

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

SERGIO MIGUEL BARRAGAN LOPES MATTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ECOTOXICOLÓGICA DAS
ÁGUAS DOS CANAIS DE DRENAGEM DA ZONA NOROESTE DE SANTOS (SÃO
PAULO, BRASIL)**

SANTOS/SP

2016

SERGIO MIGUEL BARRAGAN LOPES MATTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ECOTOXICOLÓGICA DAS
ÁGUAS DOS CANAIS DE DRENAGEM DA ZONA NOROESTE DE SANTOS (SÃO
PAULO, BRASIL)**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação: Prof. Dr. Aldo Ramos Santos e Profa. Dra. Juliana Plácido Guimarães.

SANTOS/SP

2016

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

Mattos, Sergio Miguel Barragan Lopes.
Análise físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das águas dos canais de drenagem da Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil).
Sergio Miguel Barragan Lopes Mattos, 2016.
N. fls.52.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Ramos Santos e Profa. Dra. Juliana Plácido Guimarães.

Dissertação de Mestrado - Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas
Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2016.

1. Análise. 2. *E. lucunter*. 3. *E. coli*. 4. Água. 5. Ecotoxicologia.

I - Santos, Aldo Ramos. II - Guimarães, Juliana Plácido. III - Análise físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das águas dos canais de drenagem da Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil).

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

“O mundo é um lugar perigoso de se viver,
não por causa daqueles que fazem o mal,
mas sim por causa daqueles que observam
e deixam o mal acontecer.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos são a Deus, à minha esposa Djaina, ao meu filho Rafael e à minha filha Laura, que sempre me apoiaram. Amo todos vocês.

Ao meu orientador, Professor Dr. Aldo Ramos Santos pelo êxito do meu trabalho. À minha coorientadora Professora Dra Juliana Plácido Guimaraes pela paciência, disponibilidade e pelos esclarecimentos. Aos biólogos Dr. Fabio Hermes Pusceddu, MSc. Fernando Sanzi Cortez, Alessandro Alves de Almeida e Fernanda Silva Hartmann.

À equipe do Laboratório de ecotoxicologia e microbiologia. À Sandra e à Imaculada, pelo atendimento oferecido aos alunos do mestrado.

A todos os professores do programa de Mestrado em Ecologia da UNISANTA.

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

RESUMO

A Baixada Santista é formada pelas cidades de Bertioga, Guarujá, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Peruíbe, São Vicente e Santos contando com nove municípios e criada pela Lei Complementar Estadual 815/96. A partir da instalação do porto em 1540, houve aumento populacional expressivo e também o aumento de efluentes, de lixo e falta de infraestrutura até mesmo para o abastecimento de água, levando várias pessoas às enfermidades ligada à falta de saneamento básico, onde metade da população da época foi dizimada. Em 1890 eram 50 mil habitantes. Em 1906 foram iniciadas as obras da construção dos canais de Santos e inauguradas oficialmente em 1914. Com o crescimento da região santista em alta em 1976 surgiu oficialmente a Zona Noroeste de Santos devido à ocupação das outras áreas; na década de 20 começou a ser povoada e na década de 50 tendo uma enorme procura por moradias. A grande concentração populacional em região costeira agrava o impacto ambiental sobre seus ecossistemas, comprometendo a produtividade e a biodiversidade. A forma como a população trata seus recursos hídricos e resíduos sólidos, está relacionada com seu grau de educação, sem saneamento básico não há saúde. O presente estudo teve como objetivo geral analisar a qualidade das águas de três canais em Santos na Zona Noroeste (São Paulo, Brasil) durante o mês de maio e junho de 2016. Por meio da caracterização físico-química, através das análises das variáveis temperatura, salinidade, pH, OD e nitrogênio amoniacal; caracterização microbiológica, através da análise de bactérias indicadores de contaminação fecal (coliformes totais e *Escherichia coli*); e analisar os efeitos ecotoxicológicos por meio de ensaios de toxicidade crônica com desenvolvimento embrio-larval do ouriço-do-mar (*Echinometra lucunter*). Os resultados das análises ecotoxicológicas podem sugerir um possível risco para o ecossistema aquático local. Nos resultados das análises microbiológicas estão acima do que padroniza a resolução CONAMA 274/00, sugerindo possíveis ligações de esgoto clandestinas. Os resultados das análises físico-químicas, somente o valor do nitrogênio amoniacal está em desacordo com a resolução CONAMA 357/05 e 430/11, sugerindo que o corpo de água está contaminado com amônia. Os resultados das três análises estão sugerindo uma possível ação antropogênica nos canais, o que conseqüentemente pode afetar a preservação da saúde pública e da vida aquática do ecossistema estudado.

Palavras-Chave: Análise. *E. lucunter*. *E. coli*. Água. Ecotoxicologia.

ABSTRACT

The lowland Santista is formed by the cities of Bertioga, Guarujá, Cubatão, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, Peruíbe, São Vicente and Santos counting with nine municipalities and created by the State Complementary Law 815/96. From the installation of the port in 1540, there was a significant population increase and also the increase of wastewater, waste and lack of infrastructure for even the water supply, causing several people to diseases related to poor sanitation. Half the population of the time was decimated. In 1890 were 50 thousand inhabitants. In 1906 they began the works of construction of the Santos channels and officially inaugurated in 1914. With the growth of Santista region high in 1976 officially started the northwest of Santos Zone due to the occupation of other areas; in the 20's began to be populated and in the 50's having a huge demand for housing. The large population concentration in coastal region aggravates the environmental impact of its ecosystems, maintaining productivity and biodiversity. The way people treat their water resources and solid waste is related to their degree of evolution without sanitation there is health. This study aimed to analyze the quality of three channels in Santos waters in the Northwest Zone (São Paulo, Brazil) during the month of May and June 2016. Through the physicochemical characterization, through the analysis of temperature variables, salinity, pH, DO and ammonia nitrogen; microbiological characterization through the analysis of bacterial indicators of fecal contamination (total coliforms and *Escherichia coli*); and analyzing ecotoxicological effects through chronic toxicity tests on the larvae of sea urchin (*Echinometra lucunter*). The results of ecotoxicological tests may suggest a possible risk for the local aquatic ecosystem. The results of microbiological analyzes are above that standardizes the CONAMA resolution 274/00, suggesting possible illegal sewage connections. The results of physicochemical analysis, only the value of ammonia nitrogen is at odds with the CONAMA 357/05 and 430/11, suggesting that the body of water is contaminated with ammonia. The results of the three analyzes are suggesting a possible anthropogenic action in the channels, which in turn can affect the preservation of public health and aquatic life of the studied ecosystem.

Keywords: Analysis. *E. lucunter*. *E. coli*. Water. Ecotoxicology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.	Mapa de Santos e Ilha de São Vicente.....	16
FIGURA 2.	Bairros da Zona Noroeste de Santos.....	17
FIGURA 3.	Local da coleta dos 3 pontos.....	24
FIGURA 4.	Local da coleta de água ponto 1.....	25
FIGURA 5.	Local da coleta de água ponto 2.....	25
FIGURA 6.	Local da coleta de água ponto 3.....	26
FIGURA 7.	Esquema de procedimentos para determinação de coliformes totais ou <i>E. coli</i>	28
FIGURA 8.	Placa de Petri contendo meio de cultura, destacando colônias de <i>E. coli</i> e outros coliformes.....	30
FIGURA 9.	<i>Echinometra lucunter</i>	31
FIGURA 10.	Fêmeas liberando os óvulos.....	32
FIGURA 11.	Preparo de solução de espermatozoides de ouriço.....	32
FIGURA 12.	Figura 11A: <i>E. lucunter</i> normal, Figura 11B: Objetiva o microscópio e Figura 11C: <i>E. lucunter</i> Retardado.....	34
FIGURA 13.	Resultado dos testes físico-químicos.....	36
FIGURA 14.	Resultado do teste físico-químico (nitrogênio amoniacal total).....	38

FIGURA 15.	Resultado dos testes microbiológicos (<i>Escherichia coli</i> e coliformes totais).....	40
FIGURA 16.	Resultado dos testes ecotoxicológicos.....	42

LISTA DE QUADRO

QUADRO 1. Principais constituintes de um sistema de esgoto urbano.....	20
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Parâmetros físico-químicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.....	36
TABELA 2.	Parâmetro físico-químico (nitrogênio amoniacal) nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.....	37
TABELA 3.	Parâmetros microbiológicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.....	39
TABELA 4.	Parâmetros ecotoxicológicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.....	41

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice – Resultados dos ensaios de ecotoxicológicos.....	48
--	----

