

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA**

SIVANILTON ALMEIDA BOA SORTE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CANAL DE DRENAGEM E DA
PRAIA DO GUAÍUBA, GUARUJÁ- SP: ABORDAGEM FÍSICO-QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA E ECOTOXICOLÓGICA**

Santos-SP

2015

SIVANILTON ALMEIDA BOA SORTE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CANAL DE DRENAGEM E DA
PRAIA DO GUAÍUBA, GUARUJÁ- SP: ABORDAGEM FÍSICO-QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA E ECOTOXICOLÓGICA**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação do Prof. Dr. Augusto Cesar.

Santos- SP

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Boa Sorte, Sivanilton Almeida.
Avaliação da Qualidade da Água do Canal de Drenagem e da Praia do Guaiuba, Guarujá-SP: Abordagem Físico-Química, Microbiológica E Ecotoxicológica - Santos - SP 2015
140 p.
Inclui bibliografia.

Orientador: Augusto Cesar.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecilia,
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de
Ecossistemas Costeiros e Marinhos
Mestrado Em Ecologia, Santos, SP, 2015.

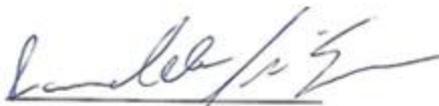
1. Praia do Guaiuba. 2. Toxicidade. 3. *Lytechinus variegatus*.
4. Poluição. 5. Indicadores microbiológicos.

I. Cesar, Augusto

II. Avaliação da Qualidade da Água do Canal de Drenagem e da Praia do Guaiuba, Guarujá-SP: Abordagem Físico-Química, Microbiológica e Ecotoxicológica - Santos - SP- 2015

Elaborada pelo SIBI – Sistema Integrado de Bibliotecas – UNISANTA.

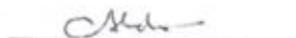
Trabalho apresentado à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia, outorgado pela Universidade Santa Cecília. Ata da Apresentação Final nº 06/2015. Aprovado em 06 de abril de 2015.



Prof. Dr. Ronaldo José Torres,
UNIFESP



Prof. Dr. Augusto César,
Orientador



Prof. Dr. Aldo Ramos Santos,
Presidente.

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos à minha mãe Vanilda, a minha esposa Valéria, meu filho Matheus, aos meus irmãos: Thelma, Sonia, Ivanilton e aos meus sobrinhos, que sempre me apoiaram. Amo todos vocês.

Ao meu orientador Professor Dr. Augusto Cesar pela paciência, disponibilidade e pelos esclarecimentos. Aos meus Coorientadores, Fabio Hermes Pusceddu e Fernando Sanzi Cortez pelo êxito do meu trabalho;

A Mariana Aliceda Ferraz e Aline Vecchio Alves, pelo acolhimento no meu primeiro ensaio de toxicidade crônica;

A Juliana Costa Gaspar, pelo apoio e pela colaboração sempre que precisei;

A equipe do Laboratório, Beatriz, Caio, Wesley e Gabriela pelo apoio nas análises. Ao Prof. Dr. Aldo Ramos Santos, mais que um amigo. A Sandra e Imaculada, pelo atendimento oferecido aos alunos do mestrado;

A Professora Dra. Luciana Lopes Guimarães, pelas orientações, conselhos e acompanhamento nos ensaios de análises químicas, feitos no laboratório de Bioquímica da Universidade Santa Cecília;

Ao Alessandro Alves de Almeida - Biólogo responsável pelo Laboratório Central de Biologia, pela orientação e acompanhamento da técnica de diluição para determinação de *Escherichia coli* e Coliformes totais;

A todos os professores do programa de Mestrado em Ecologia da UNISANTA, em especial aos professores Dr. Fábio Giordano, Dr. Camilo Dias Seabra Pereira, Dra. Luciana Lopes Guimarães, Dr. Rodrigo Brasil Choueri, Dra. Mariana Clauzet, pelo profissionalismo, competência e carinho com os alunos;

Ao Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho, pela disponibilidade e paciência;

Ao Dr. Waldir Tamburús, pelo apoio e incentivo. Serei eternamente grato;

A família Khalil os meus colegas de trabalho, com os quais convivo no diariamente: Wladimir, Welba, Marcelo Cesar, Junior, Cecília e Silvana, muito obrigado pelo apoio;

A Marta pelo apoio nas pesquisas e pelo material cedido;

A Professora Ana Maria pelas dicas de inglês e aos Professores Vitor e Cris pelo incentivo;

Aos meus amigos e parceiros: Claudio “Pimenta” (in memória), Fátima, Emilio, Sebastian, Marise, Hugo, Medeiros. Sem vocês a cevada não tem sabor;

A Universidade Santa Cecília – UNISANTA, por ter criado condições para que fosse possível a continuidade de meus estudos;

Aos meus colegas de mestrado, pela parceria, convívio e amizade;

Todo trabalho deve ser remunerado, porém independente disto, sempre contei com ajuda de muitas pessoas, a quem agradeço, agradeço e agradeço sempre;

Obrigado Senhor.

RESUMO

A água é um recurso finito e essencial para todas as formas de vida. Estudos realizados pela OMS constataram que diversas doenças podem ser causadas por águas contaminadas, além disso, as crescentes taxas de urbanizações nas grandes cidades agravam os níveis de poluição dos corpos d'água. O canal de drenagem da praia da Guaiuba, Guarujá – SP é o responsável pelo escoamento das águas pluviais do bairro com o mesmo nome para o mar, porém estas águas podem estar comprometendo a balneabilidade da praia, pois possui alguns problemas como: o lançamento de efluentes domésticos sem o tratamento adequado. Este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade das águas do canal e da praia do Guaiuba, por meio de avaliações físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas. A vazão das águas no canal para a praia é ininterrupta, independente de chuvas, o que sugere o lançamento clandestino de efluentes domésticos. Para execução do trabalho foram definidos 04 (quatro) pontos de coletas de águas no canal e 03 (três) pontos de coletas de águas na praia. O estudo foi realizado no período de janeiro a julho de 2014. Com as amostras foram realizados ensaios de toxicidade para avaliação de efeitos agudo e crônico com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*. Além disso, foram analisados os parâmetros oxigênio dissolvido, salinidade, pH, temperatura, nitrito, nitrato, sulfeto, fosfato, amônia e indicadores microbiológicos de poluição fecal, Coliformes fecais e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos apontam para a existência de descarga de esgoto clandestino no canal de drenagem, comprometendo a qualidade da água da praia do Guaiuba.

Palavras - Chave: Praia do Guaiuba – Guarujá – SP. *Lytechinus variegatus*. Poluição. Análises de toxicidade. Físico-químicos e microbiológicos.

ABSTRACT

Water is a finite resource and essential for all life forms. Studies conducted by the WHO found that various diseases can be caused by contaminated water. In addition, the increasing rates of urbanization in the big cities aggravate the pollution levels of water bodies. The drainage channel Guaiuba Beach, Guarujá - SP is responsible for storm water runoff to the sea, but this water may be compromising the bathing beach, it has drawbacks such as the launch of domestic wastewater without adequate treatment. This study aimed to evaluate the quality of canal water and beach Guaiuba through physical-chemical, microbiological and ecotoxicological assessment. The flow of water in the canal to the beach is uninterrupted regardless of rainfall, suggesting illegal dumping of domestic waste. For execution of the work defined 04 (four) water collection points in the channel and three (03) water collection points on the beach. The study was conducted from January to July 2014. The samples were conducted toxicity tests to evaluate acute and chronic effects on sea urchin *Lytechinus variegatus*. In addition, parameters were analyzed dissolved oxygen, salinity, pH, temperature, nitrite, nitrate, sulfide, phosphate, ammonia and microbiological indicators of faecal pollution. Fecal coliforms and *Escherichia coli*. The results point to the existence of clandestine sewage discharge into the drainage channel, compromising the quality of beach water Guaiuba.

Keywords: Guaiuba Beach - Guarujá - SP. *Lytechinus variegatus*. Poluição. Analysis of toxicity. physical, chemical and microbiological.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa da Ilha de Santo Amaro - Município do Guarujá – SP.....	18
Figura 02. Pontos de coletas da praia do Guaiuba, Guarujá – SP.....	29
Figura 03. Ouriço-do-mar <i>Lytechinus variegatus</i>	31
Figura 04. Tanque-aquário com o ouriço-do-mar <i>Lytechinus variegatus</i>	32
Figura 05. Suporte para filtrar água com membrana de celulose.....	35
Figura 06. Equipamento utilizado para medir salinidade - Refratômetro.....	36
Figura 07. Equipamento Micronal para medir o pH- Potenciômetro.....	36
Figura 08. Equipamento oxigênio dissolvido – Oxímetro WTW, modelo 315i.....	37
Figura 09. Fêmea <i>Lytechinus variegatus</i> liberando os óvulos.....	40
Figura 10. <i>Lytechinus variegatus</i> coleta de espermatozoides.....	41
Figura 11. Espermatozoide do <i>Lytechinus variegatus</i> envolto em gelo.....	41
Figura 12. Resultados das análises de Amônia dos pontos P1 ao P7.....	47
Figura 13. Resultados das análises de Nitrato coletados P1 ao P7.....	48
Figura 14. Resultados das análises de Nitrito coletados P1 ao P7.....	49
Figura 15. Resultados das análises Sulfeto dos pontos P1 ao P7.....	50
Figura 16. Resultados das análises Surfactantes pontos P1 ao P7.....	51
Figura 17. Resultados das análises Fosfato coletados P1 ao P7.....	52
Figura 18. Média dos resultados das cinco campanhas toxicidade aguda.....	56
Figura 19. Resultados da média da CI50 nas análises de toxicidade.....	78
Figura 20. Resultados obtidos nas análises de <i>E. coli</i> e Coliformes totais.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Domicílios conectados a rede de esgoto sanitário.....	20
Tabela 02. Balneabilidade dos últimos 10 anos das praias de Guarujá.....	24
Tabela 03. Pontos de coletas das amostras com localização geográficas.....	30
Tabela 04. Descrição das análises realizadas em cada campanha.....	30
Tabela 05. Condições para realização dos ensaios de toxicidade aguda com <i>Lytechinus variegatus</i> (Fertilização).....	39
Tabela 06. Condições para realização dos ensaios de toxicidade crônico com <i>Lytechinus variegatus</i> (Embriolarval).....	43
Tabela 07 Parâmetros Físico-químicos água do canal de drenagem.....	53
Tabela 08 Parâmetros Físico-químicos água da praia.....	53
Tabela 09. Resultados dos ensaios toxicidade aguda, realizados nas cinco campanhas (média de efeito e desvio padrão).....	55
Tabela 10. Resultados das análises de toxicidade crônica (media de efeito e desvio padrão), referente à 1ª Campanha de 23/01/2014.....	57
Tabela 11. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 23/01/2014.....	59
Tabela 12. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 2ª Campanha de 18/02/2014.....	61
Tabela 13. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 18/02/2014.....	62
Tabela 14. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 3ª Campanha de 20/03/2014.....	63
Tabela 15. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 20/03/2014.....	65
Tabela 16. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 4ª Campanha de 29/04/2014.....	66
Tabela 17. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 29/04/2014.....	68
Tabela 18. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 5ª Campanha de 05/05/2014.....	70
Tabela 19. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 05/05/2014.....	71
Tabela 20. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 6ª Campanha de 17/06/2014.....	73

Tabela 21. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 17/06/2014.....	74
Tabela 22. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente à 6ª Campanha de 03/07/2014.....	76
Tabela 23. Resultados dos ensaios em CEO, CENO e CI50 de 03/07/2014.....	
Tabela 24. Resultados dos ensaios com as placas de coliformes P1 ao P7.....	79
Tabela 25. Matriz das análises químicas, microbiológicas e toxicidade.....	81
Tabela 26. Resultados obtidos para cada fator.....	82
Tabela 27. Fatores calculados para cada variável.....	83
Tabela 28. Apresenta os Scores dos fatores para cada ponto.....	84

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice A – Resultados dos parâmetros físico-químicos canal e da praia...	95
Apêndice B–Resultados dos ensaios de toxicidade Aguda.....	109
Apêndice C– Resultados dos ensaios de toxicidade Crônica.....	111
Apêndice D– Gráficos das análises das placas UFC.....	124
Apêndice E – Resultados das análises químicas.....	125

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Solução “água de diluição” para os ensaios microbiológicos....	136
ANEXO B – Índices pluviométricos – Defesa Civil.....	137

LISTA DE SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
DE	Diluição Empregada
EPC	Estação de Pré-Condicionamento.
L	Litro.
m³/s	Metro cúbico por segundos
mL	Mililitro.
mg	Miligrama.
ppm	Partes por milhão.
NH₃	Amônia.
NO₂	Nitrito.
NO₃	Nitrato.
NTC	Número total de Colônias
PO₄	Fosfato.
pH	Potencial Hidrogeniônico.
OD	Oxigênio dissolvido.
UFC	Unidade formadora de colônias.
VFA	Volume Filtrado de Amostras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Revisão Bibliográfica.....	15
1.2 Breve histórico da legislação ambiental	15
1.3 A sub-bacia hidrográfica do Município de Guarujá.....	17
1.3.1 Sistema de tratamento de água e esgotos de Guarujá e RMBS	19
1.3.2 Balneabilidade das praias do Guarujá	21
1.4 Ecotoxicologia	23
1.4.1 Ensaio de toxicidade aguda	25
1.4.2 Ensaio de toxicidade crônica	26
1.4.3 Seleção dos organismos-teste.....	26
1.5 Objetivos	28
1.5.1 Objetivo geral.....	28
1.5.2 Objetivos específicos	28
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
2.1 Local de estudo.....	29
2.2 Manutenção e cultivo de organismos-teste	31
2.3 Metodologia Analítica - Análises Químicas	32
2.3.1 Amônia.....	32
2.3.2 Nitrato e Nitrito	33
2.3.3 Sulfeto.....	33
2.3.4 Surfactantes aniônicos.....	34
2.3.5 Fosfato.....	34
2.4 Coleta e acondicionamento de amostras	34
2.5 Ensaio de toxicidade	35
2.5.1 Análises físico-químicas.....	35
2.5.2 Ensaio para avaliação de efeito agudo (Fertilização) com <i>Lytechinus variegatus</i>	38
2.5.3 Ensaio de toxicidade crônico de desenvolvimento (Embriolarval) de curta duração com <i>Lytechinus variegatus</i>	40
2.6 Análises estatísticas	43
2.7 Indicadores microbiológicos de poluição fecal	44
2.8 Análises de Fatores.....	45
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	46

3.1 Resultados das análises químicas	46
3.1.1. Análises de Amônia	46
3.1.2 Análises de Nitrato	48
3.1.3 Análises de Nitrito	49
3.1.4 Análises de Sulfeto de Hidrogênio	50
3.1.5 Análises de Surfactante aniônico	50
3.1.6 Análises de Fosfato.....	51
3.2 Resultados dos ensaios de toxicidade	52
3.2.1 Análises Físico-Químicos: parâmetros limitantes.....	52
3.2.2 Resultados dos ensaios de toxicidade aguda - Fertilização	55
3.2.3 Resultados ensaios de toxicidade crônica (Embriolarval)	56
3.2.3.1 Primeira Campanha (Janeiro de 2014).....	57
3.2.3.2 Segunda Campanha (Fevereiro de 2014).....	60
3.2.3.3 Terceira Campanha (Março de 2014).....	63
3.2.3.4 Quarta Campanha (Abril de 2014).....	66
3.2.3.5 Quinta Campanha (Maio de 2014).....	69
3.2.3.6 Sexta Campanha (Junho de 2014).....	72
3.2.3.7 Sétima Campanha (Julho de 2014).....	75
3.3 Resultados das análises de Coliformes <i>Escherichia coli</i>	79
3.4 Análises de Fatores	81
4, CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICES.....	97
ANEXOS	135

1. INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial, a capacidade do homem em modificar o meio ambiente está em processo de crescimento a cada dia, com isso, há um grande número de substâncias químicas sendo lançadas nos ecossistemas: aquático, terrestre e na atmosfera. (ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

O desenvolvimento político, econômico e social nos últimos anos tem contribuído para o desflorestamento, causando grandes prejuízos para a fauna e a flora. Em diversas cidades costeiras, a grande produção de esgoto doméstico e industrial tem preocupado seus governantes, pois não possuem estações de tratamento de esgoto adequado. O desenvolvimento histórico do ser humano passa pela criação das cidades e sem elas não há civilização (BURNS, 2003).

A contaminação marinha pelas atividades do homem, muitas vezes resulta em efeitos deletérios, tais como: danos ao ecossistema, perigo à saúde humana e as atividades marinhas.

A Cidade de Guarujá está localizada no litoral do Estado de São Paulo e está a oitenta e dois quilômetros da capital paulista. A história de Guarujá é presente em grandes momentos da História do Brasil de modo intenso. Na fase colonial com a chegada de Martim Afonso de Souza e Anchieta. Na fase imperial, com a Armação das Baleias e o comércio de escravos e na república, com o Grande Hotel e o Cassino. Guarujá sempre foi frequentado por escritores, artistas, pessoas que fizeram o cenário político, econômico e social do país. A cidade acostumou-se a ver e a conviver com celebridades (VAZ, 2010).

Segundo pesquisa do IBGE, em (2014) Guarujá possuía 308.989 habitantes, com uma área de 143.454 Km², resultando numa densidade demográfica de 2026 habitantes por Km². É a terceira maior ilha do litoral do Estado de São Paulo. A cidade possui 24 praias, que são frequentadas o ano todo, sendo conhecida como “A Pérola do Atlântico” (DAMASCENO e MOTA, 1991).

O Brasil não apresenta uma legislação específica para o tratamento das águas de drenagem pluviais, que ainda são lançadas livremente nos corpos d’água, sem nenhum controle quanto à contaminação. Em diferentes estados

brasileiros, diversos estudos têm registrado a presença de lançamento de esgotos clandestinos em ambientes aquáticos.

Somente em 2005, a legislação passou a considerar o parâmetro de toxicidade para o lançamento de efluentes em corpos receptores. A Resolução CONAMA 357/05, no seu artigo 34, parágrafo primeiro, estabelece que — o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Essa resolução foi alterada e complementada pela Resolução CONAMA 430/11, com relação à toxicidade, indicando que a definição de critérios seria atribuição do órgão ambiental competente.

Na Baixada Santista, diferentes estudos tem apresentado resultados semelhantes nos problemas com o esgoto clandestino. A cidade de Santos, no litoral de São Paulo, apresenta um complexo sistema de canais para escoamento pluvial para a Bacia de Santos, tendo demonstrado que a drenagem urbana contribui para a toxicidade das águas marinhas (AMBROZIVICIUS E ABESSA, 2008).

Guarujá representa um balneário turístico muito frequentado pelos habitantes da capital paulista e do interior do estado de São Paulo, principalmente durante o verão. As praias possuem canais de drenagem e muitos deles recebem ligações clandestinas. A presença de esgoto nesses corpos de água pode ser evidenciada por análises microbiológicas realizados pela CETESB.

Diante deste contexto, no presente estudo realizou uma avaliação físico-química, microbiológica e ecotoxicológica nas águas do canal de drenagem e da praia do Guaiuba em Guarujá, que poderiam estar recebendo possíveis lançamentos de efluentes domésticos.

Os resultados obtidos com os estudos, indicaram estatisticamente que a água do canal está contribuindo para contaminação da qualidade da água da praia do Guaiuba, com reflexos diretos à saúde das pessoas e meio ambiente.

1.1 Revisão Bibliográfica

1.2 Breve histórico da legislação ambiental

O contexto histórico da poluição ambiental aquática remota ao início da história da civilização humana, porém, a poluição não recebeu a devida atenção, até que fosse atingido o limite, a partir do qual, foi possível perceber consequências adversas nestes ecossistemas e em sua biota (FREIRE, *et al.*, 2008). A crescente e desordenada expansão demográfica e industrial, vem comprometendo a qualidade ambiental e a saúde do ser humano.

Os ecossistemas costeiros, que resultam da interação de ambientes marinhos e terrestres, vêm sofrendo influências, tanto de processos naturais quanto antrópicos (BRASIL, 2000). A água é um elemento fundamental na vida dos organismos vivos, onde se destacam: o abastecimento industrial das cidades, irrigação agrícola, produção de energia elétrica, as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática (CETESB, 2009).

O programa de balneabilidade das praias paulistas é desenvolvido pela CETESB desde 1968, com a coleta e análise de amostras de água das praias da Baixada Santista, estendendo-se posteriormente a todo o litoral. As avaliações começaram a ser feitas com base na legislação estadual. A partir de 1974 o programa foi intensificado, passando a realizar a coleta sistemática e periódica da água, com cinco amostragens mensais e a CETESB passou a ter por base os parâmetros definidos pela Portaria 01/74.

Em 1976 foi editada a Portaria 536, que estabeleceu cinco categorias para a classificação das praias: Excelente, Muito Boa, Satisfatória, Suspeita e Má, conforme as densidades de coliformes fecais ou totais de um conjunto de amostras obtidas em cinco semanas consecutivas. Para simplificar a divulgação dos resultados a CETESB passou a usar a classificação como: Própria ou Imprópria.

Com a promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6938 de 1981, criando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), a União passou a ter a competência para estabelecer normas gerais e aos Estados e Municípios coube à função de suplementá-las. (MILARÉ, 2005).

O SISNAMA é constituído por um órgão consultivo e deliberativo, que é o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, representado por um colegiado de cinco setores, compostos por órgãos federais, estaduais, municipais, setor empresarial e sociedade civil, que se reúnem a cada três meses em sessões abertas a toda comunidade civil, para discutir sobre questões de melhoria da qualidade ambiental.

Dez anos mais tarde a portaria 536/76 foi substituída pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA 20/86, que definia quatro categorias para classificação das praias: Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria, podendo agrupar-se as três primeiras na categoria Própria. A forma de análise permaneceu a mesma da Portaria anterior.

Hoje, a avaliação da qualidade das águas das praias, está sendo realizada segundo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274/00, publicada em dezembro de 2000. Na busca da melhoria dos critérios para a balneabilidade das águas, a nova resolução incluiu dois importantes indicadores de contaminação fecal, que não estavam previstos na Resolução CONAMA nº20, a *Escherichia coli* e o enterococos.

Em 17 de março de 2005, entrou em vigor a nova CONAMA nº357. Esta resolução buscou incorporar novos conhecimentos trazidos pela intensa evolução tecnológica dos últimos anos, onde foram definidos novos padrões de qualidade a partir de justificativas técnicas que consideraram a proteção da vida humana e biota aquática (BRASIL, 2005; MEDAUAR, 2006).

