

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM SAÚDE E MEIO  
AMBIENTE

TOXICIDADE DAS ÁGUAS DA FÓZ DA LAGUNA DO RIO ACARAÍ, UTILIZANDO COMO  
ORGANISMO TESTE O MICROCRUSTÁCEO **MARINHO** *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979)

DIOGO AUGUSTO MOREIRA  
PROFESSORA THEREZINHA MARIA NOVAIS DE OLIVEIRA

JOINVILLE/SC

2017

DIOGO AUGUSTO MOREIRA

TOXICIDADE DAS ÁGUAS DA FOZ DA LAGUNA DO RIO ACARAÍ, UTILIZANDO COMO ORGANISMO TESTE O MICROCRUSTÁCEO MARINHO *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979)

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Therezinha Maria Novais de Oliveira.

JOINVILLE/SC

2017

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

M838t Moreira, Diogo Augusto  
Toxicidade das águas da Foz da Laguna do rio Acaraí, utilizando como organismo teste o microcrustáceo marinho mysidopsis juniae/ Diogo Augusto Moreira ; orientadora Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira. – Joinville: UNIVILLE, 2017.

57 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da Região de Joinville)

1. Testes de toxicidade. 2. Toxicologia ambiental. 3. Rios – São Francisco do Sul (SC). I. Oliveira, Therezinha Maria Novais de (orient.). II. Título.

CDD 615.907

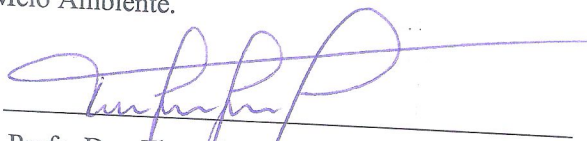
## Termo de Aprovação


**“Toxicidade das Águas da Foz da Laguna do Rio Acaraí, Utilizando como Organismo Teste o Microcrustáceo Marinho *Mysidopsis juniae* (Silva, 1979)”**

por

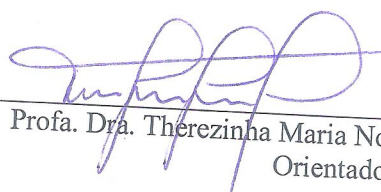
Diogo Augusto Moreira


Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira  
Orientadora (UNIVILLE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Henrique Condeixa de França  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

### Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira  
Orientadora (UNIVILLE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto  
(UFSC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gilmar Sidnei Erzinger (UNIVILLE)

Joinville, 14 de agosto de 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a compreensão da minha família, principalmente a minha esposa Virginia, que me apoiou e incentivou nesta jornada de idas e vindas a São Francisco do Sul, quando eu tinha que alimentar os “bichinhos” do cultivo. Ela sempre me deu suporte quando eu ficava nas madrugadas lendo e relendo o trabalho, obrigado pela compreensão.

Agradeço aos meus pais João Carlos e Joceli Moreira que mesmo sabendo das dificuldades que tive nos estudos durante a vida acadêmica não desistiram e me apoiaram nas minhas escolhas e sempre estiveram juntos me dando força.

Ao Dr. Francisco e Dra. Ligia pelo incentivo e preocupação, me questionando sempre para que cresça e obtenha sucesso.

Agradeço a minha orientadora Professora Doutora Therezinha Maria Novais de Oliveira, por acreditar nesse projeto, pelos seus ensinamentos, carinho e dedicação com muita paciência. Obrigado pela oportunidade de trabalhar mais uma vez com toxicologia, eternamente grato.

Agradeço a equipe de Laboratório de Toxicologia Ambiental equipe do BABTOX de São Francisco do Sul pela companhia agradável nas coletas, no laboratório, nos testes, manutenção do laboratório, sem vocês esse projeto não teria saído do papel. As boas risadas com Ana Paula, Eduardo, Mileine, Nilton e Cauê, obrigado pelo trabalho em equipe. A Pamela pelas broncas e companhia nas coletas. A Tamila sempre disposta a ajudar mesmo que de longe.

A turma do mestrado Thiago e as outras meninas pela força nos trabalhos e provas, aos professores do curso de Saúde e Meio Ambiente que não mediram esforços para passar seu conhecimento.

A Univille pela oportunidade com bolsa de estudo e o professor Doutor Luciano Lorenzi por disponibilizar a bolsa de estudo no meu primeiro ano de mestrado.

Obrigado a todos por compartilharem desse meu sonho nesta etapa da minha vida. Rumo ao doutorado.

## RESUMO

O crescimento populacional e a ocupação desordenada resultam em uma problemática ao meio ambiente, e uma grande preocupação sobre os impactos aos recursos hídricos. Este aumento populacional nas cidades tem gerado necessidades de promover a infraestrutura de serviços essenciais como água e saneamento básico, que nem sempre são priorizadas na mesma velocidade afetando diretamente os ecossistemas em especial o aquático. As águas da laguna do rio Acaraí localizado no município de São Francisco do Sul, estão próximas a urbanização e são utilizadas para o lazer e a pesca o que gera uma preocupação especial com a saúde desta população. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade das águas da foz da laguna do rio Acaraí localizado no município de São Francisco do Sul, utilizando como organismo teste o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* na ótica da saúde ambiental. Para tanto, foi definido um importante ponto amostral no rio e para verificar a toxicidade destas águas foram realizados ensaios de toxicidade aguda, crônica e transgeracional seguindo metodologias reconhecidas nacional e internacionalmente. Foram realizadas para o ensaio agudo 6 amostragens, em períodos quinzenais, dos meses de março e maio de 2015. Para o primeiro ensaio crônico foi realizada amostragem semanal para troca de águas durante o ensaio, com início em agosto e término em outubro de 2015 e para o segundo ensaio crônico e o transgeracional foram realizadas coletas do mesmo período, sendo as coletas semanais entre o período de fevereiro a abril de 2016. Durante as coletas foram feitas análises de parâmetros de campo considerando os principais usos da área de estudo, quais sejam: salinidade, temperatura, OD, pH e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) com uso de sondas multiparamétricas. Os resultados mostraram que as águas do ponto amostral não apresentaram toxicidade aguda, porém apresentaram toxicidade crônica para os parâmetros mortalidade, natalidade e biometria no primeiro ensaio crônico (Crônico I), observa-se que os parâmetros de toxicidade crônica se elevaram quando se verificou maior concentração de HPA. No ensaio Crônico II não ocorreu valores de HPA nas concentrações do ensaio crônico I e não houve diferença significativa entre a amostra e o controle para todos os parâmetros analisados, porém observou-se uma maior longevidade dos organismos no controle, o que pode ser indicativo de alguma alteração na amostra. O ensaio transgeracional não chegou a terceira geração conforme esperado pois a mortalidade tanto no controle quanto na amostra já na segunda geração foi muito elevada impedindo a continuidade do ensaio. Isso possivelmente ocorreu devido a uma contaminação que teve início na mesma semana da montagem da primeira família para o ensaio, no entanto a mortalidade ocorrida devido possivelmente a contaminação ainda assim ocorreu mais no ensaio com a amostra o que indica que os organismos da amostra sempre estavam mais debilitados possivelmente por alguma característica da amostra. Por fim o presente trabalho conclui que existe um forte indicativo de que o ambiente aquático analisado, laguna do Rio Acaraí apresenta toxicidade crônica para o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*. Desta forma este ambiente pode estar comprometido do ponto de vista da cadeia alimentar com consequência a produtividade pesqueira do local e da saúde ambiental.

**Palavras-chave:** Laguna do rio Acaraí, Toxicidade, Ensaio Ecotoxicológico *Mysidopsis juniae*

## ABSTRACT

Population growth and disordered occupation result in environmental problems and concern for impacts on water resources. This population increase in cities has generated needs to promote the infrastructure of essential services such as water and sanitation, which are not always prioritized at the same speed, directly affecting the ecosystems, especially the aquatic ecosystem. The waters of the Acaraí River lagoon located in the municipality of São Francisco do Sul are close to urbanization and are used for leisure and fishing, which generates a special concern for the health of this population. Therefore the objective of this work was to evaluate the toxicity of the waters of the mouth of the Acaraí river lagoon located in the city of São Francisco do Sul, using the marine microcrustacean *Mysidopsis juniae* as a test organism in the environmental health perspective. Therefore, an important sampling point was defined in the river and to verify the toxicity of these waters, acute, chronic and transgenerational toxicity tests were performed following nationally and internationally recognized methodologies. Six weekly samplings were carried out for the acute test in March and May 2015. For the first chronic test, weekly sampling was performed for water exchange during the test, starting in August and ending in October 2015 and For the second, chronic and transgenerational trials, collections from the same period were carried out, with weekly collections from February to April 2016. During the sampling, field parameter analyzes were performed considering the main uses of the study area: Salinity, temperature, OD, pH and polycyclic aromatic hydrocarbons (HPA) with the use of multiparametric probes. The results showed that the waters of the sampling point did not present acute toxicity, but presented chronic toxicity to the parameters mortality, birth and biometry in the first chronic test (Chronic I). The parameters of chronic toxicity were observed when Higher concentration of HPA. In the Chronic II trial, there were no HPA values at the concentrations of the chronic I test and there was no significant difference between the sample and the control for all parameters analyzed, but a greater longevity of the organisms in the control was observed, which may be indicative of some change in the sample. The transgenerational assay did not reach the third generation as expected because the mortality in both the control and the sample already in the second generation was very high, preventing the continuity of the assay. This was possibly due to a contamination that started the same week as the first family was assembled for the trial, however the mortality occurred possibly due to the contamination still occurred more in the control trial than in the test with the sample indicating that the Organisms were always more weakened possibly by some characteristic of the sample. Finally, the present work concludes that there is a strong indication that the aquatic environment analyzed, the Acaraí River lagoon presents chronic toxicity to the marine microcrustacean *Mysidopsis juniae*. In this way, this environment may be compromised from the point of view of the food chain with consequent local fishing productivity and environmental health.

Keywords: Acaraí Lagoon, Toxicity, *Mysidopsis juniae*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Lista das espécies aquáticas mais utilizadas para realização de testes de toxicidade. ....	20
Figura 2 Anatomia de <i>Mysidopsis juniae</i> . Fonte: ABNT NBR 15308(2011). ....	21
Figura 3 Localização do ponto amostral no rio Acaraí. Fonte: Próprio autor. ....	23
Figura 4 Imagem do rio Acaraí próximo ao ponto amostral local do uso pela pesca. ....	23
Figura 5 A - Sonda multiparametro digital HANNA 9828 e B - Sonda de Fluorimetria Trios Optical. Fonte: Próprio autor .....	25
Figura 6 Parâmetros do cultivo do <i>Mysidopsis Juniae</i> . Fonte: ABNT 2011 adaptado por Kleine et al., (2010). ....	26
Figura 7 Cultivo do <i>Mysidopsis Juniae</i> em vidro/aquários com iluminação e Aeração. Fonte: Próprio Autor .....	27
Figura 8 Recipiente contendo as <i>Artêmia sp.</i> eclodidas para uso da alimentação. Fonte: Próprio Autor. .....	28
Figura 9 Representação de forma esquemática da realização do teste Crônico. Fonte: Adaptado de FUGAZZA, 2015. ....	30
Figura 10 Imagem ilustrativa da régua milimétrica usada para medir o tamanho corporal do <i>M. Juniae</i> . Fonte: GONÇALVES (2014). ....	31
Figura 11 Esquema para realização do teste crônico e transgeracional. Fonte: Adaptado de FUGAZZA, 2015. ....	32
Figura 12 Parâmetro de Oxigênio Dissolvido no ponto amostral. ....	33
Figura 13 Resultado do pH, média e desvio padrão no ponto amostral. ....	34
Figura 14 Demonstrativo das médias dos valores de temperatura no ponto amostral. ....	35
Figura 15 Resultado temporal do parâmetro Hidrocarboneto Policíclico Aromático HPA no Ponto amostral.....	36
Figura 16 Sobrevivência dos organismos nos ensaios agudo. ....	37
Figura 17 Sobrevivência dos organismos no ensaio crônico I. ....	38
Figura 18 Mortalidade dos organismos no ensaio crônico I. ....	38
Figura 19 Teste de normalidade de Anderson-Darling calculado para mortalidade ensaio crônico I. ..	39
Figura 20 Resultados das medidas de comprimento corporal do ensaio Crônico I. ....	40
Figura 21 Teste de normalidade de Anderson-Darling para biometria no ensaio crônico I. ....	40
Figura 22 Natalidade dos organismos no ensaio crônico I. ....	41
Figura 23 Teste de normalidade de Anderson-Darling para natalidade ensaio crônico I. ....	42
Figura 24 Sobrevivência dos organismos no ensaio crônico II. ....	43
Figura 25 Mortalidade dos organismos no ensaio crônico II. ....	43
Figura 26 Teste de normalidade de Anderson-Darling calculado no ensaio crônico II. ....	44
Figura 27 Resultados das medidas de comprimento corporal do ensaio Crônico II. ....	44
Figura 28 Teste de biometria de Anderson-Darling para biometria ensaio crônico II. ....	45
Figura 29 Natalidade dos organismos no ensaio crônico II. ....	45
Figura 30 Teste de natalidade de Anderson-Darling para biometria ensaio crônico II. ....	46



## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CP - Comprimento Padrão

CL – Concentração Letal

DDT – Diclorodifenilcloroetano

DP – Desvio Padrão

DSS - Dodecil Sulfato de Sódio

HPA`s - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

OD - Oxigênio Dissolvido

OMS - Organização Mundial da Saúde

pH - Potencial Hidrogeniônico

## Sumário

<b>RESUMO .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
3.1. REGIÃO LAGUNAR .....	14
3.2. POLUIÇÃO MARINHA.....	14
3.3. PARÂMETROS INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	15
3.3.1. <i>Parâmetros Físico-Químicos</i> .....	15
3.4. ECOTOXICOLOGIA.....	18
3.4.1. <i>Ensaio Ecotoxicológico</i> .....	18
3.4.2. <i>Organismos testes utilizados</i> .....	19
3.4.3. <i>Organismo teste</i> .....	20
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDO .....	22
4.2. DEFINIÇÃO DO PONTO AMOSTRAL .....	22
4.3. AMOSTRAGEM.....	24
4.4. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS .....	25
4.5. ANÁLISES DE TOXICIDADE .....	26
4.5.1. <i>Cultivo de Mysidopsis juniae</i> .....	26
4.6. TESTE DE SENSIBILIDADE .....	28
4.7. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO AGUDO .....	29
4.8. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO CRÔNICO .....	29
4.9. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO TRANSGERACIONAL .....	31
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NA LAGUNA DO ACARAÍ .....	32
5.2. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO.....	36
5.2.1. <i>Ensaio ecotoxicológico agudo</i> .....	37
5.2.2. <i>Ensaio Ecotoxicológico Crônico I</i> .....	38
5.2.3. <i>Ensaio Ecotoxicológico Crônico II</i> .....	42
5.2.4. <i>Ensaio ecotoxicológico transgeracional</i> .....	46
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, o crescimento populacional vem aumentando gradativamente (FONTANA *et al.*, 2015). A ONU estima que a população mundial é de aproximadamente 7,2 bilhões de habitantes. A expansão e o modo de vida humana geram diversos impactos ambientais, modificando as paisagens por meio da urbanização, agricultura, criação de animais, pesca e da mineração (SANTOS & SANTOS, 2013). E na tentativa de sobrevivência a qualquer custo, o ser humano acaba destruindo seu próprio hábitat. E eleva seu consumo até o esgotamento dos recursos naturais, o que traz consequências ao meio ambiente (MARTINELLI, 2012).

O recurso natural mais afetado pela degradação ambiental é a água, fonte importante para todos os seres vivos, a contaminação deste recurso afeta diretamente a saúde humana e dos ecossistemas (Agencia Nacional de Água 2013). Estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS) afirmam que algumas doenças estão relacionadas diretamente com a degradação ambiental, principalmente relacionada a contaminação da água.

A gestão é uma ferramenta que auxilia na preservação dos recursos hídricos, para isto foram criadas as leis e resoluções que caracterizar os impactos e trazem soluções. Busca-se de forma participativa, entre governo e população, uma conduta de conscientização, defesa, educação e valorização do recurso hídrico (SOUZA *et al.*, 2012).

Uma alternativa que pode auxiliar e trazer informações sobre a qualidade da água são os testes toxicológicos (UMBUZEIRO *et al.*, 2010). A proposta é realizar testes com organismos vivos e avaliar se existe efeito algum tipo de efeito tóxico ou não (RONCO *et al.*, 2004; BERTOLETTI, 2012). São realizados ensaios de curta e longa duração que busca obter informações que possam auxiliar na gestão dos recursos hídricos (ZIOLLI & JARDIM, 1998). E são avaliadas as reações morfológicas ou a mortalidade dos organismos teste (RIBO, 1997; FOCKEDEY *et al.*, 2005).

Segundo Zagatto & Bertoletti (2008) para avaliar ambiente de água costeira marinha e salobra são indicados testes com um microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979).

Para este projeto buscou um recurso hídrico de fácil de acesso, que tenha importância para uma comunidade, possua influencia marinha e de grande ocupação humana ao seu entorno. Para realizar deste trabalho foi escolhido a laguna do rio Acaraí localizada no município de São Francisco do Sul em Santa Catarina. Este ambiente possui transição de águas marinhas e águas continentais, que sofre grande pressão antrópica, e parte do seu curso

está inserida no Parque Estadual Acaraí descrito no plano de manejo como:

Parque que apresenta ocupação em alguns pontos por comunidades estruturadas em vilas de pescadores (Tapera) e loteamentos semi urbanizados (Ervinho, Enseada e Barra do Sul). Fazendas dedicadas à criação de búfalos e reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus*, bem como áreas sem ocupação econômica definida. Os pescadores da Tapera ocupam-se da pesca artesanal especialmente na lagoa do Capivarú e do Acaraí. No entanto, muitos ranchos de pescadores são utilizados como abrigo para pescadores ocasionais vindos de outras regiões (Plano de Manejo do Parque Acaraí FATMA, 2008)

Nesta área segundo relatórios do IBGE serve como destino final de esgoto das residências de sua proximidade. A mesma área a qual é utilizada como área de lazer e pesca por muitos moradores da região, e no período de férias, o que torna intenso o uso desta área. O rio Acaraí também recebe a presença de um oleoduto de uma grande empresa petroquímica da região.