LISTA DE ANEXO

Anexo A – Solução “Água de Diluição” para ensaios microbiológicos.....	50
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Alta Pluviosidade
BP	Baixa Pluviosidade
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
L	Litro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
pH	Potencial hidrogeniônico
OD	Oxigênio dissolvido
UFC	Unidade formadora de colônias
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
NH ₃	Amônia
N	Normal
mg	Miligrama
°C	Temperatura em graus Celsius
‰	Parte por mil
C	Controle
DP	Desvio de padrão
µL	Microlitro
µm	Micrometro
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>E. lucunter</i>	<i>Echinometra lucunter</i>
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
KCl	Cloreto de potássio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Breve históricos da cidade de Santos.....	16
1.2 A importância das águas.....	18
1.3 Breve histórico das legislações ambientais.....	21
1.4 Ecotoxicologia.....	22
1.5 Objetivos.....	23
1.5.1 Objetivo geral.....	23
1.5.2 Objetivos específicos.....	23
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
2.1 Coleta.....	24
2.2 Determinação das análises físico-químicas.....	27
2.3 Determinação das análises microbiológicas.....	28
2.4 Determinação das análises ecotoxicológicas.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Parâmetros físico-químicos.....	35
3.2 Parâmetros microbiológicos.....	39
3.3 Parâmetros ecotoxicológicos.....	41
4. CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

APÊNDICE 1.....	48
------------------------	-----------

APÊNDICE 2.....	50
------------------------	-----------

ANEXO.....	52
-------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

1.1 Breve histórico da cidade de Santos

A região de estudo está localizada na cidade de Santos (Figura 1), sendo limitada pelas latitudes de 23° 40' a 24° 30' S e pelas longitudes de 46° a 47° W. Em destaque na figura 1, encontra-se localizada a Zona Noroeste em Santos.



Figura 1: Mapa de Santos e Ilha de São Vicente.

Fonte: Google Earth(2016).

A cidade de Santos possui o maior jardim à beira-mar do mundo, a primeira Santa Casa de Misericórdia da América e o maior complexo portuário da América Latina, que com seu crescimento, propiciou a instalação da Ferrovia Santos-Jundiaí (SANTOS CIDADE, 2006).

A partir da instalação do porto em 1892, houve aumento populacional expressivo, e consequentemente, o aumento de resíduos de efluentes, lixo e falta de infraestrutura até mesmo para o abastecimento de água, levando várias pessoas às enfermidades ligadas à falta de saneamento básico, onde metade da população da época, que em 1890 eram 50 mil habitantes, foi dizimada (SANTOS CIDADE, 2012).

Em 1906, com o objetivo de construção de um plano de saneamento, foram iniciadas obras da construção dos canais de Santos e inauguradas oficialmente em 1914, tendo como engenheiro responsável Francisco Saturnino Rodrigues de Brito. Esses canais têm em suas extensões várias ligações de esgoto clandestinos. (SARTOR *et al.*, 2000; DEGASPARI *et al.*, 2000)

Com o crescimento da região santista em alta, em 1976 surgiu oficialmente a Zona Noroeste de Santos. No ano de 1920 começou a ser povoada e no ano de 1950 tendo uma enorme procura por moradias. Apesar do aumento habitacional, a infraestrutura da região ainda deixa muito a desejar, por conta de enchentes, falta de segurança e de serviços básicos tais como: falta de creches, escolas e saneamento básico. A Zona Noroeste está localizada na zona insular de Santos e ocupa 38% do território da Ilha de São Vicente, sendo formada por 12 bairros como, pode ser visto na Figura 2: Alemoa, Jardim São Manoel, Jardim Piratininga, Chico de Paula, Saboó, Jardim Bom Retiro, Jardim Santa Maria, Caneleira, Areia Branca, Jardim Rádio Clube, Jardim Castelo e Vila São Jorge (NOVO MILÊNIO, 2006).

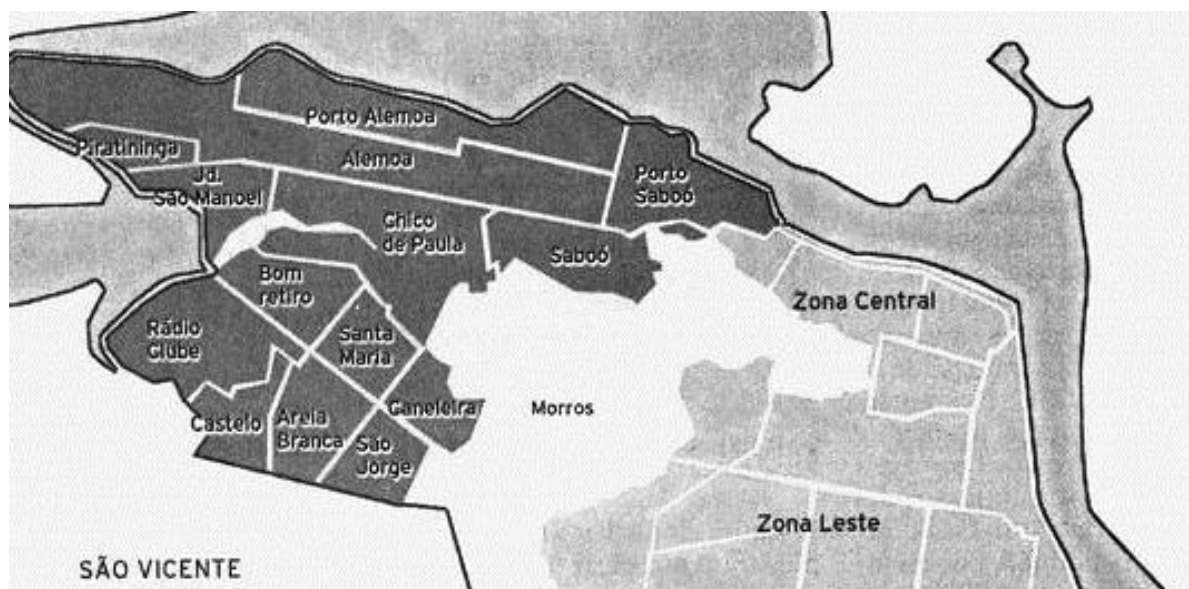


Figura 2: Bairros da Zona Noroeste de Santos.

Fonte: Novo Milênio (2016)

1.2 A importância das águas

A água é elemento vital para sobrevivência. Até agora a Terra é o único planeta conhecido onde ela ocorre nos três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso (REBOUÇAS, 2002). Por seu valor inestimável, a água foi reconhecida como direito humano pela ONU, em 28 de julho de 2010, juntamente com o saneamento básico (WOLKMER, 2012).

O planeta Terra apresenta cerca de 3/4 de sua superfície composta de água, sendo que somente 1% dela é potável (PEIXOTO FILHO & BONDAROVSKY, 2000).

A água é um bem nacional estratégico de uso público, um patrimônio da sociedade. Um componente fundamental da natureza, a mesma que tem direitos próprios a existir e manter seus ciclos vitais (ACOSTA 2010).

Segundo Conte e Leopoldo (1999), é preciso considerar que a qualidade dos recursos hídricos muitas vezes é desperdiçada. A água está se tornando escassa e sua qualidade está sendo comprometida com rapidez (FREITAS, BRILHANTE, & ALMEIDA, 2001).

O comprometimento marinho é constatado pela introdução de resíduos sólidos de atividade antropogênica que causa a contaminação marinha, que normalmente acontece nas partes rasas da zona costeira (WEBER, 1992), sendo agravado pelo descarte de efluentes irregulares. O aumento de material sólido em suspensão nos estuários está relacionado com a entrada de esgotos sanitários e efluentes industriais (OLIVEIRA, 2004; PIVELI e KATO, 2006).

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

Cada ecossistema tem suas características distintas podendo levar a comprometimentos irreversíveis como a dizimação de espécies (GONZALEZ et al., 2006). Mello (2007) relata que a forma como a população trata seus recursos hídricos e resíduos sólidos estão relacionados com seu grau de educação, uma vez que sem saneamento básico não há saúde.

Conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o “controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos

nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. É o conjunto de medidas adotadas em um local para melhorar a vida e a saúde dos habitantes, impedindo que fatores físicos de efeitos nocivos possam prejudicar a população. Essas medidas devem ser adotadas pelos três níveis de governo (Municipal, Estadual e Federal) e contemplar o abastecimento de água tratada; coleta e tratamento de esgoto; limpeza urbana; manejo de resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais” (MICHELAKE, A. E.; SILVA, C. R.; SILVA, F. F., 2014). De acordo com a Constituição Federal de 1988, o cidadão tem direito a saúde, educação, moradia, trabalho, previdência social, proteção à maternidade e à infância, assistência aos desamparados, segurança, lazer, vestuário, alimentação, transporte e principalmente o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado.

Segundo Jacobi (1999) em geral a população possui alguma percepção dos impactos ambientais, mas convivem passivamente com agentes que prejudicam a saúde, que não deveriam existir.

No quadro 1 podem ser observados os principais constituintes de um sistema de esgoto urbano.

Quadro 1 - Principais constituintes de um sistema de esgoto urbano.

