476000 E e 504000 E; 6704000 N e 6692000 N) localiza-se nos municípios de Sapucaia do Sul, Gravataí, Cachoeirinha, Esteio, Canoas e Novo Hamburgo, na região metropolitana de Porto Alegre, e o seu alvegue serve como limite entre os municípios de Esteio/Canoas e Sapucaia do Sul/Cachoeirinha. Limita-se ao sul com as bacias dos Arroios Demétrio e Brigadeira, ao norte com as bacias dos Arroios José Joaquim e do Quilombo, a leste com o Rio dos Sinos. As suas nascentes estão no município de Gravataí em altitudes que variam entre 250m e 350m, seguindo no sentido leste-oeste por um percurso de, aproximadamente, 28Km até desembocar no Rio dos Sinos. A Figura 1 apresenta a localização, principais acessos e divisão municipal na bacia Dom Arroio Sapucaia (Franzen, M. 2001).

A bacia do Arroio Sapucaia possui uma área de 133,1Km², inserida na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos e, segundo DMAE/CORSAN (1983) apud Franzen, M. (2001) é um dos principais contribuintes deste.

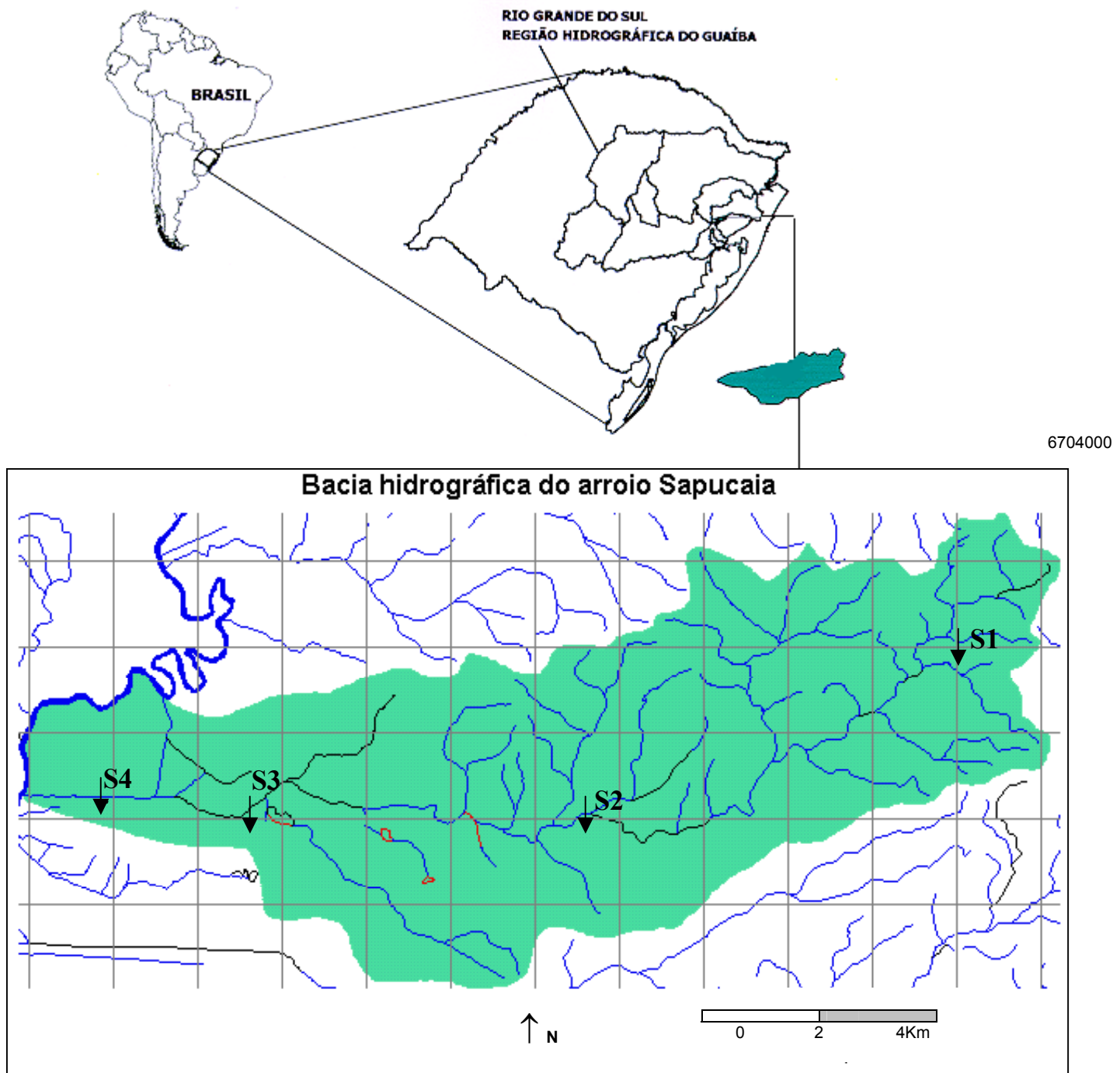
A região ocupada pela Bacia do Rio dos Sinos engloba 25 municípios em seus 3.700Km² de área, mas são sobretudo as grandes populações das cidades de Novo Hamburgo, São Leopoldo, Gravataí, Esteio, Canoas e Sapucaia do Sul que fazem dessa região mais densamente povoada e conseqüentemente a mais

poluída do Estado. Assim, deduz-se que a Bacia do Arroio Sapucaia deva contribuir ativamente para essa estimativa em virtude de receber alta carga de poluição doméstica e industrial dos municípios que atravessa (METROPLAN, 2001) apud Franzen, M. (2001).

3.2 Estações Amostras

As estações amostrais utilizadas neste estudo abrangem toda a extensão do Arroio Sapucaia, desde sua nascente (estação amostral 1), a qual recebe a mínima influência antrópica até as proximidades de sua foz (estação amostral 4), que recebe uma série de descargas, tanto residenciais como industriais. As estações amostrais coincidem as amostradas por Guerra *et al.* (1999).

A localização das estações amostrais, na microbacia do arroio Sapucaia, é apresentada na Figura 1.



476000

Figura 1 – Mapa do Arroio Sapucaia, RS (Guerra,1999 e Franzen, 2001).

6692000

504000

S1 = Estação EA1: curso superior do arroio, próximo às nascentes, no município de Gravataí, no sopé do morro Itacolomi.

S2 = Estação EA2: curso médio do arroio, sob a ponte da RS 118, limite entre os municípios de Sapucaia do Sul e Esteio.

S3 = Estação EA3: curso médio do arroio, em frente a REFAP, na saída do arroio Guajuviras, bem como da estação de tratamento de esgoto da CORSAN.

S4 = Estação EA4: curso inferior do arroio, próximo à foz no rio dos Sinos.

4 Material e Métodos

4.1 Avaliações Ecotoxicológicas do Arroio Sapucaia, RS

4.1.1 Avaliação do Sedimento, com Amostras Coletadas com Draga de Eckman e “corer hand”

As avaliações ecotoxicológicas do sedimento foram realizadas através de testes de toxicidade aguda utilizando como organismo teste *Hyalella azteca*, (item 3.3.1), com amostras coletadas com dois tipos de amostradores, draga e “corer”. As diferenças estruturais, que existem entre os amostradores, são de fundamental importância nos resultados dos testes de toxicidade, pois os distúrbios que estes coletores podem causar na amostra modificam as características físicas e químicas, podendo influenciar, assim, o resultado da avaliação ecotoxicológica.

O coletor do tipo “corer hand” é um aparelho em forma de “T” constituído por duas estruturas principais: uma superior e uma inferior. A estrutura superior é formada por tubos de ferro galvanizado de 1,27cm, responsável pela sustentação do aparelho. Já a estrutura inferior é formada por uma série de conexões de PVC, entre elas uma torneira, por onde se elimina o excesso de água; e um registro, em forma de esfera, que permite a formação de vácuo, e com isso, a retenção da amostra dentro da estrutura final, denominada de amostrador. Estas peças são encaixadas com adaptadores, aumentando o diâmetro do coletor de 1,27cm para

6cm. O amostrador é uma peça móvel que é substituído a cada amostragem (Figura 2).

Este amostrador permitiu obter amostras em uma profundidade de, aproximadamente, 10cm. A porção desta amostra utilizada nas avaliações ecotoxicológicas foi a porção superior de, aproximadamente, 2cm.



a



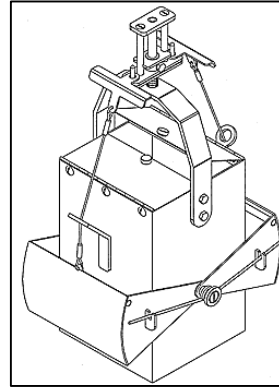
b

Figura 2: a) Amostrador do tipo “corer hand”, sendo utilizado na estação amostral 3, no Arroio Sapucaia, RS; b) Amostrador elaborado para estudos neste arroio.

A draga de Eckman é um aparelho de metal, em forma quadrangular, com área de 225cm², revestido com tinta automotiva, com abertura superior e inferior. A abertura superior é composta por duas tampas utilizadas para visualização do material coletado, já a inferior é formada por duas estruturas em forma de concha, as quais são travadas e acionadas por molas. O acionamento é feito através de um mensageiro (Figura 3).



a

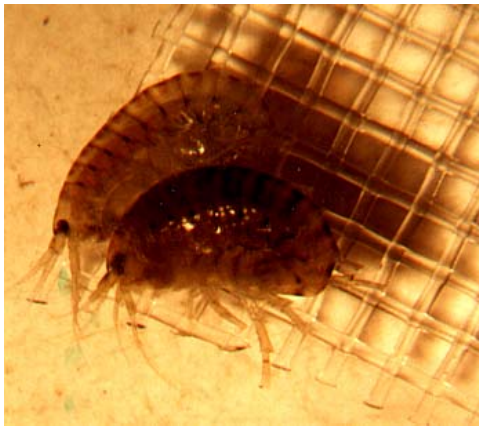


b

Figura 3: a) Amostrador do tipo draga de Eckman, sendo utilizado na estação amostral 3, no Arroio Sapucaia, RS; b) Esquema de um Amostrador do Tipo Draga de Eckman (esquema cedido pelo Dr. Nelson Machado, Laboratório de Sedimentologia – Centro de Ecologia – UFRGS).

4.1.2 Avaliação do Sedimento Utilizando Diferentes Organismos-teste

Os testes de toxicidade com sedimento podem ser realizados com uma série de organismos padronizados e recomendados por normas internacionais, entre eles estão *Hyalella azteca* e *Ceriodaphnia dubia* (Figura 4). No presente trabalho foi avaliada a toxicidade do sedimento do Arroio Sapucaia, RS com a utilização destes organismos em testes de toxicidade aguda para *H. azteca* e crônica para *C. dubia* (item 3.3.1 e 3.3.2), onde o efeito observado, em testes agudos, foi a sobrevivência, e crônicos, a reprodução.



a



b

Figura 4: a) Casal de *H. azteca* em rede de nylon. Aumento: 25 x; b) Fêmea ovada de *C. dubia*. Aumento: 10 x 25.

4.1.3 Avaliação Ecotoxicológica dos Compartimentos Aquáticos, do Arroio Sapucaia, RS, Através da Exposição de *Ceriodaphnia dubia*

A utilização do organismo-teste *C. dubia* em avaliações ecotoxicológicas, tanto de água superficial como de sedimento, é recomendada pelas normas nacionais e internacionais, como CETESB e EPA. Desta forma, foram realizados testes de toxicidade crônica para *C. dubia* (item 3.3.2 e 3.3.3), com amostras de água superficial e sedimento.

4.2 Testes de Toxicidade

Foram realizadas coletas de amostras de água superficial e de sedimento do Arroio Sapucaia, RS em quatro diferentes estações amostrais, localizadas ao longo da extensão do arroio. As coletas foram realizadas no período de março de 2000 a janeiro de 2001. Os testes de toxicidade denominados teste 1, teste 2, teste 3 e teste 4 correspondem aos testes realizados com amostras coletadas nos dias 14 de março de 2000, 14 de junho de 2000, 28 de setembro de 2000 e 04 de janeiro de 2001, respectivamente.

Os experimentos e análises realizados neste trabalho foram conduzidos no Laboratório de Ecotoxicologia do Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4.2.1 Testes para Avaliação da Toxicidade Aguda do Sedimento com *Hyalella azteca*

Com a finalidade de avaliar o efeito de diferentes métodos de amostragem sobre a toxicidade do sedimento para *H. azteca* com amostras coletadas com draga de Eckman e “corer hand”, foram executadas baterias simultâneas de testes de toxicidade aguda para ambos os métodos de amostragem.

A metodologia adotada na realização dos testes de toxicidade aguda do sedimento baseou-se em EPA (1994) e Burton e MacPherson (1994). Foram realizadas quatro repetições dos testes, correspondentes a cada coleta, onde

indivíduos jovens (entre 7 e 14 dias) foram expostos às amostras do sedimento sem diluição.

Com a finalidade de decantar o sedimento em suspensão, os organismos foram colocados nas câmaras-teste 24 horas após a montagem dos testes. O teste durante a decantação foi mantido nas mesmas condições dos outros dias de exposição. Para cada amostra foram utilizadas 4 réplicas com 5 organismos cada. Como câmaras-teste foram utilizados copos de becker de 100 mL, com 80mL de volume útil. Esta mistura foi preparada na proporção de 4:1 (água de diluição: sedimento). A água de diluição, foi a mesma utilizada no grupo controle e para o cultivo dos organismos (item 3.4.1).

A cada dois dias aproximadamente 60 mL da água superficial das amostras foram substituídas por sifonamento. Após a troca da água os organismo foram alimentados (item 3.4.2). O pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram monitorados a cada troca. A mesma amostra de sedimento foi mantida durante todo o período de exposição. No grupo controle foi adicionado 1 retângulo de 1,5x1,5cm, de rede de nylon com malha de 600 μ m, como substrato artificial. Após a manutenção, as câmaras-teste foram dispostas aleatoriamente, para minimizar o efeito da diferença de incidência de luz na incubadora.

Os testes foram mantidos em incubadora, com temperatura de 25 °C (\pm 2), com fotoperíodo de 16 horas-luz e intensidade luminosa de 2000 lux, mantendo as mesmas condições de cultivo.

Após 10 dias, do início dos testes, as amostras foram transferidas para placas de Petry, e colocadas sobre uma mesa com iluminação, para que fosse

realizada a observação e contagem dos organismos sobreviventes. Os indivíduos não encontrados foram considerados mortos.

4.2.2 Testes para a Avaliação da Toxicidade Crônica do Sedimento com *Ceriodaphnia dubia*

A metodologia adotada na realização dos testes de toxicidade crônica do sedimento baseou-se em normas padronizadas por EPA (1994) e CETESB (1992). Foram realizadas quatro repetições dos testes, correspondentes a cada coleta, onde neonatas (entre 6h e 24h de vida) foram expostas às amostras de sedimento sem diluição.

Para a avaliação da toxicidade crônica do sedimento, com *C. dubia*, foram utilizadas as amostras coletadas com draga de Eckman.

Com a finalidade de decantar o sedimento em suspensão, os organismos foram colocados nas câmaras-teste 24 horas após a montagem dos testes. O teste durante a decantação foi mantido nas mesmas condições dos demais dias de exposição.

Para cada amostra foram utilizadas 10 réplicas, onde os organismos foram expostos individualmente em câmaras-teste de 50mL, com 30mL de volume útil. Esta mistura foi preparada na proporção de 4:1 (água de diluição: sedimento). A água de diluição, foi a mesma utilizada no grupo controle e para o cultivo dos organismos (item 3.4.1).

A cada dois dias aproximadamente 20mL da água superficial das amostras foram substituídas por sifonamento. Após a troca da água os organismos foram

alimentados (item 3.4.3). O pH, condutividade e oxigênio dissolvido, da água retirada, na manutenção, foram monitorados a cada troca. Durante o período de exposição o sedimento foi mantido nos béqueres. Após a manutenção de cada teste, as câmaras-teste foram dispostas aleatoriamente, para minimizar o efeito da diferença de incidência de luz na incubadora.

A sobrevivência dos organismos foi observada e registrada diariamente para cada réplica até o final dos testes. A reprodução foi acompanhada pela contagem diária das neonatas, os quais foram retirados dos testes e descartados.

Os testes foram mantidos em incubadora com temperatura de 25 °C (± 2), com fotoperíodo de 16 horas-luz e intensidade luminosa de 2000 lux, mantendo as mesmas condições de cultivo.