A rio acaraí possui poucos trabalhos científicos e nenhum trabalho com ecotoxicologia. Visando um trabalho que venha adquirir conhecimento da existência ou não de toxicidade da água do Rio Acaraí em um ponto amostral na sua foz através de ensaios toxicológicos agudos, crônicos e transgeracional utilizando como organismos teste o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a toxicidade das águas da foz da laguna do rio Acaraí localizado no município de São Francisco do Sul, utilizando como organismo teste o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* na ótica da saúde ambiental.

### 2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar a qualidade da água da foz da laguna do rio Acaraí através de análises físico-químicas dos parâmetros em campo;
- Verificar a toxicidade aguda com amostras de água da foz da laguna do rio Acaraí sobre o organismo microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*;
- Verificar a toxicidade crônica transgeracional com amostras de água da foz da laguna do rio Acaraí ao microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*;

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. REGIÃO LAGUNAR

O ecossistema lagunar compreende um corpo de água, semi-fechado com uma única conexão como o mar, misturando água doce proveniente do continente e água salgada dos oceanos (PRITCHARD, 1967). O fluxo de água salgada é gerado pelas marés, e depende da profundidade e largura do corpo hídrico (PETHICK, 1984), e a água doce vem do aporte fluvial (LISS 1970; DYER, 1997) que vem do rio Acaraí.

No complexo lagunar encontramos grande carga de material orgânico e inorgânico, que eleva o nível de nutriente, carbono e elementos biogênicos importante para a composição da fauna (RAYMOND & COLE, 2003). As lagunas são sistemas bastante dinâmico exercendo uma função ecológica e físico-química muito importante para o ecossistema (LEGORBURU *et al.*, 2013).

As regiões lagunares estão em constante evolução, variando e se adaptando conforme fluxo dos rios e variações climáticas (BRITO, 2012). Neste fluxo de marés ocorre a transferência de porções arenosas (extensas praias ou dunas e restingas) que se torna ambiente propício para vegetação de manguezal (SCHAEFFER- NOVELLI, 1989). Que possui uma importante função ecológica, servindo de abrigo para muitas espécies de peixes e crustáceos, entre outras (KATHIRESAN & BINGHAM, 2001).

O desavio é proteger a área das lagunas, que muitas vezes são degradadas pela ocupação humana e exploração dos seus recursos, causando impactos a saúde, a segurança e o bem-estar da população e as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.

#### 3.2. POLUIÇÃO MARINHA

A qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada em diferentes escalas nas últimas décadas. Os oceanos são o ponto final de muito resíduos sólidos urbanos, industriais ou vindos da agricultura, trazidos pelos rios. Para que uma substância seja considerada poluente vai depender de sua concentração e disponibilidade no meio (PEREIRA, 2004). Grande concentrações de poluentes trazem sérios riscos aos recursos vivos, principalmente a qualidade do pescado e conseqüentemente a saúde humana (GODOI *et al.*, 2003; TUNDISI,

2014).

Os poluentes possuem características distintas, e podem estar correlacionadas com:

- Poluição Química na forma de biodegradáveis que, após um período, são decompostos pela ação de bactérias, tais como detergente, inseticidas, fertilizantes, petróleo, etc. E de forma persistentes que se mantém por longo tempo no meio ambiente e nos organismos vivos, são os DDT (diclodifenitricloroetan) e os metais pesados em geral.

- Poluição Física que altera características físicas da água, derivados de poluentes sólidos, sendo eles suspensos, coloidais e dissolvidos, ou através de fontes térmicas.

- Compostos orgânicos em grandes quantidades tornando-se tóxicos aos organismos vivos. Um exemplo são os compostos derivados do petróleo. (MAGOSSI, 1996).

O conhecimento sobre quais as fontes poluidoras e os efeitos que primeiro passo para realizar um bom diagnóstico ambiental. No ambiente marinho os microcrustáceos são bastante utilizados para avaliar a toxicidade através de testes de sensibilidade (BADARÓ-PEDROSO *et al.*, 2002).

### 3.3. PARÂMETROS INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

A quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos transportadas para o ecossistema aquático todos os dias (BERTOLETTI, 2013). As diferentes concentrações destes compostos no meio ambiente podem interferir na qualidade da água (CETESB, 1990). O modo mais utilizado para verificar a qualidade da água é analisar as concentrações através de análises físico-químicas (OKAMURA *et al.*, 1996).

#### 3.3.1. Parâmetros Físico-Químicos

A avaliação das características físico-químicas da água tem como objetivo identificar e quantificar os elementos e partículas iônicas presentes nesse composto e associar os efeitos de suas propriedades às questões ambientais (PARRON *et al.* 2011). Os parâmetros para qualidade de água dos rios, lagunas e estuários são comparados com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Os parâmetros físicos estão associados aos sólidos presentes na água, e são observados pela coloração, material flutuante, presença de espuma, resíduos sólidos, odor, temperatura e turbidez. Conseqüentemente, os parâmetros químicos estão relacionados à

presença de matéria orgânica ou inorgânica na água (VON SPERLING, 1996), são eles:

- Salinidade

Indica a quantidade de sais presentes na água. A salinidade absoluta é a concentração de todos os íons dissolvidos na água e, na prática, não pode ser medida diretamente, sendo necessária a determinação da salinidade prática (BRANDÃO, 2011).

A salinidade é a medida da quantidade de sais existentes em massas de água naturais, tendo um papel importante nos movimentos e nas misturas de massas de água, devido ao seu efeito de densidade, os sais dissolvidos condicionam a fisiologia dos organismos que ali vivem, devido ao efeito da osmose (MIRANDA *et al.*, 2002).

- Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é uma medida da atividade iônica do hidrogênio, representando o balanço de solubilidade de partes químicas nos sistemas aquáticos, sendo um dos fatores ecológicos que age como controlador das atividades respiratórias e regula os principais processos metabólicos nos seres vivos (VON SPERLING, 1996; BARBOSA, 2006). Representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$  (em escala anti-logarítmica) presente na água (VON SPERLING, 1996). Sua escala de valores varia de 0 a 14, dando uma indicação sobre a condição de acidez ( $0 \leq pH < 7$ ), neutralidade ( $pH = 7$ ) ou alcalinidade ( $7 < pH \leq 14$ ) da água (BRANDÃO, 2011). A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Em termos de corpos d'água, valores mais altos de pH podem estar associados a proliferação de algas, valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos (VON SPERLING, 2007).

- Oxigênio Dissolvido (OD)

É o oxigênio presente nas águas naturais. Pode ter sido dissolvido da atmosfera, devido à diferença de pressão parcial (Lei de Henry) e/ou ser proveniente da fotossíntese das algas (CETESB, 2009). A principal atribuição da avaliação do oxigênio dissolvido, caso ocorrer a redução de sua concentração no meio aquático, seria a causa de mortalidade dos organismos aeróbios (FINOTTI *et al.*, 2009).



- Temperatura

Mede a intensidade de calor presente na água (VON SPERLING, 1996). Variações de temperatura é parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial da água é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 1991). Assim sendo, a temperatura desempenha um papel fundamental de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos, visto que os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica (VON SPERLING, 2007).

A temperatura é responsável por variações metabólicas que interferem no desenvolvimento do animal (VERSLYCKE & JASSEN, 2002), sendo a temperatura o fator abiótico mais decisivo para a variação nas taxas de crescimento (SUDO, 2003), por isto a importância de manter estes fatores constantes. Sabe-se que a distribuição geográfica das espécies de Mysidaceo é ampla e são encontrados em todos os oceanos e em todas as latitudes, ocorrendo, assim, nas mais variadas condições de temperatura.

- Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)

É uma substância derivada da combustão natural de produtos orgânicos, provêm da queima de combustíveis fósseis, mineração, óleo, agroquímicos e de processos industriais (WHO, 1998; PAGEA *et al.*, 1999; MENZER *et al.*, 2002). Possui efeito biológico em termos de potencial carcinogênico, mutagênico, teratogênico e demais efeitos tóxicos que possam afetar a saúde em geral (AZEVEDO *et al.*, 2013), com potencial bioacumulativo (WANIA, & MACKAY, 1993). No meio aquático são encontrados em diferentes esferas, Sisino *et al.*, (2003) ressalva que o setor petroquímico é o campo onde ocorre maior produção de resíduos contendo HPAs.

Considerados poluentes orgânicos muitas vezes descritos como precursores de ações mutagênicas e tumorais em sistemas biológicos (WHO, 1983), por apresentarem propriedades hidrofóbicas, absorvidos pelos organismos (POLAKIEWICZ, 2008), pelos pulmões, intestinos e pela pele de animais e altamente lipossolúveis (MEIRE *et al.*, 2008).

### 3.4. ECOTOXICOLOGIA

O termo ecotoxicologia foi definido em 1969 pelo pesquisador Dr. Rene Trhuaut, que apresentou como sendo “o estudo dos efeitos adversos de substância química tem com o objetivo de proteger espécies naturais e populações” (TRUHAUT, 1977). Neste sentido, a finalidade da ecotoxicologia é verificar se existem causa efeitos nos organismos vivos através de experimentos, avaliando o potencial às respostas em um determinado tempo (GHERARDI-GOLDSTEIN *et al.*, 1990; RESGALLA JÚNIOR & LAITANO, 2002; CHASIN & PEDROZO, 2004).

Existem diferentes substancias no meio ambiente, e pode ser encontrada em diferentes concentrações podem estar disponíveis no meio ambiente de forma macro, micro ou nanoparticulas (PASCHOALINO *et al.*, 2010). A toxicologia busca relacionar a que concentrações causam efeitos nos organismos vivos (FJÄLLBORG *et al.* 2006). E na perspectiva da ecologia ambiental, se existe influência sobre as comunidades ou uma população (PLAA, 1982).

Masutti *et al.*, (2006) ressaltam a importância de buscar parâmetros e suas concentrações seguras, para a preservação da vida aquática e para a qualidade ambiental. A exposição prolongada de determinadas substâncias, podem desencadear distúrbios morfológicos, fisiológicos e/ou comportamentais, e conseqüentemente levar a morte dos organismos (ARAGÃO & ARAÚJO, 2006). Dentre as diferentes reações destacam-se a biotransformação (LIVINGSTONE, 1998) que observa a modificação na permeabilidade da membrana, inibição enzimática, distúrbios no metabolismo, liberação de hormônio e redução na velocidade do crescimento (COSTA *et al.* 2008). Para isso devem-se definir os níveis de concentrações aceitáveis, mediante as respostas causa efeito de toxicidade (CHAPMAN, 2002; HOFFMAN *et al.*, 2003).

Para obter uma resposta à toxicidade os organismos devem ser expostos a diferentes concentrações ou outra substancia a teste, para isso são realizados ensaios ecotoxicológicos.

#### 3.4.1. Ensaio Ecotoxicológico

O ensaio ecotoxicológico é uma ferramenta que ajuda a avaliar se existe e quais são os efeitos tóxicos nos organismos vivos através de testes (GOMES, 2007; WHARFE *et al.*, 2007). Todos os testes buscam uma resposta aos estímulos dos organismos, podendo ser de forma subletais, ou seja, afetam ou não suas funções biológicas, tais como reprodução,

crescimento e maturação (COSTA *et al.*, 2008), nestes estudos descrevem alterações de comportamento como imobilidade, dificuldade na localização de presas, problemas na percepção química e motora, inibição da desova, aborto, deformação de órgãos reprodutores, perda de membros, alterações respiratórias, etc. (MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Outro modo de ensaio é a avaliação de efeitos tóxicos letais, que observam a mortalidade (RAND & PETROCELLI, 1985). Para este tipo de resposta são realizados testes agudos e/ou crônicos (KNIE & LOPES, 2004). Os testes agudos são realizados em um período de tempo relativamente curto, geralmente de 24 a 96 h, para observar a letalidade em um organismo teste (ARAGÃO & ARAUJO, 2008). Já os testes crônicos são realizados em um período que pode abranger parte ou todo o ciclo de vida dos organismos teste (SANTOS *et al.*, 2010). Os ensaios crônicos transgeracionais observam o comportamento dos organismos através das gerações futuras (VAZ, 2012).

Outro método de avaliar a toxicidade nos organismos é através da genotoxicidade, que busca a causas e efeitos mutagênicos, dos quais alteram o DNA, danificando a inibição da mitose ou constante divisão meiose, indução da apoptose e alteração de atividades neurológicas dos organismos, através da exposição a compostos disponíveis no meio ambiente (UMBUZEIRO & ROUBICKE, 2014; JOHN & SHAIKE, 2015).

Günther (2006) sugere que o número de organismos e amostragem seja representativo com possibilidade de uma generalização dos resultados, que segundo Denzin & Lincoln (2005) devem ser estatisticamente comparadas.

### 3.4.2. Organismos testes utilizados

Os organismos para a realização de teste ecotoxicológico devem ser de grupo taxonômico mais representativo no meio ambiente (KNIE & LOPES, 2004), ser padronizados nacionalmente e internacionalmente (ABNT, 2011).

Os testes toxicológicos em ambientes aquáticos mais utilizados em testes de toxicidade estão listados na Figura 1.

Organismos Marinhos	Algas	<i>Phaedactylum tricormutum</i> , <i>Asterionell japonica</i> , <i>Dunaleialle tertiolecta</i> , <i>Champia parvula</i> , <i>Skelenema costatum</i>
	Microcrustáceos	<i>Mysidopsis bahia</i> , <i>Mysidopsis juniae</i> , <i>Leptocheirus plumosus</i> , <i>Tiburonella viscana</i> , <i>Artemia salina</i>

Peixes	<i>Menidia berellyna, Mendia mindia, Cypronodum veriegatus</i>
Bactérias	<i>Vibrio fisheri</i>
Moluscos	<i>Mytillusedulis, Crassostrea rhizophorae</i>
Equinodermos	<i>Arbacia lixula, Lytechinus variegatus, Arbacia punctulata</i>

Figura 1 Lista das espécies aquáticas mais utilizadas para realização de testes de toxicidade.

Estes organismos são reconhecidos como organismo-padrão em testes de toxicidade, pois apresentam os seguintes critérios: os espécimes adultos têm grande potencial reprodutivo; são de fácil aquisição e manutenção no laboratório; os ensaios apresentam boa reprodutibilidade (ABNT, 2011).

### 3.4.3. Organismo teste

O *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979) (Figura 2), é um pequeno crustáceo da ordem Mysidacea, sua principal característica é a presença de um marsúpio, que serve de bolsa de incubação onde armazenam os embriões. Possui forma de alimentação por filtração, são onívoros, encontrada nas zonas neríticas dos oceanos, em toda a costa brasileira principalmente em zona de arrebentação das praias. Os óvulos são fertilizados imediatamente após a expulsão dos ovidutos, sendo introduzidos no marsúpio, onde ocorre o desenvolvimento larval (MAUCHLINE, 1976). Os jovens emergem do marsúpio em estágio juvenil de desenvolvimento semelhante ao adulto. Como ocorre nos crustáceos em geral, devido à presença de exoesqueleto, o crescimento morfológico do animal é descrito pelas suas mudas (CLUTTER & THEILACKER, 1971).

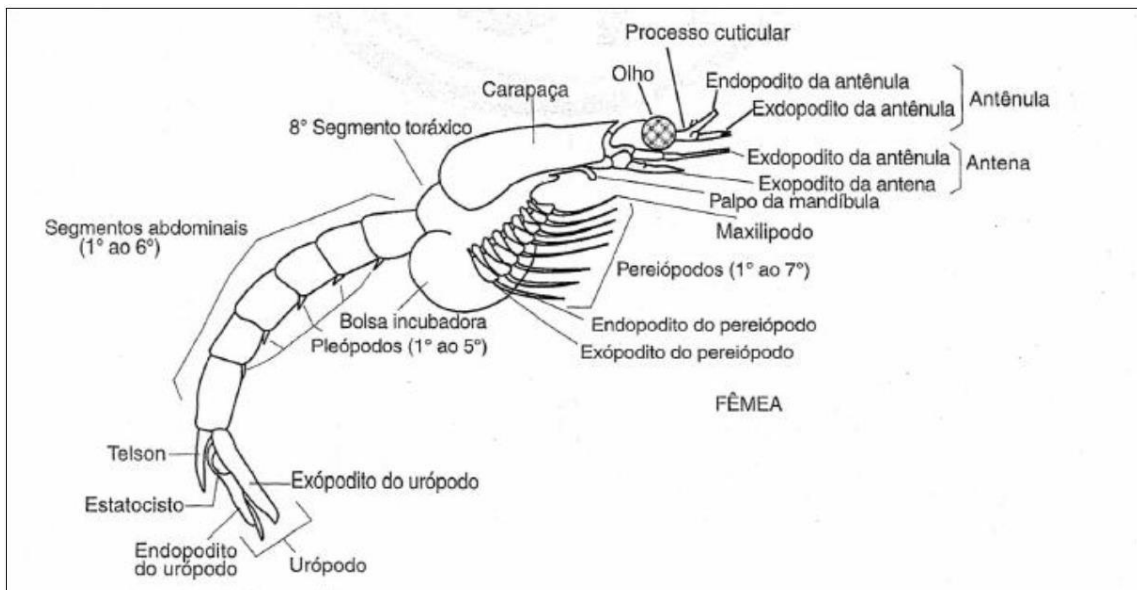


Figura 2 Anatomia de *Mysisopsis juniae*. Fonte: ABNT NBR 15308(2011).

Os Mysidaceos são bastante usados para teste toxicológico em ambientes marinhos, são pequenos crustáceos de hábitos epibêntonicos, característicos da região costeira, apresenta dimorfismo sexual, seu desenvolvimento é direto com troca constantemente de carapaça (muda) e de ciclo de vida curto (BADARÓ-PEDROSO *et al.*,2002) e deve possuir ampla distribuição geográfica e encontram-se na base da cadeia trófica, por estas características apresentam grande importância ecológica, ressalta sobre a importância deste gênero na composição da dieta de várias espécies de peixes, e muitas delas utilizadas para consumo humano (MURANO, 1999)

No Brasil o organismo *M. juniae*, é padronizado para realização de ensaios de toxicidade aguda pela NBR 15308 (ABNT, 2011) e CETESB (1992), sendo indicado por Zagatto & Bertoletti (2006) para estudos que avaliem a água marinha e estuarina.