CONSTITUINTE		FONTE EM POTENCIAL	EFEITOS NA ÁGUA
Substâncias com demanda de oxigênio		Sobretudo materiais orgânicos em especial fezes e urina humanos.	Consumem oxigênio dissolvido.
Orgânicos refratários		Resíduos industriais, produtos de limpeza.	Tóxicos à vida aquática.
Vírus		Resíduos humanos.	Causam doenças (possivelmente câncer); principal obstáculo contra a reciclagem de esgotos para os sistemas hídricos.
Detergentes		Detergentes domésticos.	Propriedades organoléticas da água impedem a remoção de graxas e óleos, tóxicos à vida aquática.
Fosfatos		Detergentes.	Nutrientes de algas.
Graxas e óleos		Cozinha, processamento de alimentos, resíduos industriais.	Propriedades organoléticas da água, prejudiciais a parte da vida aquática.
Sais		Resíduos humanos e industriais, suavizar a água.	Aumentam a salinidade da água.
Metais		Resíduos industriais e laboratórios químicos.	Toxicidade.
Agentes quelantes		Alguns detergentes, resíduos industriais.	Solubilização e transporte de metais.
Sólidos		Todas as fontes.	Propriedades organoléticas da água, prejudiciais à vida aquática.

Fonte: Manahan (2013).

Segundo Pusceddu (2016) foi encontrado três fármacos, o triclosan, ibuprofeno e o 17 alfa-etinilestradiol no estuário de Santos. A presença desses fármacos é um risco para o ecossistema aquático local.

1.3 Breve históricos das legislações ambientais

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 e corpos de água.

Em 1986 estabeleceu-se a Resolução 20, que é um aperfeiçoamento da Portaria 13, de 15 de janeiro de 1976 do Ministério do Interior.

A Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, especifica critérios sobre balneabilidade de águas, que conforme condições sanitárias seu resultado é expresso em própria e imprópria para banho.

Em 17 de março de 2005, entrou em vigor a RESOLUÇÃO CONAMA nº357 que 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 (BRASIL, 2005).

Em 13 de maio de 2011, entrou em vigor a RESOLUÇÃO CONAMA nº430 que complementa e altera a Resolução CONAMA 357/05 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. (BRASIL, 2011).

As águas dos canais de Santos da Zona Noroeste foram classificadas como água salobra de classe 2, conforme Resolução CONAMA 357/05, as quais podem ser destinadas: a) a pesca amadora; e b) a recreação de contato secundário. Devido as diferentes épocas do ano e o índice de pluviosidade a água poderá sofrer alterações de acordo com a concentração de salinidade, podendo ser classificada como água doce, salobra ou salina.

A hipótese do estudo é a avaliação da qualidade ambiental do corpo de água através de análise físico-química, microbiológica e ecotoxicológica.

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).

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).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo geral.

O presente estudo teve como objetivo geral analisar a qualidade da água dos canais de drenagem da Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil) durante o mês de maio e junho de 2016.

1.4.2 Objetivos específicos.

Os objetivos específicos: caracterização físico-química, por meio de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido (OD) e nitrogênio amoniacal; caracterização microbiológica, por meio da análise de bactérias indicadoras de contaminação fecal (coliformes totais e *Escherichia coli*) e analisar os efeitos ecotoxicológicos por meio de ensaios de toxicidade crônica com ouriço-do-mar (*Echinometra lucunter*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta

Foram realizadas duas coletas, sendo a primeira no dia 24 maio e a segunda no dia 9 de junho. A primeira coleta foi realizada em alta pluviosidade e a segunda em baixa pluviosidade.

Em maio e junho de 2016, realizou-se a primeira e segunda coleta em três pontos a serem estudados (figura 3).

1º Ponto de Coleta é a zona de mistura das águas dos canais das avenidas Jovino de Melo com a Hugo Maia (figura 4). É uma área residencial, início de uma comunidade, uma escola publica, um posto de saúde, com alguns comércios e o local onde os moradores tomam banho no canal em dias ensolarados.

2º Ponto de Coleta é a zona de mistura das águas dos canais da avenida Jovino de Melo com a rua Alberto de Carvalho (figura 5). É uma área residencial, com alguns comércios e uma escola particular.

3º Ponto de Coleta é a zona de mistura das águas dos canais das avenidas Francisco Ferreira Canto com a Eleonor Roselvelt (figura 6). É uma área residencial, com alguns comércios, um posto de saúde e uma escola publica.

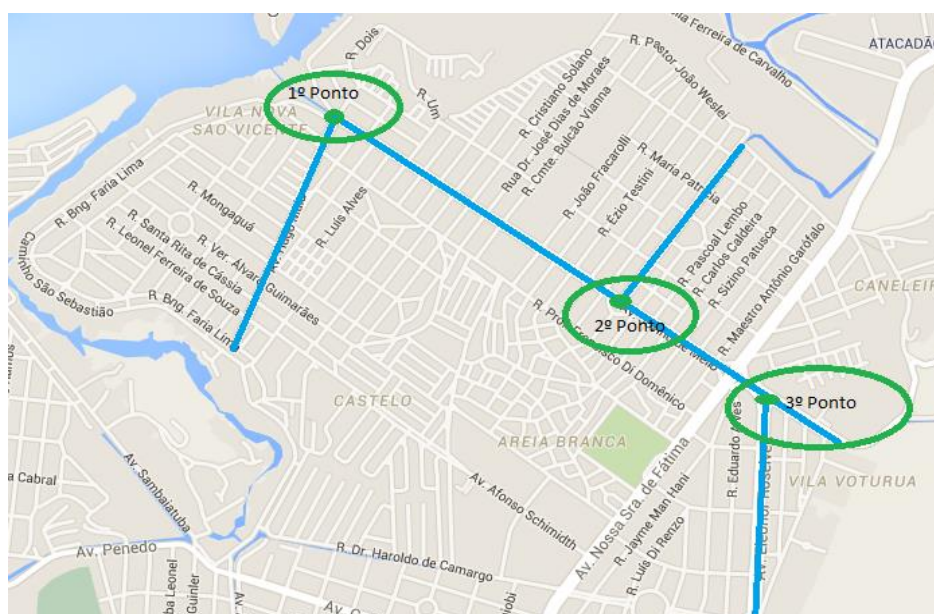


Figura 3: Local da coleta dos 3 pontos.

Fonte: Google Maps (2016).

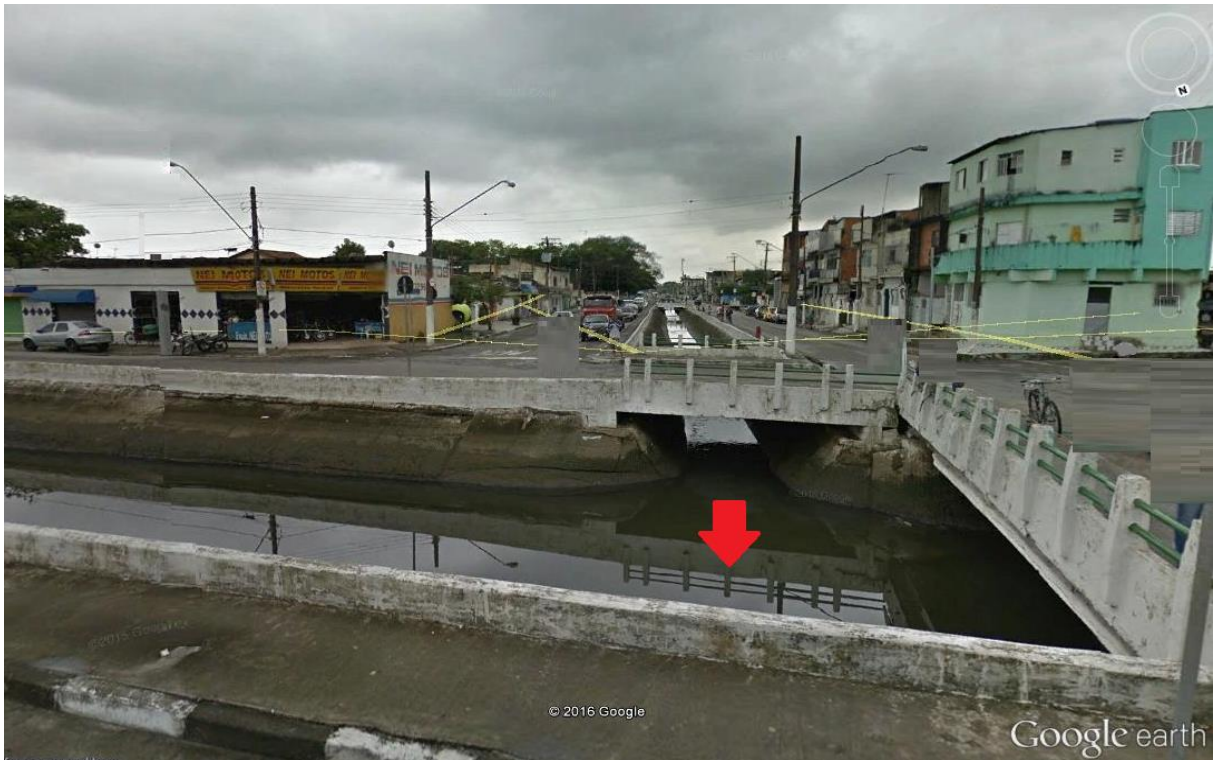


Figura 4: Local da coleta de água do ponto 1.
Fonte: Google Earth (2016).
Seta: Ponto de coleta de água.