Os testes crônicos com *C. dubia* foram encerrados após 7 dias ou após a terceira postura dos organismos do controle, em pelo menos 60% das fêmeas, conforme sugerido em CETESB (1992).

4.2.3 Testes para a Avaliação da Toxicidade Crônica da Água Superficial, com *Ceriodaphnia dubia*

A metodologia adotada na realização dos testes de toxicidade crônica da água superficial baseou-se em CETESB (1992). Foram realizadas quatro baterias de testes, correspondentes a cada coleta, onde neonatas (entre 6h e 24h de vida) foram expostas a amostras ambientais, sem diluição. Para cada amostra foram utilizadas 10 réplicas, onde os organismos foram expostos individualmente em

câmaras-teste de 50mL com 30mL de volume útil. O grupo controle foi mantido na mesma água utilizada nos cultivos (item 3.4.1).

Os organismos foram alimentados a cada 2 dias, quando foi feita a troca total da amostra. O pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram monitorados, a cada troca. Após a manutenção, as câmaras-teste foram dispostas aleatoriamente, para minimizar o efeito da diferença de incidência de luz na incubadora.

Os testes foram mantidos em incubadora, com temperatura de 25 °C (± 2), com fotoperíodo de 16 horas-luz e intensidade luminosa de 2000 lux, mantendo as mesmas condições de cultivo.

A sobrevivência dos organismos foi observada e registrada, diariamente, para cada réplica, até o final dos testes. A reprodução foi acompanhada pela contagem diária das neonatas, os quais foram retirados e descartados.

Os testes crônicos com *Ceriodaphnia dubia* foram encerrados após 7 dias ou após a terceira postura dos organismos do controle, em pelo menos 60% das fêmeas conforme recomendado por CETESB (1992).

4.2.4 Análises Complementares aos Testes de Toxicidade

Imediatamente após a coleta, as amostras de sedimento foram transferidas para sacos plásticos com o auxílio de uma colher plástica e foram acondicionadas em isopor com gelo. No laboratório foram mantidas sob refrigeração, à 4°C.

As análises físicas e químicas das amostras de sedimento, coletadas tanto com draga de Eckman como com “corer hand”, foram realizadas em laboratório em um período máximo de 6 horas após a coleta. Para tanto, foram retiradas alíquotas de 40g e colocadas em béqueres de vidro de 200mL, às quais foram adicionados 150mL de água destilada. Esta mistura foi preparada na proporção de 4:1 (água destilada: sedimento) e homogeneizada com o auxílio de um agitador magnético por 15 minutos. Em seguida, foram efetuadas as medidas físicas e químicas. Este procedimento foi realizado para todas as amostras de sedimento.

As amostras de água foram coletadas em galões de polietileno com capacidade para 5L diretamente na superfície do arroio. Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em isopor com gelo. As análises físicas e químicas foram realizadas em laboratório, num período máximo de 6 horas após a coleta, com exceção da temperatura, que foi medida em campo. As amostras utilizadas nos testes de toxicidade foram congeladas até o final do teste.

As análises físicas e químicas complementares aos testes de toxicidade foram pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e teor de matéria orgânica para as amostras de sedimento (Apêndice 39); e temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, dureza total, determinação de cloretos e alcalinidade total para as amostras de água superficial (Apêndice 40). Estas análises foram realizadas com a finalidade de atender as exigências das normas que regulamentam os testes de toxicidade, utilizados neste estudo.

4.2.5 Análises Estatísticas dos Resultados

Os testes de toxicidade, tanto aguda como crônica, foram avaliados estatisticamente através do programa computacional “TOXSTAT” (Gulley *et al.*, 1991), a partir do número de sobreviventes por réplica (em testes de toxicidade aguda, para *H. azteca*) e do número total de neonatas produzidos fêmea (em teste de toxicidade crônica, para *C. dubia*), em cada estação amostral. Foram utilizados os testes estatísticos DUNNETT, para dados paramétricos e STEELS MANY-ONE RANK TEST, para dados não paramétricos.

A análise estatística foi realizada com o objetivo de determinar a presença ou ausência de toxicidade. A presença de toxicidade foi determinada pela diferença estatisticamente significativa das estações amostrais em relação ao controle.

A diferença estatisticamente significativa entre os testes realizados com amostras coletadas com dois amostradores para sedimento, entre os testes realizados com diferentes organismos-teste e entre os testes realizados com amostras dos compartimentos aquáticos foi determinada pelo teste de aleatorização através do software MULTIV, versão 20/abr/00 (Pillar, 1999), utilizando a distância euclidiana como medida de semelhança e um nível de significância de 0,05, a partir dos dados de presença ou ausência de toxicidade.

4.3 Cultivo e Manutenção dos Organismos-Teste

4.3.1 Água de Cultivo

Os organismos foram cultivados em água de fonte natural, coletada no bairro Belém Velho, município de Porto Alegre. A cada novo lote, foram monitorados os parâmetros potencial de hidrogênio (pH), condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e dureza total, com a finalidade de controlar a qualidade da água.

A dureza da água de cultivo foi ajustada para a faixa entre 44 e 48 mg.L⁻¹ de CaCO₃, conforme recomendado em CETESB (1992). Após o ajuste de dureza, a água foi mantida sob aeração por 24 horas, para a solubilização dos sais contidos nas soluções utilizadas no ajuste. A água utilizada para iniciar os cultivos foi previamente filtrada, em rede de plâncton com malha de 45µm. O pH inicial da água foi ajustado, sempre que necessário, para 7,2 - 7,3, com soluções de NaOH 0,1N e HCl 0,1N.

4.3.2 Cultivo de *Hyalella azteca*

Os indivíduos de *H. azteca* que foram utilizados nos testes ecotoxicológicos foram cultivados em laboratório sob condições padronizadas conforme recomendado por ASTM (1991a) e Burton e MacPherson (1995).

Os organismos foram cultivados em béqueres de 1L com cerca de 25 casais. Como alimento foi fornecido, nos dias de manutenção, $0,5\text{g.L}^{-1}$ de ração floculada para coelho da marca Purina®, devidamente masserada e $2,5\text{mL.L}^{-1}$ de uma solução composta por ração de artêmia fermentada e fermento biológico (Plate, 1993). Para a manipulação dos organismos foi utilizada pipeta Pasteur de vidro, com ponta de, aproximadamente, 5mm de diâmetro para evitar o stress e a mutilação dos organismos. A manutenção foi realizada uma vez por semana quando pH, condutividade e oxigênio dissolvido foram medidos. Os organismos foram cultivados em incubadora, com temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (± 2) e com fotoperíodo de 16 horas-luz. Os cultivos foram mantidos com aeração moderada.

Por ser um organismo bentônico, *H. azteca* requer a adição de um substrato para sua fixação no meio de cultivo. A ausência deste substrato poderia causar um stress dos organismos. Foi utilizado como substrato artificial, 2 retângulos de 10x3cm, de rede de nylon com malha de $600\mu\text{m}$ (Printes 1996).

4.3.3 Cultivo de *Ceriodaphnia dubia*

Os indivíduos de *C. dubia* que foram utilizados nos testes ecotoxicológicos foram cultivados em laboratório, sob condições padronizadas, conforme recomendado por CETESB (1992).

Os organismos foram cultivados em béqueres de 500mL, onde cerca de 60 organismos foram adicionados. Como alimento foi fornecida a alga *Selenastrum capricornutum* na concentração de $1,5 \times 10^7$ células por litro e uma solução de ração

de artêmia fermentada, com concentração de 14mg.L^{-1} , nos dias em que foi feita a manutenção. Para a manipulação dos organismos foi utilizada pipeta Pasteur de vidro, com ponta de, aproximadamente, 2mm de diâmetro para evitar o stress e a mutilação dos organismos. A manutenção foi realizada a cada dois dias quando foi medido o pH, condutividade e oxigênio dissolvido. Os organismos foram cultivados em incubadora, com temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (± 2), com fotoperíodo de 16 horas-luz e intensidade luminosa de 2000 lux.

4.4 Avaliação da Sensibilidade dos Organismos-Teste

Para verificar se os organismos-teste encontravam-se dentro de uma faixa de sensibilidade aceitável, testes de toxicidade aguda com tóxicos de referência, denominados testes de sensibilidade, foram realizados simultaneamente aos testes com sedimento e água superficial.

Os testes de sensibilidade foram realizados, frente a uma substância de referência, a fim de determinar os valores da concentração letal ($\text{CL}_{50;48\text{h}}$), que causa mortalidade em 50% dos organismos e da concentração efetiva ($\text{CE}_{50;48\text{h}}$), que causa imobilidade em 50% dos organismos, ambas em 48h de exposição. A partir destes valores foi calculada uma média assim como uma faixa de sensibilidade, definida por um limite superior (média mais 2 desvios) e um inferior (média menos 2 desvios) (Apêndice 37 e 38).

4.4.1 Teste de Sensibilidade com *Hyalella azteca*

A metodologia dos testes de sensibilidade com *H. azteca*, baseou-se em normas da EPA (1994) e Burton e MacPherson (1995).

Os testes consistiram em expor organismos jovens (entre 7 e 14 dias) a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl), substância utilizada como referência. As concentrações utilizadas foram 0,79; 1,03; 1,35; 1,76; 2,3 e 3,0g.L⁻¹ de NaCl. Como água de diluição foi utilizada água destilada reconstituída, com dureza ajustada para uma faixa entre 44 e 50 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (CETESB 1992). Para cada concentração, foram utilizadas 4 réplicas, onde 5 organismos, por réplica, foram expostos em béqueres de 100mL, com 80mL de solução. O grupo controle foi mantido somente com água de diluição. Tanto neste grupo, como nas demais concentrações, foi adicionado 1 retângulo de 1,5 x 1,5cm, de rede de nylon com malha de 600µm, utilizado como substrato artificial. Os testes foram mantidos em incubadora com temperatura de 25 °C (±2), com fotoperíodo de 16 horas-luz e sem alimento.

O teste foi encerrado após 48 horas, quando os organismos foram avaliados quanto à sua mortalidade (CL50;48h), caracterizando um efeito agudo.

4.4.2 Teste de Sensibilidade com *Ceriodaphnia dubia*

A metodologia dos testes de sensibilidade com *C. dubia* baseou-se em normas da CETESB (1992).

Os testes consistiram em expor neonatas (entre 6h e 24h de vida) a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl), substância utilizada como referência. As concentrações utilizadas foram 0,7; 0,9; 1,1; 1,4; 1,7 e 2,2mg.L⁻¹ de NaCl. Como água de diluição foi utilizada água destilada reconstituída, com dureza ajustada para uma faixa entre 44 e 48 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (CETESB 1992). Para cada concentração, foram utilizadas 4 réplicas, onde 5 organismos , por réplica, foram expostos em tubos de ensaio com 10mL de solução. O grupo controle foi mantido somente com água de diluição. Os testes foram mantidos em incubadora com temperatura de 25 °C (±2), no escuro e sem alimento.

O teste foi encerrado após 48 horas, quando os organismos foram avaliados quanto à sua mobilidade (CE50;48h), caracterizando um efeito agudo.

4.4.3 Análises Estatísticas dos Resultados dos Testes de Sensibilidade

Os cálculos dos valores da CL50;48h e da CE50;48h, para determinar as faixas de sensibilidade, foram calculados através dos métodos estatísticos Trimmed Spearman-karber versão 1,5 (HAMILTON *et al.*, 1977) para dados não paramétricos ou Probitas (EPA, 1992) para dados paramétricos.

5 Resultados e Discussão

5.1 Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento do Arroio Sapucaia, RS, com Amostras Coletadas com Draga de Eckman e “Corer Hand”

A Tabela 1 apresenta os resultados da avaliação ecotoxicológica do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, realizada com amostras provenientes de diferentes métodos amostrais (Apêndice 1 a 12). Apesar dos dados mostrarem uma variação nos dados de toxicidade (presença ou ausência) esta diferença não foi estatisticamente significativa ($\alpha = 0,05$), considerando todos os pontos no período de amostragem. Os valores que apresentaram diferença entre os tipos de amostradores foram a presença de toxicidade no teste 1 e 4, com amostras coletadas com “corer hand”, ambos na estação amostral 1, que foi considerada a estação menos impactada, por estar localizada na nascente do Arroio Sapucaia, RS.

Este mesmo resultado foi encontrado por Stemmer *et al.* (1990), que realizaram testes de toxicidade aguda com *D. magna* e *C. dubia* e avaliaram a influência da amostragem pela comparação de amostras de sedimento coletadas com draga de Eckman e “corer hand”, e provenientes de um rio que recebe influências de práticas agrícolas e despejos de efluentes industriais.. Os autores concluíram que, apesar de normalmente, existir maior toxicidade associada ao

sedimento coletado com “corer hand”, em relação à draga, não houve diferença significativa entre os métodos amostrais.

A diferença encontrada, apesar de não ser estatisticamente significativa, pode estar relacionada ao ambiente amostrado (Arroio Sapucaia, RS), pois conforme Stemmer *et al.* (1990), a variação observada entre testes com sedimento não necessariamente está relacionada a fatores metodológicos. A variação horizontal e vertical na amostra de sedimento ocorre em função do local específico. Devido à natureza heterogênea e as complexas interações que ocorrem neste compartimento, que podem afetar a toxicidade, é aconselhável conhecer a variação do ambiente que está sendo analisando. Esta pode ser uma possível justificativa, também, para a ausência de toxicidade aguda na terceira coleta da estação amostral 3.

Apesar de não ter sido realizada uma análise granulométrica do sedimento, observou-se através de sua manipulação, que o sedimento da estação amostral 1 era aparentemente, composto de areia e finos. Visualmente foi observado que as amostras coletadas com “corer hand” possuíam uma quantidade maior de finos e as coletadas com draga de Eckman eram formadas por um sedimento mais arenoso, devido a deficiência do amostrador em recuperar os finos. A diferente composição do sedimento, definida pelo tipo de amostrador utilizado, portanto, pode ter sido o fator determinante das diferenças pontuais observadas nas avaliações de toxicidade do sedimento.


A diferença observada na EA1 nos testes 1 e 4 pode estar relacionada a uma possível concentração mais elevada de sedimentos finos obtidos pelo amostrador do tipo “corer hand”.

Franzen (2001) realizou a análise granulométrica do sedimento do Arroio Sapucaia, no mesmo período deste estudo, utilizando entre sete estações amostrais as mesmas quatro utilizadas neste trabalho. De acordo com a autora a análise dos resultados mostra que nos sedimentos predominam os intervalos granulométricos da fração areia (segundo escala de Wentworth). No ponto que corresponde a EA1, deste estudo, o predomínio é de areia média ($\geq 0,25\text{mm}$), com 28,8% e areia fina ($\geq 0,125\text{mm}$), com 38,2%; na EA2, são identificadas todas as frações granulométricas, com predominância da areia média ($\geq 0,25\text{mm}$) com 22,0% e grânulo ($\geq 2,00\text{mm}$) com 19,8%; já na EA3 e EA4 o predomínio é de silte e argila ($< 0,062\text{mm}$) com 23,4% e 55% respectivamente. Segundo Franzen (2001) estes resultados indicam que os sedimentos localizados no curso inferior do Arroio Sapucaia, por suas características granulométricas, são mais suscetíveis em reter elementos-traço e poluentes.

Tabela 1– Resultado dos testes de toxicidade aguda, com *H. azteca*, de amostras de sedimento provenientes de Estações Amostrais no Arroio Sapucaia, RS, obtidas a partir de diferentes formas de amostragem (“corer hand” e draga de Eckman). Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coleta.

Estação de Coleta	Método de Amostragem	Teste de Toxicidade Aguda nº			
		1	2	3	4
EA1	Corer	T	NT	NT	T
EA1	Draga	NT	NT	NT	NT
EA2	Corer	NT	NT	NT	NT
EA2	Draga	NT	NT	NT	NT
EA3	Corer	T	T	NT	T
EA3	Draga	T	T	NT	T
EA4	Corer	T	T	T	T
EA4	Draga	T	T	T	T

T = Tóxico e NT = Não Tóxico

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4
 testes onde foi observada variação na toxicidade

Um outro ponto a ser considerado é o fato dos dados deste trabalho estarem limitados a presença ou ausência de toxicidade nas amostras, determinada estatisticamente quando a sobrevivência foi superior a 40%. Este limite de 40% foi determinado através de tentativas com valores irreais, os quais foram submetidos ao programa estatístico utilizado neste estudo, com a intenção de determinar em qual percentagem de mortalidade o programa determinou a presença de toxicidade aguda. Assim, este valor pode ter mascarado a existência de diferença entre os métodos amostrais, independente da diferença do

percentual de sobrevivência encontrado nas amostras não tóxicas e do percentual de mortalidade das amostras tóxicas (ver Figura 5).