A nova Resolução determinou as classificações para águas doces, salobras e salinas, ampliando desta forma a gestão dos corpos hídricos (SARLET, 2008). Na água doce, a classe especial está enquadrada como: corpos de águas que transitam em unidades de conservação e proteção integral e a preservação do ambiente natural das comunidades aquáticas. Já as classes de 1 a 4 de água doce é possível observar que quanto maior a classe, menor o nível de exigência de qualidade.

Nas classes 1 e 2, são destinadas a proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário, desde que atenda aos padrões mínimos

estabelecidos pela CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2005; DERÍSIO, 2007). A classe 3 por sua vez, permite a pesca amadora e a recreação de contato secundário e a classe 4 é destinada apenas para a navegação.

As águas salobras e salinas de classe especial, podem ser destinadas a preservação de ambientes aquáticos de proteção integral e equilíbrio natural. As águas de classe 1 podem ser destinadas a proteção das comunidades aquáticas, atividades de pesca e recreação do contato primário, conforme resolução CONAMA 274/2000. As águas de classe 2 podem ser destinadas a pesca amadora e a recreação de contato secundário.

1.3A Sub-bacia Hidrográfica do Município de Guarujá

A Cidade de Guarujá está localizada no litoral do Estado de São Paulo, fazendo parte da Baixada Santista (29°59' de latitude Sul e 46°15' de longitude Ocidental, Figura 1). A Região Metropolitana da Baixada Santista – RMBS é composta pelos municípios de Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Guarujá, Bertioga, Itanhaém e Peruíbe. Essa região possui grande importância econômica, devido à presença do Pólo Industrial de Cubatão, do Porto de Santos, do imenso potencial turístico e de recursos pesqueiros.

A região apresenta uma caracterização climática bastante individualizada (BONETTI, 2000), sob domínio alternado dos sistemas tropical e polar Atlântico. Seu clima pode ser classificado como tropical quente e úmido, sem estação seca definida, e com temperatura média anual superior a 20°C. As temperaturas máximas chegam a 38,5°C, sendo fevereiro o mês mais quente. As mínimas podem ser inferiores a 10°C, em julho e é historicamente o mês mais frio do ano. A pluviosidade é elevada, geralmente entre 2000 e 3000 mm anuais (BONETTI, 2000).

O Município do Guarujá compõe a sétima Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-7), na bacia hidrográfica da Baixada Santista, ocupando uma área de cerca de 3.000 km², se estendendo por cerca de 160 km ao longo de todo o litoral paulista. Compõe esta UGRHI todos os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista.

A (Figura 1) apresenta o mapa do Guarujá, que tem o formato de um dragão e identifica as principais praias do Guarujá, com destaque para praia do Guaiúba, localizada embaixo do queixo do dragão, onde fizemos as coletas para análise deste trabalho.



Figura 1. Mapa da Ilha de Santo Amaro - Município do Guarujá
(www.guaruja.com.br).

A SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) é a responsável pelo abastecimento de água no Município de Guarujá, por meio do Sistema Produtor Jurubatuba, composto pelos rios: Jurubatuba e Jurubatuba-Mirim. Em condições normais, este sistema opera com capacidade de 2 m³/s.

A captação está situada na Serra do Mar, parte continental do Município de Santos, em área de preservação ambiental, a cerca de 13 km do distrito de Vicente de Carvalho onde se localiza a estação de tratamento de água (SABESP, 2014). Os corpos de água no Estado de São Paulo estão enquadrados conforme o Decreto Estadual nº 10.755 de 1977. Segundo este decreto, na sub-bacia 13, da qual a cidade de Guarujá faz parte, são consideradas classe 1, as águas abrangendo os trechos de nascentes nos morros. Nas áreas de planícies, todos os cursos de água estão compreendidos na classe 2, incluindo os afluentes às praias, como os canais de drenagem urbana, que será analisado no presente estudo (CETESB, 2012).

1.3.1 Sistema de tratamento de água e esgotos de Guarujá e RMBS

A rede de coleta de esgotos dos nove Municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista - RMBS são operados pela SABESP. O sistema de tratamento de efluentes no Município do Guarujá é composto de 28 estações elevatórias primárias de esgotos, que centralizam o material coletado na estação elevatória da Enseada e transfere os esgotos para a Estação de Pré-condicionamento de Esgotos (EPC) e daí para o Emissário Submarino localizado na praia da Enseada. A EPC do Guarujá opera desde 1999, possuindo uma parte terrestre e outra marinha.

A EPC tem capacidade para tratar uma vazão de 1,5 m³/s, incluindo as operações de filtração em caixas de areia, peneiramento rotativo que remove os detritos com dimensões maiores que 1,5 mm. Apenas 78% do Município de Guarujá, são atendidos por tratamento de rede de esgoto. O Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto dos Municípios (ICTEM) é o instrumento mais completo e abrangente que temos no Estado de São Paulo. São 318 municípios (49,30% do total), que apresentaram bons resultados de saneamento e 327 (50,70%) apresentaram resultados ruins, revelando a necessidade de avanços maiores na cobertura do tratamento de esgoto.

De acordo com os dados por município, do Censo Demográfico de 2010, quatro municípios da RMBS apresentam índices de atendimento por rede

coleta de esgoto inferior a 50%. Com o menor índice, de 24,2% dos domicílios conectados à rede geral de esgoto, está o município de Itanhaém. Os melhores índices de atendimento por rede de esgoto, verificaram-se nos municípios de Santos com 95,2%, São Vicente com 86,9% e Guarujá com 78% dos domicílios conectados à rede geral de esgoto.

Na tabela 1 a seguir são apresentados os dados do último Censo Demográfico de 2010, referentes aos domicílios conectados à rede geral de esgoto, por Município da RMBS.

Tabela 1. Domicílios Conectados à rede Geral de Esgoto Sanitário.

Municípios	Domicílios Permanentes – 2010		
	Total de Domicílios	Conectados à Rede de Esgoto	
		Domicílios	(%)
Bertioga	14.536	4.411	30.3
Cubatão	36.464	19.722	54.1
Guarujá	84.968	66.241	78.0
Itanhaém	28.249	6.825	24.2
Mongaguá	14.588	4.740	32.5
Peruíbe	19.273	7.234	37.5
Praia Grande	83.445	60.523	72.5
Santos	144.600	137.693	95.2
São Vicente	101.697	88.394	86.9
Total RMBS	527.820	395.783	75.0

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

No Brasil, a disposição oceânica de efluentes urbanos por meio de emissários submarinos, tem sido escolhida como uma alternativa satisfatória tanto do ponto de vista econômico, como de saneamento e melhoria da balneabilidade das praias. Este modelo foi adotado por diversas cidades litorâneas brasileiras, como: Fortaleza, Salvador, Belém, Rio de Janeiro, Niterói, Porto Alegre e Vitória (RACHID, 2002).

No Estado de São Paulo, existem até o momento sete emissários submarinos em operação (2 em Praia Grande, 1 em Santos, 1 em Guarujá, 1 em São Sebastião e 2 em Ilha Bela). Em todos, os efluentes são submetidos a um tratamento preliminar denominado pré-condicionamento (RACHID, 2002).

No Brasil, é utilizada a prática do pré-condicionamento dos esgotos, reconhecido como pouco efetivo na eliminação dos contaminantes presentes nos efluentes, porém o corpo receptor marinho tem sido muitas vezes considerado capaz de realizar naturalmente o processo de depuração, eliminação e diluição das substâncias (GONÇALVES & SOUZA, 1997). Por essa razão, antes da implantação de um sistema de disposição oceânica de esgotos por emissário submarino, estudos em campo e simulações devem ser realizados, para contemplar não só a manutenção e/ou melhoria da qualidade do corpo hídrico receptor e da saúde pública, mas também, garantir a diluição mínima exigida para o efluente, de modo a causar o menor grau de impacto ambiental possível na área de disposição (RACHID, 2002).

1.3.2 Balneabilidade das Praias do Guarujá

Balneabilidade é um instrumento de controle da qualidade das águas, na medida em que permite uma verificação mais detalhada sobre as águas destinadas à recreação de contato primário (AURELIANO, 2000). Dentre os fatores que podem interferir neste processo, pode-se citar a presença de esgotos domésticos entre outros. Os organismos mais comumente utilizados para determinação na balneabilidade das praias são: as bactérias do grupo de coliformes termotolerantes como a *Escherichia coli* e as bactérias do grupo dos estreptococos fecais, conforme definido na Resolução CONAMA nº 274/2000, que estabelece critérios para a

classificação das águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade, avaliada nas categorias próprias e impróprias.

São consideradas impróprias para banho, quando apresentarem valores acima dos limites máximos estabelecidos na categoria das águas próprias, em no mínimo duas amostras de cinco analisadas, ou quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais ou 2000 *Escherichia coli*.

Também estão previstos outros critérios de segurança aos usuários das praias, passíveis à interdição das mesmas tais como: incidência elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos incluindo esgotos sanitários, e outras substâncias capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável à recreação (AURELIANO, 2000; SALES, 2005).

Segundo informações da CETESB (2014), para a determinação da balneabilidade das praias, a amostragem deverá ser efetuada preferencialmente nos dias de maior afluência do público às mesmas, em local que apresentar isobata (linha que une pontos de igual profundidade) de um metro e onde houver maior concentração de banhistas. No município de Guarujá, as coletas são realizadas todos os domingos e os dados são processados e divulgados pela CETESB.

Os métodos de amostragem e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO ou na ausência deste, no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – APHA-AWWA-WPCF, última edição. Aos órgãos municipais, estaduais e federais de controle ambiental, compete a aplicação da Resolução CONAMA nº 274/2000, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e a fiscalização para o cumprimento da lei (AURELIANO, 2000).

A Cidade de Guarujá possui 24 praias com 19 km de extensão, sendo 13 km monitorados com onze pontos de coleta. Semanalmente são divulgados os resultados, para orientar os usuários das praias quanto à qualidade das águas e balneabilidade. A divulgação é realizada através da colocação de bandeiras

sendo utilizadas as cores verdes (praia está própria) ou vermelhas (praia imprópria). As bandeiras são afixadas em pontos de fácil visualização dos banhistas e próximas aos pontos de coleta da CETESB.

A tabela 2 apresenta a média anual da qualidade das praias do Guarujá no período compreendido entre 2003 e 2013. Em 2011 e 2012, a praia da Enseada foi classificada com bandeira vermelha. As praias das Astúrias e Pitangueiras, também tiveram bandeira vermelha no ano de 2012. A praia do Pereque é a única que mantém a bandeira vermelha em todos os anos. As demais apresentaram melhora no ano de 2013. A tabela 2 contém a média anual da balneabilidade das praias do Guarujá.

Tabela 2. Média anual da balneabilidade das praias do Guarujá referente aos últimos 10 anos, segundo CETESB.

Praias	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Pereque	Imprópria										
Pernambuco	Própria	Alerta	Própria	Alerta	Própria	Alerta	Alerta	Própria	Alerta	Alerta	Própria
Enseada	Própria	Alerta	Alerta	Alerta	Própria	Alerta	Alerta	Própria	Imprópria	Imprópria	Alerta
Pitangueiras	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Própria	Própria	Alerta	Imprópria	Alerta
Astúrias	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Alerta	Própria	Alerta	Própria	Imprópria	Alerta
Tombo	Própria	Alerta	Própria	Alerta	Própria	Alerta	Alerta	Própria	Própria	Alerta	Própria
Guaiuba	Própria	Alerta	Alerta	Alerta	Própria	Alerta	Alerta	Própria	Própria	Alerta	Própria



A maioria das praias possuem canais de drenagem urbana que afluem para o mar. Compete aos órgãos públicos a fiscalização destes canais.

1.4 Ecotoxicologia

O termo Ecotoxicologia foi sugerido pela primeira vez em 1969, pelo Toxicologista francês René Truhaut. Em 1976, a Ecotoxicologia foi definida como a “ciência que estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais,

terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio nos quais os organismos vivem num contexto integrado” (ZAGATTO E BERTOLETTI, 2006).

A Ecotoxicologia ganha destaque com uma abordagem complementar às análises químicas, possibilitando o entendimento do comportamento dos compostos químicos no ambiente, bem como os possíveis efeitos causados em diferentes níveis de organização biológica.

Mais recentemente, NEWMAN *et al.*, (2002), definiu a Ecotoxicologia como a ciência dos contaminantes e seus efeitos sobre os constituintes da biosfera, incluindo o homem. Dentre os estudos ecotoxicológicos, os ensaios de toxicidade são utilizados para uma variedade de aplicações, tais como: regulação sobre o desenvolvimento, manufatura e comercialização de produtos químicos, registro de produtos para atender as exigências legais, avaliação de risco ambiental, subsidiar o estabelecimento de valores para os critérios de qualidade de água e sedimento, regulação de limites máximos permissíveis para efluentes e substâncias químicas, como abordagem integrante de programas de monitoramento ambiental, avaliar a eficiência de sistemas de tratamento de efluentes, entre outras (ABESSA, 2002).

Os ensaios de toxicidade são baseados no reconhecimento de que as respostas dos organismos vivos à presença (exposição) de agentes tóxicos são dependentes das concentrações (nível de exposição) de tais agentes. Com este princípio em mente, os testes de toxicidade aquática são planejados para descrever uma relação concentração x resposta. Ensaios agudos de toxicidade são geralmente planejados para avaliar a relação concentração x resposta para a sobrevivência de algum organismos, enquanto que os ensaios crônicos avaliam efeitos subletais como o crescimento, reprodução e comportamento (HOFFMAN *et al.*, 2002).

Os resultados dos ensaios de toxicidade podem ser expressos como Concentração Letal (CL), Concentração Efetiva (CE). Para avaliação de efeito agudo são frequentemente empregados resultados que considerem o que ocorre com 50% dos organismos CL50 e a CE50. Ao final de um ensaio de toxicidade crônica estimam-se os efeitos do agente na reprodução, no

crescimento e/ou na sobrevivência de uma espécie por um período de tempo prolongado. Com esse tipo de ensaio, estima-se a maior concentração que não causa efeito aos organismos teste (CENO) e a menor concentração que causa efeito estatisticamente significativo nos organismos-teste (CEO). Os valores numéricos de toxicidade aguda e crônica, expressos como CL50, CE50, CENO e CEO, exprimem uma relação inversa à toxicidade, ou seja, menores valores numéricos indicam maiores toxicidades.

No Brasil, as primeiras iniciativas em termos metodológicos na área de Ecotoxicologia ocorreram em 1975, com a participação da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) em um programa internacional de padronização de ensaios de toxicidade aguda com peixes, organizado pelo Comitê Técnico de Qualidade das Águas. Como consequência disso, foram desenvolvidos e adaptados vários métodos de ensaios de toxicidade aguda e crônica de curta duração, utilizando diferentes espécies e grupos de organismos para avaliação da poluição hídrica (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

Atualmente, diversos métodos de ensaios de toxicidade já estão bem estabelecidos, sendo alguns padronizados nacional e internacionalmente por associações ou organizações de normalização, como por exemplo: a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *American Water Works Association (AWWA)*, *International Organization Standardization (ISO)*.

1.4.1 Ensaios de Toxicidade Aguda

O ensaio de toxicidade aguda pode ser definido como aquele que avalia os efeitos, em geral severos e rápidos sofridos pelos organismos expostos ao agente químico em um curto período de tempo, geralmente de um a quatro dias (BIRGE *et al.*, 1985). Usualmente os critérios de avaliação são a mortalidade e a imobilidade dos organismos-teste. Em geral, observa-se a mortalidade para peixes e imobilidade para invertebrados. Esses critérios são facilmente determinados e têm significado biológico e ecológico para o ambiente (VANLEEuwEN, 1988). As avaliações de efeito agudo são importantes para evidenciar os efeitos letais em curtos intervalos de tempo,

fornecendo dados fundamentais para o desenvolvimento e adoção de critérios para melhoria da qualidade ambiental (FONSECA, 1991).

1.4.2 Ensaio de Toxicidade Crônica

Em geral, a exposição dos organismos ao agente químico em níveis subletais, pode não levar a morte do organismo, mas pode causar distúrbios fisiológicos. Esses efeitos não são detectados em testes de toxicidade aguda, sendo necessário o uso do teste de toxicidade crônica, que permite avaliar os efeitos adversos. Normalmente são empregadas nos estudos para avaliação de efeitos crônicos, fases mais sensíveis do ciclo de vida dos organismos-teste, tais como: embrionária e larval (VANLEEJWEN, 1988). Os ouriços e as ostras têm sido utilizados em ensaios de toxicidade crônica, com base na verificação de que a fertilização e o desenvolvimento larval são fases críticas para o crescimento normal do organismo e são sensíveis para detectar poluentes em ambientes marinhos. Os ensaios consistem na exposição de embriões dos organismos a várias concentrações de uma amostra líquida durante 24-36 horas, a fim de determinar a concentração que causa retardamento no desenvolvimento embriolarval ou a ocorrência de anomalias nos organismos expostos (ZAGATTO e BERTOLETTI, 2006).

1.4.3 Seleção dos Organismos-teste

Vários critérios devem ser considerados na seleção de organismos para ensaios de toxicidade, em função da variedade e sensibilidade das espécies:

- a) Espécies amplamente disponíveis e abundantes devem ser consideradas;
- b) Sempre que possível, as espécies devem ser estudadas para que possam representar o ecossistema e receber o impacto;
- c) Espécies de importância comercial e ecológica devem ser incluídas;
- d) Espécies devem ser passíveis de manutenção e cultivo em laboratório, de modo a facilitar a realização dos ensaios de toxicidade aguda e crônica;
- e) Conhecimento da biologia e ecologia das espécies.

A realização dos ensaios de toxicidade com organismos aquáticos depende da disponibilidade dos mesmos. Há três modos de se obter organismos: a coleta em ambientes naturais, a aquisição através de produtores especializados e o cultivo em laboratório (DOMINGUES & BERTOLETTI, 2006).

Uma ampla gama de organismos é utilizada em ensaios laboratoriais, sendo que os principais grupos são: as bactérias, as microalgas, os microcrustáceos, os equinóides, os moluscos e os peixes. Com os oceanos cobrindo 70% da superfície da terra e contendo uma vasta diversidade de plantas e animais nas regiões costeiras, tornam-se essenciais para a humanidade e para a preservação da vida aquática, avaliações ecotoxicológicas dos agentes químicos em organismos marinhos, visando o controle das fontes poluidoras (WARD, 1995).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água do canal de drenagem que desemboca na praia do Guaiuba (Guarujá – SP), bem como uma possível interferência na qualidade da água do mar, através de análises físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba, por meio de análises dos parâmetros físico-químicos (pH, Salinidade, Oxigênio dissolvido e temperatura, Amônia, Nitrito, Nitrato, Sulfeto, Surfactantes Aniônicos, Fosfato);
- Avaliar a qualidade da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba, por meio de ensaios de toxicidade aguda e crônica, empregando embriões de ouriço-do-mar (*Lytechinus variegatus*);
- Avaliar a qualidade da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba, por meio de análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*);
- Realizar uma abordagem integrada, empregando as linhas de evidências contempladas neste estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

Foram realizadas 07 (sete) campanhas contínuas mensalmente no período de janeiro a julho de 2014, contemplando o verão (chuva) e o inverno (estiagem). Foram definidos quatro pontos (P1, P2, P3 e P4) para amostragem da água do canal e três pontos (P5, P6 e P7) para água da praia (Tabela 3).

Durante a coleta das amostras, foi utilizado um recipiente de alumínio com corda de nylon. O material coletado foi transferido para o recipiente de vidro, devidamente identificado. Para cada ponto foi destinado uma garrafa de vidro âmbar esterilizada com volume de 1 litro, tampa de rosca, ocupando todo o volume do frasco com água, perfazendo um total de sete garrafas (Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, CETESB e ANA, 2012).

Após a coleta, os frascos foram acomodados em caixa térmica com gelo e levados para o laboratório. Em todos os ensaios, as análises das amostras foram realizadas no mesmo dia da coleta. A (Figura 2) apresenta o mapa da praia do Guaiuba, Guarujá – SP, com a identificação dos pontos onde foram feitas as coletas das amostras para análises deste trabalho.



Figura 2. Pontos de coletas da praia do Guaiuba, Guarujá – SP
(www.guaruja.com.br).

A tabela 3 apresenta a localização geográfica dos pontos de amostragem.

Tabela 3. Pontos de coletas (localização geográfica) do Guaiuba - SP.

Local da amostragem	Ponto de coleta	Coordenadas Geográficas
Av. Humberto Prieto Perez com Ariovaldo Reis	Ponto 01 água do canal	24° 00' 52,76"S 46° 17' 14,18"O
Final da Rua Ariovaldo Reis com a praia do Guaiuba	Ponto 02 água do canal	24° 01' 07,03"S 46° 17' 21,56"O
No meio da praia do Guaiuba onde o canal deságua	Ponto 03 água do canal	24° 01' 03,66"S 46° 17' 30,08"O
Final da praia, lado direito para quem está de frente para o mar	Ponto 04 água do canal	24° 00' 56,26"S 46° 17' 39,96"O
Final da praia, lado esquerdo de quem está de frente para o mar	Ponto 05 água da praia	24° 01' 10,80"S 46° 17' 26,42"O
Meio da praia do Guaiuba para quem está de frente para o mar	Ponto 06 água da praia	24° 01' 06,38"S 46° 17' 32,90"O
Final da praia, lado direito para quem está de frente para o mar	Ponto 07 água da praia	24° 00' 57,67"S 46° 17' 42,96"O

Na tabela 4, encontra-se o sumário de análises realizadas em cada campanha. Não foi possível realizar todas as variáveis nas sete campanhas, por falta de organismos teste.

Tabela 4. Descrição das análises realizadas em cada campanha.