Uma vez que a maioria dos testes com organismos aquáticos são realizados em laboratório, os resultados obtidos nestes testes são extrapolações da realidade, visto que tais testes são realizados em circunstâncias controladas; no entanto acabam por fornecer informações e indicações sobre possíveis riscos e alterações prejudiciais ao meio ambiente, servindo como um sistema de alerta e proteção ambiental (KNIE & LOPES, 2004).

O *Mysisopsis juniae* são amplamente utilizados desde 2008 em diferentes trabalhos realizados pelo Grupo de pesquisa Toxicologia e Gestão Ambiental no Laboratório de Toxicologia Ambiental da Universidade da Região de Joinville – Univille unidade de São Francisco do Sul.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

O rio Acaraí que é objeto de estudo deste trabalho, que percorre grande porção no município de São Francisco do Sul, e representa 37,7% da área total da área do município. Possui tal relevância, que boa parte do seu corpo hídrico está dentro do Parque Estadual Acaraí (FATIMA, 2008). Ao longo de seu percurso possui corpo de águas rasas e calmas, formando calhas largas e estreitas, ocorrendo formação de lagoas e lagunas até se encontrar com o mar (POSSAMAI *et al.*, 2010).

Os meandros do rio Acaraí percorre o município pelo bairro Iperoba, no alto curso, o bairro Ubatuba e a Praia Grande no médio curso, até o bairro da Enseada e Ubatuba no seu baixo curso (FATIMA, 2008), a qual possui maior adensamento urbano (IBGE, 2010).

Ao percurso do rio é margeado pela floresta do Bioma Mata Atlântica, a qual caracteriza região fitoecológica de Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), expressa predominantemente pela sua formação Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (MELO JUNIOR & BOEGER, 2015) que protege o corpo hídrico, que ao longo do seu percurso possui a lagoa do Capivaru e chega ao encontro com oceano atlântico passando pela formação lagunar (Laguna Acaraí).

### 4.2. DEFINIÇÃO DO PONTO AMOSTRAL

O ponto de amostragem deste trabalho está localizado jusante do rio, próximo a sua foz com formação lagunar, a qual se encontra a comunidade do Majorca no bairro Ubatuba. Localizado nas coordenadas Lat.: 26°13'52.69"S e Long.: 48° 31'01.42"O (FIGURA 3), porção que fica a laguna Acaraí inserida no bairro Ubatuba, perímetro urbano, onde possui residências do tipo multifamiliar, comércio local e residências de veraneio. Nesta região ocorre grande influência da destinação final do esgoto doméstico sem os devidos tratamentos (PPMA/SC 2008).

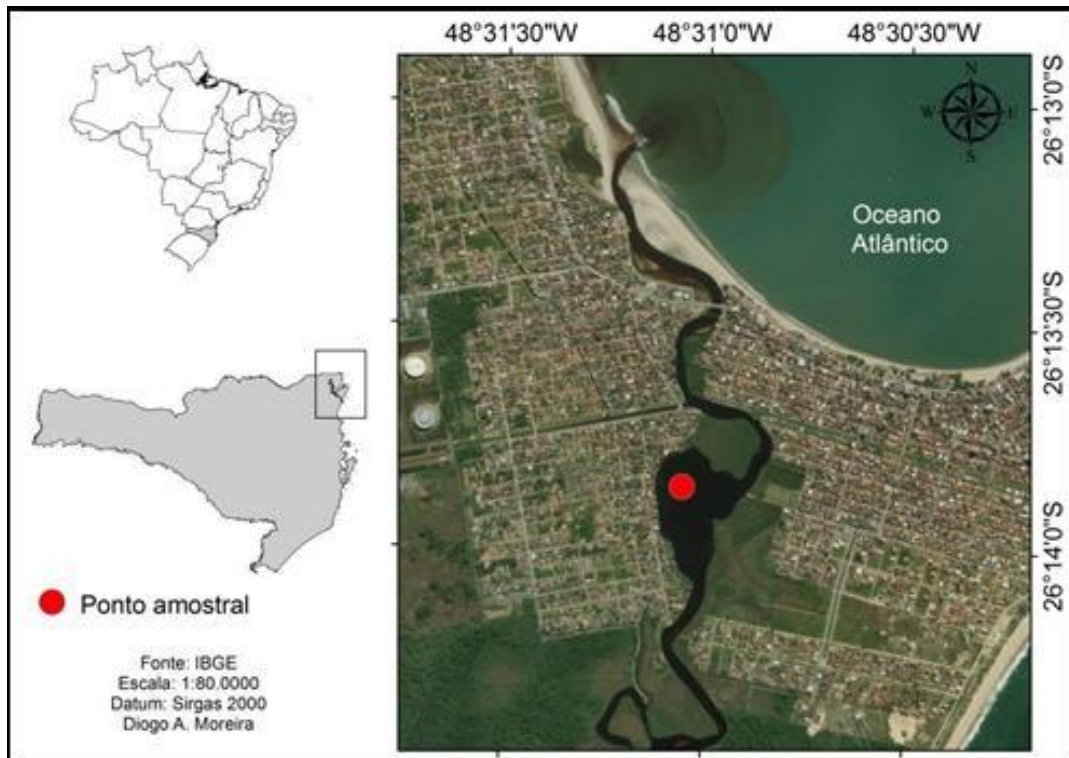


Figura 3 Localização do ponto amostral no rio Acaraí. Fonte: Próprio autor.

O ponto amostral localiza-se próximo a desembocadura na laguna do rio Acaraí e foi selecionado por ser local de constante atividade de pesca e lazer, e constante passagem de pequenas embarcações (Figura 4).



Figura 4 Imagem do rio Acaraí próximo ao ponto amostral local do uso pela pesca.

Assim o ponto amostral teve como critério de inclusão:

- Uso de ocupação do solo
- Proximidade com a sua foz
- Facilidade de acesso

#### 4.3. AMOSTRAGEM

Após a definição do ponto amostral foram definidas as datas das coletas e verificado qual a maré no dia da amostragem para posterior comparação sobre a influência da salinidade aos parâmetros observados.

As amostras de água para todos os ensaios ecotoxicológicos seguiram da seguinte forma: foram captadas água através de bombona plástica em polietileno estéril de cor branca com capacidade para 30 litros, e procederam com a imersão total do galão na superfície da água, até seu preenchimento total, posteriormente o mesmo era fechado com tampa própria. O transporte e o emprego adequado de equipamentos de campo seguiram os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT com Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9897 (ABNT, 1987) que seguiram ao Laboratório de Toxicologia Ambiental da Universidade da Região de Joinville – Univille unidade de São Francisco do Sul.

Todo procedimento de amostragem e preservação das amostras, para posterior utilização nos ensaios de ecotoxicidade, seguiram a metodologia descrita na ABNT (2007) através da norma NBR 15.469, no que diz respeito à Ecotoxicologia aquática – Preservação e preparo das amostras a serem utilizadas em ensaios ecotoxicológicos.

No ensaio agudo foram realizadas 6 amostragens, em períodos quinzenais, dos meses de março e maio de 2015. O ensaio crônico I foi realizado com amostragem semanal para troca de águas durante o ensaio, com início em agosto e término em outubro de 2015 e o ensaio crônico II e transgeracional foram realizados com amostras do mesmo período, sendo as coletas semanais entre o período de fevereiro a abril de 2016, para ambos os ensaios foram delimitados por 56 dias. Para todos os ensaios foram realizadas amostragem de água superficial.

Os dados considerados válidos foram calculados quando apresentaram resposta positiva, no controle, ao número de mortalidade menor que 10%.



#### 4.4. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

No dia das coletas foram realizadas medições dos parâmetros físico-químicos: pH, temperatura, salinidade e OD, através de sonda multiparametro modelo HANNA HI 9828 e a medição do HPA com a sonda de fluorimetria da marca Trios Optical Sensors enviro Flu-HC (Figura 5a e 5b).

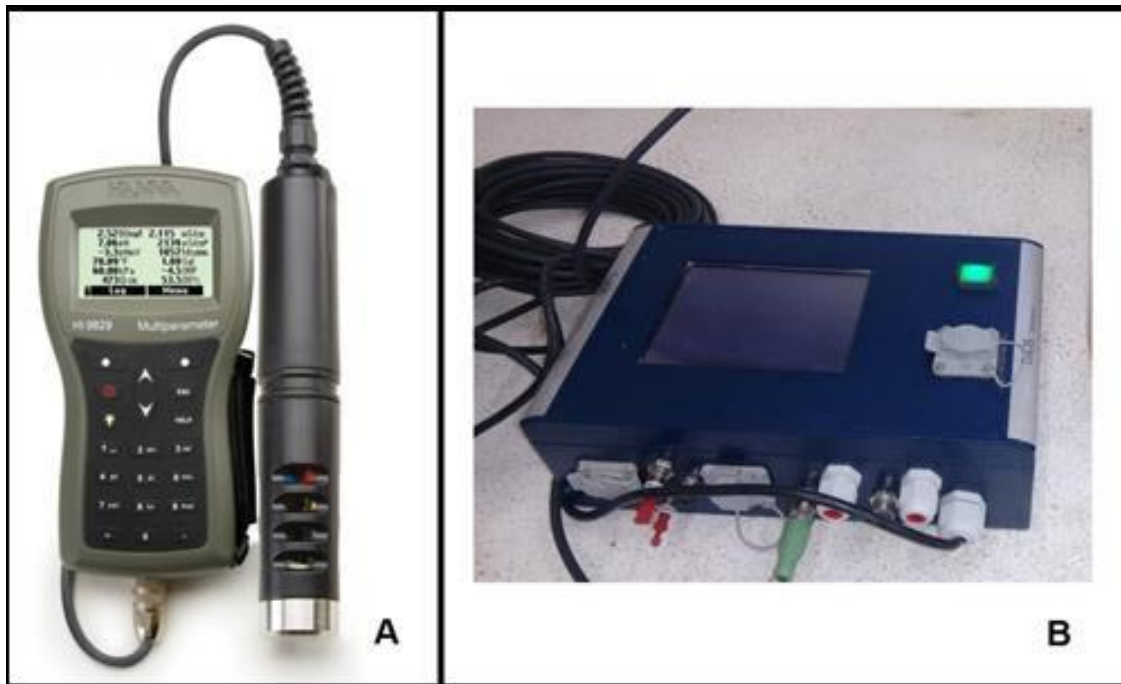


Figura 5 A - Sonda multiparametro digital HANNA 9828 e B - Sonda de Fluorimetria Trios Optical. Fonte: Próprio autor

As análises multiparametricas foram realizadas através da sonda, em águas superficiais, aguardava-se 1 minuto para estabilizar (conforme normas do fabricante) e por fim os dados eram anotados em uma caderneta de campo. Os dados que não foram computados por problemas na calibragem do equipamento foram descartados.

As salinidades foram observadas e segue a caracterização de valores conforme a resolução CONAMA nº 357/2005, que delimita água doce quando a salinidade é aferida até a concentração de 0.5 acima deste valor até 30 de salinidade são consideradas águas salobras, e acima de 30 são águas salinas.

As análises com a sonda de HPA`s eram realizadas em laboratório. Utilizava-se 2 litros da água das amostras coletadas no ponto amostral, transpostos em um Becker de 5 litros devidamente isolado de incidência luminosa, posteriormente a sonda de fluorimetria era

imersa e após 5 minutos para estabilização era feita a leitura e anotado o resultado.

Os resultados foram comparados na proporção de espaço temporal, juntando todos os dados de coletas, para nível de comparação.

#### 4.5. ANALISES DE TOXICIDADE

##### 4.5.1. Cultivo de *Mysidopsis juniae*

Os organismos testes *Mysidopsis juniae* foram cultivados no Laboratório de Toxicologia Ambiental da Universidade da Região de Joinville – Univille unidade de São Francisco do Sul da, de acordo com a norma NBR 15.308:2011 da ABNT (2011), com adaptação sugerida por Kleine *et al.*, (2010) (Figura 6).

Condições de cultivo	
Sistema	Semi-estático
Troca de água	Total (semanalmente)
Volume da água de diluição	50 ml/indiv. Adulto
Aeração	Branda
Fotoperíodo	12 horas luz; 12 horas escuro
Temperatura	23 a 27°C
pH	7,8 a 8,3
Salinidade	32 a 36
Tipo de alimentos	Náuplios de <i>Artemia</i> sp. enriquecidos com óleo de fígado de bacalhau e peixe

Figura 6 Parâmetros do cultivo do *Mysidopsis Juniae*. Fonte: ABNT 2011 adaptado por Kleine *et al.*, (2010).

O meio de cultivo era composto de água marinha reconstituída com salinidade aferida em 32, com adição de sal marinho (*Red Sea Salt*). Este tipo de cultivo possui sistema semi estático, onde a água é renovada a cada 7 dias, são realizadas medições de salinidade através de um refratômetro portátil - salinômetro de 0 a 100 com 2,5L.

O cultivo era mantido aerado constantemente de forma a garantir o OD acima de 5,0 mg/L nos aquários, através de um compressor de ar, que funciona a seco para evitar contaminações. A luminosidade era controlada por meio de foto-período de 12/12h (claro/escuro) (Figura 7).

A temperatura era mantida com o auxílio de um condicionador de ar do tipo Split, sendo realizada uma aferição constante com o auxílio de um termômetro digital.



Figura 7 Cultivo do *Mysidopsis Juniae* em vidro/aquários com iluminação e Aeração. Fonte: Próprio Autor

Para formar a família foram respeitadas as normas da ABNT (2005) que descreve a proporção sexual ideal entre fêmeas e machos em um laboratório são 4:1 ou seja, 4 fêmeas para 1 macho.

#### Alimentação do Cultivo

O alimento fornecido foi *Artemia sp.*, os cistos foram colocados para eclodir em um recipiente com a mesma água utilizada para o cultivo, com areação forte e temperatura 25 °C. Após 24 horas foram colocados para decantação e retirados os cistos que não eclodiram e

deixados por mais 24 horas, depois desse período foram enriquecidos com óleo de fígado de bacalhau e óleo de peixe, a fim de se obter um alimento mais nutritivo para o *Mysidopsis* (GAMA *et al.*, 1999; GAMA *et al.*, 2006). A alimentação era realizada uma vez ao dia na proporção de 100ml retirados com uma pipeta pasteur do aquário contendo os náuplios de *Artemia sp.* (Figura 8). A mesma metodologia da alimentação era usada nos testes agudo, crônico e transgeracional.



Figura 8 Recipiente contendo as *Artêmia sp.* eclodidas para uso da alimentação. Fonte: Próprio Autor.

#### 4.6. TESTE DE SENSIBILIDADE

Os testes para verificar a sensibilidade dos organismos foram realizados com o uso da substância referência Dodecil Sulfato de Sódio – DSS ( $C_{12}H_{25}NaO_4S$ ), por ter as vantagens de ações rápidas e não seletivas, além de agir dentro de uma faixa mais estreita de concentrações. Os testes com o DSS foram feitos, periodicamente no laboratório de toxicologia em 5 concentrações, em triplicatas, sendo elas: 0 (controle);  $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $8\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $12\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  e  $16\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Aos organismos testes foram fornecidos náuplios de *Artemia sp.* uma vez ao dia. As leituras do teste de sensibilidade foram feitas com 96 horas de

exposição do organismo ao contaminante, para observar sua mortalidade (NBR 15308/2011). Este teste objetivou verificar se os organismos do cultivo estão em condição adequada de sensibilidade para serem utilizados nos ensaios de toxicidade para uma amostra qualquer.

#### 4.7. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO AGUDO

A metodologia para a realização do teste agudo com microcrustáceo *Mysidopsis juniae* seguiu a norma NBR 15.308:2011 da ABNT (2011) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com *Mysidopsis juniae*, que avalia a sobrevivência e mortalidade dos organismos testes após 96 horas.

O ensaio ecotoxicológico agudo compôs a exposição de 10 organismos filhotes (1-8 dias de vida), separados em recipientes plásticos, amostras em triplicata da água do ponto amostral do Rio Acaraí, e o controle manteve apenas água marinha reconstituída utilizada no cultivo, com o mesmo número de organismos em triplicata, totalizando 60 organismos por ensaio.

Em cada ensaio os organismos foram incubados a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , alimentados com 0,50ml de *Artemia sp.*, diariamente, a luminosidade fora controlada por um fotoperíodo de 12 horas no claro e 12 horas de escuro, com duração de 96 horas, ao final do experimento observou-se o efeito de mortalidade.

Os ensaios ecotoxicológicos agudo eram realizados 6 vezes entre o período de 2 meses, dias corridos (entre 03/03/2015 a 13/05/2015), a medida de comprovação dos resultados.

#### 4.8. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO CRÔNICO

O ensaio crônico deste trabalho, seguiu como base metodologia de Vaz (2012), a qual forma observados os organismos microcrustáceos *Mysidopsis juniae* ao longo de um período de 56 dias, e semanalmente foram avaliados os efeitos tóxicos. O tempo de duração do teste considera que os organismos tenham percorrido mais de 70% do seu ciclo de vida Vaz (2012).

Em recipientes de 2,5 litros foram colocados 80 organismos em duplicata com idade de 1 a 8 dias de vida. Para cada ensaio, os organismos foram divididos em 4 vidros, sendo 80

em cada aquário, portanto dois vidros contendo amostra e dois vidros contendo controle (Figura 9).

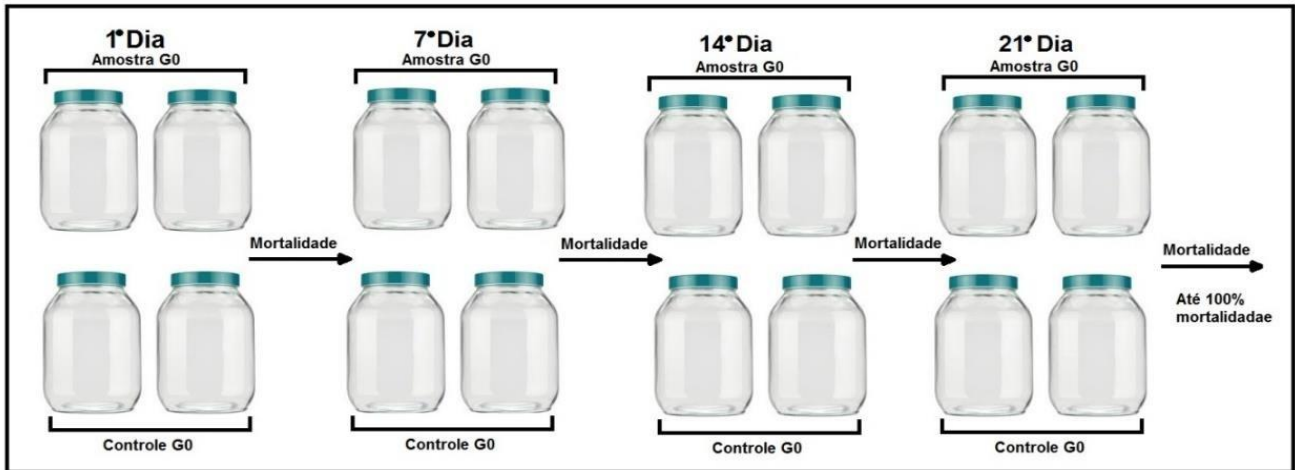


Figura 9 Representação de forma esquemática da realização do teste Crônico. Fonte: Adaptado de FUGAZZA, 2015.