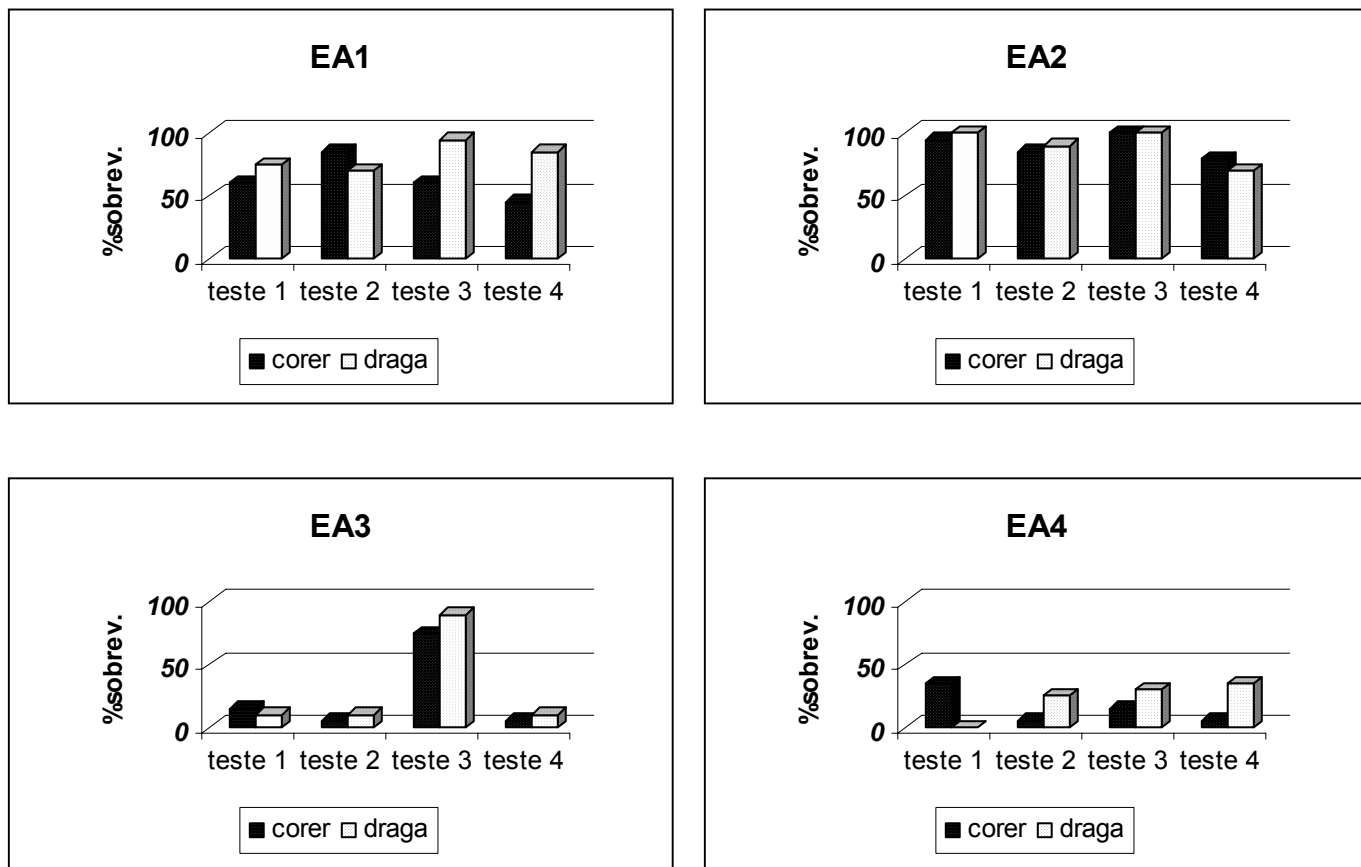


Figura 5: Resultados dos testes de toxicidade aguda do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, com *H. azteca*, com amostras coletadas com draga de Eckman e “corer hand”, nas diferentes estações amostrais (EA1, EA2, EA3 e EA4), no período de março de 2000 à janeiro de 2001. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coleta.

5.2 Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento do Arroio Sapucaia, RS, com a Utilização de Diferentes Organismos-Teste

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação ecotoxicológica do sedimento do Arroio Sapucaia, RS realizada com a exposição de diferentes organismos-teste, não foi observada diferença estatisticamente significativa ($\alpha = 0,05$), nos dados de toxicidade (presença ou ausência) (Apêndice 1 a 24). Apesar deste fato, os dados da tabela 2 indicam que, de uma forma geral, *C. dubia* não foi capaz de detectar a toxicidade das amostras das estações 3 e 4, ao contrário de *H. azteca*.

Tabela 2 - Resultado dos testes de toxicidade aguda, com *H. azteca* e toxicidade crônica, com *C. dubia*, com amostras de sedimento provenientes de Estações Amostrais no Arroio Sapucaia, RS. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª coleta.

Estação de Coleta	Organismos – Teste	Teste de Toxicidade nº			
		1	2	3	4
EA1	<i>Hyalella azteca</i>	NT	NT	NT	NT
EA1	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	NT	NT	T	NT
EA2	<i>Hyalella azteca</i>	NT	NT	NT	NT
EA2	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	T	NT	NT	NT
EA3	<i>Hyalella azteca</i>	T	T	NT	T
EA3	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	T	NT	NT	NT
EA4	<i>Hyalella azteca</i>	T	T	T	T
EA4	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	T	NT	NT	NT

T = Tóxico e NT = Não Tóxico

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

■ testes onde foi observada variação na toxicidade

Por ser um organismo zooplantônico, normalmente, *C. dubia* é utilizada em avaliações da qualidade de águas superficiais ou efluentes. Apesar disso, as metodologias padronizadas que determinam a execução dos testes de toxicidade com sedimento, EPA (1994) e Burton e MacPherson (1995) também recomendam sua utilização para este compartimento. Apesar de não ter sido determinada diferença estatisticamente significativa entre os organismos-teste utilizados (*H. azteca* e *C. dubia*) os resultados deste trabalho indicam que *H. azteca*, por ser um organismo bentônico, parece ser mais adequado em avaliações de toxicidade aguda em sedimentos.

De acordo com Chapman (1989) os organismos da coluna d'água, utilizados em avaliações ecotoxicológicas da água superficial, têm a mesma sensibilidade que os organismos bentônicos. Desta forma, alguns autores utilizaram organismos plantônicos em avaliações de sedimento, como Dave *et al.* (2000), que utilizaram *D. magna* em testes com sedimento; Viganó (2000) avaliou a toxicidade do sedimento do Rio Po através de testes com *C. dubia*; Chappie e Burton (1997) utilizaram *C. dubia*, *H. azteca* e *Pimephales promelas* em experimentos "in situ"; Printes *et al.* (1998) utilizou *C. dubia* em avaliações de sedimento no Rio Grande do Sul; Burton (1989) realizou testes de toxicidade com sedimento com *D. magna* e *C. dubia* ; Zagatto *et al.* (1987) realizaram testes de toxicidade com sedimento com *D. magna*. Estes estudos justificam a utilização de organismos da coluna d'água em avaliações ecotoxicológicas de sedimento.

No entanto, alguns autores dão preferência para a utilização de *H. azteca*, como Nebeker e Miller (1988), Burton (1989), Chappie e Burton (1997), Smith *et al.* (1997), Borgamann *et al.* (1989) e, de acordo com Buyle (1989), a seleção de

organismos que vivem e/ou se alimentam no sedimento é bastante relevante na avaliação da toxicidade deste compartimento do ecossistema aquático.

De acordo com Borgamann *et al.* (1989) os testes de sedimento com *H. azteca* possuem algumas vantagens em relação aos mesmos testes com daphnídeos, pois os anfípodos ficam em contato direto com os contaminantes. Além disso, organismos bentônicos são indicadores do local de contaminação. No seu estudo os autores comparam *H. azteca* com *D. magna* e concluíram que os testes com *D. magna* requerem menos tempo e poucos organismos, já nos testes com *H. azteca*, além de serem bentônicos, os organismos são maiores (proporcionando facilidade de manuseio). McNulty *et al.* (1999) ressaltam, também, que invertebrados bentônicos são utilizados como organismos-teste para a avaliação da toxicidade do sedimento devido a sua interação com este ambiente e sua posição na cadeia alimentar.

A partir da Figura 6 e da Figura 7 pode-se observar que ocorreu uma diminuição na sobrevivência de *H. azteca*, assim como nas taxas de reprodução (número de neonatas por fêmea) de *C. dubia*, ao longo das estações amostrais.

As estações amostrais mais impactadas são a EA3 e a EA4, isto pode observado no gráfico abaixo, através da redução do percentual de sobrevivência de *H. azteca*, nos testes de toxicidade aguda, com exceção do teste 3 na EA3. Já os testes de toxicidade crônica com *C. dubia* a redução na taxa reprodutiva foi observada somente nos testes 1 e 4.

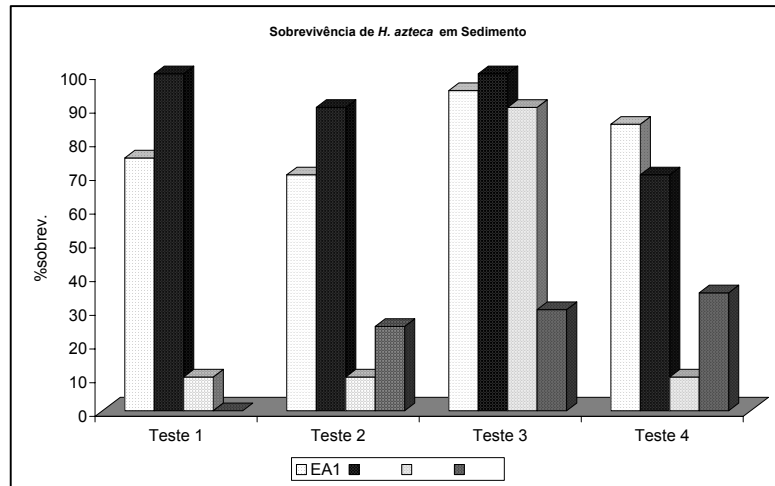


Figura 6: Porcentagem de sobrevivência de *H. azteca*, em testes de toxicidade aguda, com amostras de sedimento das quatro estações amostrais (EA1, EA2, EA3 e EA4), do Arroio Sapucaia, RS. No período de março de 2000 a janeiro de 2001. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coleta.

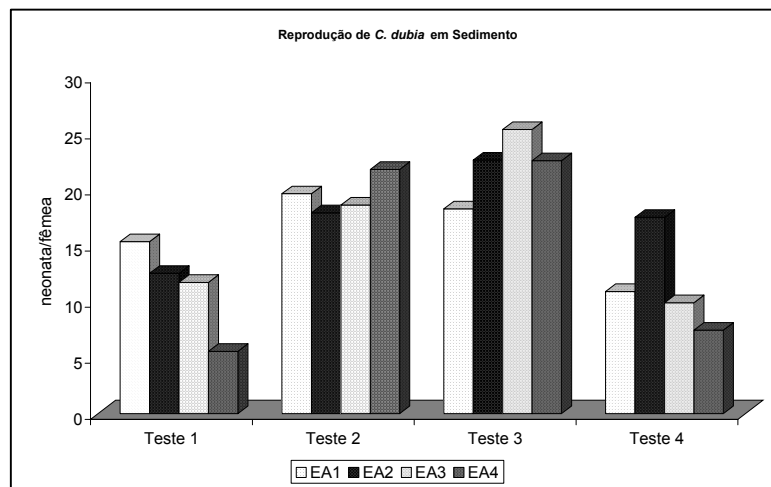


Figura 7: Taxa de Reprodução (número de neonatas por fêmea) de *C. dubia*, em testes de toxicidade crônica, com amostras de sedimento das quatro estações amostrais (EA1, EA2, EA3 e EA4), do Arroio Sapucaia, RS. No período de março de 2000 a janeiro de 2001. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1^a, 2^a, 3^a e 4^a coleta.

5.3 Avaliação Ecotoxicológica do Sedimento e da Água Superficial do Arroio Sapucaia, RS, Através da Exposição de *Ceriodaphnia dubia*

A Tabela 3 apresenta os resultados da avaliação ecotoxicológica do sedimento e da água superficial do Arroio Sapucaia, RS realizada através de testes de toxicidade com *C. dubia*. (Apêndice 13 a 36) Apesar dos dados mostrarem algumas diferenças nos dados de toxicidade (presença ou ausência), esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Tabela 3 - Resultado dos testes de toxicidade crônica com *C. dubia*, com amostras de água superficial e sedimento provenientes de Estações Amostrais no Arroio Sapucaia, RS. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª coleta.

Estação de Coleta	Compartimento	Teste de Toxicidade Crônica nº			
		1	2	3	4
EA1	Água	NT	NT	NT	NT
EA1	Sedimento	NT	NT	T	NT
EA2	Água	NT	T	NT	NT
EA2	Sedimento	T	NT	NT	NT
EA3	Água	T	T	T	NT
EA3	Sedimento	T	NT	NT	NT
EA4	Água	T	T	T	T
EA4	Sedimento	T	NT	NT	NT

T = Tóxico e NT = Não Tóxico

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

■ testes onde foi observada variação na toxicidade

A toxicidade observada nos testes crônicos realizados com água superficial indica que *C. dubia*, apesar de ser recomendada por EPA (1994) e Burton e MacPherson (1995), em avaliações de sedimento, parece ser mais sensível em avaliações de água superficial, apesar de não ter sido determinada diferença estatisticamente significativa entre os compartimentos aquáticos analisados.

Os dados da Figura 8 demonstram que as taxas de reprodução de *C. dubia* foram menores nas amostras de água superficial em relação as amostras de sedimento. Desta forma, *C. dubia* pareceu detectar melhor a toxicidade quando o compartimento foi água superficial, devido ao fato de ser um organismo planctônico e ter demonstrado uma tendência de ser mais sensível (queda na taxa reprodutiva), nas estações amostrais consideradas mais impactadas, EA3 e EA4.

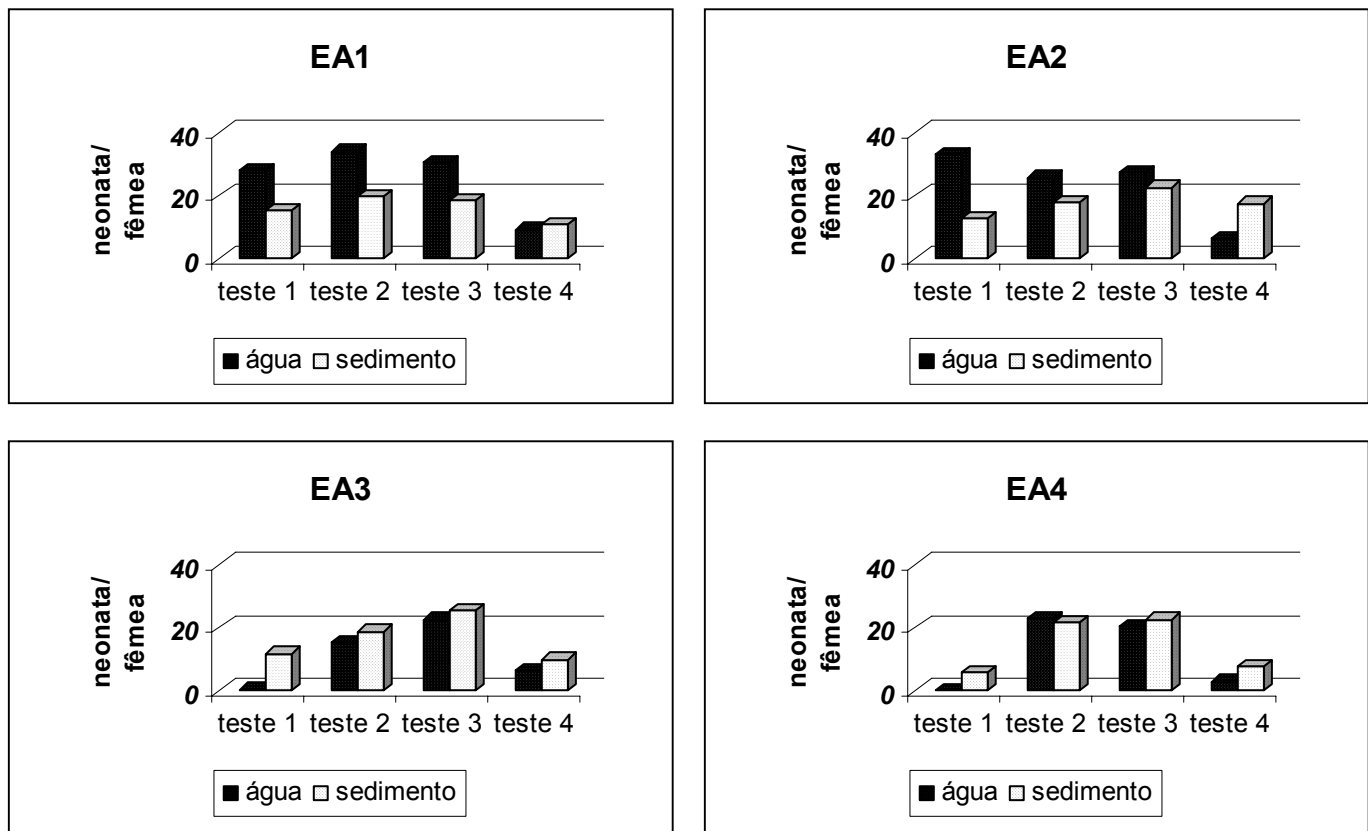


Figura 8: Taxa de reprodução (número de neonatas por fêmea) de *C. dubia* em testes de toxicidade crônica, com amostras de água superficial e sedimento das estações amostrais (EA1, EA2, EA3 e EA4), do Arroio Sapucaia, RS. No período de março de 2000 a janeiro de 2001. Os testes 1, 2, 3 e 4 correspondem as análises realizadas com amostras da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª coleta.