Variáveis	Campanhas (2014)						
	23/01	18/02	20/03	02/04	29/05	17/06	03/07
Fertilização			X	X	X	X	X
Embriolarval	X	X	X	X	X	X	X
<i>E. coli</i>					X		
C. totais					X		
Amônia				X	X		
Nitrito					X		
Nitrato					X		
Sulfeto					X		
Surfactantes					X		
Fosfato					X		

2.2 Manutenção e cultivo de organismos-teste

A escolha do ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus* (Figura 3) como espécime para estudo de toxicidade, é fundamentado pela facilidade de captura e manutenção; pelo tamanho pequeno; pelo alto número de gametas produzidos; por ser uma espécie abundante no litoral brasileiro e ter uma distribuição cosmopolita (da Carolina do Norte – Estado Unidos até o Rio Grande do Sul – Brasil), bem como por sua extensa utilização como objeto de estudo em avaliações ecotoxicológicas (LAMARCK, 1816; USEPA, 1994; GOMES & GOMES, 2005; PUSCEDDU *et al.*, 2007; BARBOSA, 2013; ABNT, 2012). Os exemplares de ouriço-do-mar foram coletados através de mergulho livre na costa de São Sebastião – SP. No mesmo local, isento de contaminação, foram coletadas algas para a alimentação diária dos espécimes. O transporte foi feito em uma caixa térmica recoberta com algas do gênero *Ulva sp.* Até a chegada ao laboratório, os ouriços foram lavados com água do mar, para retirar as impurezas e foram mantidos em tanque-aquário (Figura 4) com água do mar e forte aeração até o momento da realização dos ensaios.

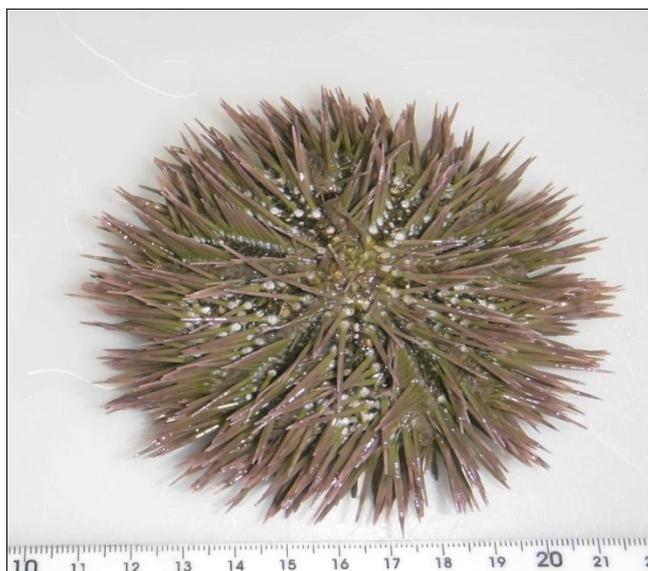


Figura 3. Ouriço-do-mar – *Lytechinus variegatus*.



Figura 4. Tanque-aquário com *Lytechinus variegatus*.

2.3 Metodologia Analítica - Análises Químicas

Amônia, Nitrito e Nitrato, são conhecidos como nutrientes inorgânicos dissolvidos (NID). Esses nutrientes são substâncias químicas essenciais ao crescimento de organismos fotossintetizantes (BEGON *et al.*, 2007).

2.3.1 Amônia

A concentração de amônia foi determinada como nitrogênio amoniacal pela metodologia volumétrica 4500-D, com destilação preliminar como descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999). 500 mL da amostra foram tamponados em pH 9,5 com 25 mL de tampão de borato. Em seguida, a amostra foi destilada e o nitrogênio amoniacal foi coletado em 50 mL de uma solução absorvente de ácido bórico. O destilado é titulado com o uso de um indicador colorido utilizando uma solução de H₂SO₄ 0,02 normal. As análises de nitrogênio amoniacal foram realizadas no laboratório de Ecotoxicologia da Universidade Santa Cecília.

2.3.2 Nitrito e Nitrato

Nitratos e nitritos foram determinados pelo método do N-(1-naftil) – etilenodiamina (NTD), adaptado do Standard Methods 21^a ed. 4500 B, 4-118 (2005), através da utilização de kits adquiridos do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil). As determinações foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM[®], modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 535nm.

Os teores de nitrogênio-nitrato (N-NO_3^-) das amostras foram calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de nitrato (Alfakit), com concentrações que variaram de 0,3125 a 10 mg.L^{-1} , utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

Os teores de nitrogênio-nitrito (N-NO_2^-) das amostras foram calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de nitrito (Alfakit), com concentrações que variaram de 0,0156 a 0,5 mg.L^{-1} , utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

2.3.3 Sulfeto

Sulfeto foi determinado pelo método do N-(1-naftil)–etilenodiamina (NTD), adaptado do Standard Methods 21^a ed. 4500 B, 4-118 (2005), através da utilização de kits adquiridos do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil). As determinações foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM[®], modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 535nm, utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

2.3.4 Surfactantes Aniônicos

A determinação de surfactantes foi realizada por metodologia adaptada do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*²¹ ed. 3500 B, 3-58 (APHA, 2005), através da utilização de Kit adquirido do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil) Os surfactantes aniônicos foram determinados como compostos que reagem com o azul de metileno em condições especificadas (MBAS – *Metilene Blue Active Substances*), sendo suas concentrações relativas ao sulfonato de alquil benzeno de cadeia linear (LAS), que é utilizado como padrão na análise, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM®, modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 650 nm. Os resultados dos teores de surfactantes das amostras foram expressos como MBAS (mg.L^{-1}), e calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de LAS, com concentrações que variaram de 0,3125 a 5 mg.L^{-1} , utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

2.3.5 Fosfato

A determinação de Fosfato dissolvido foi realizada pelo método Azul de molibdênio, através da utilização de kit adquirido do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil). As determinações foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM®, modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 650 nm. Os resultados dos teores de fosfato das amostras foram calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de Fosfato (Alfakit), com concentrações que variaram de 0,3125 a 10 mg.L^{-1} , utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

2.4 Coleta e Acondicionamento de Amostras

A coleta e o preparo da água empregada nos ensaios de toxicidade com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, foi coletada na Iha das Palmas, na cidade de Guarujá – SP. Após a coleta, a água foi filtrada em uma membrana de 0,45 μm , para eliminar microrganismos e sedimentos. Também foi feito uso da

mesma água para manter a sobrevivência dos organismos em laboratório, conservando os parâmetros físico-químicos (pH, oxigênio dissolvido (OD), temperatura e salinidade), em condições adequadas. A qualidade da água do aquário foi verificada a cada dois dias, pH entre 7,6 a 8,2, temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, aeração constante, alimentação a cada dois dias com algas, e quando necessário foi realizada troca parcial da água do aquário (PUSCEDDU *et al.*, 2007). De acordo com a ABNT/NBR 15350/2012, a água natural utilizada nos ensaios para avaliação de efeito agudo e crônico realizados com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, foi filtrada com auxílio de um suporte de filtração em membrana de celulose Millipore de $0,22\ \mu\text{m}$ (Figura 5).

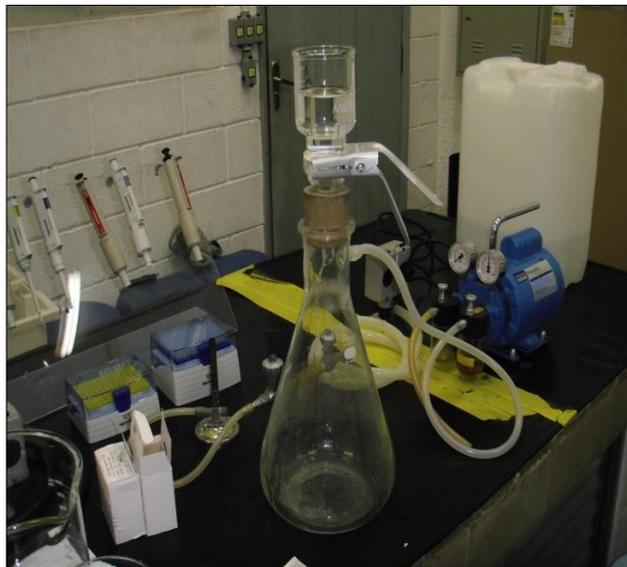


Figura 5. Suporte para filtração da água com membrana de celulose.

2.5 Ensaios de toxicidade

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Ecotoxicologia da Universidade Santa Cecília - UNISANTA, que possui credenciamento pelo INMETRO na norma ISO/IEC 17025, para o ensaio de avaliação de efeito crônico com *Lytechinus variegatus* (Embriolarval).

2.5.1 Análises Físico-químicas

Análises físico-química (pH, temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade), foram realizadas nas amostras da água, de diluição em todas as concentrações inicial, final e nos controles de todos os testes, a fim de verificar se as condições de teste permaneceram dentro dos padrões mínimos aceitáveis para o *Lytechinus variegatus*, segundo ABNT NBR15350/2012.

As medidas de salinidade foram realizadas com o uso de um refratômetro direto, utilizando equipamento da marca Unity, modelo 512 – ATC (Figura 6). O aparelho foi calibrado com água destilada no momento do uso e o resultado foi lido no próprio equipamento e expresso em partes por mil (‰). Nos pontos de coletas da água do canal P1, P2, P3 e P4 no momento da coleta, a salinidade era zero e foi ajustado para 32 o teor de salinidade com sal *Coral Red Sea* no início dos testes no laboratório.



Figura 6. Refratômetro utilizado para as medidas de salinidade.

A determinação do pH foi feita utilizando um medidor de pH da marca Micronal, modelo B-474 (Figura 7), equipado com eletrodo combinado de vidro modelo SC- 09, calibrado com as soluções-tampão 6,86 e 9,18 no momento do uso. Os resultados indicados em uma escala de 0 a 14 (APHA, 1999). O pH define o caráter ácido, básico ou neutro de uma amostra. Sua influência nos ecossistemas aquáticos ocorre diretamente sobre os aspectos fisiológicos dos organismos (VON SPERLING, 2005).

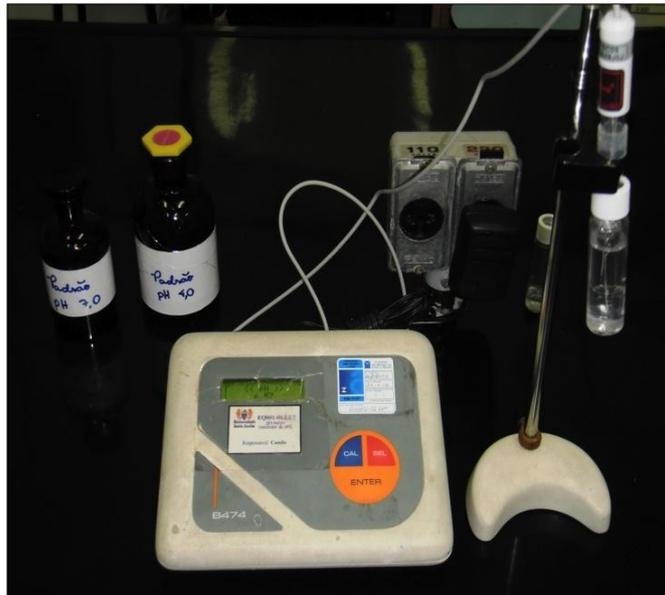


Figura 7. Equipamento Micronal para análise do potencial Hidrogeniônico.

O teor de oxigênio dissolvido (OD) e a temperatura foram conferidos com um aparelho de da marca WTW, modelo 315i (Figura 8). Nos registros da redução do oxigênio dissolvido, a possibilidade mais plausível seria presença de materiais orgânicos procedentes de esgotos domésticos. A Resolução CONAMA 357/2005, estabelece limite em função da faixa ideal de oxigênio para a manutenção da vida aquática. O nível ideal de oxigênio dissolvido deve ser maior ou igual a 5,0 mg/L.

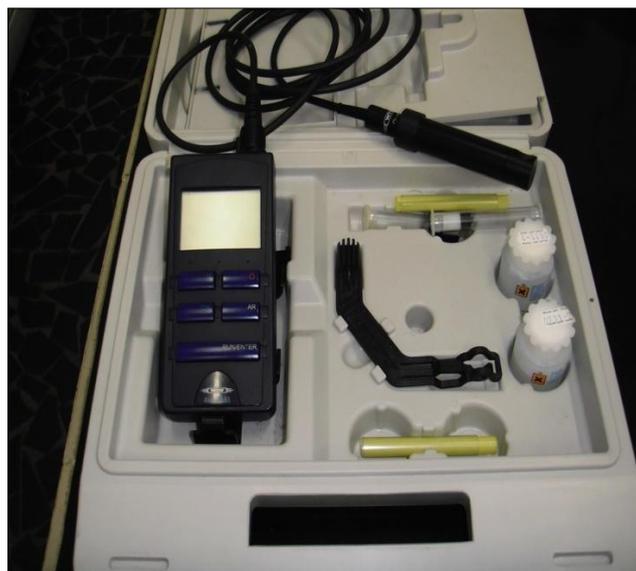


Figura 8. Equipamento medidor de oxigênio dissolvido, WTW, modelo 315i.

2.5.2 Ensaio para Avaliação de Efeito Agudo (Fertilização) com *Lytechinus variegatus*

Este método de ensaio seguiu o protocolo da USEPA (1991), desenvolvido para avaliação da toxicidade aguda e crônica em efluentes e corpos receptores marinhos e estuarinos com diferentes organismos representantes destes ecossistemas. O presente estudo foi realizado através do ensaio com embriões de ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*.

O método consiste na exposição de espermatozoides de ouriço-do-mar, por um período de 1 hora, a diferentes concentrações de uma substância química e/ou amostras ambientais. Após este período, a solução contendo óvulos é adicionada aos frascos-teste. Vinte minutos após a adição dos óvulos, o ensaio é encerrado com a adição de 0,5 mL de formol tamponado com bórax em todas as réplicas.

A técnica de indução de liberação dos gametas utilizada neste ensaio seguiu o método descrito na norma técnica ABNT/NBR 15350 (2012). No entanto, neste método é importante estabelecer uma proporção espermatozoide/óvulo que propicie uma taxa adequada de fertilização (80% - 100%) no controle do ensaio. Para isso, após a liberação dos gametas, foram seguidos os procedimentos descritos no protocolo USEPA (1991).

No caso dos espermatozoides, o volume liberado por 03 (três) machos foi acondicionado em um béquer seco envolto com gelo. A partir deste volume, foram preparados diferentes diluições (1:50, 1:100, 1:200 e 1:400) em água do mar filtrada em membrana de 0,45 μ de modo a obter uma concentração de 5×10^7 espermatozoides/mL.

Os óvulos liberados por três fêmeas foram coletados em frascos separados e decantados. Os óvulos viáveis (redondos, lisos e de tamanho homogêneo), foram filtrados em malhas de 350 μ m para um mesmo béquer, avolumados para 600 mL com água do mar, decantados e então lavados por três vezes. A concentração ideal é de 2.000 óvulos/mL.

Após o período de exposição dos espermatozoides, a solução de óvulos foi homogeneizada e uma alíquota de 1mL, adicionada em todas as réplicas do

ensaio. Em seguida foram aguardados 20 (vinte) minutos a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ quando o ensaio foi encerrado com a adição de 0,5 mL de formol tamponado com bórax.

Para realização da leitura do ensaio, foi utilizado um microscópio óptico da marca Meiji, com o auxílio de uma câmara de *Sedgwick-Rafter*, foram contados os 100 (cem) primeiros ovos. Em uma planilha foram anotados os números de óvulos fertilizados (identificados pela membrana de fecundação) e de óvulos não fertilizados. A tabela 5 apresenta um resumo das condições para a realização do ensaio de fertilização.

Tabela 5. Condições para realização dos ensaios de toxicidade com *L. variegatus* (Fertilização).

Parâmetros	Condições
Temperatura	$25\pm 2^{\circ}\text{C}$
Salinidade	30 a 36 unidades
Fotoperíodo	-
Água de diluição	Água marinha natural ou reconstituída
Sistema do ensaio	Estático
Duração do ensaio	1 h e 20 minutos
Recipiente-teste	Tubo de ensaio com capacidade para 15 mL
Volume das soluções-teste	10 mL
Número de réplicas por diluição	4
Número de organismos por réplicas	Aproximadamente 5×10^7 células espermáticas e 2.000 óvulos por frasco-teste.
Idade do organismo-teste	Gametas de ouriço-do-mar recém liberados
Efeito observado	Taxa de fertilização
Validade do ensaio	De 70% a 90% de fertilização no controle
Alimentação	Sem
Expressão do resultado	CENO, CEO, CI50

2.5.3 Ensaio de Toxicidade Crônico de Desenvolvimento (Embriolarval) de Curta Duração com *Lytechinus variegatus*

O ensaio de toxicidade crônico de curta duração (24h), foi realizado com ouriço-do-mar *Lytechinus variegatus*, seguindo a metodologia proposta por NILIN *et al.*, (2008), que adaptou o método da ABNT/NBR 15350(2012), utilizando volume amostral de 2,5 mL. Os exemplares de ouriço-do-mar (Figura 3) utilizados neste estudo foram coletados através de mergulho livre na costa de São Sebastião – SP. Após os ensaios, os indivíduos foram devolvidos ao seu habitat natural.

Para a obtenção dos gametas necessários à realização dos ensaios de toxicidade, os ouriços foram inicialmente estimulados com pulsos elétricos de 35 volts na face aboral dos organismos para a verificação do sexo do animal, em seguida, foi aplicada uma injeção de KCl 0,5 molar na região perioral do ouriço. Com a utilização de uma pipeta de ponta fina, foi retirada uma sub-amostra de óvulos de cada fêmea (três fêmeas utilizadas em cada ensaio), identificados por sua coloração amarelo-alaranjados. As fêmeas foram apoiadas sobre as bordas de béqueres de 600 mL, com a superfície aboral voltada para baixo com água de diluição à temperatura do ensaio (Figura 9).

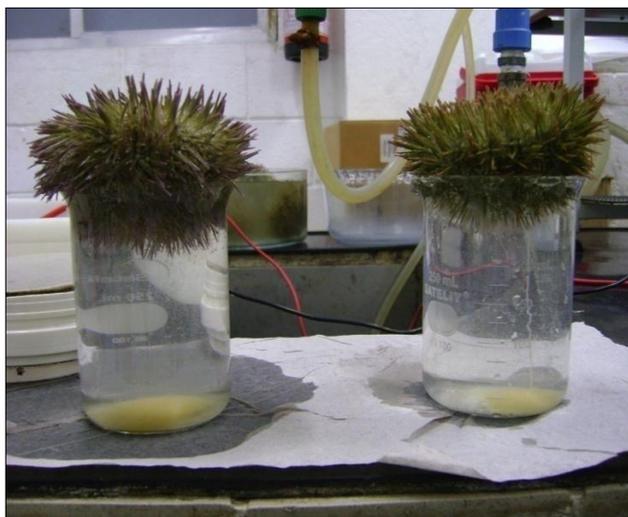


Figura 9. Fêmeas de *Lytechinus variegatus* liberando os óvulos.

Foi verificada a viabilidade dos óvulos em microscópio óptico comum, avaliando-se quanto ao seu formato (arredondado é desejável e inexistência de micrúpila), superfície (desejável superfície lisa) e homogeneidade de tamanho.

Após a sedimentação dos óvulos nos três recipientes, as soluções foram filtradas em malha de 350 μm para um mesmo béquer, com o objetivo de reter espinhos e fezes que podem ser liberados juntamente com os gametas. Após este procedimento, foi acrescentada à solução de óvulos água de diluição, elevando o volume para 600 mL.

Os espermatozoides identificados pela sua cor branca foram coletados com auxílio de uma pipeta Pasteur de ponta fina diretamente dos gonóporos (Figura 10) e acondicionados em um béquer seco de 25 mL, envolto com gelo, sem que os espermatozoides entrassem em contato com água (Figura 11), até o início dos experimentos.



Figura 10. Coleta de espermatozoides de *Lytechinus variegatus*.

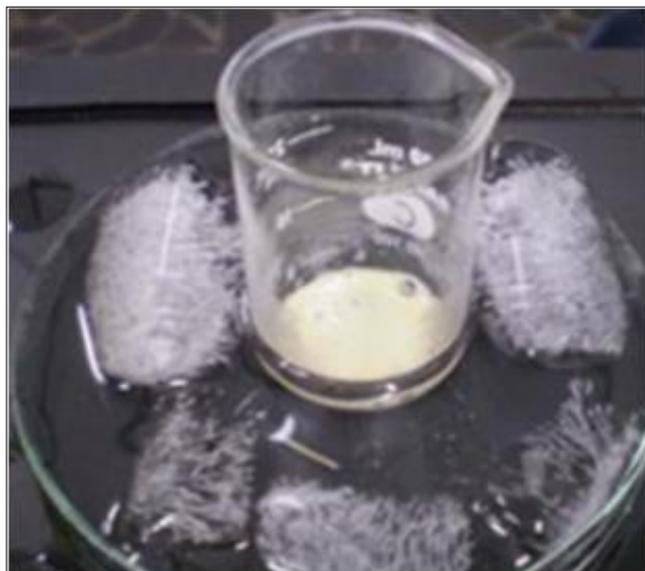


Figura 11. Espermatozoides de *Lytechinus variegatus* acondicionados em um béquer envolto com gelo.

No momento da fecundação foi preparada uma solução na proporção de 0,5 mL de espermatozoide para 25 mL de água de diluição. Esta solução foi misturada de modo a proporcionar a dissolução de possíveis grumos. Em seguida, foi acrescentado um volume de 1 mL a 2 mL da solução de esperma ao recipiente contendo os óvulos, agitando-o por um período de 10 minutos. Alíquotas de 1mL (n= 3) foram então extraídas desta suspensão para quantificação do número de zigotos (identificados pela membrana de fecundação a sua volta).

Esta contagem foi realizada sob microscópio óptico comum e com o auxílio de uma câmara de *Sedgwick-Rafter*. O intuito deste procedimento foi de avaliar o sucesso da porcentagem de fecundação (mínimo de 80% de óvulos fecundados para validação do ensaio). O procedimento de contagem dos ovos nas três sub-amostras, possibilitaram a obtenção da média do número de ovos e o cálculo do volume da solução a ser adicionado nos tubos-teste a fim de que cada tubo contivesse 300 ovos. Os ensaios foram compostos por quatro réplicas para cada diluição e quatro réplicas por controle da água de diluição. O volume adicionado nos recipientes-teste não ultrapassou 1% do volume da solução teste, este é um critério a ser respeitado.

Após o período de exposição, os testes foram mantidos em câmara incubadora com temperatura entre $25\pm 2^{\circ}$ C e fotoperíodo (12/12h) até o seu final. O encerramento do teste ocorreu após 24 a 28 horas, quando pode ser retirada uma alíquota do controle, para verificar se pelo menos 80% das larvas atingiram o estágio de *pluteus* (critério de aceitabilidade do ensaio), com braços de comprimento no mínimo igual ao comprimento do corpo da larva. Sendo assim, o ensaio foi encerrado adicionando em todas as réplicas 0,5 mL de formol tamponado com bórax.