Semanalmente nos ensaios contendo controle e a amostra foram anotadas a sobrevivência, mortalidade e a natalidade em cada vidro, sendo ainda retirados 3 organismos, aleatoriamente para a realização da biometria.

Para realizar da biometria, durante todo o processo dos ensaios foram mensurados os dados de comprimento dos organismos, por meio de lupa Nikon SMZ645 com régua calibrada em aumento de 2x. Foram retirados após 14 dias 3 organismos machos e 3 fêmeas e descritos o tamanho, a partir de então foram retirados semanalmente outros 3 organismos, sendo que na semana seguinte machos e na outra semana fêmea, assim sucessivamente para garantir as medições por um tempo maior. A medida adotada como comprimento padrão dos organismos (CP) é uma das medidas mais confiáveis, pois analisa a porção mediana dos organismos (SPITZNER, 2008; BOHM, 2010). Para tal medida, foi tomada da extremidade distal do rostro até o extremo posterior do segmento abdominal (6º segmento) anterior ao telso, apresentada na Figura 10, desta forma podemos comparar os organismos expostos aos testes e ao do controle, tornando possível avaliar o comportamento de crescimento pela biometria.

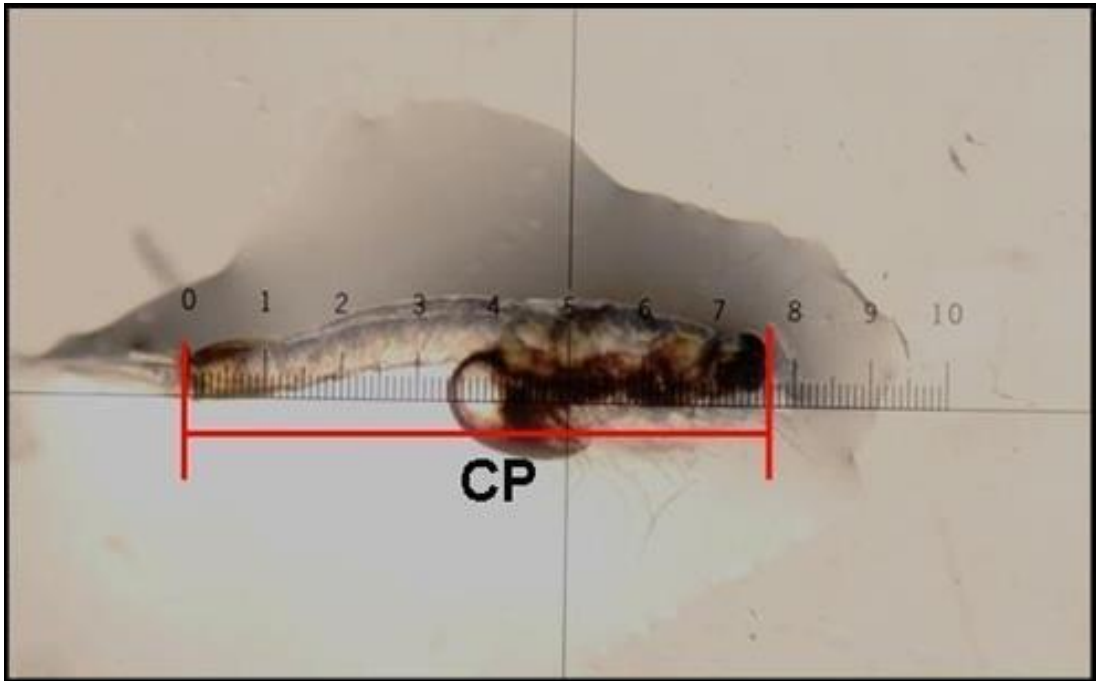


Figura 10 Imagem ilustrativa da régua milimétrica usada para medir o tamanho corporal do *M. Juniae*. Fonte: GONÇALVES (2014).

Os dados obtidos através dos resultados foram organizados em tabelas e gráficos, tabulados e com o auxílio dos softwares Excel da Microsoft® e do programa MINITAB analisados e comparados com a literatura. Para observar os dados em relação a normalidade foram utilizados o teste de Anderson-Darling, ao observar a normalidade foram usados teste “T” para análises de normalidade e Qui-quadrado para testes de anormalidade entre controle e amostra.

#### 4.9. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO TRANSGERACIONAL

O ensaio toxicológico transgeracional seguiu a metodologia adotada por Fugazza (2015); Vaz *et al.*, (2011); Vaz, (2012), de exposição do organismo teste, repetidamente, ao meio estudado, observando os danos nas suas gerações futuras.

A realização do ensaio transgeracional ocorreu no mesmo período do ensaio crônico II. Após a coleta de água superficial do ponto amostral, foram preenchidos dois vidros com capacidade de 2,5 litros com 80 organismos em cada, organismos com idade de 1 a 8 dias de vida, o mesmo era feito para o ensaio controle. Este primeiro passo denominou-se como geração G0.

Após uma semana, era realizada uma nova coleta de água do ponto amostral, recontado os organismos em cada vidro e substituído a água pela nova água coletada, e no



controle também era feita a substituição da água marinha reconstituída. Passando-se 14 dias (2 semanas) quando já ocorreu a maturação sexual iniciou-se a formação da 1ª família (G0), proporção de 4 machos para 16 fêmeas, conforme descrito na ABNT (2005), na semana subsequente espera-se a contagem dos filhotes, separando-os até se tornarem adultos e assim realizando a 2ª família (G1) na 6 semana e assim sucessivamente. O objetivo foram avaliar o efeito toxicológico em três gerações (Figura 11).

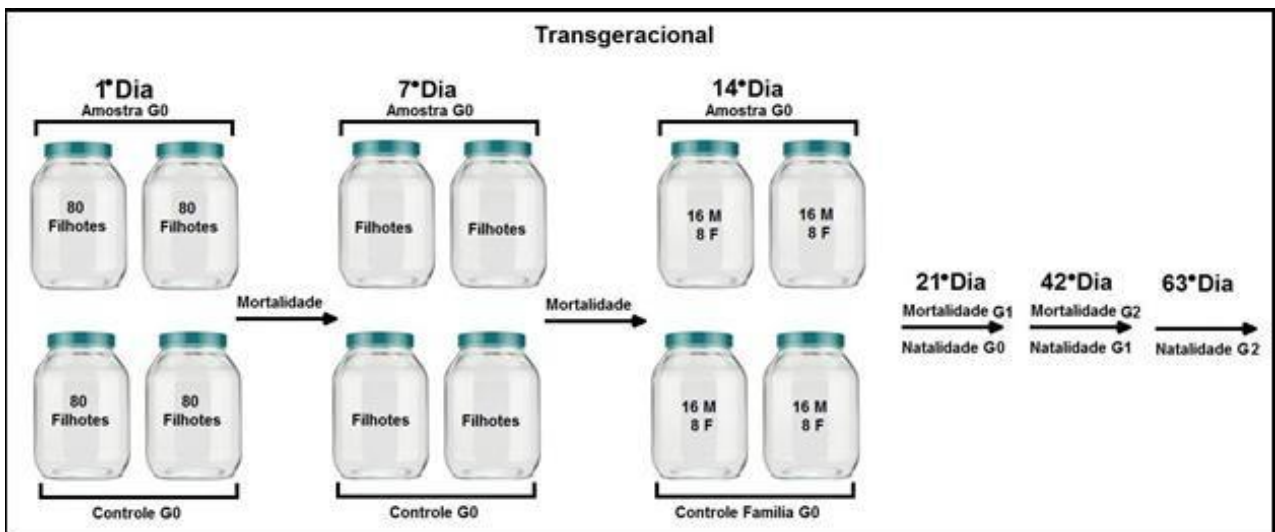


Figura 11 Esquema para realização do teste crônico e transgeracional. Fonte: Adaptado de FUGAZZA, 2015.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NA LAGUNA DO ACARAÍ

Os dados dos parâmetros físico-químicos foram registrados a cada coleta de águas no ponto amostral da laguna Acaraí, e analisados no espaço temporal.

Para realização dos testes em laboratório os parâmetros físico-químicos mantiveram-se conforme recomendação da norma ABNT NBR 15.308 (ABNT, 2011). Os parâmetros foram mantidos padronizados durante os testes, a fim de obter a melhor resposta a toxicidade.

Segue os resultados no ponto amostral.

- Oxigênio Dissolvido

Os valores de oxigênio dissolvido observados no ponto amostral estão descritos por ensaios na Figura 12.



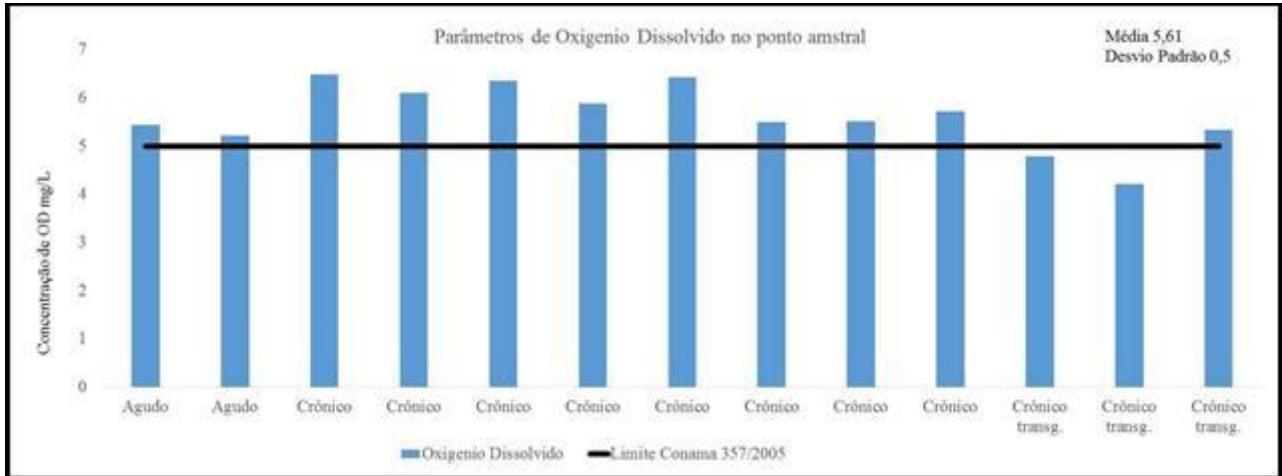


Figura 12 Parâmetro de Oxigênio Dissolvido no ponto amostral.

Nos resultados dos valores de OD no ensaio agudo obteve a média de 5,32 (DP±0,61), por erro na calibração da sonda a medição ficou comprometida em algumas coletas, as quais foram retiradas. Nos resultados dos valores de OD no ensaio Crônico II o valor médio foi de 5,93 (DP±0,40). Através da avaliação dos parâmetros, era possível observar uma variação dentro dos limites aceitáveis pela legislação para esse tipo de ambiente.

Os resultados dos valores de OD no ensaio crônico II com valor médio de 4,77 (DP±0,56), observado na figura 12, ficaram abaixo da Resolução CONAMA nº 357/05. De acordo com a resolução o valor ideal para águas salobras é 5,0mg/L. Segundo Bleich *et al.*, (2009), para a manutenção da vida aquática aeróbia são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, variando o grau de exigência de cada organismo.

Estes valores de oxigênio dissolvidos inferiores à resolução, observados nos resultados no ensaio crônico transgeracional podem estar associados, ao momento da coleta, com o fluxo de maré ou mesmo com a temperatura a qual podem diminuir sua concentração (MOURA & NUNES; 2016). Nos dias em que se observaram valores de OD abaixo da resolução, era verificado que a temperatura da água estava medindo 27°C, e a maré era vazante em ambos os dias de coleta. Portanto, justificando os valores encontrados no ensaio crônico transgeracional.

Os resultados in loco foram obtidos para que possamos avaliar o ambiente natural, no laboratório os testes mantiveram-se aerado constantemente de forma a garantir o OD acima de 5,0 mg/L. Todos os aquários foram controlados por um compressor de ar, que funciona a seco para evitar oscilações na oxigenação.

- Salinidade

Durante as medições foram observados a média da salinidade de 15.22, a máxima encontra in loco foi de 33,2 e a mínima de 0,93, ou seja, em sua grande parte do tempo o ponto amostral é considerado águas salobras, devido a sua proximidade com o mar, e a entrada da cunha salina.

No período do ensaio agudo observamos que a salinidade média no ponto amostral foi de 18,63 (DP±1), e no ensaio crônico I média de 18,06 (DP±6,57), para o ensaio crônico transgeracional a salinidade se manteve mais baixa, 5,99 (DP±5).

Estudos de Salles *et al.*, (2001) e Beninca (2011) no rio acaraí apontaram que existe grandes variações de salinidade ao longo do rio. O que nos leva a compreender que existe um grande fluxo de maré no Rio Acaraí principalmente na área da laguna.

Todas as medições de salinidade foram realizadas para compor a descrição do ponto amostral e suas variações temporais. Os resultados in loco foram obtidos para que possamos avaliar o ambiente natural, no laboratório os valores de salinidade das amostras, foram medidas e feita à correção utilizando sal marinho (*Red Sea Salt*) para  $33\pm 1$ . Estas concentrações foram sugeridas segundo Kleine *et al.* (2010) e Vaz (2012), que através de estudos indicaram melhor resposta dos organismos *Mysidopsis juniae* em laboratório.

- Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores do pH encontrados no ponto amostral variaram entre 6,35 a 8,47 mg/L e média 7.42 mg/L, no espaço temporal como demonstra na Figura 13. As amostras do ensaio agudo as coletas apresentaram os valores de 3,16 (DP±1,74), ensaio crônico 6 (DP±0,34) e o crônico transgeracional 4,20 (DP±0,87).

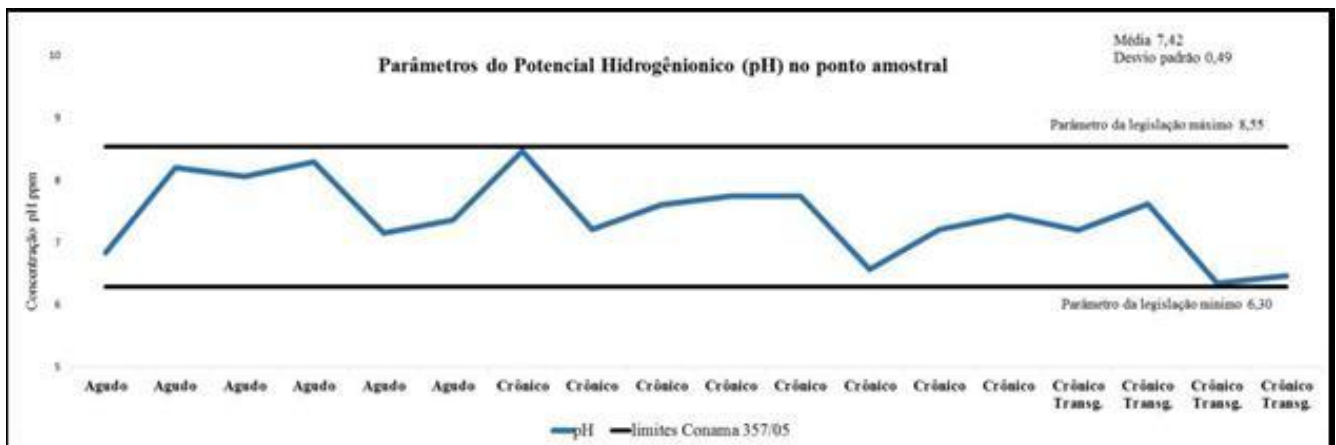


Figura 13 Resultado do pH, média e desvio padrão no ponto amostral.

As linhas laterais da Figura 13 condizem sobre os valores aceitáveis (máximo 8,5 e mínimo 6,30) descritos na resolução do CONAMA 357/2005, descrevendo assim, as análises do ponto amostras, estarem dentro da normalidade das condições de qualidade da água.

A composição do pH no rio Acaraí em estudos antecessores demonstraram que são frequentes os valores entre 6,3 a 7 mg/L (BENINCA, 2011).

- Temperatura

As temperaturas da água no momento das coletas do ponto amostral tiveram os valores distribuídos entre 20,45°C e 29,68°C (Figura 14), o resultado das médias entre as coletas foi de 25°C outono, 23°C inverno e 28°C verão.