De acordo com Goldstein *et al.* (1983) apud Printes (1996) a toxicidade é uma propriedade difícil de ser avaliada, pois depende de interações entre seus componentes individuais, suas formas químicas e outros fatores (pH, oxigênio dissolvido, condutividade, etc.), além disso, é expressa através de uma resposta biológica dos organismos. Rand *et al.* (1995) apud Printes (1996), afirmam que, em ambientes aquáticos naturais, os organismos estão expostos a uma gama de

diferentes substâncias e exposições a misturas complexas podem resultar em interações toxicológicas. Este parece ser um fator relevante, pois muitas vezes os resultados de uma análise de componentes químicos isolados não servem para determinar a causa da toxicidade, pois determinadas substâncias quando isoladas não são potencialmente tóxicas para os organismos, ao passo que no ambiente podem se tornar biodisponíveis quando associadas a qualquer outro componente. Os resultados dos testes de toxicidade, tanto agudos como crônicos, de um modo geral, podem apresentar uma variabilidade. Esta variabilidade pode ser decorrente das diferenças encontradas entre os espécimes utilizados, além da interação destes com a amostra. Assim, estas informações podem, de certa forma, explicar a variabilidade dos resultados, observada entre as avaliações ecotoxicológicas realizadas neste estudo, mesmo quando não houve diferença estatisticamente significativa.

5.4 Monitoramento do Arroio Sapucaia, RS

O monitoramento do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, realizado através de testes de toxicidade com *H. azteca*, com amostras provenientes de diferentes amostradores, demonstrou que existe uma distinção na toxicidade entre as estações de coleta, que pode ser decorrente das influências antrópicas recebidas por cada estação. As estações EA3 e EA4 foram consideradas as mais impactadas. A EA3 está localizada no interior de uma vila popular, que lança no arroio seu lixo doméstico. Além disso, esta estação localiza-se na junção do Arroio

Sapucaia, RS, com o Arroio Guajuviras, RS, o qual recebe o efluente final da Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP). A EA4 localizada na foz do Arroio Sapucaia, RS, recebe descargas residenciais, industriais e agrícolas.

O monitoramento realizado com diferentes organismos-teste demonstrou que pode estar ocorrendo um aumento na toxicidade do sedimento do Arroio Sapucaia, RS, ao longo das estações amostrais, EA1 em relação à EA4, uma vez que diminuiu a sobrevivência de *H. azteca*, assim como as taxas de reprodução (número de neonatas por fêmea) de *C. dubia*.

De acordo com Franzen (2001) os teores de matéria orgânica nos sedimentos do curso superior do Arroio Sapucaia são de origem orgânica enquanto que nos cursos médio e inferior são de origem antrópica.

Os resultados obtidos por Franzen (2001) correspondem a avaliação ecotoxicológica realizada neste estudo, onde foi observada toxicidade aguda para *H. azteca* nas estações consideradas, pela autora, com sendo as mais impactadas.

De acordo com Pedrozo (1995) conforme resolução do CONAMA-20, o Arroio Sapucaia, RS pode ser classificado, quanto ao pH, oxigênio dissolvido, temperatura, DBO, e cloretos, na região próxima a sua nascente, como de classe I. As demais estações utilizadas pela autora, que localizam-se a jusante da estação 1, próximas da foz, podem ser classificadas como sendo de classe IV. Isto de certa forma foi obtido neste estudo onde foi observada uma possível contaminação, em relação a uma avaliação ecotoxicológica, desde a nascente até a foz do mesmo arroio.

6 Conclusões

A avaliação ecotoxicológica do Arroio Sapucaia, RS demonstrou a existência de contaminação, ao longo de toda sua extensão, desde a nascente, a qual, provavelmente, não recebe nenhuma influência antrópica, até as proximidades da foz, onde foi observada toxicidade aguda para *H. azteca* nos testes realizados com todas as amostras de sedimento e para *C. dubia* em todas as amostras de água superficial, da estação amostral 4.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a toxicidade observada para o sedimento do Arroio Sapucaia, RS, não varia para amostras coletadas com “corer hand” ou draga de Eckman, indicando serem ambos amostradores recomendáveis para análises de amostras provenientes do Arroio Sapucaia, RS. No entanto devido as diferenças estruturais observadas entre os amostradores, na prática, espera-se que haja diferença nos resultados ecotoxicológicos de análises realizadas com amostras provenientes destes aparelhos.

Da mesma forma, a avaliação do sedimento, através de testes agudos realizados com *H. azteca* ou testes crônicos com *C. dubia*, apresentaram a mesma avaliação ecotoxicológica.

Os resultados deste trabalho, através de testes crônicos com *C. dubia* demonstraram, tanto na água superficial como no sedimento, que foi possível utilizar esta espécie como um organismo-teste eficiente, obtendo-se o mesmo

resultado no monitoramento destes compartimentos. No entanto, *C. dubia* apresentou maior sensibilidade (redução na taxa reprodutiva) nos testes de toxicidade com amostras de água superficial.

7 Sugestões

Recomenda-se que, em trabalhos futuros de monitoramento do Arroio, RS, sejam realizadas análises físicas e químicas, tanto da água superficial como do sedimento, em conjunto com testes ecotoxicológicos, para que sirvam de subsídio para uma interpretação mais completa dos resultados obtidos.

Considerando que um dos métodos utilizados, para a avaliação de corpos receptores (água superficial e sedimento), obtém como resultado apenas a formação de dados binários, como presença ou ausência de toxicidade, a análise estatística realizada neste trabalho, pode ter sofrido uma redução na sua sensibilidade, já que o resultado obtido independe do percentual de mortalidade encontrado em cada amostra. Com isso, sugere-se que sejam realizadas outras análises estatísticas, utilizando um programa estatístico diferente do utilizado neste estudo.

8 Referências Bibliográficas

- ASTM – **American Society for Testing and Materials. Standard guide for collection, storage, characterization, and manipulation of sediments for toxicological testing.** Philadelphia: ASTM, E 1391 – 90. 1991a. 15p.
- BAUDO, R., BELTRAMI, M., ROSSI, D. **In situ tests to assess the potential of aquatic sediments.** Aquatic Ecosystem Health and Management. V.2. 1999. p. 361-365.
- BENOIT, D. A., PHIPPS, L. G., ANKLEY, T. G. **A sediment testing intermittent renewal system for the automated renewal of overlying water in tests with contaminated sediments.** Wat. Res. V.27, nº 09. 1993. p.1403-1412.
- BONNET, C., BABUT, M., FÉRARD, J. F., MARTEL, L., GARRIC, J. **Assessing the potential toxicity of resuspended sediment.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 19. 2000. p. 1290-1296.
- BOHRER, M. B. C. **Biomonitoramento das Lagoas de Tratamento Terciário dos Efluentes líquidos Industriais (SITEL) do Pólo Petroquímico do Sul, Triunfo, RS, Através da Comunidade Zooplanctônica** Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Departamento de Ciências, Universidade Federal de São Carlos. 1995. 470p.
- BORGMANN, u., RALPH, K. M. e NORWOOD, W. P. **Toxicity Test Procedures for *Hyalella azteca*, and Chronic Toxicity of Cadmium and Pentachlorophenol to *H. azteca*, *Gammarus fasciatus*, and *Daphnia magna*.** Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Nº 18. 1989. p. 756-764.
- BURTON, Jr., G. A. **Evaluation of seven sediment toxicity tests and their relationships to stream parameters.** Toxicity Assessment: An International Journal. V. 4. 1989. p. 149-159.
- BURTON, Jr. G. A., NORBERG-KING, T. J., INGERSOLL, C. G., BENOIT, D. A., ANKLEY, G. T., WINGER, P. V., KUBITZ, J., LAZORCHAK, J. M., SMITH, M. E., GREER, E., DWIER, F. G., CALL, D. J., DAY, K. E. **Interlaboratory study of precision: *Hyalella azteca* and *Chironomus tentans* freshwater sediment toxicity assays.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 15, nº 08. 1996. p. 1335-1343.

- BURTON, Jr., G. A. , MACPHERSON, C. **Sediment toxicity testing issues and methods.** In: HOFFMAN, D. J. , RATTNER, B. A., BURTON, Jr., G. A., CAIRNS, Jr., J. Handbook of ecotoxicology. Lewis Publishers, Boca Ranton. 1995. p. 70-98.
- BURTON, Jr., G. A., SCOTT, K. J. **Sediment toxicity evaluations. Their niche in ecological assessments.** Environm. Sci. Technol. V. 26. 1992. p. 2068-2075.
- BUYLE, G. B. **Ecotoxicological tests on benthic organisms.** Arch. Hydrobiol. Beih. V. 33. 1989. p.485-491.
- CETESB. **Métodos de Avaliação da Toxicidade de Poluentes a Organismos Aquáticos.** São Paulo: CETESB. 1992. 25p. Norma Técnica L5.022.
- CHAPPIE, D. J., BURTON, Jr. G. A. **Optimization of in situ bioassays with *Hyalella azteca* and *Chironomus tentans*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 16, nº 03. 1997. p. 559-564.
- CHAPMAN, P. M. **Current approaches to developing sediment quality criteria.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 8. 1989. p. 589-599.
- DAVE, G., NILSSON, E., WERNERSSON, A. –S. **Sediment and water phase and UV- activation of six chemicals used in military explosives.** Aquatic Ecosystem Health and Management. V.3. 2000. p. 291-299.
- DUAN, Y., GUTTMAN, I., ORIS, J. T. **Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyalella azteca*: Implications for toxicology.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 16. 1997. p. 691-695.
- EPA – U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Methods for measuring the toxicity and bioaccumulation of sediment associated contaminants with freshwater invertebrates.** Duluth, Minnesota. EPA – 600/R-94/024. 1994. p. 44-50.
- EPA – U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Probit Program Version 1.5.** Ecological Monitoring Research Division. Environmental Monitoring Systems Laboratory. Cincinnati, Ohio. 1992.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência: FINEP. 1988. 575p.
- FRANZEN, M. **Análise da Contaminação por Nutrientes, Elementos Maiores e Elementos-Traço nas Águas e Sedimentos do Arroio Sapucaia, RS.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001. 92p.

GUERRA, T., PEDROZO, C., ARENZON, A., HARTZ, S. M., HASENAK, H., CAON, J. E. M. DE A., PORTELA, C. M. S., GÜNTZEL, C. E., BECKER, F. G., SPANENBERG, G., MENDES, I. L. V., ZANCAN F., L. C., MONTEIRO, N. J. C., PADILHA, R. S., BORDIM, A. G., REBELLO, A., OLIVEIRA, E., PULGATI, F. H., STANKIEVICH, F. J., MACIEL, J. B., CARVALHO, J. M. M., TUCHTENHAGEN, L., CASAREGGIO Jr., L. R., MACEDO, M. ^a, DENICOL, M. R., PULGATI, M. H., ZAVALIK, M. T., BAGINSKI, M., CASTRO, N. de, PIMENTEL, P., GINAR, R., BUSIN, R. e OLIVEIRA, W. T. F. **Avaliação ambiental da microbacia do Arroio Sapucaia, RS, com ênfase na qualidade das águas fluviais.** Escola Técnica / Instituto de Biociências - Centro de Ecologia – UFRGS. Relatório Técnico. 1999. 80p.

GULLEY D. D., BOELTER, A. M., BERGMAN, H. L. **TOXSTAT 3.3.** Computer Program. 1991.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. **Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentration.** Environ. Sci. Tech. V. 11, n. 7. 1977. p. 714-719.

INGERSOLL, G. C., BRUNSON, E. L., DWYER, F. J., HARDESTY, D. K., KEMBLE, N. E. **Use of sublethal endpoints in sediment toxicity tests with the amphipod *Hyalella azteca*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 17, nº 08. 1998. p. 1508-1523.

INGERSOLL, G. C., IVEY, C. D., BRUNSON, E. L., HARDESTY, D. K., KEMBLE, N. E. **Evaluation of toxicity: whole-sediment versus overlying-water exposures with amphipod *Hyalella azteca*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 19, nº 12. 2000. p. 2906-2910.

LEPPANEN, C. J., BLANNER, P. M., ALLAN, R. S., BENSON, W. H., MAIER, K. J. **Using a triad approach in the assessment of hazardous waste site leaching from a superfund site to an adjacent stream.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 17. 1998. p. 2106-2113.

LEPPANEN, C., MAIER, K. J. **An inexpensive and efficient modular water-renewal system for bulk sediment toxicity testing.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 17, nº 05. 1998. p. 969-971.

MCNULTY, E. W., DWYER, F. J., ELLERSIECK, M. R., GREER, E. I. **Evaluation of ability of reference toxicity tests to identify stress in laboratory populations of the amphipod *Hyalella azteca*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 18, nº 03. 1999. p. 544-548.

NEBEKER, V. A., MILLER, C. E. **Use of the amphipod crustacean *Hyalella azteca* in freshwater and estuarine sediment toxicity tests.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 7. 1988. p. 1027-1033.

PILLAR, V. D. **Multiv Multivariate Exploratory Analysis and Randomization Testing. User's Guide.** Versão 1.3. 1999.

PEDROZO, C. **Biomonitoramento do Efluente Final Líquido da Refinaria de Petróleo Alberto Pasqualini, Canoas, RS, através de Testes de Toxicidade com *Daphnia similis* Claus, 1879 (Cladocera: Crustacea).** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Biociências – Mestrado em Zoologia em convênio com a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 162p.

PLATE, E. B. **Otimização da alimentação de *Ceriodaphnia dubia* (cladóceras; crustácea) em culturas de laboratório para utilização em testes de toxicidade crônica.** Dissertação de Bacharelado em Zoologia. Curso Ciências Biológicas. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1993.

PRINTES, L. B., BOHRER, M. B. C., PORTELA, C. M. S. **Toxicity tests applied as an integrative tool in environmental sciences.** Verh. Internat. Verein. Limnol. nº26. 1998. p. 2378-2380.

PRINTES, L. B. **Biomonitoramento da Microrregião Carbonífera do Baixo Jacuí, RS, Através de Testes de Toxicidade com Cladóceras e Implantação de cultivos e Faixa de Sensibilidade de *Hyalella azteca* (Crustacea; Amphipoda) ao Cloreto de Sódio (NaCl).** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1996. 252p.

RAND, G. M., PETROCELLI, S. R. **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications.** Washington: Hemisphere Publishing. 1985. 666p.

SASSON-BRICKSON, G., BURTON, Jr. G. A. **In situ and laboratory sediment toxicity testing with *Ceriodaphnia dubia*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 10. 1991. p. 201-207.