A leitura do ensaio considerou os embriões anômalos e os normais, até a contagem atingir no total 100 larvas. Em todos os ensaios foram feitas as análises físico-químicas iniciais e finais (oxigênio dissolvido, temperatura, pH e salinidade). A tabela 6 apresenta um resumo das condições para a realização do ensaio embriolarval.

Tabela 6. Condições para realização dos ensaios de toxicidade com *L. variegatus* (Embriolarval).

Parâmetros	Condições
Temperatura	24±2°C
Salinidade	30 a 36 unidades
Fotoperíodo	12 a 16 horas de luz
Água de diluição	Água marinha natural ou reconstituída
Sistema do ensaio	Estático
Duração do ensaio	24 a 28 h
Recipiente-teste	Tubo de ensaio com capacidade para 15 mL
Volume das soluções-teste	10 mL
Número de réplicas por diluição	4
Número de organismos por réplicas	30 organismos por mililitro
Idade do organismo-teste	Ovos recém fecundados
Efeito observado	Atraso ou anormalidade no desenvolvimento embriolarval
Validade do ensaio	Mínimo de 80% de larvas pluteus normais nos controles
Alimentação	Sem
Expressão do resultado	CENO, CEO, CI50

2.6 Análises Estatísticas

As médias, os desvios-padrão, foram obtidos utilizando-se o programa Microsoft Excel[®] for Windows[®] versão 2007. As análises estatísticas foram realizadas quanto à normalidade e a homogeneidade de variância pelos métodos Chi-quadrado e Bartlett, respectivamente. Posteriormente os dados foram submetidos ao teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

2.7 Indicadores Microbiológicos de Poluição Fecal

Para a determinação de *Escherichia coli* e Coliformes totais nas amostras, foi adotada a técnica da filtração em membrana com modificação recomendada pela CETESB (2007). As amostras do material coletado nos 7 pontos deste estudo, foram colocadas em béqueres devidamente identificados e levados para o laboratório de Biologia da UNISANTA. As análises foram realizadas em triplicatas.

As amostras coletadas foram homogeneizadas 25 vezes, inclinando-se o frasco de modo a formar um ângulo de 45° entre o braço e o antebraço e com o auxílio de uma pipeta estéril, foram transferidos 5 mL para um frasco contendo 45 mL de uma solução de diluição estéril (**Anexo A**). A partir da diluição anterior, transferiu-se 1 mL para um novo frasco contendo 99 mL de solução de diluição estéril, obtendo-se a diluição final de 1000 vezes a partir da amostra inicial, em seguida, transferiram-se 10 mL para um novo frasco contendo 90 mL de solução de diluição estéril.

Após todo o procedimento de diluição, o volume total do último frasco foi filtrado através de membrana estéril reticulada com porosidade de 0,45 µm, sendo as mesmas dispostas com o auxílio de uma pinça estéril para uma placa de Petri contendo o meio de cultura Ágar Biochrome Coliformes (Biolog), obedecendo aos cuidados de assepsia e a cada filtração, o porta-filtro foi lavado com água de diluição estéril.

O meio de cultura utilizado no ensaio trata-se de um meio cromogênico, que permite uma rápida identificação e enumeração simultânea de *E. coli* e outros coliformes, onde a diferenciação é realizada a partir da coloração das colônias (MANAFI, 1996). Após as filtrações, as placas contendo o meio de cultura e a membrana foram incubadas a $35 \pm 0,5$ °C foram incubadas durante 22 a 24 horas. Após este tempo, efetuou-se a contagem das colônias típicas de Coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os resultados foram expressos como:

- Unidades Formadoras de Colônias (UFC) / 100 mL.
- Equação:

$$\text{UFC} / 100 \text{ ml} = \frac{\text{NTC} \times \text{DE} \times 100}{\text{VFA}}$$

Sendo:

UFC: unidade formadora de colônia;

NTC: número total de colônia;

DE: diluição empregada;

VFA: volume filtrado da amostra (mL)

2.8 Análises de Fatores

Os dados de contaminação e toxicidade foram avaliados, empregando-se o método de Análise de Fatores (FA), com extração das variáveis pela Análise de Componentes Principais (PCA).

No conjunto de dados foram considerados os parâmetros de toxicidade agudo e crônico, os parâmetros de efeito microbiológico e os de análises químicas dos testes com ouriço (apenas na 5ª campanha).

A análise de fatores foi realizada a partir de uma matriz na qual as variáveis foram padronizadas e os autovetores rotacionados, empregando o procedimento *varimaxnormalized*.

Todas as análises foram realizadas utilizando a opção MULTIVARIATE EXPLORATORY TECHNIQUES, seguido pela Análise de Fatores do software STATISTICA® (Stat Soft, Inc. 2001; versão 6), da qual foram extraídos os fatores principais, sendo considerados os autovalores (*eigenvalues*) acima de 1, de acordo com o critério de Kaiser (HAKSTIANET *et, al.*, 1982). O nível de corte para selecionar as variáveis incluídas nestes fatores (*loadings*) foi de 0,40, conforme proposto por Tabachinic e Fidell (1996).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho tiveram como finalidade a verificação dos parâmetros físico-químicos, ensaios de toxicidade aguda (fertilização) e crônica (embriolarval) com *Lytechinus variegatus* e das análises microbiológicas *Escherichia coli* e Coliformes totais. Os resultados das análises foram comparados com o controle e com as análises físico-químicas, obtidos nos pontos de amostragem. Foram também comparados com os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para água doce do canal classe 02 (P1, P2, P3e P4). Nos pontos de coletas (P5, P6 e P7), os resultados obtidos nos ensaios tiveram como referência a Resolução CONAMA nº 274/2000, que define padrões de balneabilidade das águas das praias.

3.1 Resultados das Análises Químicas

3.1.1. Análises de Amônia

O elemento químico nitrogênio amoniacal pode ser encontrado no meio aquático na forma orgânica, como proteína e aminoácido e na forma inorgânica como amônia, nitrito e nitrato, gerados da decomposição dos seres vivos. Pelos resultados apresentados das amostras, pode-se observar que os pontos de coletas (P1, P2 e P3) estão com valores em desacordo com a resolução CONAMA 357/2005, cujo limite é de 3,7 mg/L, conforme a linha tracejada verde. Os pontos P5, P6 e P7 apresentam valores abaixo do que preconiza a legislação, cujo limite é de 0,40 mg/L, representado pela linha tracejada azul.

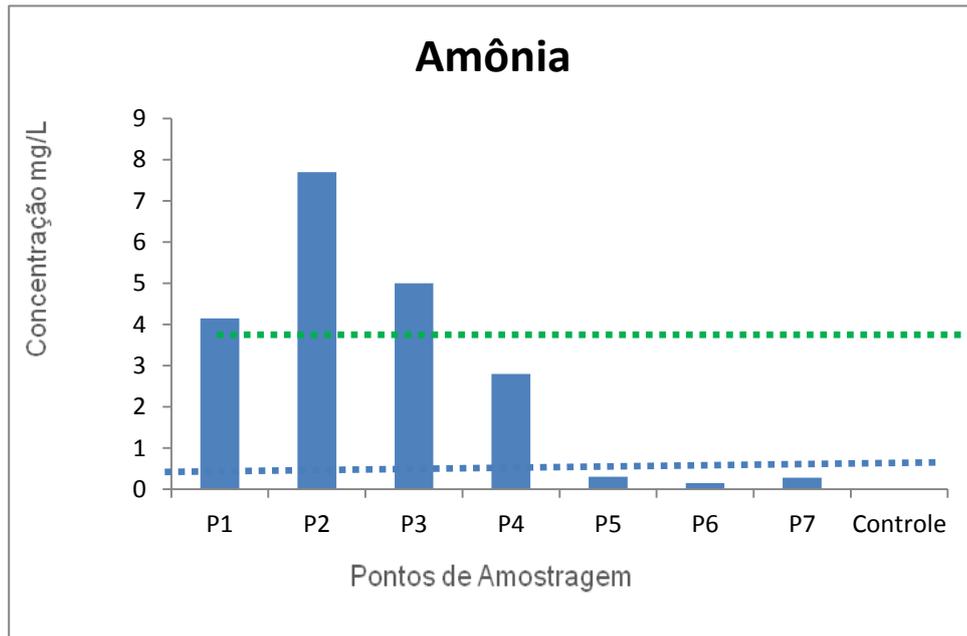


Figura 12. Apresenta os resultados das análises de Amônia dos Pontos P1 ao P7.

Os valores obtidos para água do canal foram P1(4,15), P2(7,70), P3(5,00), P4(2,80). Para água da praia foram P5(0,30), P6(0,15) e P7(0,28). Com os valores apresentados, obtivemos evidências de poluição por amônia em todos os pontos de coletas da água do canal de drenagem.

Segundo a CETESB (2012), a amônia provoca o consumo do oxigênio dissolvido das águas naturais. Este parâmetro pode ser um indicador de lançamento de efluentes orgânicos ou inorgânicos. Sendo assim, os baixos índices de OD, podem estar diretamente relacionados aos altos valores de amônia (ROVERI, 2013).

Estudos realizados nos canais de drenagem da cidade de Santos foram constatado como possíveis fontes de amônia, provenientes do lançamento clandestino de esgoto (AMBROZEVICIUS, 2010). Em seu estudo Braga (2000), relata como possível fonte de amônia, encontrada no interior dos canais de Santos, provenientes da introdução clandestina de esgoto. Na cidade de Fortaleza-CE, foi realizado um estudo de drenagem pluvial urbano por Renan Seas (2014), tanto na alta quanto na baixa pluviosidade, a porcentagem do registro de amônia é acima do preconizada pela CONAMA.

De acordo com Kubitza (1999), exposição aguda de amônia entre 0,70 e 2,40 mg/L pode ser letal para os peixes.

3.1.2 Análise de Nitrato

A Figura 13 apresenta os valores das análises do Nitrato, onde a CONAMA 357/2005 preconiza valores admissíveis para água doce no valor de até 10,0 mg/L e para água salinas valores de até 0,40 mg/L, que está representado no gráfico pela linha tracejada verde. De acordo com a legislação, os pontos P5, P6 e P7 estão com valores acima dos admissíveis. Os resultados encontrados demonstram os seguintes valores para os pontos de coleta: P1. (2,19), P2. (2,36) P3. (2,44), P4. (3,28), P5. (0,81), P6. (1,87) e o P7. (0,72).

No Município de Fortaleza, Renan SAES (2014), fez um estudo na malha de drenagem pluvial na zona costeira, os resultados apresentaram nitrato com valores acima dos preconizados pela legislação. Outro exemplo é a cidade de Santos no litoral paulista, que possui sete canais que recebem a drenagem do interior da cidade. Os estudos tem apresentado a existência de nitrato no interior dos canais (AMBROZEVICIUS & ABESSA, 2008). A figura 13 apresenta os valores obtidos nos sete pontos de coletas.

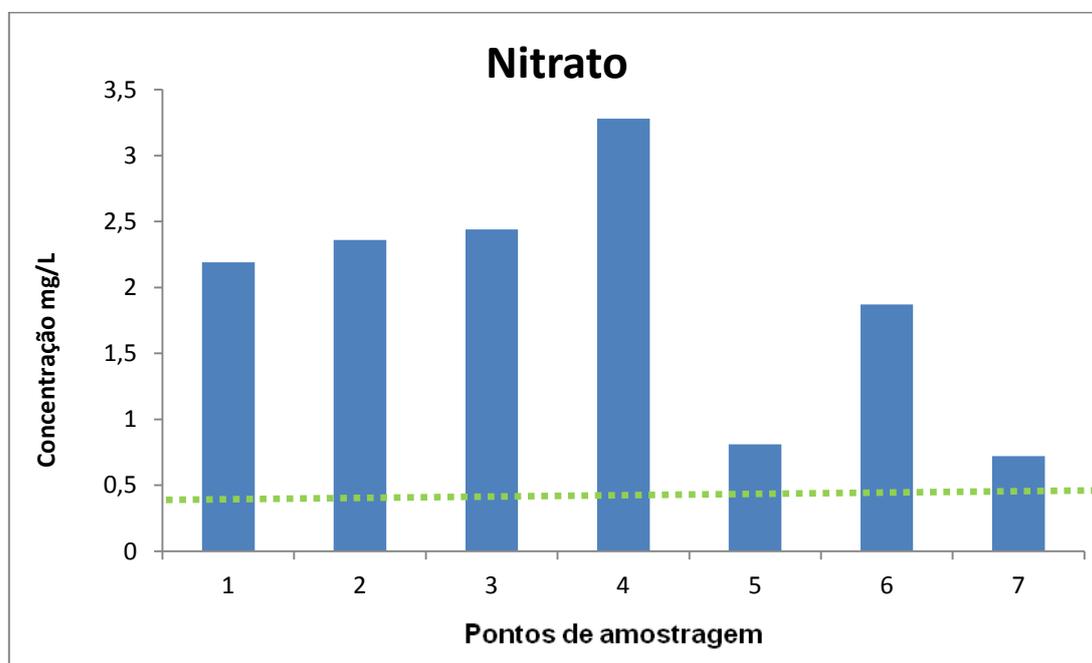


Figura 13. Apresenta os valores das análises de Nitrato dos pontos P1 ao P7.

3.1.3 Análise de Nitrito

Os valores das análises do Nitrito (figura 14), onde a CONAMA 357/2005 preconiza valores admissíveis para água doce de até 1,00, que está representado no gráfico pela linha tracejada azul. Para águas salinas, valores de até 0,07, estão representados no gráfico pela linha tracejada verde. Surpreendentemente nesta análise química, a água da praia apresentou valores de contaminação maiores do que as amostras do canal de drenagem, de acordo com a legislação vigente. Os resultados encontrados nas amostras, dos pontos de coleta foram: P1. (0,19), P2. (0,46), P3. (0,35), P4. (0,58), P5. (0,32), P6. (0,031) e o P7. (0,33). Resultados semelhantes foram obtidos no Município de Fortaleza por Renan SAES (2014), que realizou um estudo na malha de drenagem pluvial na zona costeira e os resultados apresentaram nitrito com valores acima dos preconizados pela legislação. Outro exemplo é a Cidade de Santos, litoral paulista, que possui sete canais que recebem a drenagem do interior da cidade e os estudos apresentou a existência de nitrito no interior dos mesmos (AMBROZEVICIUS & ABESSA, 2008). A figura 14 apresenta os valores obtidos nos sete pontos de coletas.

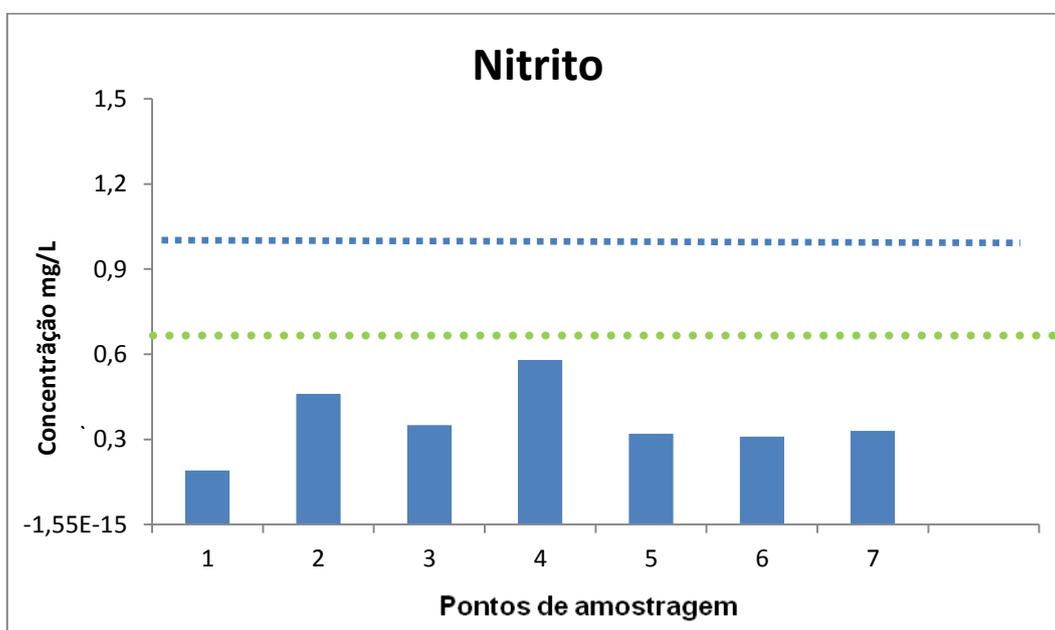


Figura 14. Apresenta os valores das análises de Nitrito dos pontos P1 ao P7.

3.1.4 Análise de Sulfeto de Hidrogênio

O sulfeto de hidrogênio, (Figura 15) é considerado um dos gases mais importantes, no que se refere a odores, pois está associado a mau cheiros (RODRIGUES, 2011). O sulfeto também é um sério problema de saúde, dependendo de sua concentração, acima de 700 ppm, o gás pode levar ao colapso e até a morte. Os resultados encontrados nas amostras, dos pontos de coleta foram: P1. (0,067), P2. (0,071), P3. (0,069), P4. (0,068), P5. (0,067), P6. (0,066) e o P7. (0,065).

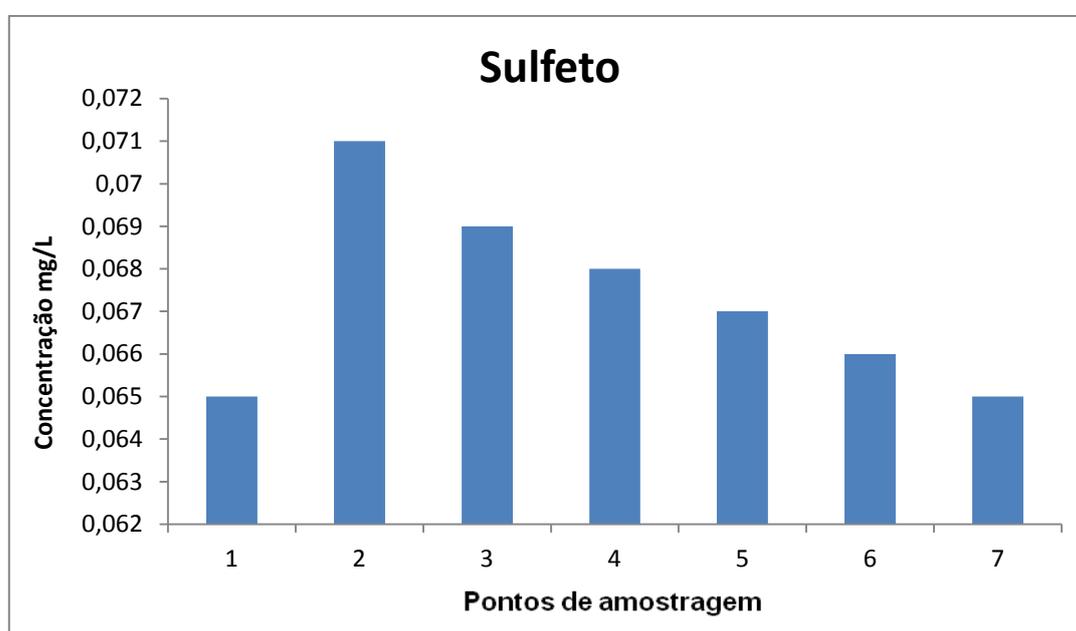


Figura 15. Apresenta os valores das análises de Sulfeto dos pontos P1 ao P7.

3.1.5 Análise de Surfactante Aniônico

Os surfactantes aniônicos são frequentemente encontrados em efluentes domésticos, bem como nos corpos hídricos receptores, isso porque são os mais utilizados nas indústrias e ambientes domésticos. Os valores obtidos nos ensaios, tanto das amostras das águas do canal, como da praia, apresentaram valores acima dos que são admissíveis pela CONAMA 357/2005, que é de 0,5 mg/L. Está representado no gráfico pela linha tracejada verde. De acordo com a CETESB (2013), os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de

surfactantes. Esses compostos podem ser um indicativo de poluição por esgoto doméstico. Os resultados encontrados nas amostras, dos pontos de coleta foram: P1. (3,02), P2. (2,86), P3. (1,14), P4. (2,03), P5. (0,95), P6. (0,80) e o P7. (0,93). Na praia da Enseada em Guarujá, Vinicius ROVERI (2013) em seu trabalho, apresentou valores de Surfactantes acima do que preconiza a legislação. Estudos têm demonstrado que a presença de surfactantes podem causar distúrbios, afetando organismos aquáticos (ROMANELLI, 2004).

A figura 16 apresenta os valores obtidos nos ensaios de surfactantes aniônicos.

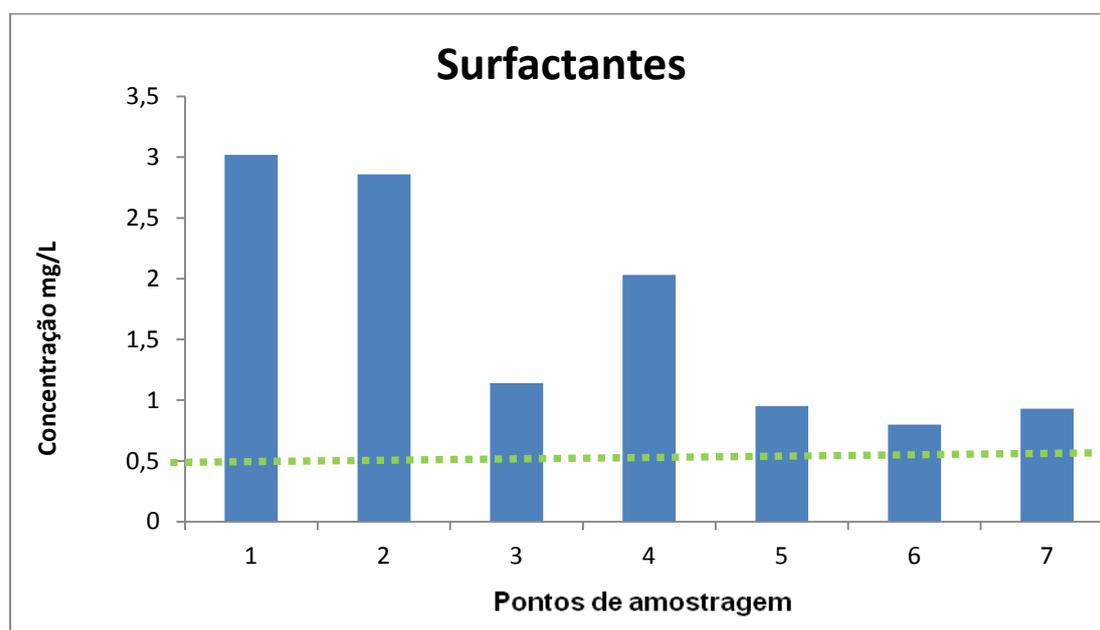


Figura 16. Apresenta os dados das análises de Surfactantes dos pontos P1 ao P7

3.1.6 Análise de Fosfato

A presença de fosfato (figura 17) no meio aquático é proveniente da existência de detergentes de uso doméstico. Pelos resultados obtidos, é possível observar que as amostras dos pontos de coleta P1 ao P4, estiveram acima do preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 é de 0,5 mg/L. Está representado no gráfico pela linha tracejada verde. Os resultados encontrados nas amostras, dos pontos de coleta foram: P1. (1,47), P2. (1,87), P3. (1,00), P4. (0,71), P5. (0,50), P6. (0,40) e o P7. (0,37). Dados semelhantes foram obtidos por Farias (2006) na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo, Paraíba.