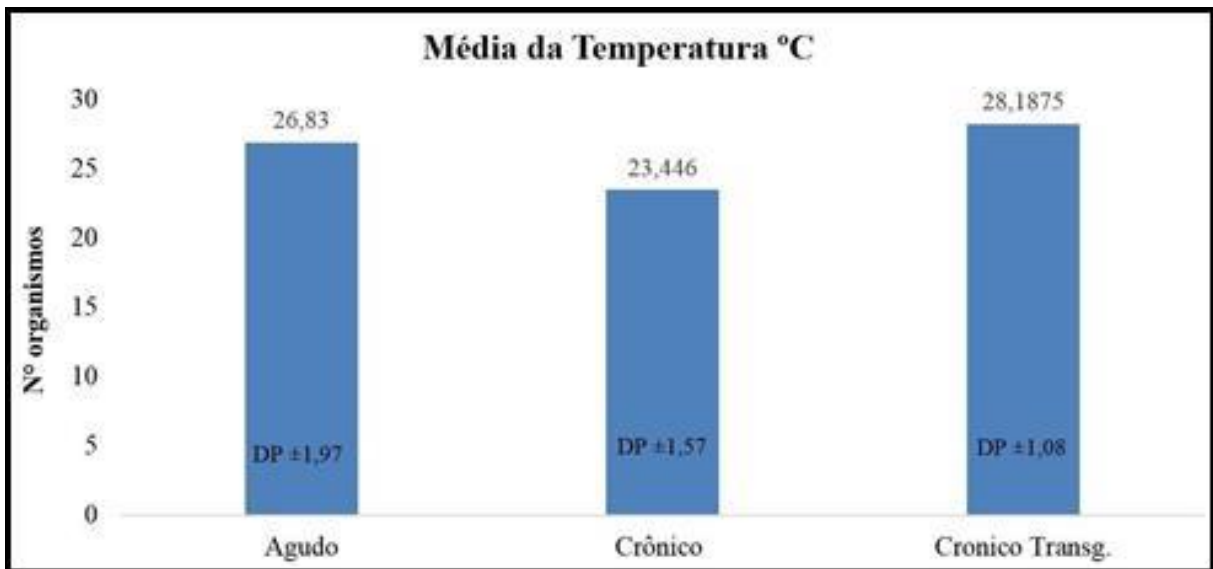


Figura 14 Demonstrativo das médias dos valores de temperatura no ponto amostral.

No estudo de Beninca, (2011) a temperatura apresentou o mesmo padrão de variação em todas as estações do ano, variando 20,2°C (DP±0,2). Nos estudos de Salles *et al.*, 2001 observa-se que a temperatura anual possui variação de entre as estações, verão 24,1 °C, outono 19,4°C e inverno 17,2 °C.

No laboratório durante os ensaios a temperatura era mantida a 25°C para melhor aclimatação dos organismos.

No laboratório todos os parâmetros físico-químicos foram medidos de forma controlada, para que se alguns deles estivessem fora da faixa preconizada na norma rapidamente pudesse ser corrigir.

- Hidrocarboneto Policíclico Aromático HPA

Os valores de HPA foram medidos nas águas do ponto amostral, de todas as coletas, e detectados em todas as amostras, e destaca-se para o dia 25/08/2015 em que foram medidos no valor 0,033ppm. A média das aferições, durante todo os ensaios, foi de 0,013ppm (Figura 15).

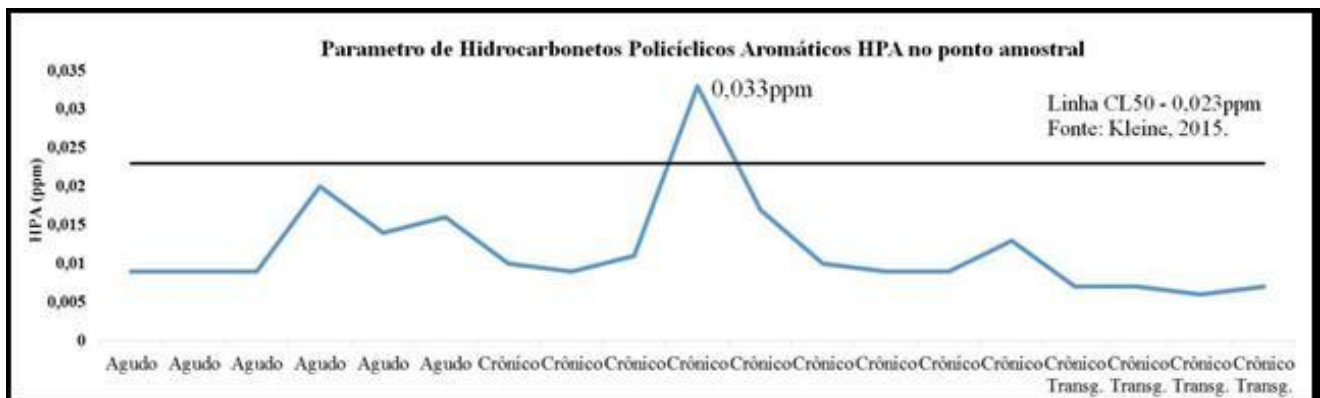


Figura 15 Resultado temporal do parâmetro Hidrocarboneto Policíclico Aromático HPA no Ponto amostral

Sapelli *et al.*, (2014), destaca que os valores de HPA retirados na combustão do Diesel causam efeitos deletérios na concentração de 0,036ppm, após contato de 96 horas em *Mysidopsis juniae*, próximos ao encontrado no ensaio crônico I.

Outros estudos com diferentes organismos, sensíveis ao hidrocarboneto de petróleo, como de Barron *et al.*, (1999) que utilizou *Mysidopsis bahia*, achou a concentração letal entre as variações de 0,09 a 0,015ppm, e que tiveram inibição de crescimento a 0,013ppm.

Cabe ressaltar aqui, que o ponto amostral objeto deste estudo, é um ambiente aquático com influencias de embarcações com motores pequenos, e pode interferir na aferição na sonda, não demonstrando os reais valores de HPA. Mas, para avaliar melhor os dados de HPA e mortalidade, foram analisados conforme os resultados dos ensaios.

## 5.2. ENSAIO ECOTOXICOLÓGICO

Os resultados do teste de sensibilidade atestam que os valores encontrados estão dentro das condições, de acordo com NBR 15.308 (ABNT, 2011), para uso do organismo *Mysidopsis juniae*, nos testes padronizados pela CETESB (1992).

### 5.2.1. Ensaio ecotoxicológico agudo

No ensaio agudo foram realizados 6 testes, totalizando 15 amostras a qual foram avaliados 180 organismos expostos a água do ponto amostral, e a mesma quantidade com água do controle. Na amostragem do dia 18/março, o resultado do teste controle não atingiu os padrões exigidos pela normativa NBR 15.308 (ABNT), apresentando resposta positiva ao número de imobilidade/mortalidade maior que 10%, não sendo inserido no resultado final.

Na Figura 16 pode-se observar a percentual sobrevivência ocorrida nos 5 ensaios após 96 horas de exposição a água do ponto amostral e no controle.

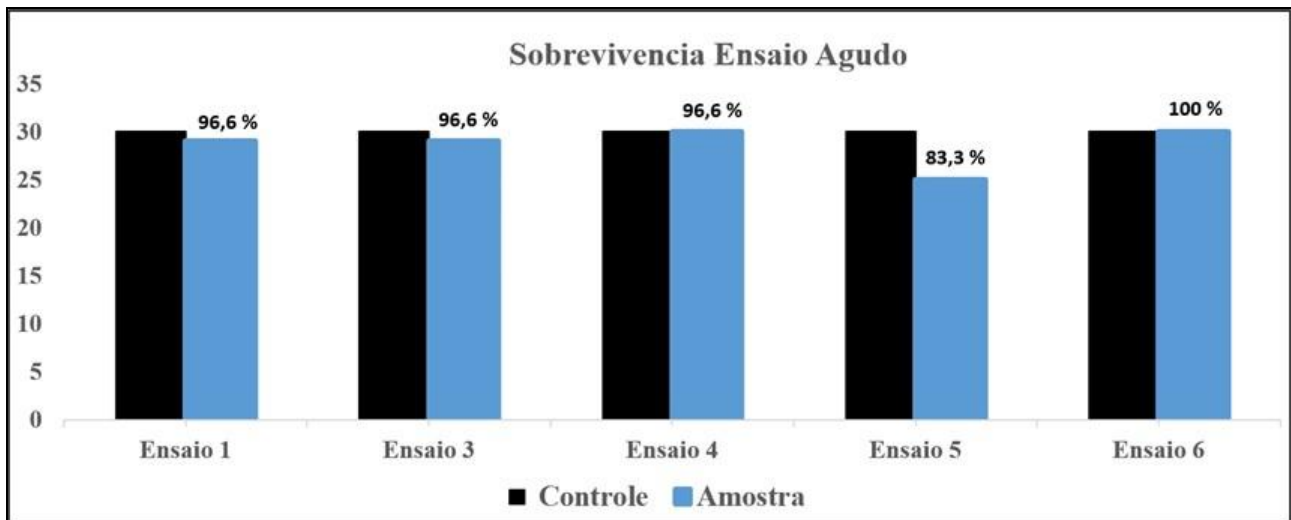


Figura 16 Sobrevivência dos organismos nos ensaios agudo.

Os resultados dos testes não apresentaram mortalidade superior a 50% dos organismos, comparadas com o controle, demonstrando que a água coletada na foz da Laguna do Rio Acaraí não apresenta resultados significativos à toxicidade aguda para organismo *Mysidopsis juniae*.

Santos *et al.*, (2015) avaliou a qualidade de águas salobras em um estuário com *M. Juniae*, nas mesmas características da área estudada deste projeto, e identificou toxicidade aguda significativa podendo se dever aos poluentes lixiviados do entorno com maior facilidade.

Segundo Magalhães & Ferrão-Filho, (2008), nas avaliações toxicológicas devemos considerar que alguns ecossistemas aquáticos os compostos químicos podem sofrer diluição, fotodegradação ou biodegradação mascarando os resultados, que nos testes de curta duração acabam não sendo suficientes na avaliação da toxicidade. Para melhor avaliação se torna necessário estudos de longo prazo, através de ensaios crônicos e transgeracionais.

### 5.2.2. Ensaio Ecotoxicológico Crônico I

Os resultados do ensaio crônico I para a sobrevivência dos organismos durante os 56 dias de teste estão apresentados na Figura 17.

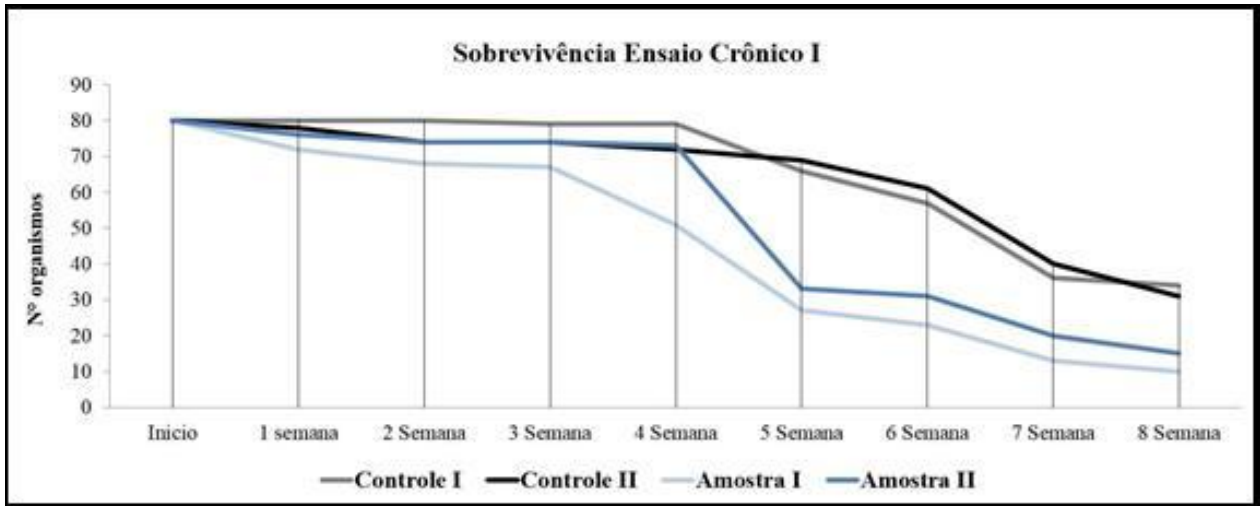


Figura 17 Sobrevivência dos organismos no ensaio crônico I.

A sobrevivência dos organismos nas águas do ponto amostral no ensaio crônico I até a quarta semana manteve-se com pouca variação. Da quarta semana em diante observou-se uma queda mais brusca no número de organismos sobreviventes. A Figura 18 apresenta a mortalidade e os valores de concentração de HPA encontrados nos dias das coletas com a mesma condição, ou seja, aumento de mortalidade da quarta para a quinta semana.

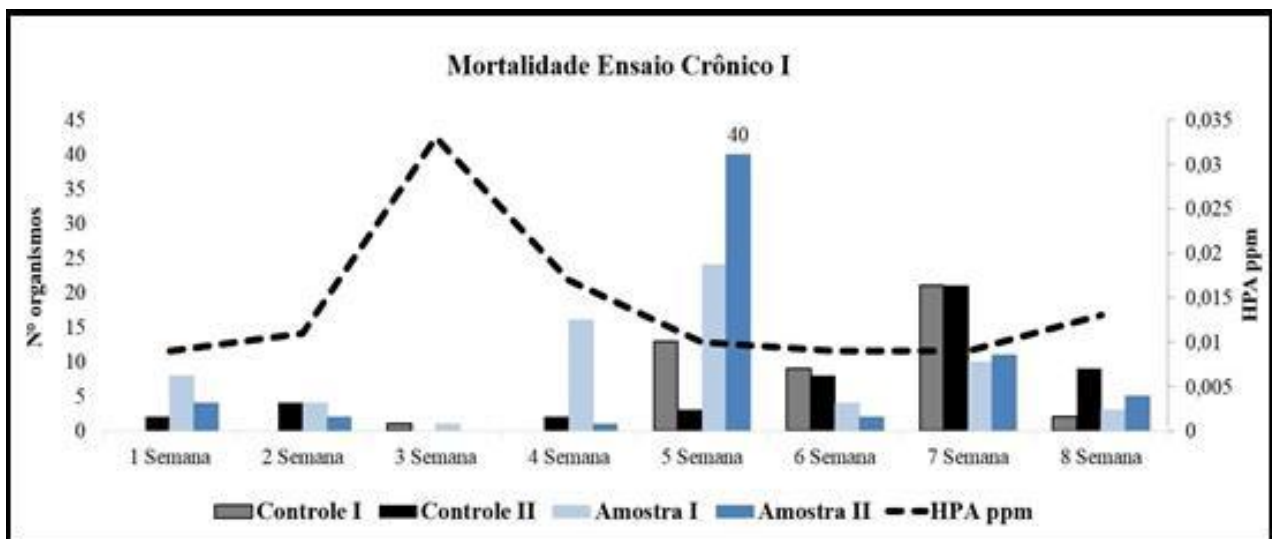


Figura 18 Mortalidade dos organismos no ensaio crônico I.

Pode-se observar na figura 18 que na 3ª semana do teste (organismos com aproximadamente 21 dias de vida), que obteve uma concentração de 0,033ppm de HPA na amostra, e após uma semana (4ª semana), em nova recontagem dos organismos, ouve uma diferença mais acentuada de mortalidade na amostra, se comparado com o controle que não teve contato com HPA.

Ihara (2008), também observou em seus estudos a toxicidade aguda, após exposição de 96 horas em águas contendo concentrações de HPA em *Mysidopsis juniae* concentrações estas próximas às encontradas no atual trabalho.

A pesquisa de Kleine (2013) avaliou a concentração letal (CL50), a qual foram observados a letalidade de 50% dos organismos *Mysidopsis juniae* em concentrações de 0.023ppm de HPA, expondo os organismos ao período de 48 horas. O resultado de HPA observados na amostra na terceira semana de coleta possivelmente foi a responsável pela mortalidade dos organismos nas semanas seguintes.

Para obter melhor análises dos dados de mortalidade foram realizados testes de normalidade Anderson-Darling dos organismos nas amostras comparando-os com o controle figura 19.

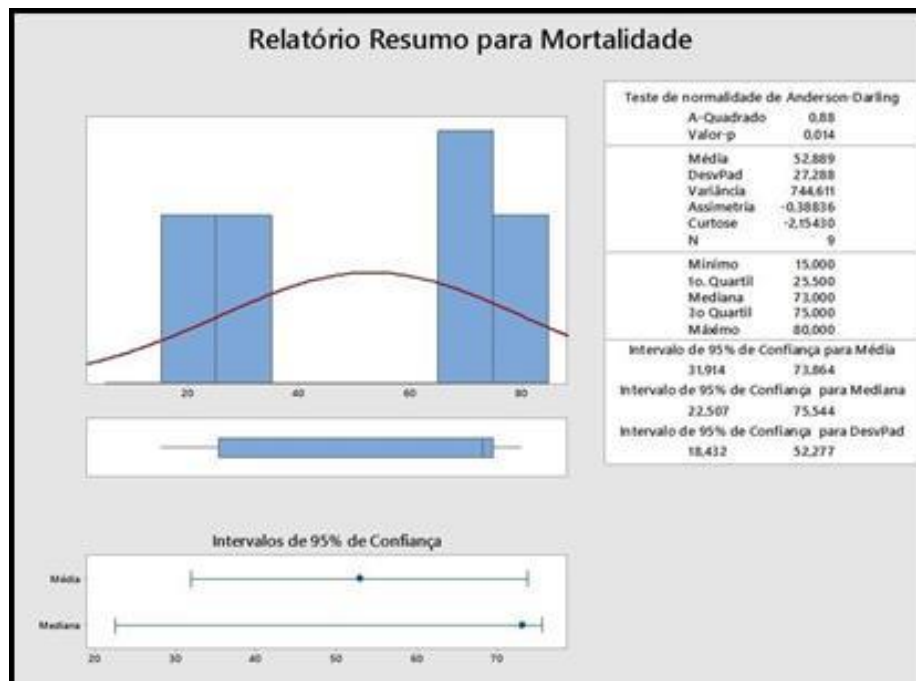


Figura 19 Teste de normalidade de Anderson-Darling calculado para mortalidade ensaio crônico I.

Neste teste foi possível verificar a sua normalidade, portanto, foram usados o teste “T”, que compararam as amostras e os controles. O resultado demonstrou significância entre



os dados, afirmando que há diferença significativa entre os dados ( $p=0.003$ ), o que comprova toxicidade crônica para o parâmetro mortalidade.

Os resultados da biometria dos organismos *Mysidopsis juniae* no ensaio crônico I estão apresentados na figura 20.