SMITH, M. E., LAZORCHAK, J. M., HERRIN, L. E., BREWER-SWARTZ, S., THONEY, W. T. **A reformulated, reconstituted water for testing the freshwater amphipod, *Hyalella azteca*.** Environmental Toxicology and Chemistry. V. 16, nº 06. 1997. p. 1249-1233.

SOARES, A. M. V. M. **Ecotoxicologia e Determinação de Riscos Ecológicos. Prática e Perspectivas.** In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE A QUALIDADE DO AMBIENTE. 1990, Lisboa. Lisboa: Universidade de Lisboa. V.1. 1991. p. 43-52.

STEMMER, B. L., BURTON, Jr. G. A., SASSON-BRICKSON, G. **Effect of sediment spatial variance and collection method on cladoceran toxicity**

and indigenous microbial activity determinations. Environmental Toxicology and Chemistry. V. 09. 1990. p. 1035-1044.

VIGANÓ, L. **Assessment of the toxicity of River Po sediments with *Ceriodaphnia dubia*.** Aquatic Toxicology. V. 47. 2000. p.191-202.

ZAGATTO, P. A., GHERARDI-GOLDTEIN, E., BERTOLETTI, E., LOMBARDI, C. C., MARTINS, M. H. R. B., RAMOS, M. L. L. C. **Bioassays with aquatic organisms: toxicity of Tubarão river basin.** Wat. Sci. Tech. V.19. nº 11. 1987. p. 95-106.

Apêndices

Apêndice 1: Dados brutos do teste 01 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de março de 2000.

Início: 28.06.00			Final: 09.07.00			Hora: 16:00		
Água de Diluição				Amostra				Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
41	50	7,2	226	8,5	Sapucaia	Sedimento	01	
Data da Coleta: 14.03.00			Teste de Sensibilidade n°:17			Teste n°:01		

Amostras	Indivíduos Vivos por Réplica				Indivíduos Mortos no Final do Teste	
	1	2	3	4	Total	%
Controle	5	4	5	5	1	5
EA1-CORER	3	3	5	2	8	40
EA2-CORER	5	5	5	4	1	5
EA3-CORER	1	1	0	1	17	85
EA4-CORER	2	3	1	1	13	65
EA1-DRAGA	4	5	2	4	5	25
EA2-DRAGA	5	5	5	5	0	0
EA3-DRAGA	0	0	0	2	18	90
EA4-DRAGA	0	0	0	0	20	100

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 2: Controle das variáveis no decorrer do teste 01 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de março de 2000.

Data	Controle/ Estações	pH		Condutividade $\mu\text{S}_{25}.\text{cm}^{-1}$		OD mg.L^{-1}	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
15.03.00	controle	7,2	7,2	226	231	8,5	6,6
15.03.00	EA1-CORER	7,2	6,8	226	191	8,5	5,2
15.03.00	EA2-CORER	7,2	6,9	226	200	8,5	5,9
15.03.00	EA3-CORER	7,2	6,9	226	245	8,5	5,7
15.03.00	EA4-CORER	7,2	6,9	226	232	8,5	5,9
15.03.00	EA1-DRAGA	7,2	6,8	226	207	8,5	5,7
15.03.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	226	194	8,5	6,4
15.03.00	EA3-DRAGA	7,2	7,1	226	292	8,5	2,3
15.03.00	EA4-DRAGA	7,2	6,9	226	240	8,5	5,5
18.03.00	controle	7,2	7,3	190	211	8,6	7,2
18.03.00	EA1-CORER	7,2	6,8	190	183	8,6	6,6
18.03.00	EA2-CORER	7,2	6,9	190	196	8,6	6,7
18.03.00	EA3-CORER	7,2	7,0	190	242	8,6	6,6
18.03.00	EA4-CORER	7,2	7,0	190	228	8,6	6,9
18.03.00	EA1-DRAGA	7,2	6,9	190	204	8,6	6,1
18.03.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	190	198	8,6	7,1
18.03.00	EA3-DRAGA	7,2	6,9	190	306	8,6	3,2
18.03.00	EA4-DRAGA	7,2	7,0	190	205	8,6	7,0
20.03.00	controle	7,2	7,3	193	213	8,6	7,2
20.03.00	EA1-CORER	7,2	6,8	193	193	8,6	6,6
20.03.00	EA2-CORER	7,2	6,8	193	201	8,6	6,7
20.03.00	EA3-CORER	7,2	6,8	193	247	8,6	6,6
20.03.00	EA4-CORER	7,2	6,8	193	234	8,6	6,9
20.03.00	EA1-DRAGA	7,2	6,9	193	199	8,6	6,1
20.03.00	EA2-DRAGA	7,2	6,9	193	308	8,6	7,0
20.03.00	EA3-DRAGA	7,2	6,8	193	207	8,6	7,0
20.03.00	EA4-DRAGA	7,2	6,9	193	195	8,6	6,8
22.03.00	controle	7,2	7,3	197	206	8,6	6,7
22.03.00	EA1-CORER	7,2	7,0	197	171	8,6	6,6
22.03.00	EA2-CORER	7,2	7,2	197	191	8,6	7,2
22.03.00	EA3-CORER	7,2	7,1	197	216	8,6	6,4
22.03.00	EA4-CORER	7,2	7,1	197	211	8,6	6,8
22.03.00	EA1-DRAGA	7,2	7,0	197	173	8,6	6,8
22.03.00	EA2-DRAGA	7,2	7,2	197	202	8,6	7,2
22.03.00	EA3-DRAGA	7,2	7,2	197	321	8,6	2,9
22.03.00	EA4-DRAGA	7,2	7,2	197	202	8,6	7,3
24.03.00	controle	7,2	7,3	181	208	8,6	7,2
24.03.00	EA1-CORER	7,2	7,2	181	161	8,7	7,0
24.03.00	EA2-CORER	7,2	7,0	181	214	8,7	6,4
24.03.00	EA3-CORER	7,2	6,9	181	211	8,7	6,7
24.03.00	EA4-CORER	7,2	7,1	181	174	8,7	6,8
24.03.00	EA1-DRAGA	7,2	7,1	181	202	8,7	7,2
24.03.00	EA2-DRAGA	7,2	7,2	181	323	8,7	7,2
24.03.00	EA3-DRAGA	7,2	7,2	181	204	8,7	3,4
24.03.00	EA4-DRAGA	7,2	7,2	181	163	8,7	7,2

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 3: Análise Estatística do teste 01 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca* com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de março de 2000.

Amostras Coletadas com “Corer Hand”

DUNNETTS TEST TABLE 1 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Mean Calculated in Original Units	T Stat	Sig
1	controle	4.750	4.750		
2	EA1-corer	3.250	3.250	2.631	*
3	EA2-corer	4.750	4.750	0.000	
4	EA3-corer	0.750	0.750	7.016	*
5	EA4-corer	1.750	1.750	5.262	*

Dunnett table value = 2.36 (1 Tailed Value, P=0.05, df=15,4)

DUNNETTS TEST TABLE 2 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Num Of Reps	Minimum Sig Diff (In Orig. Units)	% Of Control	Difference From Control
1	controle	4			
2	EA1-corer	4	1.345	28.3	1.500
3	EA2-corer	4	1.345	28.3	0.000
4	EA3-corer	4	1.345	28.3	4.000
5	EA4-corer	4	1.345	28.3	3.000

Amostras Coletadas com Draga de Eckman

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	4.750				
2	EA1-draga	3.750	13.50	10.00	4.00	
3	EA2-draga	5.000	20.00	10.00	4.00	
4	EA3-draga	0.500	10.00	10.00	4.00	*
5	EA4-draga	0.000	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 4: Dados brutos do teste 02 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de junho de 2000.

Início: 28.06.00			Final: 09.07.00			Hora: 16:00		
Água de Diluição				Amostra				Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
41	50	7,2	213	8,5	Sapucaia	Sedimento	02	
Data da Coleta: 14.06.00			Teste de Sensibilidade n°:18			Teste n°:02		

Amostras	Indivíduos Vivos por Réplica				Indivíduos Mortos no Final do Teste	
	1	2	3	4	Total	%
Controle	5	4	5	5	1	5
EA1-CORER	5	4	4	4	3	15
EA2-CORER	5	4	4	4	3	15
EA3-CORER	0	0	0	1	19	95
EA4-CORER	0	1	0	0	19	95
EA1-DRAGA	5	3	2	4	6	30
EA2-DRAGA	4	4	5	5	2	10
EA3-DRAGA	0	1	0	1	18	90
EA4-DRAGA	1	1	1	2	15	75

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 5: Controle das variáveis no decorrer do teste 02 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de junho de 2000.

Data	Controle/ Estações	pH		Condutividade $\mu\text{S}_{25}.\text{cm}^{-1}$		OD $\text{mg}.\text{L}^{-1}$	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
28.06.00	controle	7,2	7,5	213	201	8,5	8,3
28.06.00	EA1-CORER	7,2	7,0	213	194	8,5	7,5
28.06.00	EA2-CORER	7,2	6,9	213	184	8,5	7,3
28.06.00	EA3-CORER	7,2	6,8	213	288	8,5	6,5
28.06.00	EA4-CORER	7,2	7,0	213	256	8,5	9,7
28.06.00	EA1-DRAGA	7,2	6,8	213	187	8,	7,0
28.06.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	213	175	8,5	6,9
28.06.00	EA3-DRAGA	7,2	7,0	213	268	8,5	7,3
28.06.00	EA4-DRAGA	7,2	7,0	213	203	8,5	7,4
01.07.00	controle	7,2	7,5	209	198	8,6	8,4
01.07.00	EA1-CORER	7,2	7,1	209	166	8,6	7,5
01.07.00	EA2-CORER	7,2	7,0	209	158	8,6	7,3
01.07.00	EA3-CORER	7,2	6,8	209	287	8,6	6,1
01.07.00	EA4-CORER	7,2	6,9	209	229	8,6	7,0
01.07.00	EA1-DRAGA	7,2	7,0	209	159	8,6	7,1
01.07.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	209	149	8,6	6,9
01.07.00	EA3-DRAGA	7,2	7,1	209	269	8,6	7,2
01.07.00	EA4-DRAGA	7,2	7,0	209	202	8,6	7,1
03.07.00	controle	7,2	6,9	201	194	8,9	5,3
03.07.00	EA1-CORER	7,2	7,0	201	194	8,9	6,5
03.07.00	EA2-CORER	7,2	7,0	201	200	8,9	6,4
03.07.00	EA3-CORER	7,2	6,9	201	270	8,9	5,1
03.07.00	EA4-CORER	7,2	6,9	201	213	8,9	5,0
03.07.00	EA1-DRAGA	7,2	6,5	201	197	8,9	6,4
03.07.00	EA2-DRAGA	7,2	6,7	201	203	8,9	5,8
03.07.00	EA3-DRAGA	7,2	6,8	201	280	8,9	5,1
03.07.00	EA4-DRAGA	7,2	6,9	201	198	8,9	6,3
05.07.00	controle	7,2	6,8	194	213	9,0	5,1
05.07.00	EA1-CORER	7,2	6,9	194	198	9,0	5,8
05.07.00	EA2-CORER	7,2	6,9	194	206	9,0	4,7
05.07.00	EA3-CORER	7,2	6,8	194	235	9,0	4,0
05.07.00	EA4-CORER	7,2	6,8	194	203	9,0	3,7
05.07.00	EA1-DRAGA	7,2	7,0	194	204	9,0	5,4
05.07.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	194	205	9,0	5,4
05.07.00	EA3-DRAGA	7,2	7,0	194	211	9,0	5,0
05.07.00	EA4-DRAGA	7,2	7,0	194	213	9,0	4,8
07.07.00	controle	7,2	7,1	197	203	8,5	5,8
07.07.00	EA1-CORER	7,2	7,2	197	214	8,5	6,2
07.07.00	EA2-CORER	7,2	7,1	197	220	8,5	5,7
07.07.00	EA3-CORER	7,2	6,9	197	239	8,5	4,8
07.07.00	EA4-CORER	7,2	7,0	197	219	8,5	4,8
07.07.00	EA1-DRAGA	7,2	7,1	197	217	8,5	5,0
07.07.00	EA2-DRAGA	7,2	7,2	197	218	8,5	6,2
07.07.00	EA3-DRAGA	7,2	7,1	197	236	8,5	5,6
07.07.00	EA4-DRAGA	7,2	7,2	197	236	8,5	5,7

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 6: Análise Estatística do teste 02 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca* com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 14 de junho de 2000.

Amostra Coletadas com “Corer Hand”

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	4.750				
2	EA1-corer	4.250	14.00	10.00	4.00	
3	EA2-corer	4.250	14.00	10.00	4.00	
4	EA3-corer	0.250	10.00	10.00	4.00	*
5	EA4-corer	0.250	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Amostras Coletadas com Draga de Eckman

DUNNETTS TEST TABLE 1 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Mean Calculated in Original Units	T Stat	Sig
1	controle	4.750	4.750		
2	EA1-draga	3.500	3.500	2.348	
3	EA2-draga	4.500	4.500	0.470	
4	EA3-draga	0.500	0.500	7.982	*
5	EA4-draga	1.250	1.250	6.573	*

Dunnett table value = 2.36 (1 Tailed Value, P=0.05, df=15,4)

DUNNETTS TEST TABLE 2 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Num Of Reps	Minimum Sig Diff (In Orig. Units)	% Of Control	Difference From Control
1	controle	4			
2	EA1-draga	4	1.257	26.5	1.250
3	EA2-draga	4	1.257	26.5	0.250
4	EA3-draga	4	1.257	26.5	4.250
5	EA4-draga	4	1.257	26.5	3.500

Apêndice 7: Dados brutos do teste 03 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 28 de setembro de 2000.

Início: 18.10.00			Final: 29.10.00			Hora: 12:00		
Água de Diluição					Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
48	48	7,2	204	8,1	Sapucaia	Sedimento	03	
Data da Coleta: 28.09.00			Teste de Sensibilidade n°: 22			Teste n°: 03		

Amostras	Indivíduos Vivos por Réplica				Indivíduos Mortos no Final do Teste	
	1	2	3	4	Total	%
Controle	4	5	5	5	1	5
EA1-CORER	4	3	2	3	8	40
EA2-CORER	5	5	5	5	0	0
EA3-CORER	4	5	2	4	5	25
EA4-CORER	0	1	1	1	17	85
EA1-DRAGA	5	4	5	5	1	5
EA2-DRAGA	5	5	5	5	0	0
EA3-DRAGA	5	4	4	5	2	10
EA4-DRAGA	2	3	0	1	14	70

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 8: Controle das variáveis no decorrer do teste 03 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 28 de setembro de 2000.