Resultados similares foram obtidos na praia da Enseada em Guarujá (ROVERI, 2013).

A figura 17 apresenta os valores obtidos nos ensaios de Fosfato.

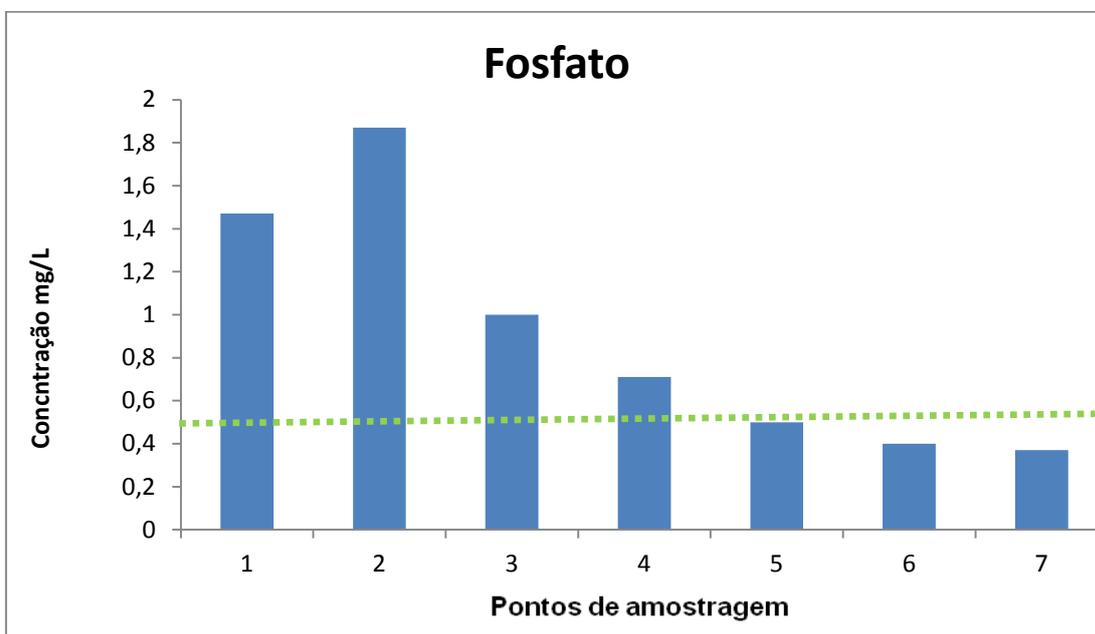


Figura 17. Apresenta os dados das análises de Fosfato dos pontos P1 ao P7.

3.2 Resultados dos Ensaio de Toxicidade

3.2.1 Análises Físico-Químicos: Parâmetros Limitantes

Como indicadores de qualidade da água, foram considerados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, salinidade, oxigênio dissolvido (OD) e temperatura. A Resolução CONAMA 357/2005, estabelece que o pH deve estar entre 6,0 e 9,0. Após a coleta das amostras, verificou-se que os valores obtidos não apresentaram grandes oscilações de pH inicial, com valores entre 8,10 e 8,42 e o final com valores entre 7,88 e 8,00, estando dentro da faixa preconizada pela Resolução CONAMA.

Tabela 07. Parâmetros físico-químicos, amostras coletadas na água do canal de drenagem. Pontos P1, P2, P3 e P4.

	Controle	100%	50%	25%	12,5%	6,25%
pH inicial	8,33	8,40	8,40	8,40	8,42	8,42
pH final	8,00	7,92	7,90	7,92	7,88	7,90
OD inicial	7,4	6,4	6,7	6,9	6,6	6,8
OD final	6,1	2,4	2,9	2,5	3,4	4,8
Sal inicial	32	32	31	32	31	31
Sal final	31	32	31	32	31	31
tep inicial	23	23	23	22,9	23	23
tep final	22,3	22,2	22,5	22,2	22,3	22,5

Valores expressos como média dos parâmetros inicial e final.

Tabela 8. Parâmetros físico-químicos das amostras apresentam os resultados do material coletado nos pontos P5, P6 e P7 (água da praia).

	Controle	100%	50%	25%	12,5%
pH inicial	8,20	8,22	8,10	8,18	8,19
pH final	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
OD inicial	7,5	6,2	6,0	6,4	6,4
OD final	6,2	3,0	4,1	5,0	6,1
sal inicial	31	32	32	31	31
sal final	31	31	31	31	31
tep inicial	22,8	22,7	22,8	22,8	22,8
tep final	22,5	22,2	22,1	22,2	22,1

Valores expressos como média dos parâmetros inicial e final.

A falta de oxigênio na água é detectada pela presença de bactérias aeróbias, que consomem o oxigênio existente na água. Este é um dos parâmetros que serve para explicar os valores numéricos do pH final menor. Desta forma, o pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes. Também se constitui em padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, tanto pela legislação federal quanto pela estadual. O controle (C) nas sete campanhas esteve com o pH na faixa de 8,25, dentro do valor estabelecido pela legislação.

O oxigênio dissolvido, a matéria orgânica biodegradável existente nas águas pode ser degradados por organismos decompositores presentes no meio aquático. Esta decomposição é feita por bactérias aeróbias que consomem o oxigênio existente na água. O nível de oxigênio dissolvido deve ser maior ou igual a 5,0 mg/L, conforme preconiza a Resolução CONAMA 357/2005.

Os resultados das análises apresentaram valores de oxigênio dissolvido (inicial) na faixa de 6,0 a 6,9, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Já o oxigênio dissolvido (final) que é conferido 24 horas após o início do ensaio, apresentaram valores abaixo da legislação, nos pontos de coleta do canal P1, P2, P3 e P4, com valores em torno de 2,4 nos 100% das amostras. Nos pontos de coleta da praia P5, P6 e P7, os valores ficaram em torno de 3,0 nos 100% das amostras. Em todas as análises o oxigênio dissolvido final esteve abaixo do que preconiza a CONAMA, evidenciando a presença de bactérias na água. O ponto de controle apresentou valor médio de 7,5.

Uma das possibilidades para a redução do oxigênio dissolvido seria a presença de materiais orgânicos nos canais de drenagem advindos de esgotos domésticos, que poderiam estar aumentando a presença de bactérias aeróbias.

Os resultados das análises de salinidade e temperatura estão dentro dos limites de tolerância, ou seja, salinidade entre 30 e 36. Os resultados das análises físico-químicas completas estão na (Apêndice B).

3.2.2 Resultados dos Ensaios de Toxicidade Aguda - Fertilização

As análises de toxicidade aguda (APÊNDICE B), realizadas nas águas do canal de drenagem e da praia do Guaiuba, considerando os efeitos de fertilização do ouriço-do-mar, os resultados indicaram toxicidade muito pequena para os pontos de coletas P1 ao P7. Na tabela (9) estão expressas as respectivas médias de efeito. O controle não apresentou nenhum efeito de toxicidade nas cinco campanhas.

Tabela 9. Resultados dos ensaios de toxicidade aguda realizados nas cinco campanhas (média da porcentagem de efeito) mg/L.

Pontos de coleta	20/03/14	02/04/14	29/05/14	17/06/14	03/07/14
	Médiamg/L	Médiamg/L	Média mg/L	Média mg/L	Média mg/L
P1	04	02	03	03	02
P2	3,5	2,5	03	02	02
P3	6,5	03	4,5	03	04
P4	6,5	03	5,5	04	2,5
P5	01	00	01	00	00
P6	01	01	01	01	01
P7	01	01	01	01	01
Controle	00	00	00	00	00

Média dos resultados das cinco campanhas dos ensaios de toxicidade aguda.

Nas cinco campanhas, o percentual de efeito foi quase nulo para os pontos de coletas feitos nas águas da praia P5, P6 e P7. Nos pontos de coletas do canal de drenagem apresentaram porcentagem maior de efeito, porém estando dentro dos limites preconizados pela Legislação. Nas cinco campanhas, o controle não apresentou nenhum efeito. A figura (18) apresenta a média da porcentagem dos efeitos de fertilização das cinco campanhas.

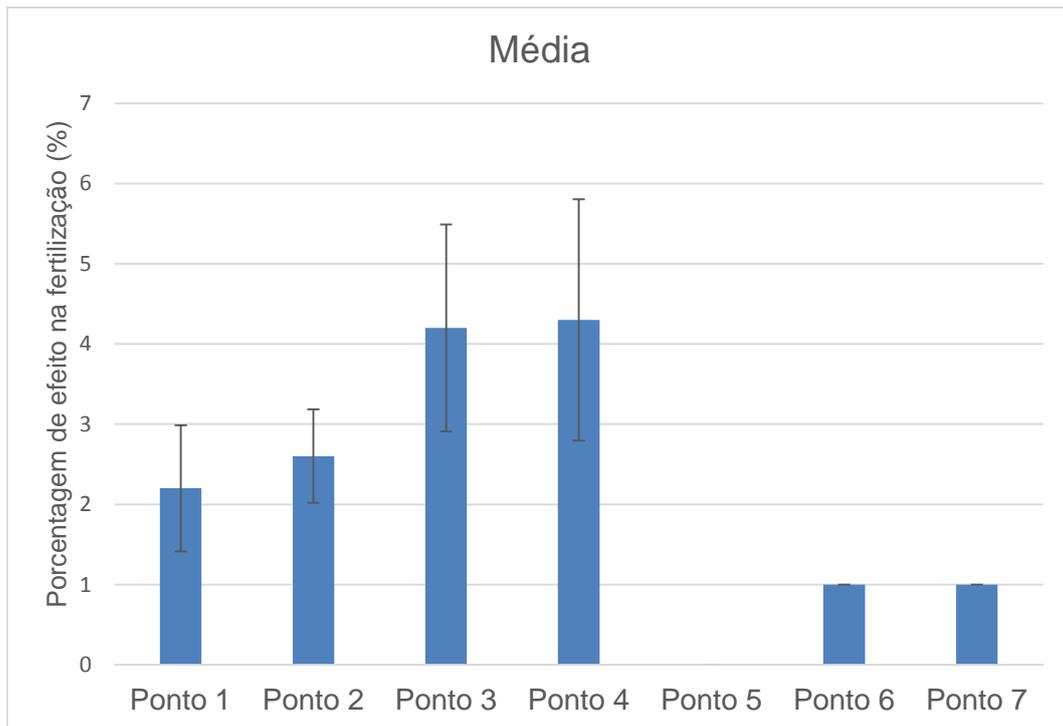


Figura 18. Apresenta a média dos resultados das cinco campanhas dos ensaios de toxicidade aguda.

3.2.3 Resultados dos Ensaios de toxicidade Crônica (Embriolarval)

Os resultados obtidos neste trabalho têm como objetivo a verificação da qualidade da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba. Os ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no (APÊNDICE C) realizados com as amostras coletadas no canal, pontos de coletas (P1, P2, P3 e P4) e as amostras de água da praia do Guaiuba (P5, P6 e P7) estão descritos nas tabelas abaixo com percentuais de desenvolvimento embriolarval e apresentou toxicidade nas sete campanhas.

Os valores das concentrações de efeito observado (CEO), as concentrações de efeito não observado (CENO), as concentrações Inibição (CI50) e o desvio padrão (DP) do desenvolvimento embriolarval do ouriço-do-mar em todas as réplicas dos ensaios realizados (n=4).

3.2.3.1 Primeira Campanha (janeiro de 2014)

A tabela 10 apresenta os resultados do percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 10. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 1° Campanha (23/01/14).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
Controle	06	0,81	06	0,81	06	0,81	06	0,81	06	0,81	06	0,81	06	0,81
6,25%	5,75	0,50	05	0,81	6,5	1,29	06	1,63	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	22	0,95	20	0,50	23	1,63	19	0,81	5,25	2,06	5,75	1,25	3,75	0,95
25%	46	1,25	46	01	48	1,82	53	1,91	9,25	1,50	5,75	1,70	06	0,81
50%	77	1,45	76	1,50	81	1,70	80	1,70	06	0,81	5,25	0,95	6,25	2,06
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	5,25	0,95	4,25	0,50	3,50	0,57

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram toxicidade a partir das concentrações de 25% e 50% e na concentração de 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram indícios de toxicidade bem próximo do controle e todos abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000.

Nos pontos de coletas P5, P6 e P7, não foram realizadas as análises de tratamento 6,25% em nenhuma das sete campanhas, pelo fato dos pontos de tratamentos anteriores apresentarem valores baixos de toxicidade.

A tabela 11 apresenta os resultados das Concentrações de Efeito Não Observados (CENO), Concentrações de Efeito Observado (CEO), e as Concentrações de Inibição (CI50%). Os pontos de coletas P5, P6 e P7 não apresentaram efeitos tóxicos (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C) e portanto, não foi possível o cálculo dos valores de CENO, CEO e CI50.

Tabela 11. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (Intervalos de confiança). Coleta em 23/01/2014

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	6,25	12,5	46,34 (42,23 – 47,12)
P2	<6,25	6,25	44,56 (43,24 – 45,67)
P3	12,5	25	38,62 (38,13 – 39,11)
P4	<6,25	6,25	19,86 (19,67 – 20,11)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade estiveram dentro dos limites de tolerância para a espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.2 Segunda Campanha (fevereiro de 2014)

A tabela 12 apresenta os resultados do percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completos encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 12. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 2° Campanha (18/02/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
Controle	06	0,81	06	0,81	06	0,81	06	0,81	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95
6,25%	26,25	3,09	15,25	0,95	24,75	1,25	21,25	1,89	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	39,25	2,36	33,50	2,08	48,25	1,25	43,5	1,29	06	0,81	06	0,41	4,75	0,95
25%	64	2,82	63,75	2,21	67,75	0,95	66,5	2,38	6,75	0,95	06	0,81	5,75	0,95
50%	100	0	100	0	100	0	100	0	06	0,81	5,25	0,95	5,75	1,25
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	4,75	0,95	05	1,15	05	1,15

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeito de toxicidade a partir das concentrações de 6,25%, 12,5% e 25%, nas concentrações de 50% e 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram indícios de toxicidade bem próximos do controle, abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000. A coleta foi feita em período de chuvas com mais de 72 horas e um índice pluviométrico de 90,6 mm (Anexo B), com isso a contaminação das águas se tornou maior, uma vez que as ruas continham fezes de animais e muito lixo. Nas cidades de Cubatão e São Paulo em (2011) Silva Filho, fez um trabalho de coleta da água de chuva, onde constatou a presença de diversos produtos químicos.

A tabela 13 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50, onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeito de toxicidade em número significativo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 13. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (Intervalos de confiança). Coleta em 18/02/2014

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	< 6,26	6,25	22,02 (21,52 – 22,66)
P2	< 6,25	6,25	21,66 (21,20 – 22,14)
P3	< 6,25	6,25	19,22 (18,85 – 19,58)
P4	<6,25	6,25	18,07 (17,55 – 18,67)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeito toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade, estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.3 Terceira Campanha (março de 2014)

A tabela 14 apresenta os resultados do percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 14. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 3ª Campanha (20/03/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
Controle	6,50	1,29	6,50	1,29	6,50	1,29	6,50	1,29	4,50	0,57	4,50	0,57	4,50	0,57
6,25%	28,00	1,63	15,75	1,70	24,50	1,25	16,50	2,64	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	45,75	0,95	34,75	3,86	40,25	4,78	38	2,16	07	1,41	4,25	0,95	05	0,81
25%	66,50	3,10	64,75	1,25	63,75	2,50	63	3,55	07	0,81	06	0,81	05	0,81
50%	100	0	100	0	100	0	100	0	5,25	0,95	4,25	0,95	3,50	0,57
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	5,75	0,50	06	1,63	3,50	0,57

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeito de toxicidade a partir das concentrações de 6,25%, 12,5% e 25%, nas concentrações de 50% e 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram indícios de toxicidade bem próximo do controle, todos abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000.

A tabela 15 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50, onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeito de toxicidade em um número significativo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 15. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (Intervalos de confiança). Coleta em 20/03/2014.

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	< 6,25	6,25	34,06 (33,66 – 34,60)
P2	6,26	12,5	31,02 (30,61 – 31,44)
P3	< 6,25	6,25	22,71 (22,08 – 23,52)
P4	<6,25	6,25	29,64 (28,48 – 30,78)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.4 Quarta Campanha (abril de 2014)

A tabela 16 apresenta os resultados do percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 16. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 4º Campanha (02/04/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
Controle	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95
6,25%	24,25	0,95	12,75	0,95	24,75	2,06	19,25	0,95	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	38,25	1,50	24,75	1,25	38,75	0,95	41,50	1,29	06	0,81	06	1,41	3,25	1,25
25%	63,25	1,25	62	1,82	66,50	1,29	66	0,81	5,50	0,57	4,75	0,50	5,75	0,95
50%	100	0	100	0	100	0	100	0	5,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	5,25	0,95	4,25	0,50	3,50	0,57

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade a partir das concentrações de 6,25%, 12,5% e 25%, nas concentrações de 50% e 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram indícios de toxicidade bem próximos do controle e todos abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000. A coleta foi feita em período de chuva com mais de 72 horas e um índice pluviométrico de 19,8 mm (Anexo B), com isto a contaminação da água se tornou maior, uma vez que as ruas continham fezes de animais e lixo (SILVA FILHO, 2011). As coletas feitas nos meses de março e abril tiveram resultados parecidos. Acredita-se que o volume de chuva, não tenha alterado os resultados.

A tabela 17 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50, onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeito de toxicidade em número significativo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 17. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (Intervalos de confiança). Coleta em 02/04/2014

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	< 6,25	6,25	31,10 (30,61 – 31,40)
P2	< 6,25	6,25	21,68 (21,30 – 22,34)
P3	< 6,25	6,25	22,10 (21,50 – 22,66)
P4	<6,25	6,25	18,10 (17,55 – 18,70)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.5 Quinta Campanha (maio de 2014)

A tabela 18 contém o percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 18. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 5ª Campanha (29/05/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
Controle	05	0,81	05	0,81	05	0,81	05	0,81	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95
6,25%	6,75	0,95	8,50	1,29	8,50	1,91	8,75	1,50	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	14	0,81	22,50	1,73	17,75	2,06	19	1,15	5,25	0,95	3,75	1,25	4,50	0,57
25%	35	2,58	43,50	1,29	37,50	3,30	35,75	1,70	4,50	1,29	06	0,81	4,25	0,95
50%	65,50	2,08	67,25	2,06	64,25	2,75	57,50	,173	04	0,81	05	0,81	4,50	0,57
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	4,75	0,50	04	0,81	4,25	0,95

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeito de toxicidade a partir das concentrações de 25% e 50%, na concentração de 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os Pontos P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram valores de toxicidade bem próximos ao do controle e abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000.

A tabela 19 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50, onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeitos de toxicidade em número significativo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 19. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (Intervalos de confiança). Coleta em 29/05/2014.

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	6,25	12,5	47,54 (46,55 – 48,72)
P2	< 6,25	6,25	45,00 (43,68 – 46,61)
P3	< 6,25	6,25	71,57 (70,43 – 72,30)
P4	<6,25	6,25	89,17 (86,55 – 91,75)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade, estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.6 Sexta Campanha (junho de 2014)

A tabela 18 apresenta o percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICEC).

Tabela 20. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 6° Campanha (17/06/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/l	
Controle	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,75	0,95	4,50	0,57	4,50	0,57	4,5	0,57
6,25%	07	0,81	07,25	1,50	2,75	0,95	8,50	1,29	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	14,75	0,95	13,75	0,95	10,25	1,70	12,25	1,25	5,25	1,50	5,50	1,29	5,50	1,29
25%	24,50	1,91	37,50	2,08	24,75	1,70	31,75	1,25	5,50	1,73	05	1,41	05	1,41
50%	55,50	2,38	54,25	1,25	55,75	1,70	62,50	1,73	06	1,41	6,50	1,29	06	0,81
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	05	1,41	6,50	1,29	5,75	1,50

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade a partir das concentrações de 25% e 50%, na concentração de 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram valores de toxicidade bem próximos do controle e todos abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000.

A tabela 21 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeitos de toxicidade em número expressivo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 21. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (intervalos de confiança). Coleta em 17/06/2014.

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	6,25	12,5	47,47 (46,23 – 48,50)
P2	<6,25	6,25	47,20 (46,01 – 48,82)
P3	6,25	12,5	78,53 (76,53 – 80,24)
P4	<6,25	6,25	41,76 (40,80 – 42,66)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeito de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

3.2.3.7 Sétima Campanha (julho de 2014)

A tabela 22 contém o percentual de efeito no desenvolvimento embriolarval, contendo a média e o desvio-padrão dos ensaios de toxicidade crônica (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C).

Tabela 22. Resultados das análises de toxicidade crônica (média de efeito e desvio padrão), referente a 6° Campanha (03/07/2014).

Tratamentos	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7	
	média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
	mg/L		mg/L		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/L	
Controle	05	0,81	05	0,81	05	0,81	05	0,81	5,25	0,95	5,25	0,95	5,25	0,95
6,25%	6,25	0,95	6,25	1,25	7,50	1,29	6,75	0,95	NR	NR	NR	NR	NR	NR
12,5%	14	1,15	13,50	1,29	21,50	1,29	13,50	1,29	5,50	1,29	5,25	0,95	3,25	1,25
25%	34,50	1,29	23	1,82	43	1,63	37,50	1,73	5,75	0,95	05	0,81	5,25	1,25
50%	65,50	1,29	55,25	1,70	66,25	0,95	54,50	1,29	5,75	1,25	4,75	0,95	5,50	0,57
100%	100	0	100	0	100	0	100	0	05	0,81	5,50	0,57	3,75	0,50

NR- Não Realizado.