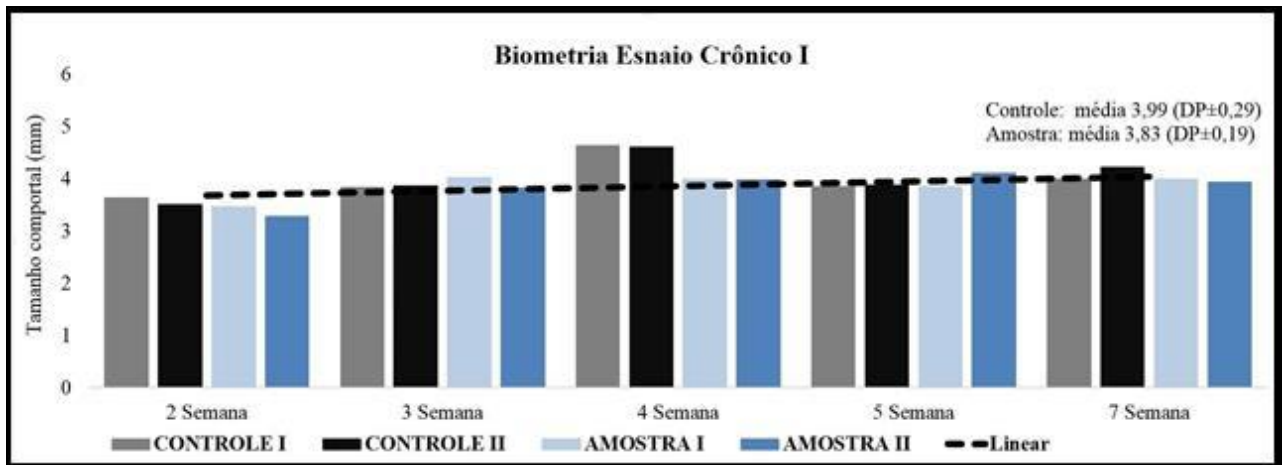


Figura 20 Resultados das medidas de comprimento corporal do ensaio Crônico I.

Com os resultados de biometria foram possíveis comparações do tamanho corpóreo, avaliando os organismos do controle com a amostra, e observamos uma diferença menor no crescimento dos organismos na amostra.

Para obter melhor análises dos dados da biometria foram realizados testes de normalidade Anderson-Darling dos organismos nas amostras comparando-os com o controle (Figura 21).

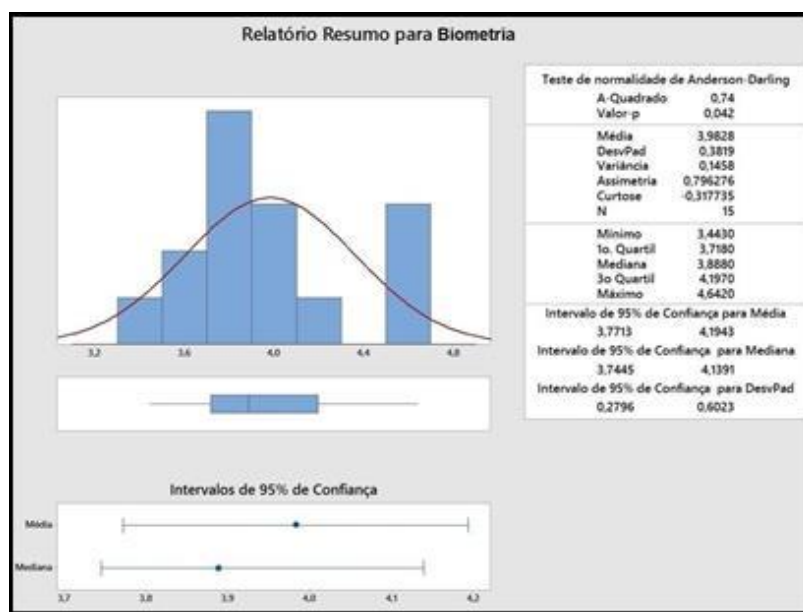


Figura 21 Teste de normalidade de Anderson-Darling para biometria no ensaio crônico I.



Após verificar a normalidade foram realizados o teste “T” a qual foi possível verificar que há diferença significativa entre os dados ( $p=0.03$ ), entre biometria da amostra e controle.

A diferença no tamanho corporal, parâmetro analisado na toxicologia, é uma medida usadas para avaliar possível existência de toxicidade, pois afetam a morfologia dos organismos.

O tamanho corporal de organismo *M. juniae*, próximo ao ponto amostral, também serviram como medidas comprobatórias de toxicidade relatadas no trabalho de Bohm (2010). Outro trabalho que marca a biometria com um bom indicador de toxicidade em organismos *M. juniae* são os resultados de Spitzner (2008), ao comparar o crescimento total dos organismos entre água do um rio, identificou que em águas poluídas alteram a média no tamanho dos indivíduos.

Na Figura 22 observamos a natalidade do ensaio crônico I a qual observamos a reprodução dos *M. juniae*.

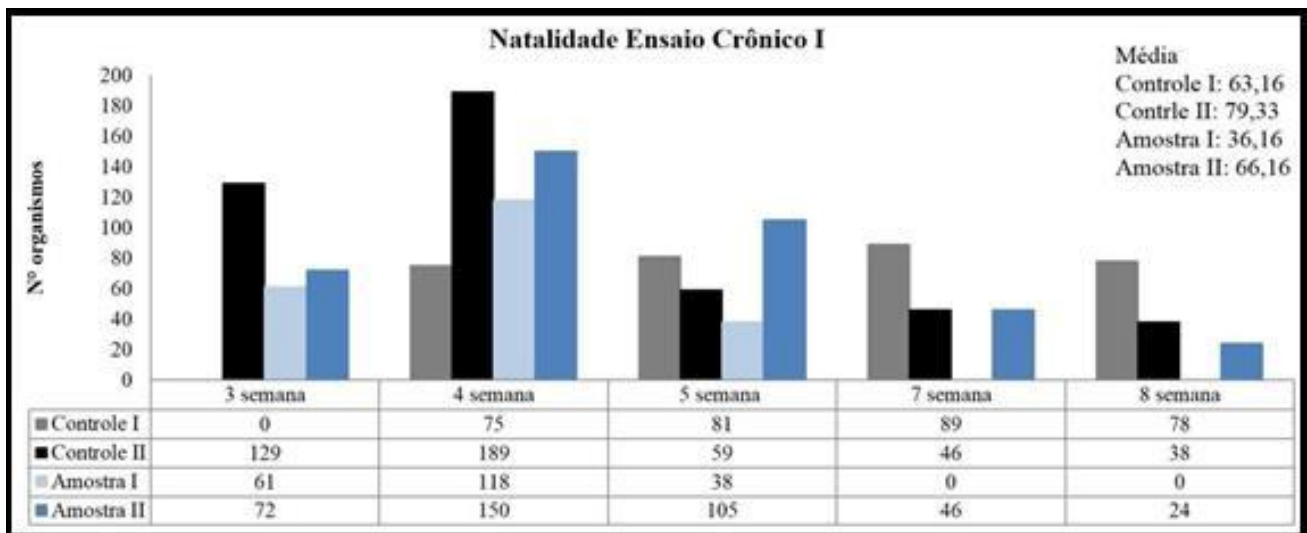


Figura 22 Natalidade dos organismos no ensaio crônico I.

O total de organismos nascidos no ensaio crônico I foram de 614 nascimentos registrados nas duas amostras e nos dois controles obteve-se 855 organismos nascidos, o que resulta em uma diferença de 28,18% menor número de nascidos na amostra do que no controle.

Observou-se que nas amostras a natalidade seguiu certa normalidade até a 5 semana, após uma mortalidade abrupta dos organismos as taxas de natalidade também de caíram.

Para obter melhor análises dos dados da natalidade foram realizados testes de

normalidade Anderson-Darling dos organismos nas amostras comparando-os com o controle figura 23.

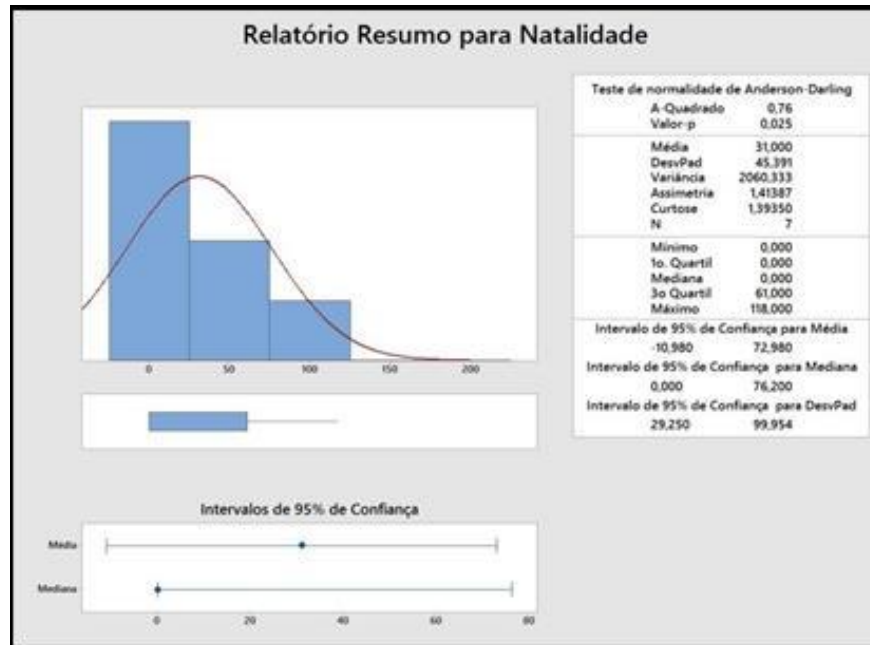


Figura 23 Teste de normalidade de Anderson-Darling para natalidade ensaio crônico I.

Após verificar a normalidade foram realizados o teste “T” a qual foi possível verificar que há diferença significativa entre os dados ( $p=0.04$ ), entre mortalidade da amostra e controle.

Barron *et al.*, (1999), destaca em seus estudos, com outros Mysidaceos, sobre inibições na taxa de crescimento e a sobrevivência nos organismos por resultado da toxicidade por HPA.

### 5.2.3. Ensaio Ecotoxicológico Crônico II

Os resultados do teste Crônico II o controle I foram descartados por falha metodológica possivelmente na execução e a amostra I para patronizar o teste.

A Figura 24 apresenta os resultados da sobrevivência obtidos nos testes de toxicidade crônica II após 46 dias de testes.

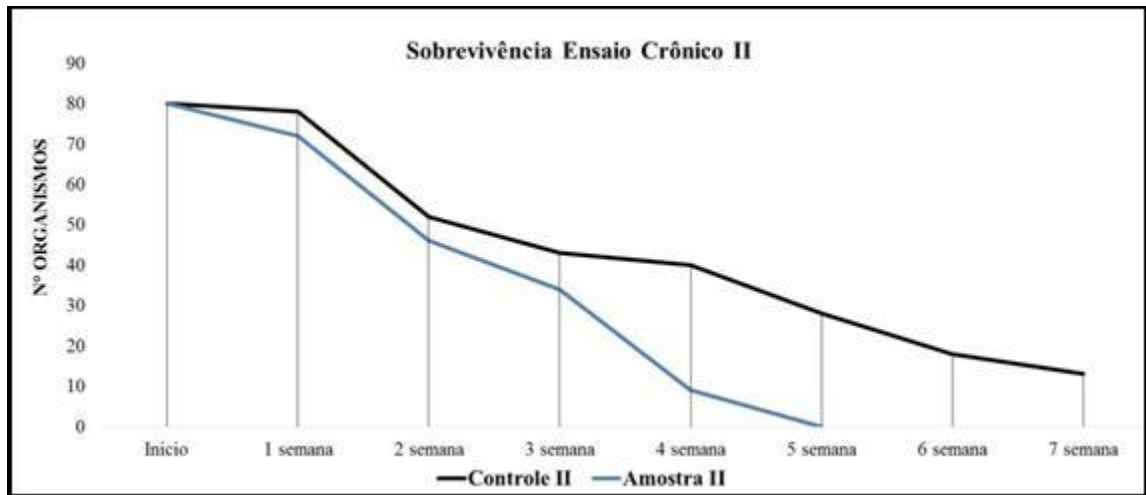


Figura 24 Sobrevivência dos organismos no ensaio crônico II.

Observa-se que houve a mortalidade dos organismos expostos a água do ponto amostral após 5 semanas, o controle manteve-se até a 7 semanas de teste.

Na figura 25 apresenta os dados de mortalidade obtidos nos testes de toxicidade crônica II.

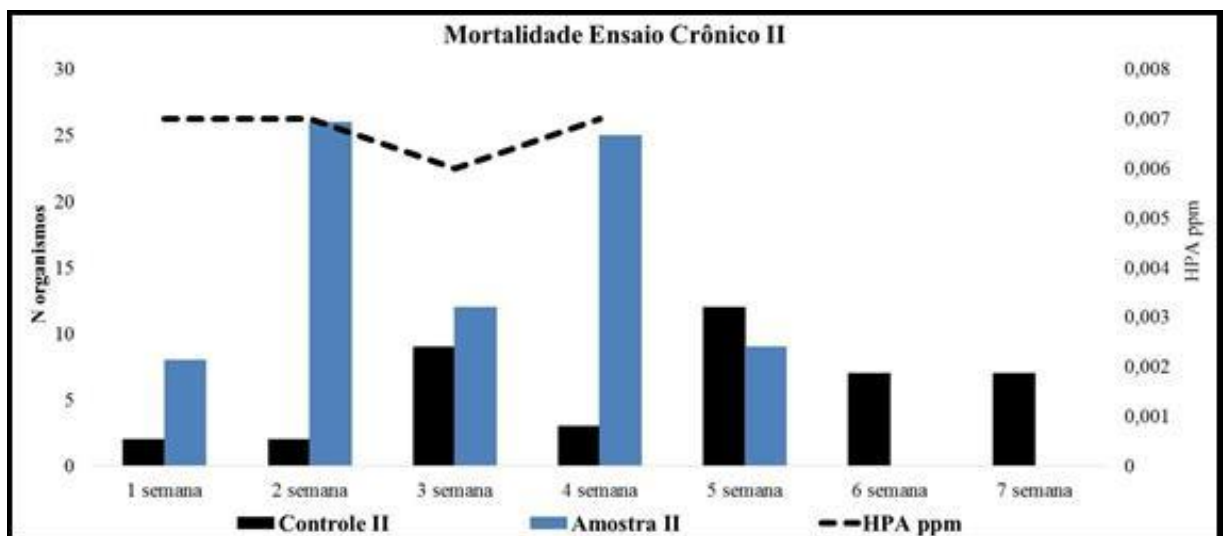


Figura 25 Mortalidade dos organismos no ensaio crônico II.

Observa-se a comparação da mortalidade dos organismos contendo amostras da Laguna do Acaraí mais expressivos que o controle. Na figura 25 podemos observar os valores de HPA, que mantiveram uma média de 0,006 ppm, bem abaixo da concentração letal descrita por Kleine (2013).

O teste de normalidade Anderson-Darling (Figura 26) mostrou que os resultados seguiram uma distribuição anormal ( $p=0,092$ ).

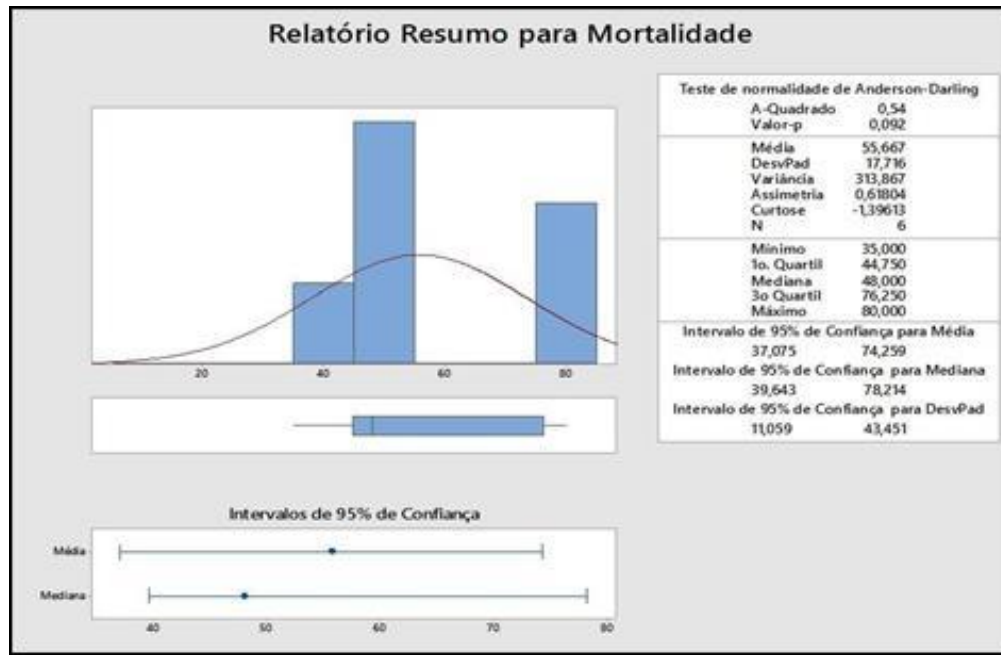


Figura 26 Teste de normalidade de Anderson-Darling calculado no ensaio crônico II.

Após verificar a normalidade foram realizados o teste Qui-quadrado a qual foi possível verificar que há diferença significativa entre os dados ( $p=0.004$ ), entre mortalidade da amostra e controle.

Na Figura 27 podemos observar às médias dos dados de biometria dos organismos do controle e expostos água da foz da laguna Acaraí.

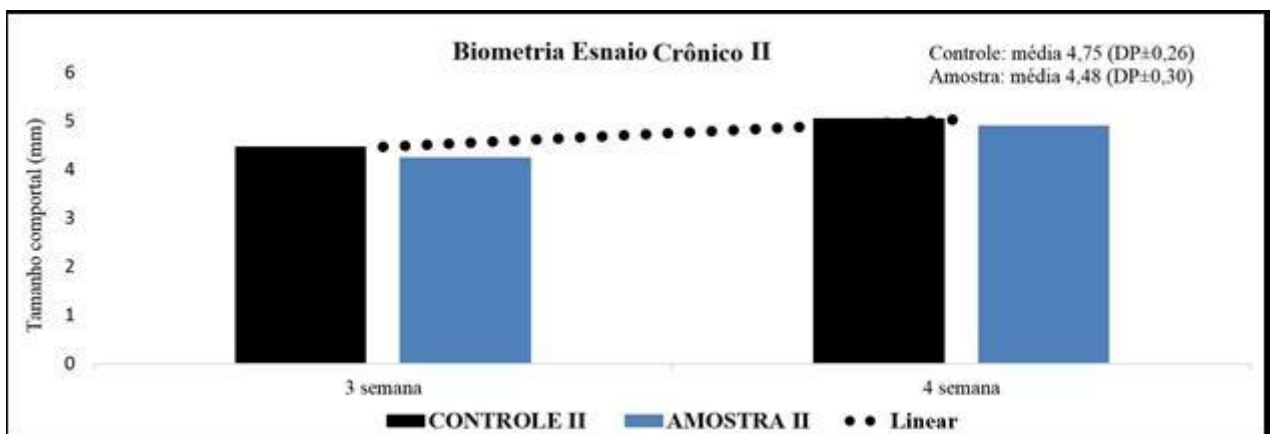


Figura 27 Resultados das medidas de comprimento corporal do ensaio Crônico II.