Figura 5: Local da coleta de água do ponto 2.
Fonte: Google Earth (2016).
Seta: Ponto de coleta de água.



Figura 6: Local da coleta de água do ponto 3.

Fonte: Google Earth (2016).

Seta: Ponto de coleta de água.

Para cada ponto de coleta foram coletados três amostras de um litro de água. As amostras foram acondicionadas em três frascos âmbar de um litro e duas amostras de 500 mL sendo acondicionadas em garrafa de polipropileno, à temperatura ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), até o momento de análise no laboratório de microbiologia. As demais amostras foram congeladas no laboratório de ecotoxicologia para realizar os testes ecotoxicológico e físico-químico.

2.2 Determinação das análises físico-químicos

Foram analisados os parâmetros físico-químicos: temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido (OD) e nitrogênio amoniacal. A temperatura foi aferida em campo. A salinidade foi determinada com a utilização de aparelho refratômetro de salinidade (Shibuya®, modelo 145). O pH foi determinado pelo pHmetro (micronal®, modelo B474) e o OD com o oxímetro (WTW®, modelo OXI-315i).

Conforme APHA (2012) a concentração de amônia foi determinada como nitrogênio amoniacal, 500 mL de cada alíquota foram tamponados com pH 9,5 e 25 mL de tampão de borato de sódio para minimizar a interferência da hidrólise de cianetos e compostos orgânicos nitrogenados. Em seguida, estas amostras foram destiladas e absorvidas em uma solução de ácido bórico. A amônia do destilado é titulada com o uso de um indicador colorido, utilizando uma solução de H₂SO₄ 0,02 N.

Os cálculos foram realizados conforme a Equação 1:

$$\text{NH}_4 \text{ mg/ litro de NH}_3 - \text{N} = \frac{(A-B) \times 280}{\text{mL de amostra}} \quad (1)$$

Sendo: A volume de H₂SO₄ utilizado para a amostra em mL.

B volume de H₂SO₄ utilizado para o branco em mL.

N a relação entre o equivalente-grama do soluto pelo volume da solução.

2.3 Determinação das análises microbiológicas

Para a determinação de *E. coli* na primeira vez e outros coliformes nas alíquotas, o método utilizado foi da técnica da filtração em membranas. Foi modificado pela Universidade, pois a mesma não realiza todas as etapas do teste que será mostrado na figura 7. O método da Universidade é um método adaptado, pois ela só realiza a primeira afirmação, mas não confirma essa afirmação com as demais fases do teste. (modificado de CETESB, 2007 e APHA, 2012). Foi realizada a filtração e a M-endo agar LES 35°C em 24 horas.

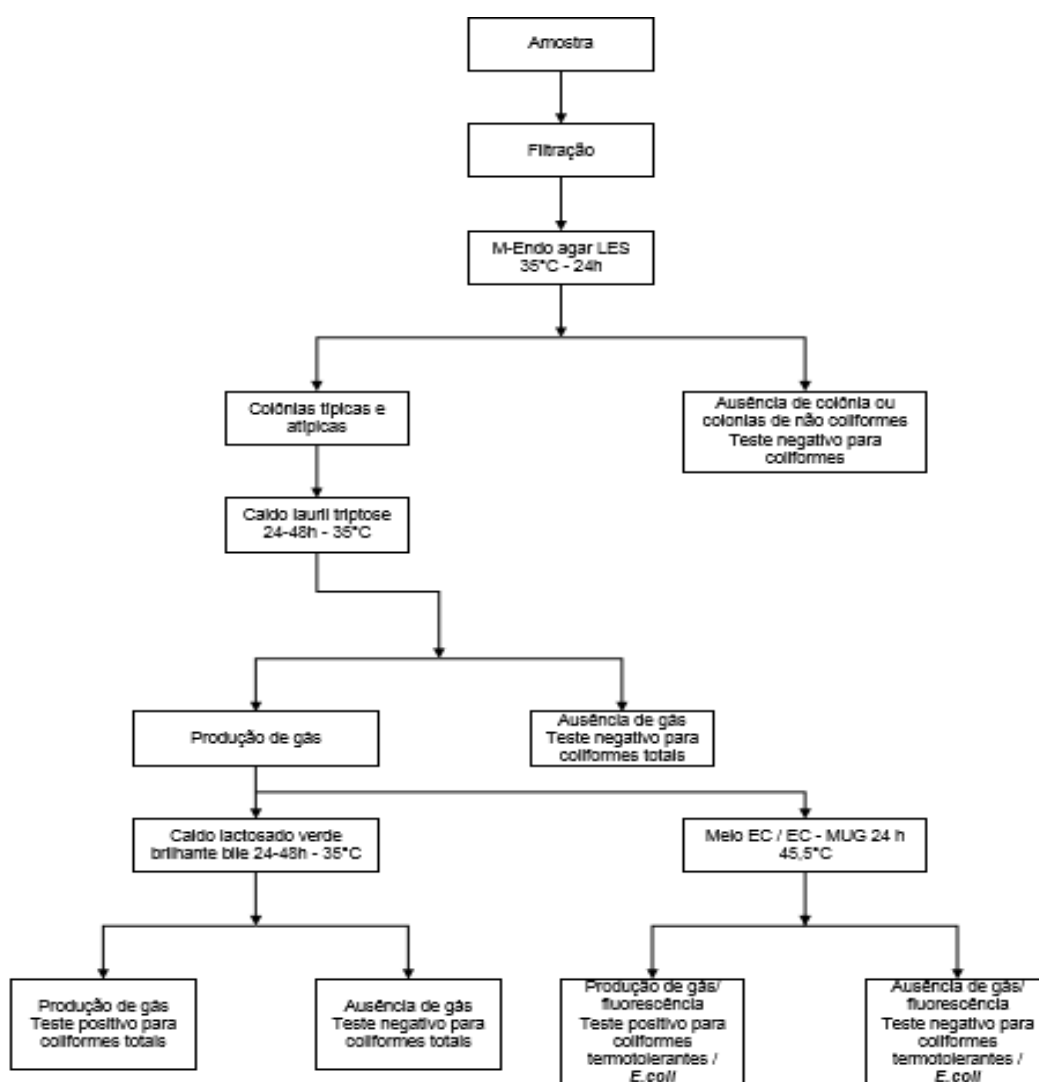


Figura 7: Esquema de procedimentos para determinação coliformes totais ou *E. coli*.

Fonte: Cetesb (2007 A e B).

As amostras após homogeneização, utilizando de uma pipeta estéril, foram transferidos 5 mL para um frasco contendo 45 mL de uma solução de diluição (ANEXO A) estéril. A partir da diluição anterior, transferiu-se 1 mL para um novo frasco contendo 99 mL de solução de diluição estéril, obtendo-se então 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 homogeneização foi despejada e filtrada com o auxílio de um kitasato e bomba à vácuo em uma membrana estéril quadriculada com porosidade de 0,45 µm. Utilizando-se de uma pinça estéril esta membrana foi colocada em placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar Biochrome Coliformes (Biolog).

O meio de cultura permite uma contagem simultânea de *E. coli* e outros coliformes, onde a diferença é contabilizada a partir da coloração das colônias (MANAFI, 1996; APHA, 2012).

As placas contendo o meio de cultura e a membrana foram colocadas em posição invertida em bandejas e incubadas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, durante 22-24 horas. Após o tempo de incubação, efetuou-se a contagem das colônias típicas de coliformes totais e *Escherichia coli*.

Os resultados foram expressos como Unidade Formadoras de Colônias (UFC/100mL), de acordo com a equação 2:

$$\text{UFC/100mL} = \frac{\text{NTC} \times \text{DE}}{\text{VFA}} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

UFC: Unidade formadora de colônia;

NTC: Número total de colônias;

DE: Diluição empregada;

VFA: Volume filtrado da amostra (mL).

Sendo que a diluição empregada foi igual a 1000 vezes e o volume filtrado foi igual a 10 mL.

A figura 8 mostra uma placa de Petri após o ensaio microbiológico, os pontos escuros são colônias de *E. coli* e os pontos cinzas são colônias de outros coliformes.