Data	Controle/ Estações	pH		Condutividade $\mu\text{S}_{25}.\text{cm}^{-1}$		OD mg.L^{-1}	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
18.10.00	controle	7,2	7,0	204	214	8,1	5,4
18.10.00	EA1-CORER	7,2	6,5	204	170	8,1	5,5
18.10.00	EA2-CORER	7,2	6,8	204	204	8,1	5,6
18.10.00	EA3-CORER	7,2	6,6	204	242	8,1	4,9
18.10.00	EA4-CORER	7,2	6,6	204	219	8,1	2,8
18.10.00	EA1-DRAGA	7,2	6,4	204	174	8,1	5,0
18.10.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	204	201	8,1	6,0
18.10.00	EA3-DRAGA	7,2	6,6	204	262	8,1	5,0
18.10.00	EA4-DRAGA	7,2	6,5	204	193	8,1	5,0
21.10.00	controle	7,2	7,0	214	223	8,6	6,0
21.10.00	EA1-CORER	7,2	6,5	214	181	8,6	5,4
21.10.00	EA2-CORER	7,2	6,9	214	205	8,6	6,0
21.10.00	EA3-CORER	7,2	6,6	214	252	8,6	5,0
21.10.00	EA4-CORER	7,2	6,6	214	223	8,6	3,9
21.10.00	EA1-DRAGA	7,2	6,4	214	171	8,6	5,1
21.10.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	214	208	8,6	6,1
21.10.00	EA3-DRAGA	7,2	6,6	214	278	8,6	5,4
21.10.00	EA4-DRAGA	7,2	6,5	214	194	8,6	5,4
23.10.00	controle	7,2	7,0	237	229	8,5	6,1
23.10.00	EA1-CORER	7,2	6,5	237	174	8,5	5,5
23.10.00	EA2-CORER	7,2	6,9	237	208	8,5	6,0
23.10.00	EA3-CORER	7,2	6,6	237	259	8,5	5,9
23.10.00	EA4-CORER	7,2	6,6	237	178	8,5	4,1
23.10.00	EA1-DRAGA	7,2	6,4	237	207	8,5	5,1
23.10.00	EA2-DRAGA	7,2	7,0	237	181	8,5	6,1
23.10.00	EA3-DRAGA	7,2	6,6	237	287	8,5	5,1
23.10.00	EA4-DRAGA	7,2	6,5	237	184	8,5	5,0
25.10.00	controle	7,2	7,0	227	231	8,4	6,0
25.10.00	EA1-CORER	7,2	6,5	227	174	8,4	6,0
25.10.00	EA2-CORER	7,2	6,9	227	208	8,4	6,1
25.10.00	EA3-CORER	7,2	6,6	227	246	8,4	6,3
25.10.00	EA4-CORER	7,2	6,7	227	224	8,4	6,4
25.10.00	EA1-DRAGA	7,2	6,5	227	178	8,4	5,0
25.10.00	EA2-DRAGA	7,2	6,9	227	205	8,4	5,8
25.10.00	EA3-DRAGA	7,2	6,7	227	268	8,4	5,6
25.10.00	EA4-DRAGA	7,2	6,9	227	197	8,4	5,9
27.10.00	controle	7,2	7,5	215	186	7,9	7,6
27.10.00	EA1-CORER	7,2	7,1	215	166	7,9	6,6
27.10.00	EA2-CORER	7,2	7,2	215	175	7,9	7,5
27.10.00	EA3-CORER	7,2	7,9	215	190	7,9	8,6
27.10.00	EA4-CORER	7,2	6,8	215	135	7,9	5,0
27.10.00	EA1-DRAGA	7,2	7,2	215	167	7,9	8,4
27.10.00	EA2-DRAGA	7,2	7,4	215	169	7,9	8,4
27.10.00	EA3-DRAGA	7,2	7,2	215	185	7,9	7,5
27.10.00	EA4-DRAGA	7,2	7,2	215	169	7,9	7,4

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 9: Análise Estatística do teste 03 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca* com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 28 de setembro de 2000.

Amostras Coletadas com “Corer Hand”

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	4.750				
2	EA1-corer	3.000	10.50	10.00	4.00	
3	EA2-corer	5.000	20.00	10.00	4.00	
4	EA3-corer	3.750	13.50	10.00	4.00	
5	EA4-corer	0.750	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Amostras Coletadas com Draga de Eckman

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	4.750				
2	EA1-draga	4.750	18.00	10.00	4.00	
3	EA2-draga	5.000	20.00	10.00	4.00	
4	EA3-draga	4.500	16.00	10.00	4.00	
5	EA4-draga	1.500	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 10: Dados brutos do teste 04 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 04 de janeiro de 2001.

Início: 06.02.01			Final: 17.02.01			Hora: 16:00	
Água de Diluição				Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote
53	48	7,2	198	7,8	Sapucaia	Sedimento	04
Data da Coleta: 04.01.01				Teste de Sensibilidade n°: 23			Teste n°: 04

Amostras	Indivíduos Vivos por Réplica				Indivíduos Mortos no Final do Teste	
	1	2	3	4	Total	%
Controle	5	5	5	5	0	0
EA1-CORER	4	1	2	2	11	55
EA2-CORER	4	4	3	5	4	20
EA3-CORER	0	0	1	0	19	95
EA4-CORER	0	0	0	0	20	100
EA1-DRAGA	5	4	5	3	3	15
EA2-DRAGA	2	3	5	4	6	30
EA3-DRAGA	1	1	0	0	18	90
EA4-DRAGA	1	3	3	0	13	65

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 11: Controle das variáveis no decorrer do teste 04 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 04 de janeiro de 2001.

Data	Controle/ Estações	pH		Condutividade $\mu\text{S}_{25}\text{cm}^{-1}$		OD mg.L^{-1}	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
06.02.01	controle	7,2	6,7	198	202	7,8	6,6
06.02.01	EA1-CORER	7,2	6,4	198	157	7,8	4,4
06.02.01	EA2-CORER	7,2	6,5	198	193	7,8	5,8
06.02.01	EA3-CORER	7,2	6,5	198	243	7,8	5,4
06.02.01	EA4-CORER	7,2	6,5	198	203	7,8	5,1
06.02.01	EA1-DRAGA	7,2	6,4	198	146	7,8	5,4
06.02.01	EA2-DRAGA	7,2	6,5	198	154	7,8	5,8
06.02.01	EA3-DRAGA	7,2	6,5	198	259	7,8	4,6
06.02.01	EA4-DRAGA	7,2	6,6	198	201	7,8	5,0
09.02.01	controle	7,2	7,2	196	186	8,1	5,8
09.02.01	EA1-CORER	7,2	6,8	196	172	8,1	5,4
09.02.01	EA2-CORER	7,2	6,8	196	192	8,1	5,4
09.02.01	EA3-CORER	7,2	6,7	196	182	8,1	4,5
09.02.01	EA4-CORER	7,2	6,8	196	161	8,1	5,0
09.02.01	EA1-DRAGA	7,2	6,6	196	171	8,1	5,7
09.02.01	EA2-DRAGA	7,2	6,8	196	201	8,1	5,2
09.02.01	EA3-DRAGA	7,2	6,7	196	184	8,1	4,3
09.02.01	EA4-DRAGA	7,2	6,9	196	201	8,1	4,6
11.02.01	controle	7,2	7,2	201	209	8,0	5,9
11.02.01	EA1-CORER	7,2	7,0	201	189	8,0	5,7
11.02.01	EA2-CORER	7,2	7,0	201	191	8,0	5,7
11.02.01	EA3-CORER	7,2	6,9	201	214	8,0	4,6
11.02.01	EA4-CORER	7,2	7,1	201	197	8,0	6,2
11.02.01	EA1-DRAGA	7,2	7,0	201	181	8,0	5,5
11.02.01	EA2-DRAGA	7,2	6,9	201	207	8,0	4,1
11.02.01	EA3-DRAGA	7,2	7,0	201	180	8,0	5,6
11.02.01	EA4-DRAGA	7,2	7,1	201	194	8,0	5,7
13.02.01	controle	7,2	6,9	191	205	7,7	5,5
13.02.01	EA1-CORER	7,2	6,9	191	204	7,7	5,2
13.02.01	EA2-CORER	7,2	6,9	191	195	7,7	5,5
13.02.01	EA3-CORER	7,2	6,8	191	194	7,7	3,9
13.02.01	EA4-CORER	7,2	7,0	191	212	7,7	6,5
13.02.01	EA1-DRAGA	7,2	6,9	191	198	7,7	5,4
13.02.01	EA2-DRAGA	7,2	7,0	191	198	7,7	5,2
13.02.01	EA3-DRAGA	7,2	6,9	191	188	7,7	5,3
13.02.01	EA4-DRAGA	7,2	7,0	191	191	7,7	5,7
15.02.01	controle	7,2	7,4	208	252	8,7	5,6
15.02.01	EA1-CORER	7,2	7,0	208	208	8,7	4,8
15.02.01	EA2-CORER	7,2	6,9	208	219	8,7	5,1
15.02.01	EA3-CORER	7,2	6,9	208	223	8,7	6,0
15.02.01	EA4-CORER	7,2	7,1	208	215	8,7	6,5
15.02.01	EA1-DRAGA	7,2	7,0	208	210	8,7	5,2
15.02.01	EA2-DRAGA	7,2	7,0	208	219	8,7	4,9
15.02.01	EA3-DRAGA	7,2	7,0	208	223	8,7	5,8
15.02.01	EA4-DRAGA	7,2	7,1	208	202	8,7	5,9

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

Apêndice 12: Análise Estatística do teste 04 de toxicidade aguda com *Hyalella azteca* com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com “corer hand” e draga de Eckman, em 04 de janeiro de 2001..

Amostras Coletadas com “Corer Hand”

STEELS MANY-ONE RANK TEST		Ho:Control<Treatment				
Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	5.000				
2	EA1-corer	2.250	10.00	10.00	4.00	*
3	EA2-corer	4.000	12.00	10.00	4.00	
4	EA3-corer	0.250	10.00	10.00	4.00	*
5	EA4-corer	0.000	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Amostras Coletadas com Draga de Eckman

STEELS MANY-ONE RANK TEST		Ho:Control<Treatment				
Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	5.000				
2	EA1-draga	4.250	14.00	10.00	4.00	
3	EA2-draga	3.500	12.00	10.00	4.00	
4	EA3-draga	0.500	10.00	10.00	4.00	*
5	EA4-draga	1.750	10.00	10.00	4.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 13: Dados brutos do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

Início: 15.03.00			Final: 23.03.00			Hora: 16:00		
Água de Diluição					Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
37	44	7,2	228	8,4	Sapucaia	Sedimento	01	
Data da Coleta: 14.03.00			Teste de Sensibilidade n°:37			Teste n°: 01		

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16.03.00	7,2	7,6	8,9	7,8	228	217
18.03.00	7,2	7,6	8,6	8,6	190	196
20.03.00	7,2	7,4	8,6	8,1	193	209
22.03.00	7,2	7,6	8,6	8,2	197	207

Grupo Controle/ Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20.03	6	+	7	.	7	10	8	6	7	8
21.03	5	+	.	6	.	4	8	6	6	2
22.03	5	+	.	.	2	.	.	.	.	10
23.03	8	+	10	9	7	8	6	12	9	.
Total	24	0	17	15	16	22	22	24	22	20

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 14: Registro de dados do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
EA1	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,2	8,2	6,9	183	126
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,4	8,6	7,3	190	136
	19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	20.03	9	+	9	10	12	6	+	6	+	+	06	7,2	6,34	8,6	7,2	193	138
	21.03	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	06						
	22.03	4	+	4	7	8	+	+	+	+	+	04	7,2	6,4	8,6	7,1	197	134
	23.03	.	+	.	8	9	+	+	+	+	+	04						
Total	-	13	0	13	25	29	06	0	06	0	0	04						
EA2	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,6	8,2	7,4	183	147
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,9	8,6	8,0	190	169
	19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	20.03	2	14	9	9	8	8	9	8	9	9	10	7,2	6,8	8,6	7,6	193	164
	21.03	6	.	.	.	3	2	.	4	.	.	10						
	22.03	.	4	4	4	.	.	.	.	+	2	09	7,2	6,8	8,6	7,6	197	160
	23.03	4	.	.	.	1	1	5	.	+	.	09						
Total	-	12	18	13	13	12	11	14	12	09	11	09						
EA3	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,0	8,2	5,4	183	282
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,0	8,6	6,2	190	269
	19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	20.03	3	9	11	2	13	6	1	5	3	7	10	7,2	7,1	8,6	5,6	193	291
	21.03	2	.	.	3	.	.	4	.	3	.	10						
	22.03	1	3	8	3	4	14	1	7	.	1	10	7,2	7,1	8,6	5,6	164	293
	23.03	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	10						
Total	-	07	12	19	08	17	20	08	12	06	08	10						
EA4	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,7	8,2	7,4	183	210
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,0	8,6	7,7	190	201
	19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	20.03	.	.	.	3	.	4	3	5	11	8	10	7,2	6,9	8,6	7,6	193	205
	21.03	.	.	.	2	.	4	.	2	.	2	10						
	22.03	.	2	1	.	+	.	1	2	.	.	09	7,2	6,9	8,6	7,6	197	207
	23.03	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	09						
Total	-	0	02	01	05	0	08	04	9	11	10	09						

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 15: Análise estatística do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	18.200				
2	EA1	9.200	81.00	76.00	10.00	
3	EA2	12.500	68.00	76.00	10.00	*
4	EA3	11.700	74.00	76.00	10.00	*
5	EA4	5.000	64.00	76.00	10.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 16: Dados brutos do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

Início: 06.07.00			Final: 13.07.00			Hora: 16:00		
Água de Diluição					Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
42	46	7,2	184	8,3	Sapucaia	Sedimento	02	
Data da Coleta: 14.06.00				Teste de Sensibilidade n°: 02			Teste n°: 02	

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
07.07.00	7,2	7,4	8,3	8,2	184	201
09.07.00	7,3	8,1	8,1	8,9	214	164
11.07.00	7,2	7,9	8,6	8,6	192	201
13.07.00	7,2	7,8	9,3	8,7	223	195

Grupo Controle/ Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
08.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
09.07	.	.	.	6	7	.	.	.	+	.
10.07	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
11.07	4	10	12	10	9	5	10	3	+	3
12.07	4	.	.	.	.	4	.	.	+	6
13.07	7	8	.	.	.	.	.	.	+	.
14.07	.	13	13	14	14	9	13	5	+	8
Total	15	31	25	30	30	18	23	08	0	17

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 17: Registro de dados do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

	Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EA1	07.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,2	8,3	8,0	184	164
	08.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	09.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,3	7,7	8,1	8,6	214	152
	10.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	11.07	13	11	3	9	4	6	6	3	11	11	10	7,2	7,4	8,6	7,6	192	185
	12.07	.	.	5	6	.	11	9	7	1	.	10						
	13.07	3	13	.	.	10	.	.	.	10	2	10	7,2	7,3	9,3	7,3	223	193
	14.07	.	.	7	8	12	6	5	4	.	.	10						
Total	-	16	24	15	23	26	23	20	14	22	13	10						
EA2	07.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,3	8,3	8,4	184	151
	08.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	09.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,3	7,6	8,1	8,5	214	161
	10.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	11.07	5	5	12	4	4	3	10	1	4	4	10	7,2	7,4	8,6	7,4	195	205
	12.07	.	7	.	6	5	7	.	7	.	4	10						
	13.07	6	.	14	.	.	.	10	6	.	.	10	7,2	7,5	9,3	8,3	223	201
	14.07	6	7	9	7	.	.	7	8	7	4	10						
Total	-	17	19	35	17	09	10	27	22	11	12	10						
EA3	07.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,7	8,3	6,2	184	389
	08.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	09.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,3	7,2	8,1	7,0	214	271
	10.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	11.07	.	3	4	7	5	11	5	5	6	.	10	7,2	7,1	8,6	7,0	192	265
	12.07	5	8	11	10	5	.	5	4	4	.	10						
	13.07	.	13	.	12	7	10	9	.	.	.	10	7,2	7,3	9,3	8,3	223	230
	14.07	12	15	.	.	.	+	.	4	6	.	09						
Total	-	17	39	15	29	17	21	19	13	16	0	09						
EA4	07.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,6	8,3	7,6	184	287
	08.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	09.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,3	7,4	8,1	8,3	214	204
	10.07	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	11.07	5	7	5	+	2	3	.	4	7	4	09	7,2	7,2	8,6	7,5	192	216
	12.07	9	11	8	+	4	9	9	6	10	9	09						
	13.07	.	.	12	+	.	10	.	7	.	.	09	7,2	7,2	9,3	6,4	223	209
	14.07	10	11	.	+	7	.	12	.	12	3	09						
Total	-	24	29	25	0	13	22	21	17	29	16	09						

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 18: Análise estatística do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

DUNNETTS TEST TABLE 1 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Mean Calculated in Original Units	T Stat	Sig
1	controle	19.700	19.700		
2	EA1	19.600	19.600	0.026	
3	EA2	17.900	17.900	0.465	
4	EA3	18.600	18.600	0.284	
5	EA4	19.600	19.600	0.026	

Dunnett table value = 2.23 (1 Tailed Value, P=0.05, df=40,4)

DUNNETTS TEST TABLE 2 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Num Of Reps	Minimum Sig Diff (In Orig. Units)	% Of Control	Difference From Control
1	controle	10			
2	EA1	10	8.625	43.8	0.100
3	EA2	10	8.625	43.8	1.800
4	EA3	10	8.625	43.8	1.100
5	EA4	10	8.625	43.8	0.100

Apêndice 19: Dados brutos do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

Início: 18.10.00			Final: 27.10.00			Hora: 13:00		
Água de Diluição					Amostra		Responsável	
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
48	48	7,2	204	8,1	Sapucaia	Sedimento	03	
Data da Coleta: 28.09.00			Teste de Sensibilidade n°: 10			Teste n°: 03		

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
19.10.00	7,2	8,3	8,1	9,9	204	227
21.10.00	7,2	8,5	8,6	9,8	214	224
23.10.00	7,2	8,4	8,5	8,8	237	229
25.10.00	7,2	7,4	8,4	7,7	227	237

Grupo Controle/ Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23.10	2	3	5	5	4	2	4	4	4	5
24.10	5	5	.	7	10	4	11	7	9	.
25.10	.	.	8	.	13	.	11	.	.	8
26.10	6	7	14	10	.	10	.	10	11	11
27.10	.	.	.	12	16	.	12	10	12	.
Total	13	15	27	34	43	16	38	31	36	24