O teste de normalidade Anderson-Darling (Figura 28) mostrou que os resultados seguiram uma distribuição anormal ( $p=0,10$ ).

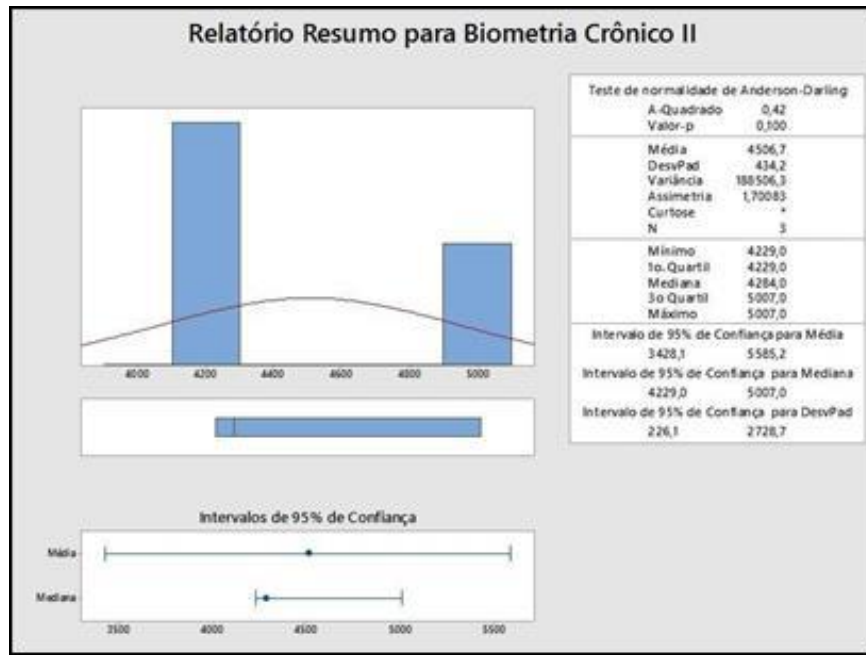


Figura 28 Teste de biometria de Anderson-Darling para biometria ensaio crônico II.

Após verificar a normalidade foram realizados o teste Qui-quadrado a qual foi possível verificar que há diferença significativa entre os dados ( $p= 0,0048$ ), entre mortalidade da amostra e controle.

Na Figura 29 observamos a natalidade do ensaio crônico II a qual observamos a reprodução dos *M. juniae*.

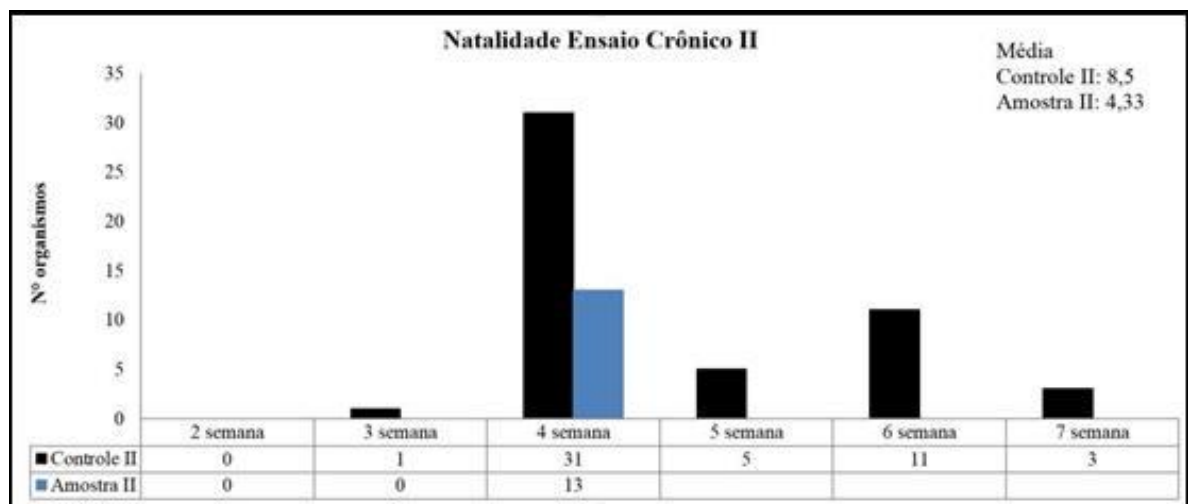


Figura 29 Natalidade dos organismos no ensaio crônico II.

O teste de normalidade Anderson-Darling (Figura 30) mostrou que os resultados seguiram uma distribuição normal ( $p=0,005$ ).

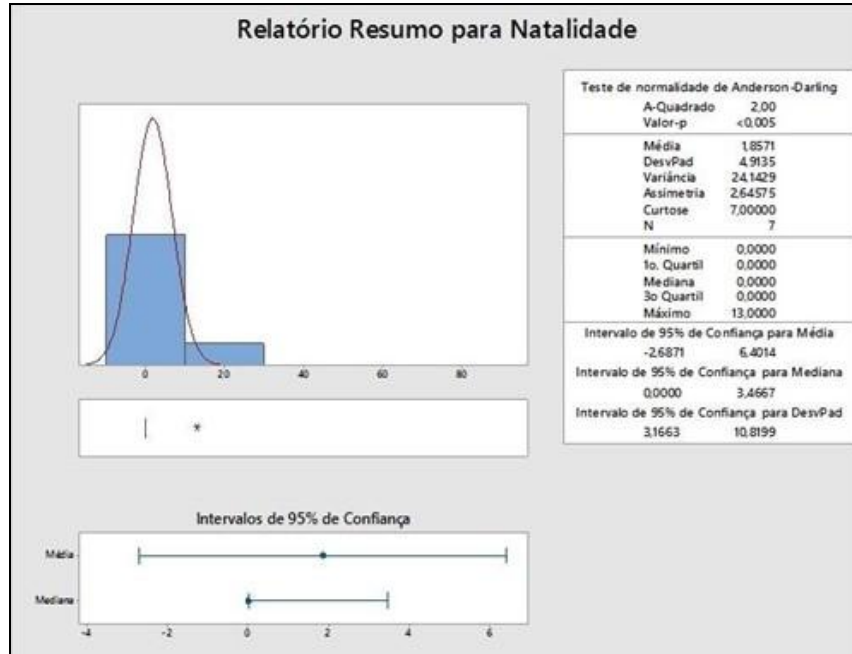


Figura 30 Teste de natalidade de Anderson-Darling para biometria ensaio crônico II.

Após verificar a normalidade foram realizados o teste “T” a qual foi possível verificar que não há diferença significativa entre os dados ( $p= 0,19$ ), entre mortalidade da amostra e controle.

Estes resultados indicam que os organismos testes não apresentaram alterações reprodutivas significativas. A diferença de nascimento pode ter o fator limitante o numero a mais de fêmeas do que machos, se comparado com a proporção ideal de 4:1 descrita na ABNT (2005). Outro aspecto importante são que infertilidade desses organismos é pouquíssima estudada como biomarcadora de estresse ambiental dentro da ecotoxicologia (YANG *et al.*, 2008).

#### 5.2.4. Ensaio ecotoxicológico transgeracional

Nos resultados do ensaio toxicológico transgeracional foram formados a 1ª família G0 na 3 semana, e desta família nasceram 41 filhotes na amostra com águas do ponto avaliado. Nas semanas seguintes destes filhotes morreram 22, não sendo possível formar a próxima geração conforme metodologia adotada.

Nos resultados do ensaio controle foram formados a 1ª família G0 na 3 semana, e desta família nasceram 53 filhotes. Após a tempo de maturação sexual, foram gerados a 2ª família G1, já nas semanas subsequente ocorreu elevada mortalidade dos organismos, impossibilitando a continuação do ensaio.

Este resultado possivelmente ocorreu devido a uma contaminação que teve início do ensaio, na semana da montagem da 1ª família, no entanto, a mortalidade ocorrida possivelmente seja pela contaminação, ainda assim ocorreu mais com a amostra o que indica que os organismos da amostra sempre estavam mais debilitados provavelmente por alguma característica da amostra.

## 6. CONCLUSÃO

O microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* mostrou-se um organismo adequado para avaliação da toxicidade do ponto amostral, pois mostrou resultados consistentes nos testes toxicológicos.

Os resultados dos parâmetros ambientais indicaram que o ponto amostral está dentro do padrão de normalidade da resolução CONAMA 357/05 para águas salobras.

As águas do ponto amostral não apresentaram toxicidade aguda, porém apresentaram toxicidade crônica para os parâmetros mortalidade, natalidade e biometria no primeiro ensaio crônico (Crônico I), observou-se que o HPA teve influência sobre este resultado.

No ensaio Crônico II não ocorreu valores de HPA nas concentrações do ensaio crônico I e não houve diferença significativa entre a amostra e o controle para todos os parâmetros analisados, porém observou-se uma maior longevidade dos organismos no controle, o que pode ser indicativo de alguma alteração na amostra.

O ensaio transgeracional não chegou ao final devido a mortalidade em grande número antes do término do teste tanto no controle quanto na amostra. Isso possivelmente ocorreu devido a uma contaminação que teve início na mesma semana da montagem da primeira família para o ensaio, no entanto a mortalidade ocorrida devido possivelmente a contaminação, ainda assim ocorreu mais no ensaio controle do que no ensaio com a amostra o que indica que os organismos da amostra sempre estavam mais debilitados possivelmente por alguma característica da amostra.

Por fim o presente trabalho conclui que existe um forte indicativo de que o ambiente aquático analisado, laguna do Rio Acaraí apresenta toxicidade crônica para o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*. Desta forma este ambiente pode estar comprometido do ponto de vista da cadeia alimentar com consequência a produtividade pesqueira do local e da saúde ambiental.

Os dados obtidos neste estudo poderão auxiliar em próximos estudos no rio Acaraí com mais pontos e outros organismos da cadeia trófica devido a sua grande importância para a região.



## REFERÊNCIAS

- ABNT Associação de Normas Nacionais Técnicas NBR 15.308: 2011. **Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com misídeos (Crustacea)**. Rio de Janeiro, p.19.
- ABNT – Associação de Normas Nacionais Técnicas NBR 15308. 2005. **Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com Misidáceos (Crustacea)**. 15308.
- ANDERSON, J. W.; COX, B. A.; TATEM, H. E. 1978. **The Toxicity of Oils and Petroleum Hydrocarbons to Estuarine Crustaceans**. Estuarine and Coastal Marine Science, pg. 6, 365-373.
- ARAGÃO, M. A.; ARAÚJO, R. P. A. 2006. Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos. p. 117-152. *In*: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. [Eds]. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações**. São Carlos: Editora Rima. p. 478.
- AZEVEDO, J. A. H.; ARAÚJO, R. S. SILVA, G. M. M. 2013. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos Atmosféricos de fontes automotivas: Uma breve revisão**. HOLOS, Ano 29, Vol. 1. p. 102-114.
- BADARÓ-PEDROSO, C.; REYNEIR, M.V.; PROSPERI, V.A. 2002. Teste de toxicidade aguda com misidáceos – Ênfase nas espécies *Mysidopsis juniae* e *Mysidium gracile* (Crustacea: Mysidacea). *In* **Método em Ecotoxicologia Marinha – Aplicação no Brasil**. Nascimento I.A; Sousa, E.C.P.M Nipper, M, Eds. Artes Gráficas, p262.
- BARBOSA, C.F.; ANGELINI, J.M.G.; OLIVEIRA, J.R.G.; AGARUSSI, M.A.S.N.; GARCIA, T. de A. 2003. **Sistema de gestão de recursos hídricos através de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em áreas de proteção ambiental municipais (APA ou APAM)**. Trabalho de graduação da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Instituto de Geociências – IG, p.34.
- BARRON, M. G.; PODRABSKY, T.; OGLE, S.; RICKER, R. W. 1999. **Are aromatic hydrocarbons the primary determinant of petroleum toxicity to aquatic organisms?** Aquatic Toxicology pag. 46 - 253–268.
- BENINCA, J. 2011. **Variação Espaço-Temporal Da Ictiofauna Da Laguna Acaraí E Seus Afluentes No Parque Estadual Acaraí, São Francisco Do Sul, Sc, Brasil. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba.**
- BERTOLETTI, E. 2012. **A presunção ambiental e a ecotoxicologia aquática**. Disponível em: <http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-atual/materias/presuncao-ambiental> (acessado em junho 2016).
- BERTOLETTI, E. 2013. **Controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no estado de São Paulo**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB): São Paulo.
- BLEICH M.E, SILVA C.J, ROSSETE A.N. 2009. **Variação temporal e espacial das características limnológicas de um ecossistema lótico no Cerrado do mato Grosso**. Biotemas; 22(2): 161-171.
- BÖHM, R.F.S.. 2010. **Teste de Toxicidade Crônica com *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979): Avaliação de Amostra Ambiental da Área de Aquicultura do Capri – Baía da Babitonga/SC**. Dissertação de mestrado em saúde e meio ambiente. Universidade da Região

de Joinville.

BRANDÃO, C.J.; BOTELHO, M.J.C.; SATO, M.I.Z.; LAMPARELLI, M.C. (Orgs). 2011. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA.

BRITO, A. C. 2012. **A Changing Definition of Estuary? Adjusting concepts to intermittently closed and open coastal systems**. J Ecosys Ecograph 2:p 106.

BUTLER, G.C. 1978. **Principles of Ecotoxicology**, Volume 7, Issue 3. pp. 254-255. Scope 12. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) of the International Council of Scientific Unions (ICSU) in collaboration with the United Nations Environment Programme. xxii. p. 355.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1990. BOLDRINI, C.V.; EYSINK, G. G.J.; MARTINS, M.C. **Contaminantes na Bacia do rio Cubatão e seus reflexos na biota aquática**. Relatório Técnico. São Paulo, SP. Norma p. 81.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Lei nº 7.663:1991. **Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. São Paulo, SP. p. 11.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1992. **Água do Mar - Teste de Toxicidade Aguda com *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979) - método de ensaio**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, SP, p. 19.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1986. **Teste de toxicidade com *Chlorella vulgaris***. Norma técnica L5. 020.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. ROBERTO, S. e ABREU, R. M. 1991. **Utilidade dos indicadores de qualidade das águas**. Ambiente. Revista CETESB de Tecnologia, 5 (1), pp.47-51.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2009. **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo.

CHAPMAN, P. M. 2002. **Integrating toxicology and ecology: putting the “eco” into ecotoxicology**. Marine Pollution Bulletin, 44: 7–15.

CHASIN, A. A. M.; PEDROZO, M. F. M. O. 2004. Estudo da toxicologia. In: AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. (Org.). **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Paulo, SP: RIMA, p. 01-25.

CLUTTER, R. I. & THEILACKER, G. H. 1971. **Ecological efficiency of a pelagicysis shrimp: estimates of growth and mortality studies**. Fish. Bull., Sacramento, 69:93-115.

COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R.; ESPINDOLA, E.L.G. 2008. **A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e metodologia de avaliação**. Quim. Nova, vol. 31, no. 7, p. 1820-1830.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 - **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. 2005. **Handbook of qualitative Research**. Thousand Oaks: Sage.