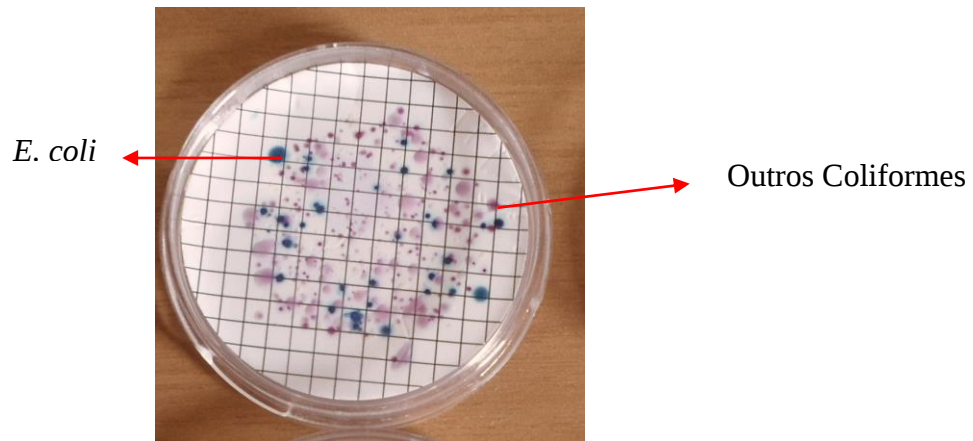


Figura 8: Placa de Petri contendo o meio de cultura, destacando colônias de *E. coli* e outros coliformes.

2.4 Determinação das análises ecotoxicológicas

Echinometra lucunter tem forma elíptica, tem aproximadamente 8 centímetros cresce mais acima e embaixo aos lados. Os espinhos são médios e as pontas são afiadas, de coloração preta.

Foram realizados ensaios ecotoxicológicos para avaliação de efeito crônico, realizados no laboratório de Ecotoxicologia da Universidade Santa Cecília, o método utilizado está na norma técnica ABNT/NBR 15350 (2012), o ensaio está inserido no escopo de acreditação da ISO/TEC 17025. Foi utilizada a espécie *Echinometra lucunter* (figura 9). Na figura 10 fêmeas liberando óvulos em béquer e na figura 11 preparo de solução de espermatozoide após o estímulo com KCl. (figuras 10 e 11).



Figura 9: *Echinometra lucunter*.

Para utilização nos ensaios, os óvulos devem ser redondos, lisos e de tamanho homogêneo. Após a sedimentação dos óvulos nos três recipientes, foi descartado o sobrenadante e as soluções 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, diretamente dos gonopóros e acondicionados em um béquer seco envolto com gelo, sem que os espermatozoides entrassem em contato com água de diluição até o início dos experimentos.



Figura 10: Fêmeas liberando os óvulos.



Figura 11: Preparo de solução de espermatozoides de ouriço.

No momento da fecundação foi preparada uma solução na proporção de 0,5 mL de espermatozóide para 25 mL de água do mar. Esta solução foi misturada de modo à proporcionar à dissolver possíveis grumos. Em seguida foi acrescentado 1 mL a 2 mL da solução de esperma ao recipiente contendo os óvulos e aguardado 10 minutos com leve agitação.

Após este período, três subamostras de 10 μ L da solução foram colocadas na câmara de Sedgwick-Rafter, para contagem e cálculo da porcentagem de fecundação (mínimo de 80% de óvulos fecundados para utilização no ensaio). O procedimento de contagem dos ovos nas três subamostras possibilitou a obtenção da média do número de ovos e o cálculo do volume da solução a ser adicionado nas concentrações-teste contendo 300 ovos. Vale ressaltar que o volume adicionado nos recipientes-teste não ultrapassou 1% do volume da solução teste, critério a ser respeitado.

As amostras de água dos canais foram salinizadas com a utilização do sal marinho (Pro Coral Red Sea[®]) de maneira a atender a faixa exigida (30 a 37 UPS) NBR 15350/2012.

Posteriormente os embriões com duas horas a partir da fecundação foram colocados em todas as réplicas, quatro das sete amostras coletadas. Após o período de exposição (36 a 42 horas) em câmara de germinação e fotoperíodo com temperatura entre $26 \pm 2^\circ\text{C}$, foi retirada uma alíquota do controle para verificar se pelo menos 80% das larvas atingiram o estágio de *pluteus* (critério de aceitabilidade do ensaio). Sendo assim, o ensaio foi encerrado adicionando em todas as réplicas 0,5 mL de formol tamponado com bórax.

O resultado se dá através de contagem dos 100 primeiras larvas conforme o estágio de desenvolvimento visto em microscópio.

A figura 12 é composta por três imagens. A figura 12A temos um embrião normal de *Echinometra lucunter*. A figura 12B objetiva o microscópio. A figura 12C temos um embrião retardado de *Echinometra lucunter*.

Para que os valores de salinidade estivessem equivalentes aos da água do mar as alíquotas foram corrigidas com sal marinho, pois este organismo teste vive em ambiente marinho.

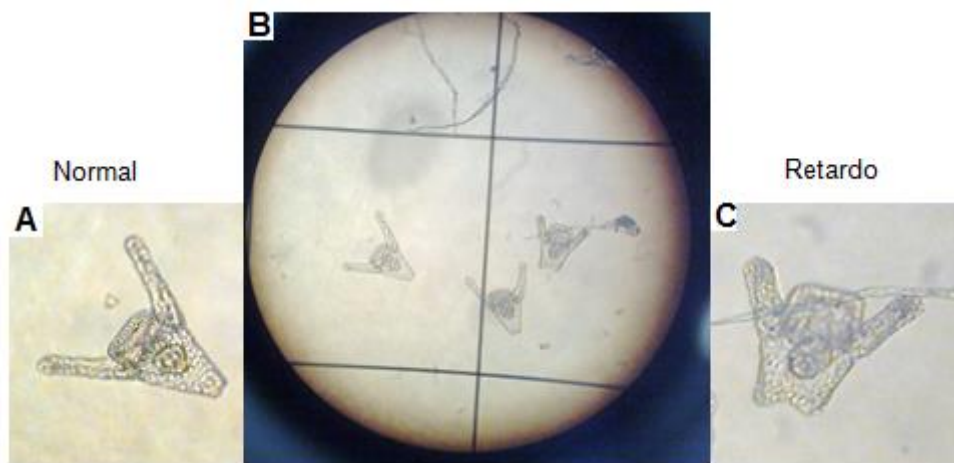


Figura 12A: Larva *E. Lucunter* normal e Figura 12C: Larva *E. Lucunter* Retardado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros das análises físico-químicas, ecotoxicológicas e microbiológicas nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP dos canais de Santos na Zona Noroeste são apresentados abaixo. Os resultados obtidos neste estudo tiveram como finalidade a verificação dos parâmetros físico-químicos, ecotoxicológico (embrionarval) com *E. lucunter* e das análises microbiológicas (*E. coli* e Coliformes totais). Foram também comparados com os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA nº 274/2000, Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução CONAMA nº 430/2011.

3.1 Parâmetros físico-químicos.

A temperatura apresentou valores em acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA nº 430/2011 que define a temperatura da água inferior a 40°C e a variação do corpo receptor para o corpo emissor tem que ser menor de 3°C. Foi aferida a temperatura da amostra no campo e do frasco, o frasco foi cheio e desprezado para evitar variação de temperatura. Os resultados da variação de temperatura são de aproximadamente 2°C, conforme o (Apêndice 2).

Pode-se observar a diferença de salinidade em AP no ponto 1 que foi de 5‰ enquanto no ponto 3 foi de 10‰ dando como resultado o dobro da concentração, já o ponto 2 apresentou 9‰. Quando comparada as alíquotas em BP a concentração em todos os pontos aumenta devido a pouca água no canal de drenagem que está relacionada diretamente com a ausência ou pouca chuva, não havendo deste modo à diluição dos sais presentes nas alíquotas, tendo maior concentração no ponto 1 com 20‰ e menor concentração com 10‰ no ponto 3, já o ponto 2 apresentou 15‰.

Segundo a RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 o valor do oxigênio dissolvido (OD) não pode ser menor que 4 mg/L, nas amostras analisadas os valores encontrados são superiores tendo o maior valor no ponto 3 AP de 8,0 mg/L e menor no ponto 2 BP 5,6 mg/L, sendo assim todos os padrões estão em conformidade com a resolução.

Os valores encontrados para o pH não tiveram diferenças significativas, se mantendo entre 7 e 8 tanto em ambos períodos, estando de acordo com a

RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, e diferentes classes de águas naturais tem suas faixas estabelecidas tendo como objetivo a proteção da vida aquática, com o valor de pH entre 6 a 9. Este parâmetro é muito importante nos estudos de saneamento ambiental, tratamentos de esgotos e água.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos serão apresentados na tabela 1 e tabulado em forma de gráfico na figura 13.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.

Parâmetros	Unidades	P1 AP	P1 BP	P2 AP	P2 BP	P3 AP	P3 BP
Temperatura	°C	23	21	24	22	20	20
pH	-	7,8	6,9	7,9	6,8	8	6,9
Salinidade	‰	5	20	9	15	10	18
OD	mg/L	7	5,8	6,8	5,6	8	6,9

Na figura 13 serão apresentados os dados na forma de gráfico com os resultados das análises físico-químicas.