Os valores indicam que o ambiente está contaminado, os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade a partir das concentrações de 25% e 50%, na concentração de 100% das amostras e a mortalidade foi total. Os pontos de coleta P5, P6 e P7 localizados na praia, apresentaram valores de toxicidade bem próximos do controle e todos abaixo do que preconiza a CONAMA 274/2000.

A tabela 23 contém os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50, onde os pontos de coletas (P5, P6 e P7) não apresentaram efeitos de toxicidade em número expressivo (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE C), não sendo possível a quantificação.

Tabela 23. Apresenta os resultados dos ensaios expressos em CEO, CENO e CI50 (intervalos de confiança). Coleta em 03/07/2014

Pontos de Coleta	CENO %	CEO %	CI50 %
P1	6,25	12,5	47,53 (41,52 – 48,71)
P2	< 6,25	6,25	45,08 (43,73 – 46,70)
P3	< 6,25	6,25	45,10 (43,66 – 46,60)
P4	<6,25	6,25	47,20 (46,00 – 48,80)
P5	-----	-----	-----
P6	-----	-----	-----
P7	-----	-----	-----

Os pontos de coleta P1, P2, P3 e P4 apresentaram efeitos de toxicidade em suas amostras. Os resultados das análises físicas e químicas, pH, oxigênio dissolvido e salinidade estiveram dentro dos limites de tolerância para espécie (planilhas de dados completas encontram-se no APÊNDICE A).

A figura 19 apresenta os resultados obtidos nas análises de toxicidade crônica CI50, das sete campanhas na água do canal de drenagem.

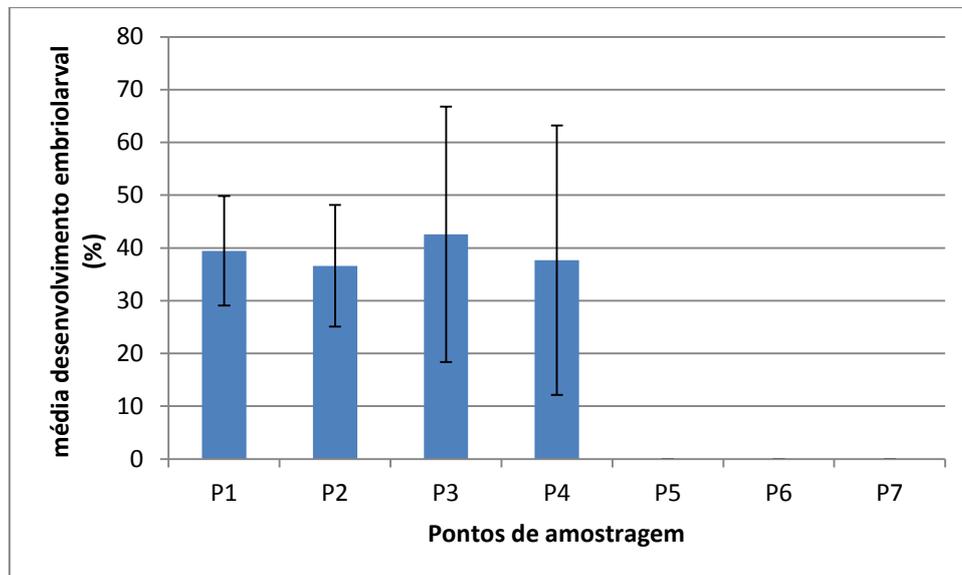


Figura 19 Apresenta os dados da média de toxicidades crônica CI50 das amostras do canal de drenagem, dos Pontos P1 ao P4. Os pontos P5, P6 e P7 não obtiveram CI50.

3.3 Resultados das Análises de Coliformes *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é uma bactéria presente nas fezes dos mamíferos, incluindo os humanos, sendo encontradas em esgotos, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. A Resolução CONAMA 274/2000 estabelece o limite máximo de $0,2 \times 10^3$ UFC/100 mL de água para este microrganismo. A tabela 24 contém os resultados das médias e o desvio padrão para *E. coli* e coliformes totais.

Tabela 24. Resultados dos ensaios com as placas de Coliformes de todos os pontos (10^3 UFC/100 mL).

Ponto de coleta	<i>E. coli</i>		Coliformes totais	
	Média	DP	Média	DP
Ponto 01	96,66	41,63	240	62,44
Ponto 02	120	10	230	20
Ponto 03	176,66	35,11	566,66	76,37
Ponto 04	403,33	137,96	540	226,49
Ponto 05	16,66	11,54	46,66	5,77
Ponto 06	20	10	20	10
Ponto 07	13,33	5,77	46,66	20,81

Os valores expressos em Unidades Formadoras de Colônias nos sete pontos onde foram coletadas as amostras apresentaram valores acima do que é determinado pela Resolução CONAMA 274/2000, variando entre 10×10^3 a 566×10^3 UFC/ 100 mL. Estes valores indicaram uma situação altamente prejudicial ao meio ambiente e a saúde pública das pessoas expostas a estas águas. No (Apêndice D) encontram-se os valores obtidos nas análises das amostras coletas nas águas do canal e nas águas da praia. Os valores encontrados nos ensaios estão acima do limite de 2000 UFC/mL, sendo estas águas consideradas impróprias para o exercício da recreação de contato primário pelo que preconiza a legislação.

Os valores expressos na figura 20 foram obtidos nas análises das amostras das águas do canal e das águas da praia.

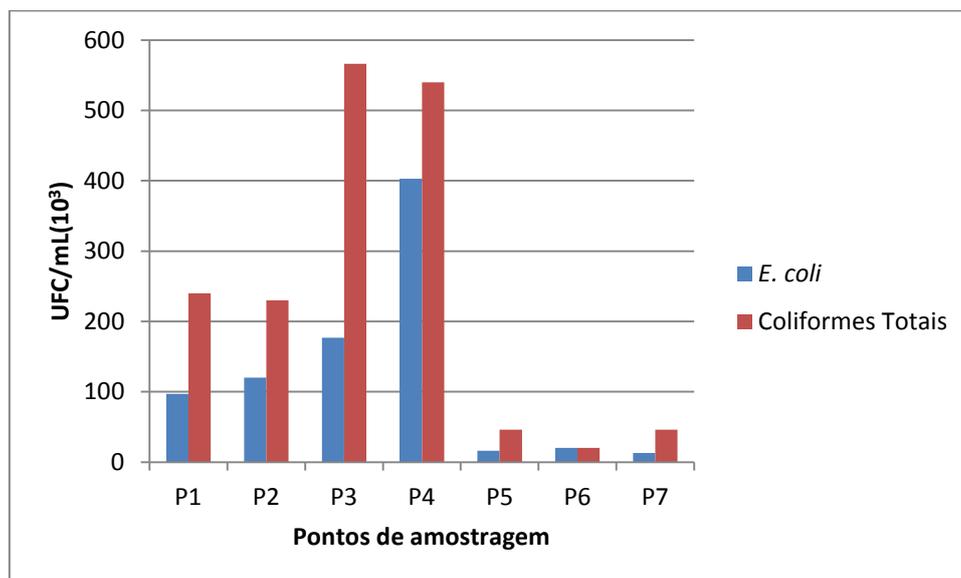


Figura 20. Resultados obtidos nas análises de *E. coli* e coliformes totais das amostras coletadas no canal de drenagem e praia do Guaiuba.

Segundo Cerqueira & Horta (1999), a *E. coli* está presente nas fezes humanas em percentuais entre 96 a 99%. Como os valores de *E. coli* no canal foi alto, é possível supor a presença de fezes humanas no mesmo, sugerindo a possível presença de outros agentes como vírus e bactérias causadores de doenças de veiculação hídrica como: pneumonias, hepatites, febre tifóide, hepatite infecciosa e cólera, dentre outras (HIRATA, 2002; MANAFI, 1996). Algumas linhagens patogênicas de *E. coli*, podem causar diarreias moderadas e severas, colite hemorrágica grave.

Diversos trabalhos na RMBS e em outros Estados, também apresentaram valores de coliformes muitos acima dos preconizados pela CONAMA. Alguns deles nas cidades de: Santos (AMBROZEVICIUS, 2010), Guarujá (ROVERI, 2013), estuário de Santos e São Vicente (LAMPARELLI, 2001), na Baixada Santista (RACHID, 2002), em Pernambuco nas águas do Suape (ARAUJO, 2012), nas águas da Bacia de Campina Grande – PB (FARIAS, 2006) e na Bahia de Vitória – ES (MARTIN, 2013).

3.4 Análise de Fatores

Os resultados da quinta campanha foram analisados de forma integrada, empregando os parâmetros químicos (n=5), toxicidade com ouriço do mar (n=2) e os indicadores microbiológicos através da análise de fatores, conforme apresentado na Tabela 25.

Foram extraídos dois fatores principais utilizando-se o critério de Kaiser, no qual são considerados os autovalores (*eigenvalues*) acima de 1. O nível de corte para selecionar as variáveis dos fatores (*loadings*) foi de 0,35.

Tabela 25. Matriz com os dados das análises químicas, microbiológicas e os de toxicidade aguda e crônica para análises de fatores.

Variáveis									
Amônia	Nitrato	Nitrito	Sulfeto	Surfactante	Fosfato	Fertili.	Embrio.	<i>E. coli</i>	C. totais
4,15	2,19	0,19	0,67	3,02	1,47	3,00	100	96,66	240
7,70	2,36	0,46	0,71	2,86	1,87	3,00	100	120	230
5,00	2,44	0,35	0,69	1,14	1,00	4,5	100	176,66	566,66
2,60	3,28	0,58	0,68	2,00	0,71	5,5	100	403,33	540
0,30	0,31	0,32	0,67	0,95	0,50	1,00	4,75	16,66	46,66
0,15	1,87	0,29	0,66	0,80	0,40	1,00	4,00	20	20
0,28	0,72	0,33	0,65	0,93	0,37	1,00	4,25	13,33	46,66

A presença destes compostos químicos apresentam uma associação com os efeitos de toxicidade crônica (embriolarval). Provavelmente isso ocorre devido a um maior período de exposição (24 horas). Já nas análises de toxicidade aguda (fertilização), o período de exposição é mais curto, aproximadamente uma hora, que justifica os efeitos não observados neste ensaio.

A soma dos dois fatores corresponde a 84,15% da variância no conjunto de dados, o que explica grande parte dos resultados. O primeiro fator foi responsável por 67,37% da variância dos dados. O segundo fator foi responsável por 16,78%, conforme pode ser observado na Tabela 26.

Tabela 26. Resultados obtidos para cada fator (*Eigenvalues*).

Fatores	<i>Eigenvalues</i>	% Total variância	<i>Eigenvalues</i> Acumulado
Fator 1	6,74	67,37	6,74
Fator 2	1,68	16,78	8,41

No Fator 1 observa-se uma forte associação dos compostos químicos (Amônia, Nitrato, Nitrito, Sulfeto e Fosfato), com os efeitos biológicos (toxicidade aguda e crônica), bem como com os indicadores microbiológicos (*E. coli* e Coliformes totais). O fator 2 também associa os compostos químicos (Amônia, Nitrato, Sulfeto, Surfactante, Fosfato) com os efeitos biológicos (toxicidade aguda e crônica), bem como com os indicadores microbiológicos (Coliformes totais). Na Tabela 27 são apresentados os pesos (*loadings*) de cada variável para os dois fatores principais.

Tabela 27. Fatores calculados para cada variável.

Componentes Principais Factorloadings (Varimaxnormalized); Marked Loadings > 0,35		
Variáveis	Fatores	
	F1	F2
Amônia	0,41	0,96
Nitrato	0,78	0,45
Nitrito	0,75	0,10
Sulfeto	0,41	0,87
Surfactante	0,13	0,80
Fosfato	0,41	0,87
% Efeito Fertil.	0,89	0,40
% Efeito Embrio.	0,59	0,76
<i>E. coli</i>	0,97	0,17
C. totais	0,87	0,35
Variância total	67,37	16,78
Acumulativo	84,15	

Em cada campanha o PCA fez uma associação com o fator 1 e o fator 2, colocando os valores semelhantes na mesma escala de variáveis. Em cada fator encontramos valores negativos e positivos, na composição de suas variáveis que vão se correlacionando com as diferentes linhas de evidências.

A figura 28 apresenta os scores dos fatores calculados para cada ponto de coleta.

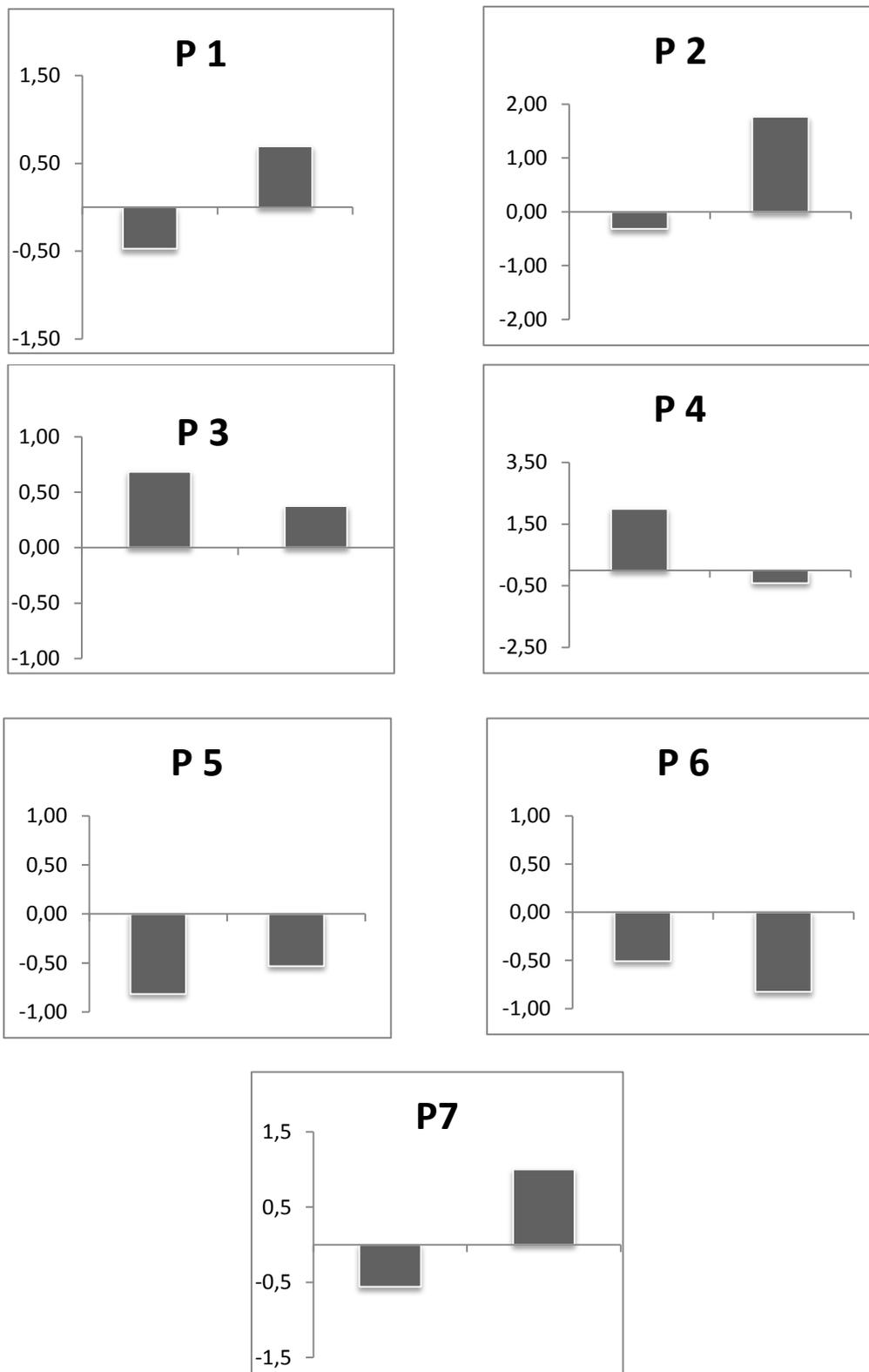


Figura 28. Gráficos com os *scores* dos fatores de todos os pontos de coleta. Valores positivos indicam influência do fator na coleta.

4 CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios ecotoxicológicos das amostras do canal de drenagem constataram a existência de poluição causada possivelmente por efluentes clandestinos. Também ficou evidenciada a existência de agentes poluentes em todas as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, estando em desacordo com os limites preconizados pela legislação vigente, tanto no canal de drenagem como na água da praia. Além disso, a contaminação microbiológica pode ser associada às fezes dos animais e dos restos de lixo que são depositados de forma aleatória nas ruas.

A aplicação do método de Análise de Fatores (FA) elucidou a relação dos contaminantes ambientais com os efeitos biológicos observados no desenvolvimento embriolarval de ouriço do mar.

Faz-se necessário que a Prefeitura Municipal de Guarujá, por meio das Secretarias de Meio Ambiente e de Educação desenvolvam programas ambientais junto aos moradores do Guaiuba, turistas e dos banhistas que frequentam a praia, debatendo os problemas do esgoto clandestino e da correta destinação do lixo.

REFERÊNCIAS

ABESSA, D.M.S. **Avaliação da qualidade de sedimentos do Sistema Estuarino de Santos**. 2002. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico de São Paulo, São Paulo, 2002.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15350: 2012 **Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echimodermata: Enchinoidea)**, Rio de Janeiro, 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15350: 2006 **Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echimodermata: Enchinoidea)**, Rio de Janeiro, 2006.

ABREU, C. **Capítulos da História Colonial: 1500-1800 e os Caminhos Antigos e o povoamento do Brasil**. 2^a. ed. – Brasília: Ed. da Universidade de Brasília. 1956.

AMBROZEVICIUS, A. P. & ABESSA, D. M. S. **Acute toxicity of waters from the urban drainage channels of Santos (São Paulo, Brazil)**. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2008 3(2): 108-115.

AMBROZEVICIUS, A. P. **Poluição aquática em Santos (SP): uma abordagem interdisciplinar**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo., 2010.

APHA – AWWA – WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. **Anionic surfactants as MBAS**. Washington DC; American Public Health Association. 1999 ed. 20°, 2005 ed. 21° e 2012 ed. 22.

ARAUJO, G.S. **Using whole sediment Toxicity Identification Evaluation (TIE) to assess impacts in a Marine Protected Area: implications from the choice of test-organism**. Trabalho apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, com habilitação em Gerenciamento Costeiro, da Universidade Estadual Paulista – Campus Experimental do Litoral Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel.

ARAÚJO, C. F. C. **Avaliação da toxicidade das águas em Suape (PE) através do uso da microalga de embriões de *Lytechinus variegatus***. Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências Departamento de Oceanografia Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. 2012.

ARAGÃO, M. A.; ARAÚJO, R. P. A. **Métodos de Ensaios de Toxicidade com Organismos aquáticos**. In: ZAGATTO, P. A. & BERTOLETTI, E. (Editores). Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. São Carlos, SP, Rima, 2006.

ARGENTINO-SANTOS, R.C. – **Avaliação ecotoxicológica do sedimento do local de disposição do material dragado do porto de Santos e da área de influência direta**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

AZEVEDO, H. **A Baixada Santista, Aspectos Históricos e Geográficos**, São Paulo: USP, 1964.

BARBOSA, M. V. S **Utilização da lógica Paraconsistente Anotada no Apoio a Interpretação de Resultados Obtidos em Ensaios de Toxicidade com**

Ouriço-do-Mar. Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos Mestrado em Ecologia. Universidade Santa Cecília, 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: De Indivíduos a Ecossistemas.** 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 740.

BRAGA, E. S.; BONETTI, C. V. D. H.; BURONE, L.; BONETTI-FILHO, J. 2000. **Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil.** Marine Pollution Bulletin, 40: 165-173.

BRASIL, **Conselho Nacional do Meio Ambiente, resolução nº 354 de 13 de dezembro de 2004,** Ministério do Meio Ambiente, 2004

BRASIL – Lei no 9.433, de 08 de janeiro 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. **Dispõe sobre os padrões de balneabilidade das praias.** Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2000.

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

BRASIL. Censo demográfico 2010. IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro. (2010). Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 20 de março de 2014.

CESAR, A.; PEREIRA, C. D. S.; SANTOS, A. R.; ABESSA, D.M.; FERNANDES, N.; CHOUERI, R.B.; CASILLAS, T.A.D.V. **Ecotoxicology assessment of sediments from Santos and São Vicente Estuarine System Brazil.** Brazilian Journal of Oceanography, v. 54, p. 55-63, 2006.

CESAR, A.; CHOUERI, R. B., RIBA, I.; MORALES-CASELLES, C.; PEREIRA, C. D. S.; SANTOS, A. R.; ABESSA, D. M. S. E DELVALLS, T. A. **Comparative sediment quality assessment in different littoral ecosystems from Spain (Gulf of Cadiz) and Brazil (Santos and São Vicente estuarine system).** Environment International. V. 33, p. 429 - 435. 2007.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acessado em 12 out. 2014.

CHOUERI, R. B.; CESAR, A.; TORRES, R. J.; MORAIS, R. D.; ABESSA, D. M. S.; PEREIRA, C. D. S.; NASCIMENTO, M. R. L.; MOZETO, A. A.; DELVALLS, T.A. **Integrated sediment quality assessment in Paranaguá Estuarine**

System, Southern Brazil. Ecotoxicology Environmental Safety, v. 72 p. 1824-1831, 2009.

CHOUERI, R. B.; CESAR, A.; ABESSA, D. M. S.; TORRES, R. J.; RIBA, I; PEREIRA, C. D. S. ; NASCIMENTO, M.R.L.; MORAIS, R.D.A.; MOZETO, A.; DELVALLS, T.A. **Harmonis ed framework for ecological riskas sesment of sediments from port sandestuarine zones of North and South Atlantic.** Ecotoxicology v. 19 n. 4 p. 678– 696, 2010.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Rede de monitoramento CETESB (Guarujá/SP).** São Paulo, 2012. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Imagens-satelite-praias/guaruja.jpg>>. Acesso em 15 de março de 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo:** séries relatórios. São Paulo: CETESB, 2011.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo:** séries relatórios. São Paulo: CETESB, 2012.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo:** séries relatórios. São Paulo: CETESB, 2013.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. São Paulo – 2012.**

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **L5.241: coliformes totais determinação pela técnica de membrana filtrante – método de ensaio.** São Paulo, 2007. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em 09 de abril de 2014.