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 20: Registro de dados do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

	Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	19.10											-						
	20.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,7	8,1	7,2	204	161
	21.10	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	09						
	22.10	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	09	7,2	6,8	8,6	7,0	214	184
EA1	23.10	.	3	.	+	.	.	.	+	.	.	08						
	24.10	.	7	3	+	4	4	+	2	3	4	08	7,2	6,9	8,5	7,0	237	204
	25.10	.	5	10	+	6	8	+	7	5	4	08						
	26.10	.	.	.	+	12	.	+	.	.	.	08	7,2	7,2	8,4	6,6	227	211
	27.10	8	10	10	+	.	9	+	5	9	8	08						
Total	-	08	25	23	0	22	21	0	14	17	16	08						
	19.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	20.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,6	8,1	7,4	204	191
	21.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	22.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,7	8,6	7,1	214	204
EA2	23.10	3	4	3	4	.	3	4	7	3	4	10						
	24.10	.	.	7	5	.	1	.	7	.	7	10	7,2	7,8	8,5	6,9	237	208
	25.10	5	8	.	3	6	+	9	8	7	.	09						
	26.10	10	9	9	9	11	+	9	.	12	10	09	7,2	7,5	8,4	7,9	227	225
	27.10	.	.	12	12	.	+	.	10	.	9	09						
Total	-	18	21	31	33	17	04	22	32	22	30	09						
	19.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	20.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,1	8,1	6,9	204	263
	21.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	22.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	7,2	8,6	6,8	214	281
EA3	23.10	.	.	+	2	.	.	2	.	5	5	09						
	24.10	.	2	+	.	6	.	7	9	11	11	09	7,2	7,3	8,5	6,5	237	291
	25.10	3	5	+	7	.	5	.	.	1	1	09						
	26.10	.	.	+	8	6	6	11	10	13	12	09	7,2	7,4	8,4	7,7	227	245
	27.10	9	8	+	.	.	9	13	13	15	12	09						
Total	-	12	15	0	17	12	20	33	32	45	42	09						
	19.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	20.10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,6	8,1	5,3	204	163
	21.10	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	10						
	22.10	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,7	8,6	5,8	214	172
EA4	23.10	3	3	+	2	5	5	3	3	.	2	09						
	24.10	8	.	+	.	.	10	9	8	5	3	09	7,2	6,6	8,5	6,2	237	191
	25.10	4	3	+	3	7	6	7	1	.	1	09						
	26.10	.	3	+	8	.	10	1	8	8	6	09	7,2	7,0	8,4	7,0	227	185
	27.10	8	3	+	8	12	9	6	3	3	6	09						
Total	-	23	12	0	21	24	40	26	23	16	18	09						

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 21: Análise estatística do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

DUNNETTS TEST TABLE 1 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Mean Calculated in Original Units	T Stat	Sig
1	controle	26.700	26.700		
2	EA1	14.600	14.600	2.411	*
3	EA2	23.000	23.000	0.737	
4	EA3	22.800	22.800	0.777	
5	EA4	20.300	20.300	1.275	

Dunnett table value = 2.23 (1 Tailed Value, P=0.05, df=40,4)

DUNNETTS TEST TABLE 2 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Num Of Reps	Minimum Sig Diff (In Orig. Units)	% Of Control	Difference From Control
1	controle	10			
2	EA1	10	11.191	41.9	12.100
3	EA2	10	11.191	41.9	3.700
4	EA3	10	11.191	41.9	3.900
5	EA4	10	11.191	41.9	6.400

Apêndice 22: Dados brutos do teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

Início: 06.02.11			Final: 14.02.01			Hora: 16:00		
Água de Diluição				Amostra			Responsável	
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
53	48	7,2	198	7,8	Sapucaia	Sedimento	04	
Data da Coleta: 04.01.01			Teste de Sensibilidade n°: 15			Teste n°: 04		

Grupo Controle/variáveis						
Data	PH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
07.02.01	7,2	7,1	7,8	6,0	198	207
09.02.01	7,2	7,2	8,1	6,8	196	191
11.02.01	7,2	7,2	8,0	7,4	201	204
13.02.01	7,2	7,2	7,7	6,4	191	207

Grupo Controle/ Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
09.02	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
10.02	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
11.02	.	+	.	.	2	.	3	.	4	4
12.02	7	+	3	2	.	4	9	.	.	10
13.02	9	+	7	3	8	7	9	+	10	8
14.02	.	+	9	.	10	12	13	+	9	.
Total	16	0	15	5	20	23	34	0	23	22

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 23: Registro dos dados do teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
06.02											-							
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,4	7,8	5,8	198	140
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	09	7,2	6,6	8,1	6,1	196	121
EA1 10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	09						
11.02	.	.	.	.	3	.	+	2	4	3	09	7,2	6,9	7,8	5,2	201	159
12.02	4	3	1	.	.	3	+	.	6	7	09							
13.02	.	+	+	.	6	5	+	6	7	.	07	7,2	7,0	7,7	5,3	191	178	
14.02	9	+	+	7	7	.	+	6	.	9	07							
Total	-	13	03	01	07	16	08	0	14	17	19	07						
06.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,4	7,8	5,8	198	142
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
EA2 09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,7	8,1	6,4	196	144
10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
11.02	2	6	.	.	5	3	.	5	3	4	10	7,2	6,8	8,0	5,1	201	173	
12.02	2	6	2	2	9	7	3	8	.	.	10							
13.02	7	.	7	4	8	.	7	7	4	6	10	7,2	7,0	7,7	5,5	191	182	
14.02	1	8	6	8	.	10	8	.	8	9	10							
Total	-	12	20	15	14	22	20	18	20	15	19	10						
06.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,3	7,8	6,2	198	254
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
EA3 09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	09	7,2	6,8	8,1	5,9	196	164
10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	09						
11.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	09	7,23	6,7	8,0	5,2	201	203
12.02	.	.	.	5	3	2	2	.	+	4	09							
13.02	.	2	4	.	6	.	.	+	+	7	08	7,2	6,9	7,7	5,2	191	202	
14.02	.	8	4	5	5	11	4	+	+	7	08							
Total	-	0	10	08	10	14	13	06	0	0	18	08						
06.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	6,4	7,8	4,7	198	223
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
EA4 09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	09	7,2	6,8	8,1	5,9	196	184
10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	09						
11.02	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	09	7,2	6,9	8,0	5,2	201	188
12.02	1	3	3	.	3	.	.	1	.	+	09							
13.02	1	6	6	3	.	3	3	2	1	+	09	7,2	7,0	7,7	5,6	191	191	
14.02	5	8	.	4	2	.	6	.	5	+	09							
Total	-	07	17	09	07	05	03	09	03	07	0	09						

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 24: Análise estatística do teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	15.800				
2	EA1	9.800	86.50	76.00	10.00	
3	EA2	17.500	101.00	76.00	10.00	
4	EA3	7.900	81.00	76.00	10.00	
5	EA4	6.700	82.50	76.00	10.00	

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 25: Dados brutos do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

Início: 15.03.00			Final: 23.03.00			Hora: 16:00		
Água de Diluição					Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
37	44	7,2	228	8,4	Sapucaia	Água	01	
Data da Coleta: 14.03.00			Teste de Sensibilidade n°:37			Teste n°: 01		

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16.03.00	7,2	7,6	8,9	7,8	228	217
18.03.00	7,2	7,6	8,6	8,6	190	196
20.03.00	7,2	7,4	8,6	8,1	193	209
22.03.00	7,2	7,6	8,6	8,2	197	207

Grupo Controle/ Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20.03	6	+	7	.	7	10	8	6	7	8
21.03	5	+	.	6	.	4	8	6	6	2
22.03	5	+	.	.	2	.	.	.	.	10
23.03	8	+	10	9	7	8	6	12	9	.
Total	24	0	17	15	16	22	22	24	22	20

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 26: Registro dos dados do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

	Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EA1	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,2	7,4	9,1	7,9	182	128
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,3	7,4	6,7	8,1	190	135
	19.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	20.03	16	12	11	14	14	10	16	10	12	8	10	6,2	7,2	8,0	8,8	191	136
	21.03	.	+	1	.	2	.	.	.	.	14	09						
	22.03	14	+	16	12	15	11	11	14	13	13	09	5,2	7,3	5,9	8,4	194	139
	23.03	.	+	.	.	.	.	.	16	16	1	09						
Total	-	30	12	27	26	31	21	43	40	26	35	09						
EA2	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,9	7,6	8,2	8,0	226	216
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09	7,1	7,6	6,5	8,5	217	209
	19.03	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09						
	20.03	16	15	+	16	17	13	7	8	14	.	09	6,2	7,3	6,3	8,3	214	213
	21.03	.	.	+	.	.	2	10	9	.	11	09						
	22.03	16	13	+	16	16	15	15	6	13	10	09	5,8	7,3	5,5	8,2	221	219
	23.03	.	.	+	.	16	16	.	9	.	.	09						
Total	-	32	28	0	32	49	46	32	32	27	21	09						
EA3	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,0	7,9	5,8	7,8	959	886
	17.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	18.03	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	07	7,1	8,0	6,1	8,4	998	923
	19.03	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	05						
	20.03	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	05	7,1	7,9	5,6	8,2	1049	963
	21.03	+	+	.	.	+	.	+	.	.	+	05						
	22.03	+	+	.	.	+	.	+	.	.	+	05	6,2	7,9	4,8	8,2	1036	978
	23.03	+	+	.	.	+	.	+	1	.	+	05						
Total	-	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	05						
EA4	16.03	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,0	7,9	7,2	7,7	569	505
	17.03	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0							
Total	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 27: Análise Estatística do teste 01 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de março de 2000.

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	18.200				
2	EA1	27.900	141.50	76.00	10.00	
3	EA2	29.900	140.50	76.00	10.00	
4	EA3	0.100	60.50	76.00	10.00	*
5	EA4	0.000	60.50	76.00	10.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 28: Dados brutos do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

Início: 23.11.00				Final: 30.11.00				Hora: 15:00	
Água de Diluição					Amostra			Responsável	
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina	
50	48	7,2	186	8,3	Sapucaia	Água	02		
Data da Coleta: 14.06.00				Teste de Sensibilidade n°:12			Teste n°: 02		

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
23.11.00	7,3	8,0	8,3	9,1	186	170
25.11.00	7,2	8,1	9,8	9,0	181	177
27.11.00	7,2	8,1	8,4	8,8	189	191
29.11.00	7,2	7,9	7,9	7,9	197	177

Grupo Controle/Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
27.11	5	6	8	8	6	5	6	4	5	5
28.11	10	11	13	8	11	12	12	10	8	11
29.11	11	13	12	13	11	16	13	10	13	15
30.11	.	13	9	13	12	15	12	12	12	13
Total	26	43	42	42	40	48	43	36	38	44

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 29: Registro de dados do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EA1	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,1	6,9	8,3	8,7	67	54
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,4	6,9	6,9	7,0	54	41
	26.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	27.11	3	5	5	7	2	5	4	4	4	6	6,1	6,8	6,6	6,1	68	59
	28.11	10	10	10	9	6	9	10	11	9	9	10					
	29.11	11	12	12	15	6	11	11	13	8	10	6,1	6,9	5,7	5,1	72	71
	30.11	10	.	14	12	7	9	10	12	12	8	10					
Total	-	34	27	41	43	21	34	35	40	33	34	10					
EA2	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,7	7,8	8,9	8,3	118	113
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,6	7,9	7,6	8,2	126	124
	26.11	.	.	.	.	3	.	.	.	.	10						
	27.11	3	4	5	2	8	4	4	3	3	5	6,9	7,8	6,7	6,0	122	131
	28.11	9	6	9	8	.	8	10	10	9	10	10					
	29.11	7	.	12	8	11	6	6	10	10	10	6,8	7,8	5,5	6,0	116	112
	30.11	9	4	10	9	13	.	.	.	10	10						
Total	-	28	14	36	27	35	18	20	23	32	25	10					
EA3	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,2	8,2	8,0	8,9	570	390
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	25.11	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09	7,1	8,2	8,3	8,4	537	361
	26.11	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09						
	27.11	.	+	1	.	.	2	.	3	1	2	7,0	8,2	6,4	6,2	512	394
	28.11	3	+	6	3	5	6	6	4	6	5	09					
	29.11	.	+	10	8	11	9	10	12	10	9	7,1	8,2	6,5	6,1	612	584
	30.11	.	+	.	.	6	.	.	.	.	09						
Total	-	03	0	17	11	22	17	16	19	17	16	09					
EA4	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,0	7,7	6,5	8,2	310	208
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,0	7,8	8,6	8,1	275	218
	26.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10						
	27.11	4	3	4	4	5	5	4	3	3	4	7,1	7,9	5,2	6,7	366	223
	28.11	7	5	5	7	8	11	8	9	8	8	10					
	29.11	10	2	8	.	12	9	9	11	.	11	7,0	7,9	5,6	6,1	277	271
	30.11	10	6	.	6	.	10	.	.	8	10						
Total	-	31	16	17	17	25	35	21	23	19	23	10					

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 30: Análise Estatística do teste 02 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 14 de junho de 2000.

DUNNETTS TEST TABLE 1 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Mean Calculated in Original Units	T Stat	Sig
1	controle	40.200	40.200		
2	EA1	34.200	34.200	2.020	
3	EA2	25.800	25.800	4.849	*
4	EA3	13.800	13.800	8.889	*
5	EA4	22.700	22.700	5.893	*

Dunnett table value = 2.23 (1 Tailed Value, P=0.05, df=40,4)

DUNNETTS TEST TABLE 2 OF 2 Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Num Of Reps	Minimum Sig Diff (In Orig. Units)	% Of Control	Difference From Control
1	controle	10			
2	EA1	10	6.623	16.5	6.000
3	EA2	10	6.623	16.5	14.400
4	EA3	10	6.623	16.5	26.400
5	EA4	10	6.623	16.5	17.500

Apêndice 31: Dados brutos do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

Início: 23.11.00			Final: 30.11.00			Hora: 15:00		
Água de Diluição					Amostra			Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote	Carina
50	48	7,2	186	8,3	Sapucaia	Água	02	
Data da Coleta: 14.06.00				Teste de Sensibilidade n°:12			Teste n°: 03	

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
23.11.00	7,3	8,1	8,3	9,7	186	163
25.11.00	7,2	8,1	9,8	8,9	181	165
27.11.00	7,2	7,9	8,4	8,7	189	171
29.11.00	7,2	8,0	7,9	7,8	197	184

Grupo Controle/Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26.11	6	5	.	.	4	.	.	4	.	.
27.11	13	13	+	5	7	7	6	10	5	6
28.11	.	.	+	10	.	11	13	.	12	11
29.11	4	13	+	9	10	11	13	11	13	10
30.11	12	13	+	13	11	12	13	10	12	10
Total	35	44	0	37	32	41	45	35	42	37

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 32: Registro de dados do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

	Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EA1	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,4	6,8	9,4	8,70	40	48
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,7	6,9	9,1	8,81	39	38
	26.11	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	27.11	7	6	8	4	6	4	6	5	4	5	10	6,6	6,9	7,8	8,93	25	22
	28.11	10	10	.	7	8	8	10	9	9	9	10	.	.	.	.	.	.
	29.11	13	11	10	8	9	8	11	12	10	12	10	6,2	6,4	5,8	7,84	49	47
	30.11	11	7	.	13	.	10	.	11	.	10	10	.	.	.	.	.	.
Total		41	34	22	32	23	30	27	37	23	36							
EA2	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,1	6,9	9,0	8,16	77	73
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,9	7,0	8,5	8,21	64	61
	26.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	27.11	5	.	4	5	5	3	5	5	4	6	10	7,1	7,0	6,3	6,43	95	89
	28.11	9	6	8	9	9	8	11	8	8	10	10	.	.	.	.	.	.
	29.11	12	.	10	11	12	8	4	11	11	+	09	8,3	7,1	6,4	6,41	67	61
	30.11	10	6	.	10	11	6	11	15	.	+	09	.	.	.	.	.	.
Total		36	12	22	35	36	25	31	39	23	16							
EA3	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,0	7,6	7,2	7,93	276	171
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	25.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,1	7,6	6,9	6,81	169	161
	26.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	27.11	3	6	3	4	.	3	4	3	4	4	10	6,9	7,8	6,4	6,36	181	174
	28.11	8	8	9	9	8	8	6	8	.	5	10	.	.	.	.	.	.
	29.11	11	11	8	8	11	12	12	10	8	11	10	8,5	7,4	6,4	6,21	183	179
	30.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Total		32	35	20	21	19	23	22	21	12	20							
EA4	23.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,7	7,4	6,3	8,22	157	124
	24.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	25.11	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09	6,8	7,4	8,5	8,32	121	131
	26.11	4	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09	.	.	.	.	.	.
	27.11	12	.	+	4	4	4	6	4	5	4	09	6,9	7,6	5,7	6,61	144	139
	28.11	.	.	+	8	6	6	10	6	.	5	09	.	.	.	.	.	.
	29.11	7	7	+	10	12	12	15	11	12	8	09	7,0	6,9	6,5	6,12	146	141
	30.11	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	09	.	.	.	.	.	.
Total		23	07	0	22	22	22	31	21	17	19							

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

Apêndice 33: Análise Estatística do teste 03 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 28 de setembro de 2000.