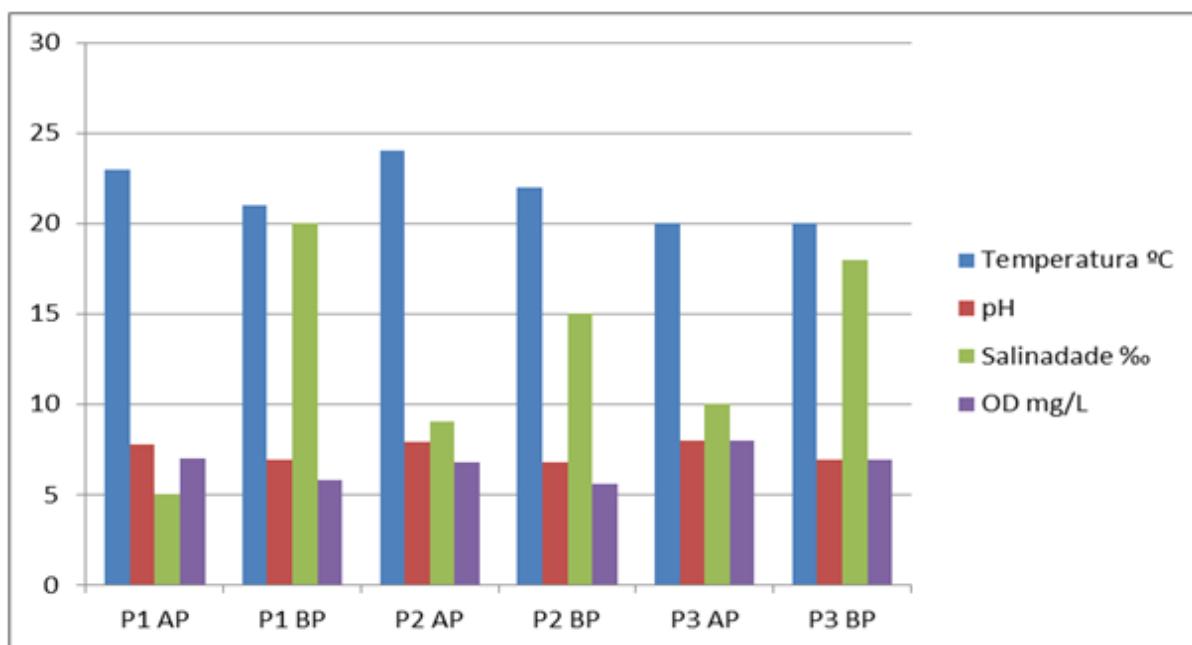


Figura 13: Resultado dos testes físico-químicos.

O nitrogênio amoniacal pode ser encontrado no meio aquático na forma orgânica, como proteína e aminoácido e na forma inorgânica, como amônia. Na tabela 2 apresenta os resultados de nitrogênio amoniacal do presente trabalho. A água do canal foi classificada como salobra e na classe 2, pois todos os resultados de OD são maiores que 4mg/L e a salinidade é maior que 0,5‰ e inferior a 30‰ que é a água salina.

Conforme os resultados, apresenta concentração de amônia em todos os pontos de coletas da água dos canais de drenagem tendo o maior valor na alíquota de P3 AP de maio com 4,05 mg N/L e menor valor em P1 AP de maio 0,84 mg N/L, este parâmetro esta em desacordo com a resolução CONAMA 357/2005, cujo limite é de 0,7 mg N/L, conforme a linha vermelha tracejada conforme figura 14. Do especificado indica emissão de esgotos, sendo a amônia tóxica à vida aquática, pois pode atingir níveis letais e subletais, e seu excesso indica contaminação recente. Para nitrogênio amoniacal as alíquotas ficaram todas fora do especificado na resolução.

Tabela 2. Parâmetro físico-químico (nitrogênio amoniacal) nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.

Parâmetro	P1 AP	P1 BP	P2 AP	P2 BP	P3 AP	P3 BP
Nitrogênio amoniacal	0,84 mg/L	1,05 mg/L	0,8 mg/L	3,84 mg/L	4,05 mg/L	3,71 mg/L

A figura 14 mostra os resultados da análise físico-química (nitrogênio amoniacal).

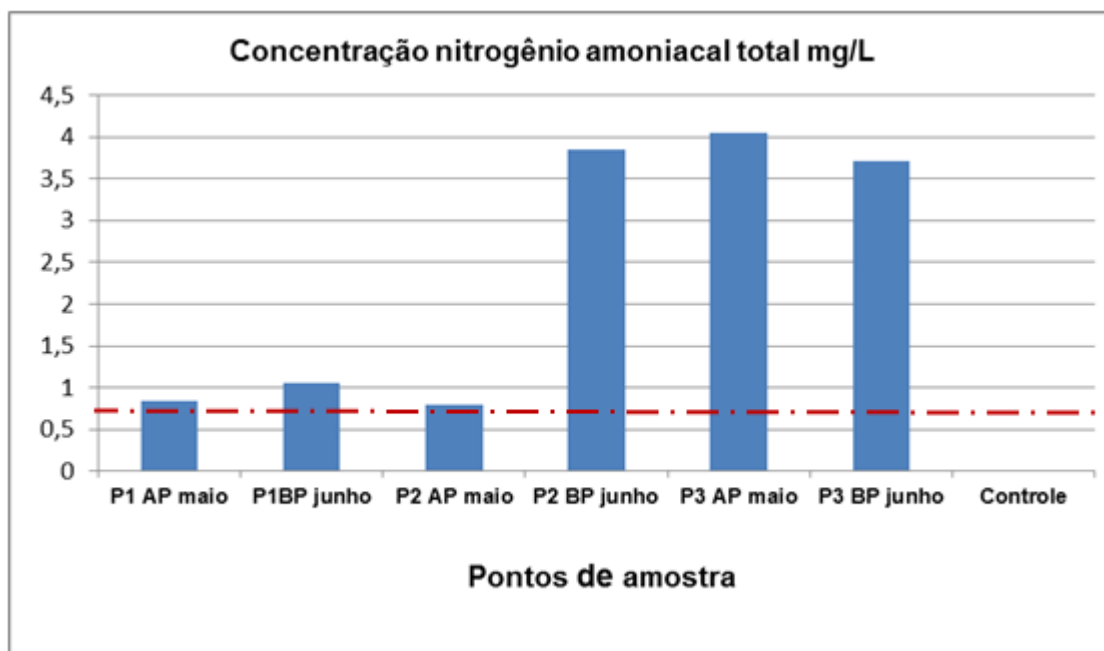


Figura 14: Resultado do teste físico-químico (nitrogênio amoniacal total).

Segundo a CETESB (2012), a amônia provoca o consumo do oxigênio dissolvido nas águas naturais. Esse parâmetro pode ser um indicador de lançamento de efluentes orgânicos ou inorgânicos. Estudos realizados nos canais de drenagem da cidade de Santos, o esgoto clandestino pode ser uma possível fonte de contaminação por amônia. (AMBROZEVICIUS, 2010; Braga Et al 2000).

3.2 Parâmetros microbiológicos.

Para os parâmetros de *E. coli* e coliformes totais, todas as amostras apresentaram concentrações elevadas de coliformes, nos três pontos, apresentados na tabela 3, caracterizado como impróprio para recreação de contato secundário tendo as amostras no período de BP teve uma concentração mais elevada em relação ao período de AP (figura 15).

E. coli é conhecido como coliformes termotolerantes, pois se detecta em seres vivos de sangue quente. Na legislação brasileira, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2007).

Em estudo realizado por Coelho (2015) os sete canais de Santos, que deságuam na praia, apresentaram considerável diferença nas análises referentes à qualidade da água dos canais para os períodos de AP e BP, devido à diluição dos materiais ocorridos pela chuva, à contaminação constatada indicou a presença de esgoto *in natura* devido ligações de esgoto clandestino aos canais, afetando diretamente a balneabilidade das praias, ou seja, a qualidade da água da praia.

Tabela 3. Parâmetros microbiológicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.

Parâmetros	P1 AP	P1 BP	P2 AP	P2 BP	P3 AP	P3 BP
Coliforme <i>E. coli</i>	$2 \times 10^4^*$	$1,6 \times 10^5^*$	$2,9 \times 10^4^*$	$2 \times 10^5^*$	$1,2 \times 10^4^*$	$1,8 \times 10^5^*$
Coliformes Totais	$5 \times 10^5^*$	$1,9 \times 10^6^*$	$5,9 \times 10^5^*$	$1,9 \times 10^6^*$	$5,5 \times 10^5^*$	$1,8 \times 10^6^*$

(*Valores acima de $0,4 \times 10^4$ por UFC, regulamentados pela resolução CONAMA 274/00).