CONAMA. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.** Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2005.

CONAMA. Resolução no 274 de 29 de novembro de 2000. **Dispõe sobre os padrões de balneabilidade das praias.** Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2000.

CORTEZ, F.S. Avaliação ecotoxicológica do fármaco Triclosan para invertebrados marinhos. 2011. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DAMASCENO, M. B. e MOTA, P. **Pérolas ao Sol** – Apontamentos para uma história de Guarujá. Publicação do Departamento de Educação e Cultura da Prefeitura Municipal de Guarujá. 1991.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo do Município de Campina Grande, PB.** – Universidade Federal de Campina Grande – Centro Tecnológico e Recursos Naturais. 2006.

FERRAZ, M. A.; **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Avaliação e Identificação da toxicidade Usando o Organismo Bentônico *Nitocra* sp (Crustacea: Copepoda: Harpacticoida).** Dissertação de Mestrado – Universidade Santa Cecília, Santos, SP, 2013.

FREITAS, A.; MUNIZ, C. **Estudo da relação entre índice pluviométrico e abundância da bactéria enterococos nas praias do Município de Santos, SP.** – Universidade Santa Cecília, Santos, SP, 2012

GUIMARÃES, J. R. & NOUR, A. A. Ecotoxicologia Aquática Princípios e Aplicações 2ª edição **Tratando nossos esgotos: Processos** que imitam a natureza. São Paulo: Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental, 2001.

GOLDBERG, E. D. **Emergeng Problems in the coastal zone the twenty-firs tcentury**, Marine Pollution Bulletin. 2007.

GOOGLE. Google Earth website. 2014 **Pontos de Amostragem praia do Guaiuba.** Disponível em: [HTTP://earth.google.com](http://earth.google.com). Acesso em 20 de março de 2014.

HARARI, J.; CAMARGO, R; CACCIARI, P. L. Resultados da modelagem numérica hidrodinâmica em simulações tridimensionais das correntes de marés na Baixada Santista. **Revista brasileira de recursos hídricos.** v.5, n.2, p. 71- 87, 2000.

HEITOR, S.R. **Composição e distribuição da macrofauna bentônica em áreas sob influência da disposição oceânica de esgotos municipais na Baixada Santista e no Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil** [tese]. São Paulo: USP; 2002. 245p.

LAMPARELLI, M. L.; COSTA, M. P.; PRÓSPERI, V. A.; BEVILÁQUA, J. E.; ARAÚJO, R. P. A.; EYSINK, G. G. L.; POMPÉIA, S. Sistema **Estuarino de Santos e São Vicente**. Technical report. CETESB, São Paulo, SP, 2001.

LIBANO, M. **Fundamentos da Qualidade e Tratamento da Água**. 3^o ed. Campinas: Átomo, 2010.

Lia L. R. B. **Diagnóstico Ambiental Integrado da área de Influência do Descarte do Material Dragado do Estuário de Santos**. Dissertação Doutorado – Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas, 2008.

LOTUFO, G. R.; ABESSA, D. M. S. Testes de toxicidade com sedimentos total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos. In: NASCIMENTO, I. A.; SOUSA, E. C. P. M.; NIPPER, M. G. **Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil**, Artes Gráficas e Indústria Ltda.: São Paulo, p.151-162, 2002.

MARTINS, S. A. **Pesquisa de Vírus Entéricos e Indicadores Bacterianos de Poluição Fecal na Água e no Sedimento em Área de Manguezal da Baía de Vitória – ES**. Dissertação Mestrado – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

MASTROTI, R. R., SOUSA, E. C. P. M., ABESSA, D. M. S. **Toxicidade de tenso ativos aniônicos sobre embriões de ouriço do mar *Lytechinus variegatus***. In: Moraes R, Crapez M, Pfeiffer W, Farina M, Bainy A, Teixeira V, editores. Efeitos de Poluentes sobre Organismos Marinhos. São Paulo: Arte & Ciência Villipres; 2001.

Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em [HTTP://WWW.mma.gov.br/areas-protegidas/sistemas-nacional-de-ucs-snuc](http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/sistemas-nacional-de-ucs-snuc). Acesso em 20 de março de 2014.

OLIVI, C. **A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação**. Vol. 31. Nº 07. São Paulo: Química Nova, 2008.

PEREIRA, C. D. S., CESAR, A., BORGES, R. P., GIANESELLA, S. M. F., SOUSA, E. C. P. M., SALDANHA-CORREA, F. M. P., GASPARRO, M. R., BERZIN, G., RIBEIRO, R. B., FIORI, E. F. Potential Use of Ecological Tool to Lead Public Policies: An Integrative Approach in the Santos Estuarine System. In: NEVES, R; BARETA, J.; MATEUS, M. (Org.). **Perspectives on Integrated Coastal Zone Management in South America**. Lisboa: IFT Press, p. 463-474, 2008.

Prefeitura Municipal de Guarujá: www.guaruja.sp.gov.br Acesso em 14 de fevereiro 2014

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

PRÓSPERI V. A. **Avaliação da toxicidade aguda e crônica dos Surfactantes DSS e LAS submetidos à irradiação com feixes de**

elétrons. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2004.

PUSCEDDU, F.H.; ALEGRE, G.F.; PEREIRA, C.D.S.; CESAR, A. **Avaliação da Toxicidade do Sedimento do Complexo Estuarino de Santos Empregando Ouriços-do-mar *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Echinodermata).** Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology, v 2 n 3 p237-242, 2007.

RACHID, B.R.F. **Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo. 286p, 2002.

RODRIGUES, A. C. **Estimativa da taxa de Emissão de Sulfeto de Hidrogênio em Lagoa Anaeróbia no Tratamento de Esgoto Doméstico.** Dissertação Mestrado – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

ROMANELLI, M.F. **Avaliação da toxicidade aguda e crônica dos Surfactantes DSS e LAS submetidos à irradiação com feixes de elétrons.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2004.

ROVERI, V. **Avaliação Físico-Química, Microbiológica e Ecotoxicológica das Águas dos Canais de Drenagem Urbana da Praia da Enseada, Guarujá/SP.** Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos Mestrado em Ecologia. Universidade Santa Cecília, 2013.

SILVA FILHO, M. V. **Avaliação dos efeitos locais na composição química de água de chuva nas cidades de Cubatão e São Paulo.** Dissertação Mestrado. Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, 2011.

SUTLI, B. O. **Estudo Hidrológico e da Qualidade da Água de Dois Rios Tributários do Canal de Bertioga, Município de Guarujá (sp), sujeitos a diferentes níveis de interferências.** Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos Mestrado em Ecologia. Universidade Santa Cecília, 2013.

SNIS. **Diagnóstico de água e esgoto: Brasil em 2012.** 2012. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 20 de março. de 2014.

VAZ, A.O.A. **Guarujá. Três Momentos de Uma Mesma História.** 2ª. Edição. Guar Shop Produções. 2010.

ZAGATO, P.A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia aquática-** Princípios e Aplicações. Segunda edição – São Carlos: Rima, 2008. 486p.

ZARONI, L.P. **Avaliação da qualidade dos sedimentos marinhos e estuarinos no município de Bertioga – SP.** Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Resultados dos parâmetros físico-químicos das análises de amostras da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba.

- Primeira coleta - realizada em 23 de janeiro de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,23	8,00	31	31	6,1	6,2	22,9	22,3
100%	8,27	7,95	31	31	6,3	2,5	22,3	22,4
50%	8,23	7,93	32	32	6,4	2,8	23	22,5
25%	8,25	7,92	32	32	6,2	4,2	22,8	22,2
12,5%	8,23	7,88	31	31	6,3	5,5	23	22,6
6,25%	8,24	7,90	31	31	6,2	6,4	22,2	22,5

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,23	8,00	31	31	6,1	6,2	22,9	22,3
100%	8,32	8,00	31	31	6,0	2,0	22,7	22,3
50%	8,30	8,01	32	32	6,1	2,5	23	22,9
25%	8,26	8,03	32	32	6,0	3,9	22,6	22,2
12,5%	8,37	8,05	32	32	6,0	5,3	22,6	22,3
6,25%	8,31	8,08	32	32	6,1	6,2	22,2	22,4

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,23	8,00	31	31	6,1	6,2	22,9	22,3
100%	8,41	8,12	32	32	6,4	2,2	22,2	22
50%	8,41	8,23	32	32	6,3	2,8	23	22,3
25%	8,43	8,36	32	32	6,3	3,5	22,6	22,5
12,5%	8,45	8,37	32	32	6,4	5,3	22,5	22,6
6,25%	8,47	8,39	32	32	6,4	6,4	22,7	22,2

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contração	8,23	8,00	31	31	6,1	6,2	22,9	22,3
100%	8,36	8,12	31	31	6,1	2,5	23	22,5
50%	8,31	8,13	31	31	6,7	3,1	22,3	22,5
25%	8,39	8,13	31	31	6,9	4,5	22,2	22,3
12,5%	8,40	8,14	32	32	6,6	5,8	22,3	22,5
6,25%	8,41	8,10	32	32	6,8	6,2	22,2	22,2

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contração	8,12	8,00	32	32	7,5	6,2	22,8	22,3
100%	8,12	8,08	32	32	6,2	3,4	22,7	22,3
50%	8,10	8,05	31	31	6,0	4,4	22,9	22,4
25%	8,08	8,03	32	32	6,4	5,3	22,7	22,2
12,5%	8,09	8,07	31	31	6,4	6,2	22,7	22,3

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contração	8,12	8,00	32	32	7,5	6,2	22,9	22,3
100%	8,20	8,08	31	31	6,2	4,0	22,7	22,3
50%	8,12	8,00	32	32	6,3	4,4	22,8	22,5
25%	8,12	8,03	31	31	6,4	5,0	22,8	22,2
12,5%	8,10	8,04	31	31	6,4	6,1	22,9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contração	8,12	8,01	32	32	7,5	6,2	22,9	22,3
100%	8,21	8,08	31	31	6,2	3,0	23	22,9
50%	8,18	8,03	32	32	6,4	4,1	22,6	22,7
25%	8,22	8,05	31	31	6,4	5,4	22,8	22,3
12,5%	8,20	8,06	32	32	6,5	6,3	22,7	22,6

- Segunda coleta - realizada em 18 de fevereiro de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,9
100%	8,34	8,14	31	31	6,0	2,5	22,8	22,5
50%	8,40	8,05	31	31	6,1	2,8	22,7	22,6
25%	8,42	8,06	31	31	6,2	3,8	22,8	22,7
12,5%	8,44	8,13	31	31	6,3	5,0	23	22,9
6,25%	8,40	8,14	32	32	6,4	6,2	23	22,8

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,9
100%	8,18	7,92	32	32	6,0	2,5	22,7	22,3
50%	8,26	7,88	32	32	6,2	2,7	23	22,9
25%	8,33	7,93	32	32	6,3	3,5	22,7	22,2
12,5%	8,36	7,95	31	31	6,3	3,9	23	22,9
6,25%	8,36	8,01	31	31	6,5	4,8	22,9	22,7

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	22	22,9
100%	8,30	7,95	32	32	6,4	2,5	22,7	22,6
50%	8,33	7,90	32	32	6,3	3,1	22,4	22,3
25%	8,34	7,93	31	31	6,2	3,5	23	22,7
12,5%	8,36	7,98	31	31	6,1	4,6	22,3	22,4
6,25%	8,38	8,00	31	31	6,0	5,4	22,4	22,5

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,9
100%	8,35	8,11	31	31	6,5	2,6	23	22,5
50%	8,41	8,10	31	31	6,3	2,6	22,7	22,8
25%	8,42	8,09	31	31	6,3	3,0	22,8	22,3
12,5%	8,43	8,10	31	31	6,0	3,3	22,9	22,3
6,25%	8,40	8,06	31	31	6,0	4,8	23	22,9

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22.5
100%	8,12	8,08	32	32	7,2	5.4	22.7	22.3
50%	8,10	8,05	31	31	7.0	5.4	22.9	22.4
25%	8,08	8,03	32	32	6,7	6.0	22.7	22.2
12,5%	8,09	8.00	31	31	6.8	6.2	22.7	22.3

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,5
100%	8,10	8,00	31	31	7,2	5.0	22.7	22,3
50%	8,03	8,00	32	32	6,9	5.4	22.8	22,5
25%	8,12	8,03	31	31	6,4	6.0	22.8	22,2
12,5%	8,09	8.00	31	31	6.5	6.1	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,5
100%	8,10	8,02	31	31	7,2	4.5	23	22,0
50%	8,07	8,00	32	32	7,7	5.2	22.6	22,3
25%	8,10	8,00	31	31	7,0	6.0	22.8	22,8
12,5%	8,09	8.02	31	31	7,4	6.6	22.7	22,4

- Terceira coleta realizada em 20 de março de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	31	31	7,3	6,3	23	22,9
100%	8,20	7,95	31	31	6,0	2,4	22,8	22,5
50%	8,14	7,93	31	31	6,1	2,9	22,7	22,6
25%	8,13	7,92	31	31	6,2	3,8	22,8	22,7
12,5%	8,16	7,98	31	31	6,3	5,0	23	22,9
6,25%	8,18	7,90	32	32	6,4	6,2	23	22,8

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	31	31	7,3	6,3	23	22,9
100%	8,23	7,96	31	31	6,8	2,5	22,2	22,3
50%	8,20	8,00	31	31	7,0	3,0	22,6	22,5
25%	8,18	8,00	31	31	6,9	3,8	22,3	22,2
12,5%	8,16	7,99	31	31	6,8	5,3	22,7	22,3
6,25%	8,20	7,90	31	31	6,5	6,2	22,9	22,3

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	31	31	7,3	6,3	23	22,9
100%	8,22	7,98	31	31	6,4	2,5	22,7	22,6
50%	8,26	7,96	31	31	6,8	3,0	22,4	22,3
25%	8,22	7,96	31	31	6,4	3,3	23	22,7
12,5%	8,23	7,97	32	32	6,2	5,0	22,3	22,4
6,25%	8,20	7,95	32	32	6,2	6,0	22,4	22,5

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	31	31	7,3	6,3	23	22,9
100%	8,24	7,93	31	31	6,9	2,2	23	22,5
50%	8,23	7,95	32	32	6,0	2,8	22,7	22,8
25%	8,23	7,96	31	31	5,8	3,4	22,8	22,3
12,5%	8,25	7,98	32	32	6,3	5,3	22,9	22,3
6,25%	8,20	8,00	31	31	6,0	6,0	23	22,9

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.5	6.3	22,8	23
100%	8,12	8,02	31	31	7,2	5.4	22.7	22.4
50%	8,10	7,98	31	31	7.0	5.4	22.8	22.4
25%	8,15	8,03	31	31	6,7	6.3	22.5	22.2
12,5%	8,16	7,98	31	31	6.4	6.2	22.7	22.2

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.5	6.3	22,8	23
100%	8,10	8,02	31	31	7,2	5.0	22.7	22,3
50%	8,03	7,96	32	32	6,9	5.4	22.8	22,5
25%	8,12	8,02	31	31	7,0	6.0	22.8	22,2
12,5%	8,09	8.00	31	31	7,3	6.1	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.5	6.3	22,8	23
100%	8,01	7,97	32	32	7,2	4.5	23	22,0
50%	8,04	7,96	32	32	7,7	5.2	22.6	22,3
25%	8,10	8,00	31	31	7,0	5,6	22.8	22,8
12,5%	8,09	8.00	31	31	7,4	6.2	22.7	22,4

- Quarta coleta realizada em 02 de abril de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,24	8,02	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,35	8,04	32	32	6,0	2,4	22,8	22,5
50%	8,24	7,93	31	31	6,1	2,8	22,7	22,6
25%	8,23	7,92	32	32	6,2	3,8	22,8	22,7
12,5%	8,27	7,88	31	31	6,3	5,0	23	22,9
6,25%	8,31	7,90	32	32	6,4	6,2	23	22,8

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,24	8,02	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,30	7,96	32	32	6,8	2,5	22,7	22,3
50%	8,31	8,08	32	32	7,0	2,7	23	22,9
25%	8,28	8,07	32	32	6,6	5,0	22,7	22,2
12,5%	8,27	7,99	31	31	6,8	6,3	23	22,9
6,25%	8,11	7,90	31	31	6,5	6,4	22,9	22,5

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,24	8,02	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,34	8,04	31	31	6,6	2,4	22,7	22,2
50%	8,38	8,04	31	31	6,3	2,7	23,1	22,8
25%	8,30	8,06	31	31	6,4	4,3	23	22,9
12,5%	8,38	8,00	31	31	6,8	5,1	22,5	22,4
6,25%	8,30	7,95	31	31	6,7	6,4	22,6	22,5

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,24	8,02	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,34	7,98	31	31	6,9	2,3	23	22,5
50%	8,35	7,95	31	31	6,0	2,5	22,7	22,8
25%	8,30	7,90	31	31	5,8	3,4	22,6	22,8
12,5%	8,36	8,00	31	31	6,3	5,0	22,9	22,5
6,25%	8,30	8,05	31	31	6,0	6,6	22,8	22,9

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	32	32	7.5	6.1	22,9	22.3
100%	8,22	8,02	31	31	7,2	4.4	22.7	22.2
50%	8,20	8,01	31	31	7.0	5.4	22.9	22.1
25%	8,18	8,03	32	32	6,7	6.3	22.8	22.3
12,5%	8,19	8.02	31	31	6.4	6.2	22.9	22.4

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,3
100%	8,20	8,08	31	31	7,2	4.0	22.7	22,3
50%	8,23	8,00	32	32	6,9	5.4	22.8	22,5
25%	8,22	8,03	31	31	6,4	6.0	22.8	22,2
12,5%	8,19	8.04	31	31	6.5	6.1	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,3
100%	8,21	8,06	31	31	7,2	4.5	23	22,0
50%	8,27	8,03	32	32	7,7	5.2	22.6	22,3
25%%	8,20	8,07	31	31	7,0	6.4	22.8	22,8
12,5%	8,19	8.06	31	31	7,4	6.6	22.7	22,4

- Quinta coleta realizada em 29 de maio de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,33	8,01	32	32	7,9	6,3	23	22,7
100%	8,27	8,09	32	32	7,0	2,5	22,7	22,4
50%	8,33	8,00	32	32	6,9	3,2	22,7	22,9
25%	8,25	8,11	32	32	7,3	4,2	22,8	22,9
12,5%	8,26	8,09	31	31	6,4	6,3	23	22,8
6,25%	8,34	8,08	31	31	6,7	6,4	22,2	22,6

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,33	8,01	32	32	7,9	6,3	23	22,7
100%	8,22	7,99	31	31	6,8	2,5	22,7	22,3
50%	8,30	8,01	31	31	7,0	2,7	23	22,9
25%	8,26	8,03	32	32	6,9	4,9	22,6	22,2
12,5%	8,27	7,98	31	31	6,7	5,3	21,9	22,3
6,25%	8,31	8,00	31	31	6,7	6,4	22,2	22,4

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,33	8,01	32	32	7,9	6,3	23	22,7
100%	8,30	8,00	31	31	6,9	2,4	22,8	22
50%	8,31	8,04	31	31	6,3	2,9	2,7	22,3
25%	8,29	8,00	31	31	7,0	3,9	22,6	22,2
12,5%	8,32	8,00	31	31	7,2	6,0	22,9	22,7
6,25%	8,30	8,03	31	31	6,7	6,2	22,7	22,9

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,33	8,01	32	32	7,9	6,3	23	22,7
100%	8,30	8,00	31	31	5,8	2,4	23	22,5
50%	8,28	7,95	31	31	5,3	2,7	22,3	22,5
25%	8,29	7,95	31	31	5,2	3,2	22,2	22,3
12,5%	8,26	8,00	31	31	5,6	5,3	22,3	22,5
6,25%	8,30	8,00	31	31	5,7	6,0	22,2	22,2

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.3	6.3	22,6	22.3
100%	8,17	8,04	31	31	7,2	4.2	22.5	22.2
50%	8,20	8,04	31	31	7.1	5.4	22.9	22.8
25%	8,25	8,03	31	31	6,8	5,6	22.9	22.6
12,5%	8,19	8.07	31	31	6.9	6.0	22.7	22.1

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.3	6.3	22,6	22,3
100%	8,20	8,04	31	31	7,2	4.0	22.7	22,3
50%	8,19	8,00	32	32	6,9	5.4	22.8	22,5
25%	8,18	8,03	31	31	6,4	6.0	22.8	22,2
12,5%	8,20	8.04	31	31	6.5	6.1	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,12	8,00	31	31	7.3	6.3	22.6	22,3
100%	8,21	8,03	32	32	7,3	4.0	22,7	22,6
50%	8,18	8,03	32	32	6,9	5.0	22,9	22,4
25%	8,22	8,05	31	31	6,4	5,4	22.4	22,8
12,5%	8,20	8.06	32	32	6.5	6.0	23	22,8

- Sexta coleta realizada em 17 de junho de 2014.

Ponto 1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,32	8,12	31	31	7,4	6,2	23	22,5
100%	8,35	8,10	31	31	6,0	2,0	22,9	22,2
50%	8,33	8,00	31	31	6,7	2,3	22,7	22,5
25%	8,40	8,09	31	31	6,9	3,9	23	22,9
12,5%	8,36	8,12	31	31	6,9	5,0	22,8	22,4
6,25%	8,40	8,10	31	31	7,0	6,2	23	22,8

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,32	8,12	31	31	7,4	6,2	23	22,5
100%	8,40	8,10	31	31	6,8	2,5	22,2	22,2
50%	8,41	8,14	31	31	7,0	3,1	22,6	22,3
25%	8,40	8,09	32	32	6,9	3,8	22,7	22,2
12,5%	8,37	8,09	31	31	7,0	5,2	23	22,9
6,25%	8,41	8,12	31	31	7,3	6,3	22,9	22,7

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,32	8,12	31	31	7,4	6,2	23	22,5
100%	8,39	8,02	32	32	6,4	2,5	22,7	22,6
50%	8,38	8,04	32	32	6,3	2,8	22,4	22,3
25%	8,34	8,06	31	31	6,4	4,9	23	22,7
12,5%	8,32	8,05	31	31	6,8	6,0	22,3	22,4
6,25%	8,30	7,95	31	31	6,7	6,3	22,4	22,5

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Concentrações								
Controle	8,32	8,12	31	31	7,4	6,2	23	22,5
100%	8,29	8,00	32	32	6,9	2,5	22,5	22,6
50%	8,33	8,03	32	32	6,6	2,8	23	22,8
25%	8,28	8,05	31	31	6,8	4,4	22,5	22,7
12,5%	8,25	8,10	32	32	6,3	5,8	22,9	22,6
6,25%	8,30	8,00	32	32	6,9	6,3	23	22,9

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22.3
100%	8,32	8,08	32	32	7,2	4.4	22.7	22.3
50%	8,30	8,05	31	31	7.0	5.4	22.9	22.4
25%	8,28	8,03	32	32	6,7	6.3	22.7	22.2
12,5%	8,29	8.07	31	31	6.4	6.2	22.7	22.3

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,3
100%	8,29	8,03	31	31	6,2	4,3	22.7	22,3
50%	8,33	8,00	31	31	6,9	5,0	22.8	22,5
25%	8,32	8,06	31	31	6,7	5,4	22.8	22,2
12,5%	8,29	8.04	31	31	6.5	6.5	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,12	8,00	32	32	7.0	6.1	22,9	22,3
100%	8,28	8,02	31	31	7,2	4.5	23	22,0
50%	8,27	8,03	32	32	7,7	5.2	22.6	22,3
25%%	8,30	8,03	31	31	7,0	5.9	22.8	22,8
12,5%	8,25	8.06	31	31	7,4	6.0	22.7	22,4

- Sétima coleta realizada em 03 de julho de 2014.