- DYER, K.R. 1997. **Estuaries: a physical introduction**. 2 Edition. John Wiley and Sons, New York, p.195.
- FATMA. Fundação do Meio Ambiente. 2008. **Plano de manejo do Parque Estadual do Acaraí**.
- FJÄLLBORG, B.; LI, B.; NILSSON, E; DAVE, G. 2006. **Toxicity identification evaluation of five metals performed with two organisms (*Daphnia magna* e *Lactuca sativa*)**. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, v.50, p.196-204.
- FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D’A.; CEMIN, G. 2009. **Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas**. Caxias do Sul, RS: Educs, cap. 4. p. 81. 2009.
- FOCKEDEY, N.; MEES, J.; VANGHELUWE, M.; VERSLYCKE, T.; JANSSEN, C.R.; VINCX, M. 2005. **Temperature and salinity effects on postmarsupial growth of *Neomysis integer* Mysidacea**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Issue 1, v.326, p.2747.
- FONTANA, R.L.M.; COSTA, S.S.; DILVA, J.A.B.; RODRIGUES, A.J.. 2015. **Teorias demográficas e o crescimento populacional no mundo**. Caderno de Graduação. Ciências Humanas e Sociais Unit. v. 2 n.3 p. 113 -124.
- FUGAZZA, J. 2015. **Estudo da Toxicidade Aguda e Crônica de Nanopartículas de Óxido de Cromo III Sobre o Microcrustáceo Marinho *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979)**”. Dissertação de Mestrado Saúde e Meio Ambiente. Universidade da Região de Joinville.
- FURLEY, T.H; VITALI, M.M. 2010. **Avaliação do efeito da salinidade na sobrevivência de *Mysidopsis juniae***. III Congresso de Biólogos do CRBIO 02.
- GALOSKI, C. E.; SAPELLI, I. R.; MIGLIOLI, M. G.; GONCALVES, R. A.; FUGAZZA, J.; OLIVEIRA, T. M. N.; VAZ, C. 2014. **Avaliação da toxicidade aguda de água contendo gases provenientes da combustão do óleo diesel ao organismo *Mysidopsis juniae***. Universidade da Região de Joinville - Caderno de Iniciação à Pesquisa, v. V.16, p. 23-27.
- GAMA, A.M.S. & ZaMboni, A.J. 1999. **Aspectos da biologia e do cultivo de *Metamysidopsis elongata atlantica* para uso em testes de toxicidade**. Nauplius, Rio Grande, 7:127-139.
- GAMA, A.MdaS.; MONTÚ, M.A.M. & D’Incao, F.. 2006. **Ciclo de mudas e taxas de crescimento de *Metamysidopsis elongata atlantica* (Crustacea, Mysidacea) cultivado em diferentes temperaturas e salinidades**. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 96(1):67-70,
- GHERARDI-GOLDSTEIN, E.; BERTOLETTI, E.; ZAGATTO, P. A.; ARAÚJO, R. P.A.; RAMOS, M. L. L. C.; 1990. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. São Paulo SP, p17. 1990. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
- GODOI, A.F.L.; Favoreto, R.; Santiago-Silva, M. 2003. **Contaminação ambiental por compostos organoestânicos**. Química nova 26 (5), 708-716.
- GOOD, J.W. 1999. Estuarine science, management, and restoration. *In: Watershed stewardship: a learning guide, chapter 10*. Corvallis, OR: Oregon State University Extension Service. p. 471.
- GOMES, A. I. E. 2007. **Avaliação da Ecotoxicidade de Águas Superficiais. Aplicação à Bacia Hidrográfica do Rio Leça**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- GONÇALVES, R.A. 2014. **Toxicidade de nanopartículas de óxido de cobre aos organismos marinhos *Mysidopsis juniae* (Silva, 1979)**. Dissertação de Mestrado Saúde e Meio Ambiente. Universidade da Região de Joinville.
- GOUVEIA, N; FLETCHER, T. 1998. **Air pollution and health effects in São Paulo, Brazil: effects by age and socio-economic status**. *Epidemiology*: July 1998 - Volume 9 - Issue 4 – p152
- GRUBER, N.L.S.; BARBOZA, E.G.; NICOLODI, J.L. 2003. **Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira**. Porto Alegre RS. GRAVEL n1 p. 81-89
- GÜNTHER, H. 2006. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?** *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22, 201-209.
- HOFFMANN, D. J., RATTNER, B. A., BURTON, A. A. & CAIRNS Jr., F., 1995, **Handbook of ecotoxicology**, Lewis Publishers (Eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.
- IHARA, P. M. 2008. **Aplicação de Ensaio Ecotoxicológicos com Diferentes Organismos-Teste na Determinação da Toxicidade da Água Produzida**. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul – RS.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de dados de São Francisco do Sul – informações completas. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=421620>. Acesso junho 2016.
- KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. 2001. **Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems**. *Advances in marine biology*, v. 40, p.81-251.
- KLEINE, T.; OLIVEIRA, T.M.N.; VAZ, C.; BÖHM, R.F.S.; TORTELLI, T.S.; MATIAS, W.G.. 2010. **Otimização de parâmetros físico-químicos para o cultivo de *Mysidopsis juniae* (Silva, 1979) em laboratório**. In: XI Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, Bombinhas.
- KLEINE, T.. 2013. **Cinética da toxicidade aguda da fração solúvel de compostos Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA`s) oriundas do Petróleo em microcrustáceos marinhos**. Dissertação de Mestrado Saúde e Meio Ambiente. Universidade da Região de Joinville.
- KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. 2004. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA/GTZ.
- LEAL, M.S. 1998. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos: Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM.
- LEGORBURU, I, RODRIGUEZ JG, BORJA A, MENCHACA I, SOLAUN O, VALENCIA V, GALPARSORO I, LARRETA J. 2013. Source characterization and spatio-temporal evolution of the metal pollution in the sediments of the Basque estuaries (Bay of Biscay). *Mar Pollut Bull* 66:25–38.
- LIRA, W.S. & CÂNDIDO, G.A. orgs. 2013. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, 325. SciELO Books.
- LISS, P.S; SPENCER, C. P. 1970. **Abiological processes in the removal of silicate from sea**

**water.** *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Volume 34, Issue 10, p. 1073-1088.

LIVINGSTONE, D.R. 1998. **The fate of organic xenobiotics in aquatic ecosystems: quantitative and qualitative differences in biotransformation by invertebrates and fish.** *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology* 120: p. 43-49.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO-FILHO, A. S. 2008. **A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos.** *Oecol. Bras.*, p. 355-381.

MAGOSSI, L.R. **Poluição das águas.** 2006. São Paulo: Moderna, 1996. 56p MARTINS, F.B.; ROCHA, J.S.M. da.; ROBAINA, A.D.; KURTZ, S.M. de

J.M.; KURTZ F.C.; GARCIA, S.M.; SANTOS, A.H. de O.; DILL, P.R.J.;

NOAL, T.N.. 2005. Zoneamento Ambiental da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria, RS: estudo de caso. *Cerne*, número 003 Universidade Federal de Lavras Lavras, Brasil pp. 315-322.

MARTINELLI, José Fernando. Meio ambiente: Crescimento populacional, pobreza e degradação ambiental. *Revista Orlandia Online*. 2012. [http://www.orlandiaonline.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11166:meio-ambiente-crescimento-populacional-pobreza-e-degradacao-ambiental&catid=18:noticias-destaque&Itemid=19](http://www.orlandiaonline.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=11166:meio-ambiente-crescimento-populacional-pobreza-e-degradacao-ambiental&catid=18:noticias-destaque&Itemid=19)

MASUTTI, M. B.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; NOGUEIRA, A. de M. & SIMÕES, F.C.F.

2006. **Sensibilidade a Cobre e Cromo por *Oreochromis niloticus* e *Pistia stratiotes*.** *Jour. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v.1, n1, 37-42.

MAUCLINE, J. 1976. **The Hiatt growth for diagram for Crustacea.** *Mar. Biol.*, Berlin, 35:79-84.

MEIRE, L. 2008. **Estudo de Hidrocarbonetos Policíclicos aromáticos nos estuários de Santos e São Vicente – SP utilizando diatomito como material absorvente.** Dissertação de Mestrado do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN “Autarquia Associada à Universidade de São Paulo”. São Paulo, SP.

MELO JUNIOR, J.C.F.de; & BOEGER, M.R.T. 2015. **Richness, structure, and edaphic interactions in the restinga gradient of Parque Estadual do Acaraí, Santa Catarina State, Brazil.** *Hoehnea*. vol.42, n.2, pp.207-232.

MENZER, R.; LEWIS, M. AND FAIRBROTHER, A. 2002. **Methods in environmental toxicology.** U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA Science Inventory p. 93/264.

MIRANDA, L. B.,; CASTRO, B.M.; KJCRFVC, B. 2002. **Princípios de oceanografia física de estuários.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

MURANO, M. 1999. **Mysidacea. South Atlantic Zooplankton.** Leiden. The Netherlands. pp.1099 – 1140.

OLIVEIRA, G.L.C. 2015. **Avaliação ecotoxicológica de águas do estuário Potengi/Jundiá (RN/Brasil) comprimento do organismo ensaio crônico *Mysidopsis juniae*.** Monografia Departamento de Oceanografia e Limnologia do Centro de Biociência da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

- OKAMURA, H., LUO, R., AOYAMA, I. 1996. **Ecotoxicity assessment of the aquatic environment around Lake Kojima, Japan.** *Environ Toxicol Water Qual* 11: 213-221.
- PLAA, G.L. 1982. Present status: toxic substances in the environment. *Can. J. Physiol.Pharmacol.*, 60: 1010-1016.
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. 2011. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Embrapa Florestas, p. 10.
- PAGEA, D.S.; Boehmb, P.D.; Douglasb, G.S. Bencec, A.E.; Burnsc, W.A.; Mankiewicz, P.J. 1999. **Pyrogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in sediments record past human activity: A case study in Prince William Sound, Alaska.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 38(4) p. 247-266.
- PEREIRA, R.S. 2004. **Identificação das fontes de poluição em sistema hídrico.** *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH Instituto Federal Rio Grande do Sul. V.1, n.1.p. 20-36.* Disponível em: <http://www.abrh.org/informações/erh.pdf>. Acessado novembro 2016.
- PASCHOALINO, M. P.; MARCONE, G. P. S.; JARDIM, W. F. 2010. Os nanomateriais e a questão ambiental. **Química Nova**, São Paulo, v.33 n.2.
- PETHICK, J.. 1984. **An introduction to coastal geomorphology.** London, Edward Arnold, 260 p.
- PHILIPPI, L. S. A. 2001. **Construção do Desenvolvimento Sustentável. In.: Educação Ambiental** (Curso básico a distância) Questões Ambientais – Conceitos, História, Problemas e Alternativa. Coordenação-Geral: Ana Lúcia Tostes de Aquino Leite e Naná Mininni-Media. Brasília: MMA (Ministério do Meio Ambiente). 5v. 2.<sup>a</sup> Edição Ampliada.
- PRITCHARD, DW. What is an estuary: physical viewpoint, *In: Lauff GH (Ed.), 1967. Estuaries, American Association for the Advancement of Science.* Washington DC, pp. 3-5.
- POLAKIEWICZ, L. 2008. **Estudo de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nos estuários de Santos e São Vicente-SP utilizando diatomito como material adsorvente.** 2008. Tese (Mestrado em Ciências, na área de Tecnologia Nuclear- Materiais). Universidade de São Paulo, SP.
- POSSAMAI, T; VIEIRA, C.V.; OLIVEIRA, F.A.DE; HORN FILHO, N.O. 2010. **Geologia costeira da ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina.** *Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2. p.45-58.*
- PPMA Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA/SC). 2008. **Relatório Técnico do Mapeamento Temático Geral do Estado de Santa Catarina.** São José dos Campos. Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda.
- RAND, G.M. & PETROCELLI, S.R. 1985. **Introduction.** Pp 1-28. *In: G.M. Rand & S.R. Petrocelli, (eds). Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications.* Hemisphere. New York. 65p.
- RAND, G. M.; WELLS, P. G.; MCCARTY, L. S. 1995, **Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate, and Risk Assessment.** ed.; 2nd ed., Taylor & Francis: Washington, cap. 1.
- RAYMOND, P.A.; COLE, J.J.. 2003. **Increase in the export of alkalinity from North America's largest river.** *Science*, v.301, p.88-91.

RESGALLA JÚNIOR, C.; LAITANO, K.S. 2002. **Sensibilidade dos organismos marinhos utilizados em testes de toxicidade no Brasil**. Notas téc. FACIMAR – Rev. Fac. Ciênc. Mar, Itajaí. v.6, p.153-163..

RIBO, J. M. 1997. **Interlaboratory comparison studies of the luminescent bacteria toxicity bioassay**. Environmental Toxicology and Water Quality, v 12, 283-294. ROCHA, J. S. M. da; KURTZ, S. M. de J. 2001. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 4a ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/ UFMS. 302 p.

RONCO, A.; BÁEZ, M. C. D.; GRANADOS, Y. P. 2004. **Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas - Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones**. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo: Ottawa, p. 202.

SALLES, R.P.G.; FOES, M.A.; BITENCOURT, R.P.. 2001. **Manancial de abastecimento de água influencia pela água do mar por efeito da oscilação da maré – estudo de caso do Rio Acaraí em São Francisco do Sul – SC**. 21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

SANTOS, A.A.O., MELO, J.B.A., SANTOS-NASCIMENTO, M.K., NILIN, J.. 2015. **Qualidade ambiental do estuário do rio Poxim (Aracaju/Sergipe): enfoque ecotoxicológico**. Congresso internacional RESAG Gestão da Água e Monitoramento Ambiental.

SANTOS, L.H.M.L.M.; Araújo, A.N.; Fachini, A., Pena, A., Delerue-Matos, C., Montenegro, M.C. 2010. **Ecotoxicological aspects related to the present of pharmaceuticals in the aquatic environment**. Journal of Hazardous Materials, 175, pp. 45-95.

SANTOS, L.R.; SANTOS, J.C. 2013 **A exploração do meio ambiente e o crescimento populacional: desenvolvimento sustentável como alternativa**. Nativa Revista de Ciências sociais do Norte de Mato Grosso. Santos, v 1, n 1.

SAPELLI, I. R.; GALOSKI, C. E.; MIGLIOLI, M. G.; GONCALVES, R. A.; FUGAZZA, J.; OLIVEIRA, T. M. N.. 2014. **Toxicidade da fração solúvel do diesel (S-10) em água marinha utilizando o organismo *Mysidopsis juniae***. Universidade da Região de Joinville - Caderno de Iniciação à Pesquisa (UNIVILLE), v. 16, p. 35-40.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1989. **Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal**. Publi. Esp.Inst. Ocean. São Paulo. USP 7: 1-16.

SISINNO, C.L.S.; PEREIRA NETTO, A.D.; REGO, E.C.P.do; LIMA, G.dosS.V.. 2003. **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em resíduos sólidos industriais: uma avaliação preliminar do risco potencial de contaminação ambiental e humana em áreas de disposição de resíduos**. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, 19(2):671-676.

SPITZNER, E. C. ; BOHM. R. F.S ; BARROS. V.,G. ; OLIVEIRA. T,M,N. ; Vaz. C ; SIMM, M.. 2008. **Caracterização das áreas de descargas submarinas de águas subterrâneas - Submarine Groundwater Discharge (SGD), na Baía da Babitonga, utilizando organismos-testes para realização de bioensaios**. 12º Seminário de Iniciação Científica, Joinville.

SUDO, H. 2003. **Effect of temperature on growth, sexual maturity and reproduction of *Acanthomysis robusta* (Crustacean: Mysidacea) reared in the laboratory**. Marine Biology, v. 143, p. 1095-1107.

- TONISSI, F.B.; ESPÍNDOLA, E.L.G..2000. **Utilização de bioensaios agudo, crônico-parcial. In situ com *Danio rerio* para avaliação ecotoxicológica do reservatório de Salto Grande (Americana, SP).** p 483-498. *In:* ESPÍNDOLA, E.L.G.; PASCHOAL, C.M.R.B.; ROCHA, O.; BOHRER M.B.C.; OLIVEIRA-NETO, A.L. (EDS). **Ecotoxicologia. Perspectivas para o século XXI.** Editora RIMA, São Carlos SP. p. 575. 2000.
- TRUHAUT, R. 1997. Ecotoxicology: objectives principles and environmental safety, 1:151-173. 1977. apud ZAGATTO, P. A. Ecotoxicologia in: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. [Eds]. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações.** São Carlos: Rima. 2006.
- TUCCI, C. E. M. 2010. Urbanização e Recursos hídricos. pp. 113-128. *In* BICUDO, C.E.deM.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B.. (ORGS) **Águas do Brasil.** Análises Estratégicas. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo. p. 222.
- TUNDISI, J.G.. 2014. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro RJ. p. 76.
- UMBUZEIRO, G. de A.; ROUBICEK, D. A. 2014. Genotoxicidade ambiental. *In:* ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Ed.) **Ecotoxicologia Aquática - Princípios e aplicações.** São Carlos: RiMa. 2ª ed. cap. 14. p. 327 -346.
- UMBUZEIRO, G.A.; KUMMROW, F.; CARDOZO REI, F. F.. 2010. **Toxicologia, padrões de qualidade de água e a legislação.** Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.5, n.1.
- VAZ, C., MATIAS, W.G., OLIVEIRA, T.M.N., BÖHM, R.F.S., SPITZNER, E.C., SIMM, M., BARROS, V.G., 2010. **Method definition and application of a pilot assay for a life-cycle toxicity test under semistatic conditions for the marine organism *Mysidopsis juniae*.** Toxicology Letters, 196 (1), S121.
- VAZ, C.; KLEINE, T.; TORTELLI, T.S.; BÖHM, R. F. S.; SPITZNER, E.C.; OLIVEIRA, T.M.N.; MATIAS, W.G. 2011. **Water toxicity assessment using a transgenerational life cycle test with *Mysidopsis juniae* as a bioindicator.** 3rd International Conference on Environmental Managemet, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE) & SECOTOX Conference. p.8.
- VAZ, C. 2012. **Desenvolvimento de metodologia para teste de toxicidade crônica com *Mysidopsis juniae* (silva, 1979) para aplicações em análises de ambientes marinhos.** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.
- Vigilância Epidemiológica em Saúde Ambiental. 2016. **Caderno de Vigilância Epidemiológica.** Caderno On-line. São Paulo SP. p. 135, 2013. Disponível em: [ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc\\_tec/DOMA/doma13\\_caderno\\_ambiental.pdf](ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/DOMA/doma13_caderno_ambiental.pdf) Acessado junho.
- VERSLYCKE, T.; JANSSEN, C.R. 2002. **Effects of a changing abiotic environment on the energy metabolism in the estuarine mysid shrimp *Neomysis integer*.** J. Exp. Mar. Biol. Ecol., v. 279, p. 61-72.
- YANG, G.; KILLE, P.; FORD, A. 2008. **Infertility in a marine crustacean: have we been ignoring pollution impacts on male invertebrates?** Aquatic Toxicology, v.88, n.1, p. 81 87.



VON SPERLING, M.; HELLER, L.; NASCIMENTO, N. O.. 1996. **Investigação Científica Em Engenharia Sanitária e Ambiental**. Parte II. A Análise Preliminar de Dados. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 1, n.3, p. 115-124.

VON SPERLING, M.. 2007. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Volume 7. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 1. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, v. 1. 588p.

WANIA, F. & MACKAY, D. 1993. **Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions**. *Ambio* 22, 10-18.

WANG, X.H.; HONG, H.S.; MU, L.; LIN, J.Q. & WANG, S.H. 2008. **Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) metabolites in marine fishes as a specific biomarker to indicate PAH pollution in the marine coastal environment**. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental*. Feb 15;43(3):219-226.

WHARFE, J.; ADAMS, W.; APITZ, S.E.; BARRA, R.; BRIDGES, T.S.; HICKEY, C. 2007. **In situ methods of measurement an important line of evidence in the environmental risk framework**. *Integrated Environmental Assessment and Management* 3: 268–274.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1998. **IPCS Environmental Health Criteria 202. Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons**. Geneva: World Health Organization.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1983. **Evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Polynuclear Aromatic Compounds, Part 1, chemical environmental and experimental data, 32**. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. Pp 477.

ZAGATO, P.A. & BERTOLETTI, E. 2006. **Ecotoxicologia aquática princípios e aplicações**. ZAGATTO e BERTOLETTI org. São Carlos: Rima; 2006.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E.. 2008. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. Editora RIMA. São Carlos SP, p 472.

ZIOLLI, R. L.; JARDIM, W. F. 1998. **Mecanismo de fotodegradação de compostos orgânicos catalisada por TiO<sub>2</sub>**. *Química Nova*, v.21, n.3, p.319-25, 1998.