Os resultados das análises microbiológicas são apresentadas na forma de gráfico. A linha tracejada é o valor normal, Conforme Resolução CONAMA 274/00.

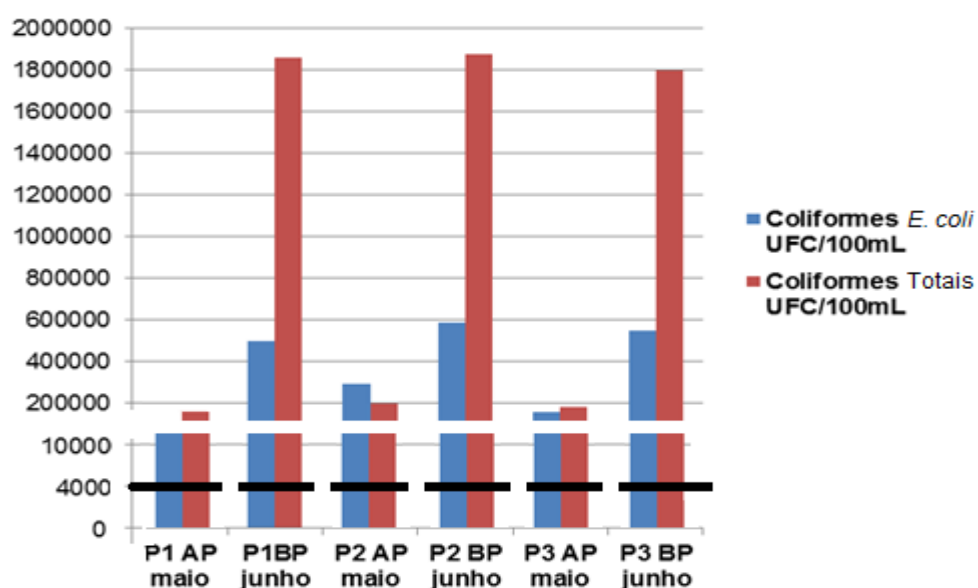


Figura 15: Resultado dos testes microbiológicos (*E. coli* e coliformes totais).

Quando comparados os resultados obtidos com os parâmetros estabelecidos pela RESOLUÇÃO CONAMA N.º 274 de 2000, observa-se maior concentração referente à *E. coli* e coliformes totais que pode estar relacionado à concentração de maior número de moradias, que lançam seus esgotos sem tratamento diretamente nos canais, sendo uma fonte pontual de contaminação, havendo comprometimento da vida aquática e da saúde das pessoas que tem contato com a água.

De acordo com Rocha (2009) os esgotos domésticos são pontuais na degradação dos recursos hídricos, continentais e costeiros. E são os principais responsáveis pela situação em que se encontram os nossos mananciais.

3.3 Ensaios ecotoxicológicos.

Os métodos estáticos utilizados foram o calculo da média das quatro replicas e desvio de padrão.

As amostras analisadas obtiveram resultados conforme (figura 16) e tabela 4, de ocorrência de toxicidade crônica que poderá causar comprometimento da vida aquática. Segundo CETESB (2009) a amostra é considerada não tóxica, caso não haja detecção de quaisquer efeitos tóxicos aos organismos teste.

Segundo Ambrozevicius e Abessa (2008) as águas do mar da cidade de Santos tem apresentado toxicidade devido ao sistema de canais para escoamento pluvial por causa do esgoto clandestino.

Sorte (2015), em estudo realizado na cidade de Guarujá, detectou em ambientes aquáticos em regiões brasileiras presença de esgotos. Conforme RESOLUÇÃO CONAMA 357/05, somente em 2005 o parâmetro toxicidade, para lançamento de efluentes em corpos receptores, começou a fazer parte da legislação vigente onde ficou estabelecido que o efluente não devesse causar ou possuir potencial que cause efeitos de toxicidade aos organismos aquáticos no corpo receptor.

A figura 16 mostra os resultados da análise ecotoxicológica e na tabela 4 o valor médio e desvio de padrão dos ensaios ecotoxicológicos do controle, 12,5%, 25%, 50% e 100%. Conforme (Apêndice 1)

Tabela 4. Parâmetros ecotoxicológicos nos pontos 1, 2 e 3 em AP e BP.

Ponto	C	DP	12,5%	DP	25%	DP	50%	DP	100%	DP
P1 AP	87,75	4,57	79,25	4,35	51,5	2,65	1,25	1,5	0,25	0,5
P1 BP	82,25	2,87	74,5	3,87	45	5,35	0,25	0,5	0	0
P2 AP	83,75	3,87	76,25	4,5	43,25	3,3	1,5	1,73	0	0
P2 BP	83,25	2,5	62,75	2,5	32,75	3,6	0,25	0,5	0,25	0,5
P3 AP	84	4,69	81,25	4,57	71,25	7,76	23	5,23	9	0,82
P3 BP	82,25	2,63	77,25	3,86	58,75	2,63	16,25	4,35	0,25	0,5

A figura 16 apresenta os resultados das análises ecotoxicológicas. A taxa de fertilização dos óvulos de *E. lucunter* nos períodos de AP e BP.

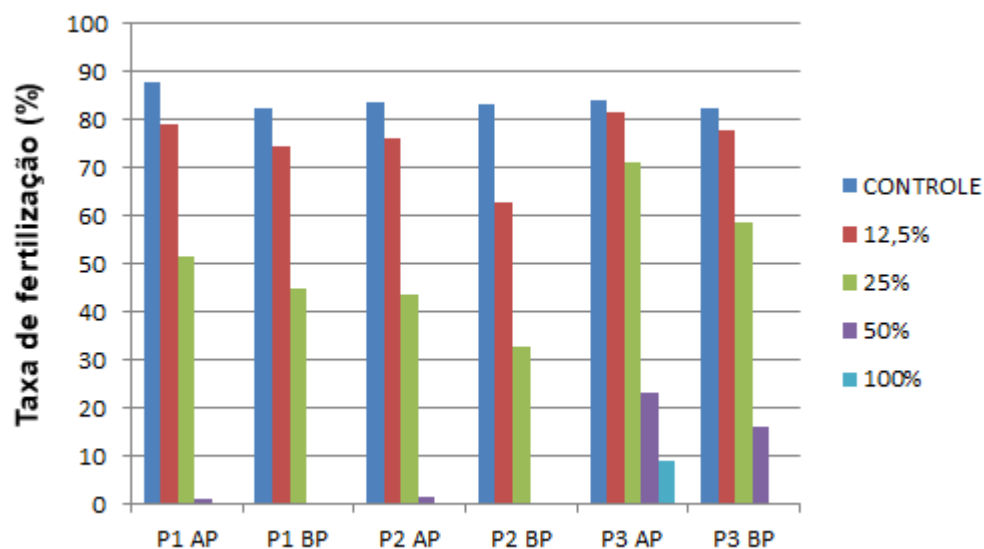


Figura 16: Resultado dos ensaios ecotoxicológicos.

4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No presente estudo foi realizada análise físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das águas dos canais de drenagem da Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil) para os 03 canais em período de AP e BP, durante o mês de maio e junho de 2016.

Nas análises físico-químicas a temperatura, pH, OD e salinidade estão de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 e Resolução CONAMA 430/11 em períodos de AP e BP. Já o nitrogênio amoniacal está em desacordo com a resolução CONAMA 357/05 e 430/11, no ponto um em AP e BP está em desacordo, no ponto dois apresentam uma diferenciação em AP está em desacordo e BP está em desacordo e no ponto três em AP e BP estão elevados.

Nas análises microbiológicas, os três pontos estudados estão totalmente em desconformidade às legislações CONAMA 274/00, tornando aquela área imprópria para banho e recreação. Os resultados podem estar relacionados a uma possível diluição das águas dos canais em períodos de AP, sugerindo uma ocorrência de maior concentração de contaminantes no canal em períodos de BP.

Conforme CONAMA 357/05 e CONAMA 430/11, os testes microbiológicos e de amônia sugeriram que existe um aporte de esgoto e contribui como fonte potencial aguda e crônica de contaminação, pois nas análises ecotoxicológicas mostram que as águas são tóxicas para a larva de *E. lucunter*.

Os canais de drenagem superficial, teve como propósito, a drenagem mediante a construção dos canais da Zona Noroeste de Santos, os resultados obtidos no presente estudo indicam a presença de ligações de esgoto clandestino aos canais, podendo afetar de forma significativa a biodiversidade local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ACOSTA, A.; MARTÍNEZ E. **Água: Um derecho humano fundamental.** Quito: Abya Yala,. p.18-23.12, 2010.

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.

APHA – AWWA – WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington DC; American Public Health Association. 2012 ed. 22.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15350, **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea),** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em < <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=089903>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

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. Brasil 2000. Pollution Bulletin, 40: 165-173.