Ponto P1

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,35	8,04	31	31	6,0	2,5	22,8	22,5
50%	8,34	8,00	31	31	6,1	2,8	22,7	22,6
25%	8,33	8,07	31	31	6,2	3,8	22,8	22,7
12,5%	8,26	8,00	31	31	6,3	6,0	23	22,9
6,25%	8,38	8,06	32	32	6,4	6,2	23	22,8

Ponto P2

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,33	8,06	31	31	6,8	2,5	22,2	22,3
50%	8,30	8,00	31	31	7,0	2,9	22,6	22,5
25%	8,28	8,05	31	31	6,9	3,8	22,3	22,2
12,5%	8,26	8,00	31	31	6,8	5,8	22,7	22,3
6,25%	8,30	8,02	31	31	6,5	6,2	22,9	22,3

Ponto P3

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	32	32	7,3	6,2	23	22,7
100%	8,32	8,01	31	31	6,4	2,5	22,7	22,6
50%	8,26	8,04	31	31	6,8	2,8	22,4	22,3
25%	8,32	8,04	31	31	6,4	4,3	23	22,7
12,5%	8,33	8,05	31	31	6,2	6,0	22,3	22,4
6,25%	8,30	8,00	31	31	6,2	6,0	22,4	22,5

Ponto P4

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Controle	8,25	8,00	32	32	6,0	6,40	22,9	23
100%	8,34	8,00	31	31	6,9	2,5	23	22,5
50%	8,33	8,02	32	32	6,0	2,8	22,7	22,8
25%	8,33	8,03	31	31	5,8	4,4	22,8	22,3
12,5%	8,35	8,10	32	32	6,3	5,3	22,9	22,3
6,25%	8,30	8,04	31	31	6,0	6,0	23	22,9

Ponto P5

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	31	31	7.0	6.1	22,8	22.3
100%	8,22	8,02	31	31	7,2	4.4	22.7	22.4
50%	8,20	8,00	31	31	7.0	5.4	22.8	22.4
25%	8,25	8,03	31	31	6,7	5.3	22.5	22.2
12,5%	8,26	8,00	31	31	6.4	6.2	22.7	22.2

Ponto P6

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	31	31	7.0	6.1	22,8	22.3
100%	8,20	8,08	31	31	7,2	4.0	22.7	22.3
50%	8,23	8,00	32	32	6,9	5.4	22.8	22,5
25%	8,22	8,03	31	31	6,4	6.0	22.8	22,2
12,5%	8,19	8.04	31	31	6.5	6.1	22.9	22,1

Ponto P7

Parâmetros	pH		Sal		OD		°C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Contrales	8,22	8,00	31	31	7.0	6.1	22,8	22.3
100%	8,21	8,02	31	31	7,8	4.0	23	22,8
50%	8,24	8,03	31	31	7,8	5.1	22.6	22,9
25%	8,20	8,02	31	31	7,0	5,6	23	22,9
12,5%	8,19	8.03	31	31	7,4	6.2	22.7	22,4

APENDICE B

Resultado das análises de toxicidade aguda.

Amostras coletadas em 20 de março de 2014.

Local Coleta	Amostra bruta (% Efeito)			
	Replica 01	Replica 02	Replica 03	Replica 04
Ponto 01	06	04	02	04
Ponto 02	04	04	02	04
Ponto 03	06	06	06	08
Ponto 04	07	08	06	06
Ponto 05	00	02	00	02
Ponto 06	02	00	02	00
Ponto 07	02	02	00	00
Controle	00	00	00	00

Amostras coletadas em 02 de abril de 2014.

Local Coleta	Amostra bruta (% Efeito)			
	Replica 01	Replica 02	Replica 03	Replica 04
Ponto 01	02	00	02	00
Ponto 02	04	02	02	02
Ponto 03	00	02	00	02
Ponto 04	02	04	04	02
Ponto 05	00	00	00	00
Ponto 06	02	00	02	00
Ponto 07	00	02	00	00
Controle	00	00	00	00

Amostras coletadas em 29 de maio de 2014.

Local Coleta	Amostra bruta (% Efeito)			
	Replica 01	Replica 02	Replica 03	Replica 04
Ponto 01	03	04	02	03
Ponto 02	04	03	02	03
Ponto 03	04	05	04	05
Ponto 04	05	06	06	05
Ponto 05	02	00	00	02
Ponto 06	02	00	01	00
Ponto 07	02	00	00	02
Controle	00	00	00	00

Amostras coletadas em 17 de junho de 2014.

Local Coleta	Amostra bruta (% Efeito)			
	Replica 01	Replica 02	Replica 03	Replica 04
Ponto 01	04	02	02	04
Ponto 02	04	00	02	02
Ponto 03	00	02	02	00
Ponto 04	04	02	02	02
Ponto 05	00	00	00	00
Ponto 06	00	02	02	00
Ponto 07	02	00	02	00
Controle	00	00	00	00

Amostras coletadas em 03 de julho de 2014.

Local Coleta	Amostra bruta (% Efeito)			
	Replica 01	Replica 02	Replica 03	Replica 04
Ponto 01	00	02	02	02
Ponto 02	03	00	03	02
Ponto 03	00	02	00	02
Ponto 04	02	04	02	02
Ponto 05	00	00	00	00
Ponto 06	02	00	02	00
Ponto 07	02	00	00	02
Controle	00	00	00	00

APÊNDICE C

Resultados das análises de toxicidade crônica da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba.

- Primeira coleta realizada em 23 de janeiro de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
6,25%	12	13	15	10
12,5%	25	27	26	27
25%	39	40	41	39
50%	59	58	56	57
100%	100	100	100	100

CENO: 50; CEO: 100; Ci50: NC.

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
6,25%	15	14	15	12
12,5%	23	25	26	26
25%	42	43	43	41
50%	66	65	66	67
100%	100	100	100	100

CENO: 50; CEO: 100; Ci50: NC.

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
6,25%	12	13	15	12
12,5%	20	24	22	20
25%	49	50	46	48
50%	82	84	80	81
100%	100	100	100	100

CENO: 12,5; CEO: 25; Ci50: 38,62 (38,13 -39,11)

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
6,25%	13	13	14	12
12,5%	24	23	22	23
25%	54	52	55	53
50%	80	82	78	82
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 19,86 (19,67 -20,11).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
12,5%	08	05	03	05
25%	10	10	07	10
50%	06	05	07	06
100%	05	06	04	06

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
12,5%	06	07	06	04
25%	05	04	06	08
50%	05	06	06	04
100%	04	05	04	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	07	06	06	05
12,5%	04	05	04	04
25%	05	06	06	04
50%	05	04	06	08
100%	04	05	04	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Segunda coleta realizada em 18 de fevereiro de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	06	07	05
6,25%	29	28	26	22
12,5%	41	41	39	36
25%	66	64	60	66
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 22,02 (21,52 – 22,66).

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	06	07	05
6,25%	14	16	15	16
12,5%	36	33	31	34
25%	65	66	63	61
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO:<6,25; CEO: 6,25; Ci50: 21,66 (21,20 – 22,14).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	06	07	05
6,25%	26	23	25	25
12,5%	48	47	48	50
25%	67	68	67	69
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 19,22 (18,85 – 19,58).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	06	07	05
6,25%	20	21	24	20
12,5%	44	45	43	42
25%	68	63	67	68
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 18,07 (17,55 – 18,67).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	04	05	04	06
25%	06	06	07	05
50%	06	07	08	06
100%	06	05	06	07

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	07	07	06	04
25%	05	06	07	06
50%	06	06	05	04
100%	04	06	04	06

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	04	04	06	05
25%	05	05	06	07
50%	06	04	06	07
100%	06	04	04	06

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Terceira coleta feita em 20 de março de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	08	05	07
6,25%	30	28	26	28
12,5%	45	46	47	45
25%	64	66	65	71
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 34,06 (33,66 – 34,60).

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	08	05	07
6,25%	15	14	16	18
12,5%	35	31	40	33
25%	65	66	63	65
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; CEO: 12,5; Ci50: 31,02 (30,61 – 31,44).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	08	05	07
6,25%	26	23	25	25
12,5%	38	36	47	40
25%	67	63	64	61
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 22,71 (22,08 – 23,52).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	08	05	07
6,25%	17	20	14	15
12,5%	40	35	38	39
25%	58	63	65	66
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 29,64 (28,48 – 30,78).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	04	05
12,5%	06	06	03	05
25%	08	07	07	06
50%	06	05	06	04
100%	06	05	06	06

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	04	05
12,5%	03	05	04	05
25%	06	06	07	05
50%	05	03	05	04
100%	08	06	06	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	04	05
12,5%	05	04	06	05
25%	05	04	06	05
50%	04	04	03	03
100%	04	03	03	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Quarta coleta feita em 02 de abril de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
6,25%	24	25	23	25
12,5%	40	37	37	39
25%	63	65	63	62
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; **CEO:** 6,25; **Ci50:** 31,10 (30,61 – 31,40).

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	14	12	13	12
12,5%	25	25	23	26
25%	61	64	63	60
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; **CEO:** 6,25; **Ci50:** 21,68 (21,30 – 22,34).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
6,25%	23	27	26	23
12,5%	39	38	40	38
25%	66	65	68	67
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; **CEO:** 6,25; **Ci50:** 22,10 (21,50 – 22,66).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
6,25%	18	19	20	20
12,5%	43	41	42	40
25%	66	67	66	65
50%	100	100	100	100
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; **CEO:** 6,25; **Ci50:** 18,10 (17,55 – 18,70).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	06	05	07	06
25%	05	06	06	05
50%	06	05	07	05
100%	06	05	04	06

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	06	07	07	04
25%	05	04	05	05
50%	04	06	05	04
100%	04	05	04	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	06
12,5%	05	02	03	03
25%	07	05	06	05
50%	06	04	04	05
100%	04	03	03	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Quinta coleta feita em 29 de maio de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	14	15	14	13
12,5%	14	15	14	13
25%	32	34	36	38
50%	68	63	66	65
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; CEO: 12,5; Ci50: 47,54 (46,54 – 48,72).

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	09	10	08	07
12,5%	23	24	20	23
25%	45	42	43	44
50%	65	67	70	67
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 45,00 (43,68 – 46,61).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	08	06	10	10
12,5%	20	15	18	18
25%	38	38	36	38
50%	67	63	66	61
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 77,57 (75,43 – 79,20).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	10	07	10	08
12,5%	20	18	18	20
25%	34	36	40	38
50%	57	60	56	57
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 89,17 (86,55 – 91,75).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	04	04	05
12.5%	05	06	06	04
25%	06	05	03	04
50%	04	05	04	03
100%	05	05	04	05

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	04	04	05
12.5%	03	05	04	04
25%	06	07	06	05
50%	06	05	04	05
100%	03	04	05	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	06	04	04	05
12,5%	04	04	05	05
25%	04	05	03	05
50%	04	04	05	05
100%	04	03	05	05

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Sexta coleta feita em 17 de junho de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	06	04
6,25%	07	06	07	08
12,5%	15	16	14	14
25%	26	24	26	22
50%	58	53	57	54
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; CEO: 12,5; Ci50: 47,47 (46,23 -48,50).

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	06	04
6,25%	06	08	09	06
12,5%	14	13	15	13
25%	35	38	40	37
50%	54	56	54	53
100%	100	100	100	100

CENO:<6,25; CEO:6,25; Ci50: 47,20 (46,01 – 48,82).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	06	04
6,25%	02	04	02	03
12,5%	12	11	08	10
25%	24	25	27	23
50%	54	55	58	56
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; CEO: 12,5; Ci50: 78,53 (76,80 – 80,24).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	05	06	04
6,25%	08	07	10	09
12,5%	12	14	12	11
25%	30	32	33	32
50%	53	54	53	50
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; CEO: 6,25; Ci50: 41,76 (40,80 – 42,66)

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	05
12,5%	06	07	04	04
25%	07	07	04	04
50%	06	04	07	07
100%	05	07	04	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	05
12,5%	05	06	07	04
25%	07	04	04	05
50%	08	06	05	07
100%	08	06	07	05

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	04	05	05
12,5%	05	06	07	04
25%	07	04	04	05
50%	05	06	06	07
100%	05	07	07	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

- Sétima coleta feita em 03 de julho de 2014.

Ponto P1

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	05	07	07	06
12,5%	13	15	13	15
25%	36	34	35	33
50%	66	64	67	65
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; **CEO:** 12,5; **Ci50:** 47,53 (46,52 - 48,71)

Ponto P2

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	05	06	06	08
12,5%	15	13	12	14
25%	21	24	25	22
50%	56	53	57	55
100%	100	100	100	100

CENO: 6,25; **CEO:** 12,5; **Ci50:** 47,46 (46,20 – 48,48).

Ponto P3

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	09	08	06	07
12,5%	21	22	20	23
25%	45	41	43	43
50%	66	67	65	67
100%	100	100	100	100

CENO: <6,25; **CEO:** 6,25; **Ci50:** 45,10 (43,66 – 46,60).

Ponto P4

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	05
6,25%	06	07	08	06
12,5%	12	13	14	15
25%	40	36	37	37
50%	54	56	55	53
100%	100	100	100	100

CENO:<6,25; **CEO:**6,25; **Ci50:** 47,20 (46,00 – 48,80).

Ponto P5

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	06
12,5%	06	05	04	07
25%	07	06	05	05
50%	06	04	07	06
100%	04	05	06	05

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P6

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	06
12.5%	06	05	06	04
25%	04	05	05	06
50%	04	06	04	05
100%	06	05	06	05

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

Ponto P7

Concentrações	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Replica 4
Controle	04	06	05	06
12,5%	05	03	02	03
50%	05	05	04	07
50%	06	05	06	05
100%	04	03	04	04

CENO: NC; CEO: NC; Ci50: NC.

APÊNDICE D

Resultados das análises com as placas de Coliformes.

Local	Placas UFC	<i>E. coli</i>	C. totais
Ponto – P1	Placa I	50.000	170.000
	Placa II	110.000	290.000
	Placa III	130.000	260.000
Ponto – P2	Placa I	130.000	250.000
	Placa II	110.000	210.000
	Placa III	120.000	230.000
Ponto – P3	Placa I	180.000	500.000
	Placa II	140.000	550.000
	Placa III	210.000	650.000
Ponto – P4	Placa I	560.000	300.000
	Placa II	350.000	750.000
	Placa III	300.000	570.000
Ponto - P5	Placa I	10.000	50.000
	Placa II	30.000	50.000
	Placa III	10.000	40.000
Ponto – P6	Placa I	30.000	20.000
	Placa II	20.000	30.000
	Placa III	10.000	10.000
Ponto - P7	Placa I	10.000	70.000
	Placa II	20.000	30.000
	Placa III	10.000	40.000

APÊNDICE E

- Resultados das análises químicas para sulfeto, fosfato, amônia, nitrito, nitrato e surfactantes.

Local	Sulfeto	Fosfato	Nitrito	Nitrato	Amônia	Amônia	Surfactantes
P-1	0,065	1,47	0,19	2,19	6,68	4,15	3,02
P-2	0,071	1,87	0,46	2,36	8,45	7,70	2,86
P-3	0,069	1,00	0,35	2,44	7,80	5,00	1,14
P-4	0,068	0,71	0,58	3,28	6,70	2,60	2,0
P-5	0,067	0,50	0,32	0,31	0,85	0,30	0,95
P-6	0,066	0,40	0,29	1,87	0,75	0,15	0,80
P-7	0,065	0,37	0,33	0,72	0,80	0,28	0,93

Fotos dos pontos onde foram feitas as coleta das amostras para a Dissertação

Fotos do ponto de coleta P1



Fotos do ponto de coleta P2



Fotos do ponto de coleta P3



Fotos do ponto de coleta P4



Falta estrutura para receber o número elevado de pessoas no final de semana.









ANEXOS

ANEXO A

Solução “Água de Diluição” para os ensaios microbiológicos (CETESB, 2007).

Solução-estoque A-----1,25mL

Solução-estoque B-----5 ml

Água destilada-----1000 ml

pH final após esterilização: $7,2\pm 0,2$

1 – Preparar a Solução-estoque A com a seguinte composição:

Dihidrogeno fosfato de potássio (KH_2PO_4)-----34,0g

Água destilada-----1000 ml

Preparo: Dissolver dihidrogeno fosfato de potássio em 500 ml de água destilada, ajustar o pH para $7,2\pm 0,5$ com solução de hidróxido de sódio 1N e completar o volume para 1 litro com água destilada. Distribuir volumes adequados à necessidade de uso do laboratório em frasco com tampa de rosca. Esterilizar em autoclave a 121°C , durante 15 minutos. Armazenar em geladeira, durante no máximo 2 meses.

2- Prepara a Solução-estoque B com a seguinte composição:

Cloreto de magnésio hexaidratato ($\text{MgC}_{12}\text{H}_{20}$)-----81,1g

Água destilada q.s.p.-----1000 ml

Preparo: Dissolver o cloreto de magnésio em 500 ml de água destilada e completar o volume para 1000 ml com água destilada. Distribuir volumes adequados à necessidade do laboratório em frasco com tampa de rosca. Esterilizar em autoclave a 121°C , durante 15 minutos. Armazenar em geladeira, durante no máximo 2 meses.

3- Preparar a solução de trabalho de acordo com a fórmula do item 1, distribuir em frascos com os volumes adequados para os procedimentos do ensaio e esterilizar em autoclave a 121°C , durante 15 minutos.

ANEXO B

Informativo com índice pluviométrico – Fonte: Defesa Civil de Guarujá.

Obs.: A medição da chuva é feita todos os dias às 07 horas da manhã, os dados da chuva são apresentados em mm de chuva, onde 1 mm equivale a 1 litro de água por m².

Janeiro 2014		Fevereiro 2014	
DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil – Guarujá	DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil - Guarujá
1	0,3	1	0,0
2	56,6	2	0,0
3	0,0	3	0,0
4	9,8	4	0,0
5	91,2	5	0,0
6	1,9	6	0,0
7	0,0	7	0,0
8	0,0	8	0,0
9	1,4	9	0,0
10	0,0	10	0,0
11	0,0	11	0,0
12	16,5	12	0,0
13	1,5	13	0,0
14	19,3	14	0,5
15	2,9	15	82,1
16	0,5	16	59,2
17	6,5	17	13,2
18	4,3	18	18,2
19	2,6	19	3,9
20	0,0	20	0,0
21	0,0	21	0,0
22	6,2	22	0,0
23	0,0	23	0,0
24	0,0	24	0,9
25	0,0	25	0,0
26	0,0	26	0,0
27	0,0	27	0,0
28	0,0	28	43,5
29	0,0	x.x	x.x
30	0,0	x.x	x.x
31	0,0	x.x	x.x
Total	221,5 mm	Total	221,5 mm

Março 2014		Abril 2014	
DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil – Guarujá	DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil - Guarujá
1	18,6	1	0,0
2	0,0	2	4,8
3	3,9	3	24,4
4	11,6	4	3,7
5	0,0	5	0,7
6	5,5	6	0,0
7	1,4	7	0,0
8	28,6	8	0,0
9	1,4	9	0,0
10	0,0	10	0,5
11	0,0	11	0,0
12	41,6	12	0,0
13	23,4	13	23,3
14	0,3	14	48,3
15	0,0	15	17,4
16	0,0	16	41,7
17	0,0	17	5,2
18	0,0	18	0,0
19	0,0	19	0,0
20	0,2	20	2,1
21	2,0	21	5,8
22	5,0	22	0,0
23	43,9	23	0,0
24	0,4	24	40,7
25	0,0	25	66,9
26	1,5	26	1,1
27	70,6	27	0,2
28	0,0	28	21,3
29	0,0	29	0,0
30	0,0	30	0,0
31	15,0	x.x	x.x
Total	274,9 mm	Total	308,1 mm

Maio 2014		Junho 2014	
DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil – Guarujá	DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil - Guarujá
1	0,0	1	0,0
2	0,0	2	0,0
3	0,0	3	1,3
4	0,0	4	0,0
5	0,0	5	0,0
6	0,0	6	0,0
7	0,0	7	30,5
8	0,0	8	0,2
9	24,9	9	0,0
10	6,6	10	4,4
11	26,0	11	2,4
12	5,1	12	3,2
13	0,0	13	0,0
14	0,0	14	0,0
15	0,0	15	0,0
16	0,0	16	0,4
17	0,3	17	0,0
18	0,0	18	0,0
19	0,0	19	23,4
20	1,9	20	14,8
21	0,0	21	5,3
22	0,0	22	0,0
23	8,2	23	0,1
24	33,9	24	0,9
25	25,5	25	0,0
26	15,6	26	0,0
27	0,0	27	0,0
28	35,9	28	0,0
29	28,0	29	0,0
30	0,6	30	0,0
31	0,0	x.x	x.x
Total	212,5 mm	Total	86,9 mm

MÊS DE JULHO DE 2014

DATA	Posto E3-070 Sede da Defesa Civil - Guarujá
01	0,0
02	0,0
03	0,0
04	0,0
05	0,0
06	0,0
07	0,0
08	3,6
09	5,2
10	75,8
11	48,2
12	14,3
13	0,0
14	0,0
15	0,0
16	0,0
17	0,0
18	0,0
19	1,9
20	0,2
21	0,0
22	0,0
23	0,0
24	0,0
25	13,0
26	4,2
27	7,4
28	41,1
29	3,9
30	0,0
31	0,0
TOTAL	218,8 mm