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	34.800				
2	EA1	30.500	79.00	76.00	10.00	
3	EA2	27.500	78.00	76.00	10.00	
4	EA3	22.500	67.50	76.00	10.00	*
5	EA4	18.400	64.50	76.00	10.00	*

Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 34: Dados brutos do teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

Início: 06.02.11			Final: 14.02.01			Hora: 16:00	
Água de Diluição					Amostra		Responsável
Lote	Dureza mg.L ⁻¹ CaCO ₃	pH	Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	OD mg.L ⁻¹	Origem	Tipo	Lote
53	48	7,2	198	7,8	Sapucaia	Água	04
Data da Coleta: 04.01.01			Teste de Sensibilidade n°: 15			Teste n°: 04	

Grupo Controle/variáveis						
Data	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
07.02.01	7,2	7,1	7,8	6,0	198	207
09.02.01	7,2	7,2	8,1	6,8	196	191
11.02.01	7,2	7,2	8,0	7,4	201	204
13.02.01	7,2	7,2	7,7	6,4	191	207

Grupo Controle/Réplicas										
Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
09.02	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
10.02	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
11.02	.	+	.	.	2	.	3	.	4	4
12.02	7	+	3	2	.	4	9	.	.	10
13.02	9	+	7	3	8	7	9	+	10	8
14.02	.	+	9	.	10	12	13	+	9	.
Total	16	0	15	5	20	23	34	0	23	22

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

n°: quantidade de neonatas

Apêndice 35: Registro de dados teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

	Data	Réplicas										Total vivos	pH		OD mg.L ⁻¹		Condutividade μS ₂₅ .cm ⁻¹	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
EA1	07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,6	6,4	7,0	6,5	59	67
	08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,2	6,8	7,2	7,0	57	60
	10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	11.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,3	6,9	6,9	6,2	61	68
	12.02	1	.	.	.	3	1	.	3	.	3	10	.	.	.	.	.	.
	13.02	2	11	7	5	4	5	3	9	+	.	09	6,6	7,0	7,3	6,3	60	71
	14.02	.	.	5	.	.	4	.	.	+	5	09	.	.	.	.	.	.
Total	-	03	11	12	05	07	10	03	12	0	08	09	.	.	.	.	.	.
EA2	07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,5	6,8	5,5	6,8	214	203
	08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,8	7,2	7,5	6,7	118	201
	10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	11.02	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	09	6,9	6,8	6,8	5,2	205	233
	12.02	+	2	4	.	3	.	.	.	4	4	09	.	.	.	.	.	.
	13.02	+	6	5	5	2	1	1	2	4	7	09	7,0	7,2	7,1	6,4	209	208
	14.02	+	.	.	.	.	.	.	7	.	.	09	.	.	.	.	.	.
Total	-	0	08	09	05	05	01	01	09	08	11	09	.	.	.	.	.	.
EA3	07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,4	7,3	6,6	6,2	389	370
	08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	09.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	6,9	7,4	7,2	6,5	374	303
	10.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	11.02	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	10	7,2	7,0	6,2	5,9	411	370
	12.02	.	3	.	.	1	3	.	6	.	.	10	.	.	.	.	.	.
	13.02	6	.	.	2	2	.	.	8	4	.	10	7,0	7,5	6,8	6,6	393	342
	14.02	11	6	.	.	4	3	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Total	-	17	09	0	02	07	06	0	17	04	0	10	.	.	.	.	.	.
EA4	07.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	7,1	7,6	7,3	7,3	372	412
	08.02	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	08	.	.	.	.	.	.
	09.02	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	08	6,8	7,5	7,1	6,4	423	414
	10.02	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	08	.	.	.	.	.	.
	11.02	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	08	7,0	7,5	6,6	6,1	457	444
	12.02	.	+	3	+	.	.	.	.	.	.	08	.	.	.	.	.	.
	13.02	.	+	.	+	.	.	1	.	1	.	08	7,2	7,6	6,9	6,7	445	395
	14.02	.	+	4	+	.	2	5	.	5	.	08	.	.	.	.	.	.
Total	-	0	0	07	0	0	02	06	0	06	0	08	.	.	.	.	.	.

EA1 = Estação Amostral 1, EA2 = Estação Amostral 2, EA3 = Estação Amostral 3 e EA4 = Estação Amostral 4

+ organismos mortos

. organismos vivos que não reproduziram

nº: quantidade de neonatas

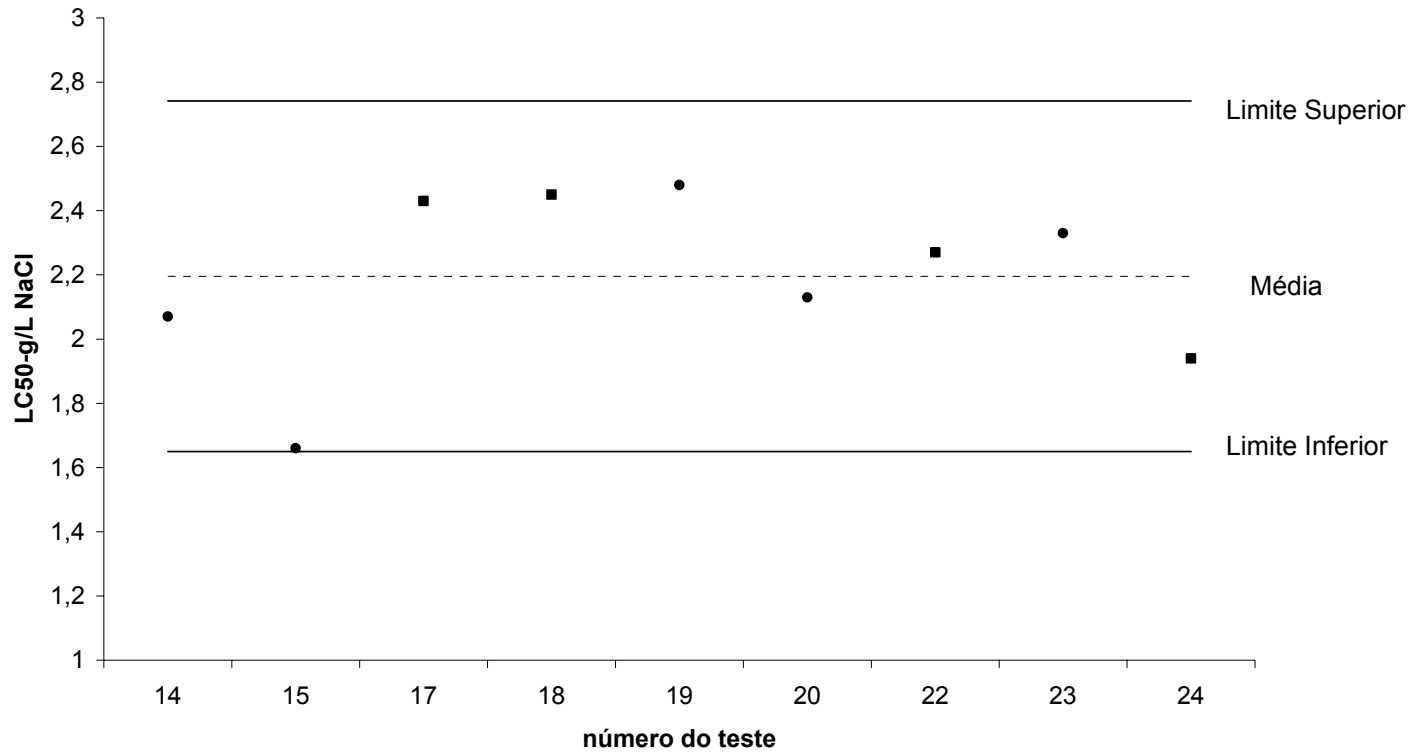
Apêndice 36: Análise Estatística do teste 04 de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, com amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS, coletadas em 04 de janeiro de 2001.

STEELS MANY-ONE RANK TEST Ho:Control<Treatment

Group	Identification	Transformed Mean	Rank Sum	Crit. Value	df	Sig
1	controle	15.800				
2	1a	7.100	80.50	76.00	10.00	
3	2a	5.700	8.050	76.00	10.00	
4	3a	6.200	81.00	76.00	10.00	
5	4a	2.100	72.00	76.00	10.00	*

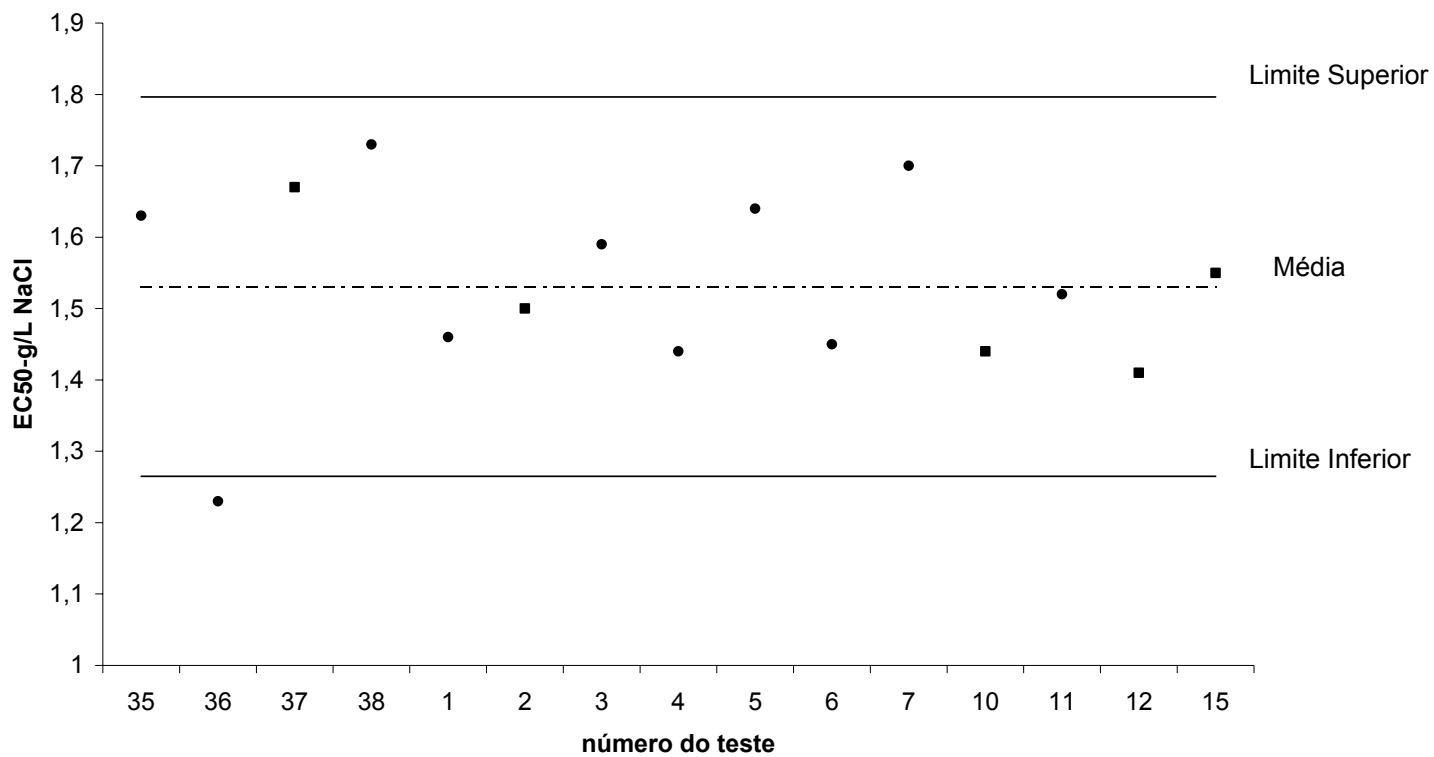
Critical values use k = 4, are 1 tailed, and alpha = 0.05

Apêndice 37: Faixa de Sensibilidade para *Hyalella azteca* quando exposta a diferentes concentrações de NaCl, por um período de 48h.



■ Sensibilidade referente aos testes de toxicidade deste estudo

Apêndice 38: Faixa de Sensibilidade para *Ceriodaphnia dubia* quando exposta a diferentes concentrações de NaCl, por um período de 48h.



■ Sensibilidade referente aos testes de toxicidade deste estudo

Apêndice 39: Análises complementares aos testes de toxicidade, realizadas em amostras de sedimento do Arroio Sapucaia, RS, coletadas com diferentes amostradores.

Análises complementares realizadas em amostras de sedimento coletadas com draga de Eckman

	Estação Amostral 1				Estação Amostral 2				Estação Amostral 3				Estação Amostral 4			
	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4
OD (mg.L ⁻¹)	8,3	8,0	8,7	8,2	6,8	7,2	6,2	7,0	5,4	7,7	6,6	6,6	6,1	7,8	6,8	6,9
pH	6,1	5,1	6,1	5,6	5,7	5,2	6,2	5,5	5,9	5,3	6,3	5,6	6,1	5,7	6,7	5,9
Condutividade (μS ₂₅ .cm ⁻¹)	39	11	19	25	19	16	17	17,5	38	18	28	28	29	14	34	21
Mat. Orgânica (%)	8,43	8,10	1,31	3,91	0,52	0,56	0,49	7,24	0,52	1,12	1,01	0,58	0,52	0,66	18,67	0,69

Análises complementares realizadas em amostras de sedimento coletadas com "corer hand"

	Estação Amostral 1				Estação Amostral 2				Estação Amostral 3				Estação Amostral 4			
	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4
OD (mg.L ⁻¹)	8,8	8,2	6,2	8,5	6,4	8,0	6,0	7,2	5,4	7,8	6,7	6,6	6,6	7,9	7,0	7,2
pH	5,6	4,9	6,9	5,3	5,6	5,2	6,3	5,4	6,4	5,4	5,4	5,9	6,2	5,6	6,7	5,9
Condutividade (μS ₂₅ .cm ⁻¹)	51	11	21	31	14	16	19	15	26	18	28	22	64	15	35	39
Mat. Orgânica (%)	8,43	0,78	1,72	1,65	0,59	1,87	0,82	4,68	1,02	2,28	1,79	1,67	0,65	0,49	33,45	0,56

Apêndice 40: Análises complementares aos testes de toxicidade, realizadas em amostras de água superficial do Arroio Sapucaia, RS.

	Estação Amostral 1				Estação Amostral 2				Estação Amostral 3				Estação Amostral 4			
	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4	Teste1	Teste2	Teste3	Teste4
Temperatura (°C)	21	16	23	22	22	18	18	27	26	22	20	29	26	19	20	29
OD (mg.L ⁻¹)	8,7	9,8	9,7	9,0	9,7	9,8	9,9	8,4	7,2	7,0	8,9	5,4	5,6	6,5	8,4	4,0
pH	6,2	5,9	6,5	6,3	7,2	6,6	6,6	6,8	7,3	6,9	6,9	6,9	7,1	6,7	6,7	7,0
Condutividade (μS ₂₅ .cm ⁻¹)	66	46	45	52	230	92	79	189	1029	443	195	349	568	275	159	401
Dureza (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	12	14	12	16	43	39	24	40	79	57	26	50	53	49	36	58
Cloretos mgCl ⁻ .L ⁻¹	8,0	7,5	7,5	10,5	20,0	13,0	9,0	23,0	183,7	79,9	29,0	49,4	85,8	46,9	22,5	56,9
Alcalinidade mEq. L ⁻¹	16,3	9,22	7,7	16,3	51,6	29,9	19,5	45,3	120,5	71,6	65,7	77,0	92,0	53,4	29,4	88,3