BRASIL. **Resolução CONAMA** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) **n.274, de 29 de novembro de 2000.** Define os critérios de balneabilidade no Brasil. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em 19 de julho de 2016.

BRASIL. **Resolução CONAMA** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) **n.357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providência. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 14 de maio de 2016.

BRASIL. **Resolução CONAMA** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) **n.430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA 357/05. Disponível em < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf br >. Acesso em 14 de maio de 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **L5.214: coliformes totais determinação pela técnica de membrana filtrante – método de ensaio.** São Paulo, 2007. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em 28 de maio de 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em 14 de maio de 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **L5.230: Escherichia coli: Determinação pela técnica de membrana filtrante em amostras de águas - método de ensaio** São Paulo, 2007. Disponível em < <http://www.cetesb.sp.gov.br> >. Acesso em 28 de setembro de 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade.** São Paulo, 2013. Disponível em:
<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpuploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-anit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veisdeQualidade.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2016.

COELHO, F.R. **Caracterização físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das águas dos canais de drenagem urbana de Santos (São Paulo, Brasil)** Dissertação (Mestrado), Universidade Santa Cecília Pós- Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, 2013.

CONTE, M. L.; LEOPOLDO, P.R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio pardo, um exemplo.** Rev.Ciência Geográfica-Ensino-Pesquisa-Método. AGB (Associação dos geógrafos Brasileiros), set/dez. 1999, vol III, nº14, p.25.

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

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da Análise para a Saúde Pública em duas Regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio.** Caderno de Saúde Pública, vol.17, nº 3, 2001.

GOOGLE. Google Earth website. 2016 **Pontos de Amostragem de coleta de água do s canais em Santos na Zona Noroeste.** Disponível em: <HTTP://earth.google.com>. Acesso em 20 de maio de 2016.

GONZALEZ, J.L.; THOUVENIN, B.; DANGE, C.; CHIFFOLEAU, J.F.; BOUTIER, B. **Estuaries role of particle scorption properties in the behavior and speciation of trace metais in macrotidal estuaries: the cadmium example.** In Handbook Environmentl Chemistry. Springer–Verlag, Berlin (in press)v.5. Part H (2006),p.265-301. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/p33v4543370q44567/fulltext.pdf>> Acesso em: 25 de março de 2016.

JACOBI, P. **Cidade e Meio Ambiente.** São Paulo: Annablume, 1999.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental.** Tradução Wilson de Figueiredo Jardim. Editora Bookman. 9ª Edição, 2013. 944p.

MICHELAKÉ, A. E.; SILVA, C. R.; SILVA, F. F. **Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) – Estação Belém.** Disponível em: <<http://dx.doi.org/105902/2179460X>> . Acesso em: 27 de setembro de 2016.

MIGOTTO A. E.; PROSPÉRI V. **Desenvolvimento embrionário dos ouriços do mar – CEBI Mar USP,** Disponível em: < <http://noticias.cebimar.usp.br/editoria-divulgacao/72-desenvolvimento-embrionario-dos-ouricos-do-mar>> . Acesso em: 27 de setembro de 2016.

MILARÉ, É. **Direito do Ambiente.** 4º. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

NEWMAN, M. C.,; UNGER, M. A **Fundamentals of Ecotoxicology.** Second Edition. Lewis Publisher, 2002.

NOVOMILENIO. **Santos Zona Noroeste.** Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0345.htm>>. Acesso em: 13 de março de 2016.

OLIVEIRA, J. C. **Saneamento e urbanização.** Diário de Natal, Caderno Cidades. Natal, p 6, 22 mai.2004.

PEIXOTO FILHO, A. C.; BONDAROVSKY, S. H. **Água, bem econômico e de domínio público.** Revista CEJ, Brasília, v.4, n. 12, p. 13-16, set./dez., 2000.

PUSCEDDU, F. H. **AVALIAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DE SEDIMENTOS CONTAMINADOS COM TRICLOSAN, IBUPROFENO E 17 α -ETINILESTRADIOL EMPREGANDO INVERTEBRADOS MARINHOS BENTÔNICOS.** Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2016.

REBOUÇAS, A.C. **Água doce no mundo e no Brasil.** In Rebouças AC,Braga B.,Tundisi JG. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2ª Ed. São Paulo. 2002.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANTOS CIDADE. **Historia de Santos**. Disponível em: <<http://www.santoscidade.com.br/historia.php>>. Acesso em: 13 de março de 2016.

SARTOR, S. M.; DEGASPARI, F. A. **A balneabilidade das praias de Santos: discussão dos critérios oficiais de avaliação**. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 3-8 dez. 2000, Porto alegre. Anais... Porto Alegre: ABES, 2000.

SORTE S.A.B. **Avaliação da qualidade da água do canal de drenagem e da praia do Guaiuba, Guarujá- SP: abordagem físico-química, microbiológica e ecotoxicológica**. Dissertação (Mestrado), Universidade Santa Cecília Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, 2015.

WEBER, R.R. **Sistemas costeiros e oceânicos**. Química Nova, v15, p 137-143,1992.

WOLKMER A.C; Augustin, S; WOLKMER, M.F.S; **O “novo” direito à água no constitucionalismo da América Latina**. América Latina, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/1807-1384.2012v9n1p51>>. Acesso em 21 de abril de 2016.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (Ed). **Ecotoxicologia aquática: Princípios e aplicações**, São Carlos. SP.: RIMA Editora, 2006. P. 269-346

APÊNDICE 1

Resultados dos ensaios ecotoxicológicos crônicos.

Variáveis	Controle	12,50%	25%	50%	100%
P1 AP	89	81	55	0	0
P1 AP	81	80	50	3	1
P1 AP	90	83	49	0	0
P1AP	91	73	52	2	0
P1 BP	86	73	49	0	0
P1 BP	80	79	42	0	0
P1 BP	80	76	39	0	0
P1 BP	83	70	50	1	0

Variáveis	Controle	12,50%	25%	50%	100%
P2 AP	84	80	46	1	0
P2 AP	82	76	40	4	0
P2 AP	80	79	47	0	0
P2AP	89	70	42	1	0
P2 BP	82	60	38	0	1
P2 BP	82	64	31	0	0
P2 BP	82	66	32	0	0
P2 BP	87	61	30	1	0

Variáveis	Controle	12,50%	25%	50%	100%
P3 AP	89	85	70	30	10
P3 AP	87	83	75	24	9
P3 AP	80	84	79	19	9
P3AP	80	75	61	19	8
P3 BP	80	72	60	10	0
P3 BP	84	80	61	20	0
P3 BP	85	80	59	18	0
P3 BP	80	79	55	17	1

APÊNDICE 2

Resultados da temperatura da água do canal e o frasco para coleta.

Temperatura	1º Frasco	2º Frasco	3º Frasco	4º Frasco	Média
P1 AP	23	21	21	23	22
P1 AP	20	20	20	20	20
P1 AP	21	23	23	21	22
P1AP	21	23	22	22	22
P1 BP	20	20	20	20	20
P1 BP	20	18	19	19	19
P1 BP	20	16	18	18	18
P1 BP	24	24	22	22	23

Temperatura	1º Frasco	2º Frasco	3º Frasco	4º Frasco	Média
P2 AP	24	20	24	20	22
P2 AP	22	22	22	22	22
P2 AP	24	23	23	24	23,5
P2AP	26	27	26	26	26
P2 BP	22	20	20	22	21
P2 BP	22	24	24	22	23
P2 BP	25	23	23	24	24
P2 BP	24	24	25	25	24,5

Temperatura	1º Frasco	2º Frasco	3º Frasco	4º Frasco	Média
P3 AP	20	21	21	21	21
P3 AP	20	20	20	20	20
P3 AP	20	24	20	24	22
P3AP	18	19	20	20	19,5
P3 BP	20	22	22	22	21,5
P3 BP	18	20	20	18	19
P3 BP	18	18	19	18	18
P3 BP	18	19	20	23	20

ANEXO

ANEXO A - Solução “Água de Diluição” para os ensaios Microbiológicos.

Fonte: CETESB, 2007

I. Fórmula

Solução-estoque A ----- 1,25mL

Solução-estoque B ----- 5 mL

Água destilada ----- 1000mL

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

II. Preparo

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

Dihidrogenofosfato de potássio (KH_2PO_4).-----34,0 g

Água destilada ----- 1000mL

Preparo: Dissolver dihidrogenofosfato de potássio em 500mL 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 frascos com tampa de rosca. Esterilizar em autoclave a 121°C , durante 15 minutos. Armazenar em geladeira, durante no máximo 2 meses.

2. Preparar a Solução-estoque B com a seguinte composição:

Cloreto de magnésio hexaidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)----- 81,1g

Água destilada -----1000mL

Preparo: Dissolver o cloreto de magnésio em 500mL de água destilada e completar o volume para 1000mL 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 I, distribuir em frascos com os volumes adequados para os procedimentos do ensaio e esterilizar em autoclave a 121°C , durante 15 minutos.