

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

JOÃO ALFREDO GOMES DE MOURA

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

SANTOS/SP

2019

JOÃO ALFREDO GOMES DE MOURA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ECOTOXICOLÓGICA
DAS ÁGUAS DO CANAL DE DRENAGEM DA ZONA NOROESTE, 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.

SANTOS/SP

2019

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

628.16 Moura, João Alfredo Gomes de.
M887a Análise físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das
águas do Canal de Drenagem da Zona Noroeste, Santos (São Paulo,
Brasil) /João Alfredo Gomes de Moura.
2019.
39p.

Orientador: Prof. Dr. Aldo Ramos Santos

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas
Costeiros e Marítimos, Santos, SP, 2019.

1. Santos/SP. 2. Canais. 3. Ecotoxicológicos 4. Ensaaios de
toxicidade. I Santos, Aldo Ramos. II. Análise físico-química, e
ecotoxicológica das águas do Canal de Drenagem da Zona Noroeste,
Santos (São Paulo, Brasil).

*“Que nunca te falte um sonho pelo qual lutar,
um projeto para realizar, algo para aprender,
um lugar para onde ir, e alguém a quem
amar!”*

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos são a Deus, à minha mãe Ruth, minha filha Carla e minhas netas Mayara e Anna Mel, que sempre me apoiaram. Amo todos vocês.

Ao meu orientador, Professor Dr. Aldo Ramos Santos, pelo êxito do meu trabalho. Pela paciência, disponibilidade e pelos esclarecimentos.

À equipe do Laboratório de Ecotoxicologia e ao Laboratório de Microbiologia.

À Sandra e à Imaculada, pelo atendimento oferecido aos alunos do mestrado, agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante a realização deste Mestrado.

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

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água do canal da Avenida Jovino de Melo, na zona Noroeste de Santos, no estado de São Paulo durante o mês de agosto de 2018, na alta pluviosidade. Através dessas análises, buscou-se identificar as características físico-químicas, como temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal, a caracterização microbiológica além de verificar os efeitos ecotoxicológicos. Para isso, além da pesquisa bibliográfica, apoiou-se em estudo de campo, que envolveu coleta de material em três pontos específicos do canal de drenagem da Avenida Jovino de Melo para testes, ensaios ecotoxicológicos para avaliação de efeito crônico, realizados no laboratório de Ecotoxicologia da Universidade Santa Cecília. A construção dos canais foi fundamental no passado para o desenvolvimento de Santos, alterando de forma marcante e decisiva os rumos comerciais e o espaço geográfico da cidade. Incorporados à cultura local, ainda hoje são utilizados. Dessa forma, é importante saber o estado das águas que são despejadas neles e o que revelam a respeito das questões ambientais. Os resultados das análises ecotoxicológicas podem sugerir um possível risco para o ecossistema aquático local. Os dados obtidos foram comparados com os critérios estabelecidos nas Resoluções CONAMA nº 274/2000, nº 357/2005 e nº 430/2011. As análises estão sugerindo uma possível ação antropogênica no canal em estudo, que escoará suas águas no estuário.

Palavras-Chaves: Santos-SP. Canais de drenagem. Ecotoxicológico. Ensaio de toxicidade.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the water quality of the Jovino de Melo Avenue canal, in the northwest of Santos, state of São Paulo during the month of August 2018, in the high rainfall. Through these analyzes, we sought to identify the physicochemical characteristics such as temperature, salinity, pH, dissolved oxygen and ammonia nitrogen, the microbiological characterization and verify the ecotoxicological effects. For this, besides the bibliographic research, it was supported by a field study, which involved material collection in three specific points of the drainage channel of Avenida Jovino de Melo for tests, ecotoxicological tests for chronic effect evaluation, performed in the Ecotoxicology laboratory. from Santa Cecilia University. The construction of the canals was fundamental in the past for the development of Santos, markedly and decisively altering the city's commercial directions and geographical space. Incorporated into local culture, they are still used today. Thus, it is important to know the state of the waters that are poured into them and what they reveal about environmental issues. The results of ecotoxicological analyzes may suggest a possible risk to the local aquatic ecosystem. The data obtained were compared with the criteria established in CONAMA Resolutions No. 274/2000, No. 357/2005 and No. 430/2011. The analyzes are suggesting a possible anthropogenic action in the channel under study, which will drain its waters into the estuary.

Keywords: Santos-SP. Drainage channels. Ecotoxicological. Toxicity tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	15
Figura 2 -	16
Figura 3	18
Figura 4	22
Figura 5-	23
Figura 6-	23
Figura 7	23
Figura 8-	25
Figura 9 -	26
Figura 10	27
Figura 11 -	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos das amostras coletadas	29
Tabela 2 - Fórmula de cálculo e resultado das análises físico-químicas.	30

ANEXO

ANEXO A –	41
-----------------	----

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	14
1.1 Breve histórico dos canais de Santos e surgimento da Zona Noroeste	14
1.2 De porto maldito a ponto turístico	16
1.3 Histórico das legislações ambientais	19
1.4 Ecotoxicologia	20
1.5.1 Objetivo geral	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1 Coleta	21
2.2 Determinação das análises físico-químicas	24
2.3 Determinação de <i>Escherichia coli</i> e outros coliformes	25
2.4 Determinação das análises ecotoxicológicas	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Parâmetros físico-químicos	30
3.2 Parâmetros microbiológicos	31
3.3 Ensaio ecotoxicológicos	32
4. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICE I - ARTIGO SUBMETIDO	35

1. INTRODUÇÃO

1.1 Breve histórico dos canais de Santos e surgimento da Zona Noroeste

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). Na cidade de Santos até o início do século XX havia um grande número de doenças contagiosas, e uma intensa proliferação de mosquitos, mais o lixo, as fezes, e o clima quente e úmido. Assim, a cidade de Santos conquistou o estigma de Porto Maldito por conta das epidemias (só a febre amarela, entre 1890 e 1900, dizimou 6.400 pessoas, ou seja, metade da população de Santos então). <https://www.cidadeecultura.com/canais-de-santos/> >. Acesso em: 05 abr. 2019.

Essa situação fez com que muitas pessoas que moravam no lado do estuário, abrigado dos ventos e das tempestades vindas do mar, migrassem para a parte da baía onde o clima era melhor. Consequentemente, projetos urbanísticos começaram a aparecer para tornar a cidade mais habitável. Para o governo brasileiro da época, era bom que a cidade de Santos se tornasse saudável, pois o escoamento do café era feito exclusivamente pelo porto e representava a maior riqueza nacional. <https://www.cidadeecultura.com/canais-de-santos/>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

Nesse período de migrações surge o famoso sanitarista Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, eleito pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, o Patrono da Engenharia Sanitária Brasileira. Com seu plano de saneamento implantado, depois de muita briga com a Câmara Municipal, Saturnino de Brito transformou a cidade e a elevou a patamares de outras, com maior qualidade de vida no país. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Santos é 0,840, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Muito Alto.

O plano consistiu em canais de drenagem até a construção da Ponte Pênsil para dar suporte aos emissários de esgoto da cidade. Saturnino de Brito não se limitou ao saneamento, apresentando também proposta de plano urbanístico, de caráter geral, baseado nos princípios de higiene e

embelezamento das cidades que, segundo Andrade (1991), apoiava-se no pensamento do urbanista austríaco Camilo Sitte. Esse plano, denominado Planta de Santos, foi apresentado à Câmara Municipal em 1910, por iniciativa do próprio engenheiro (SARTOR; DEGASPARI 2000). Dessa forma, os esgotos passaram no século XX a ser conduzidos por encanamentos inclinados enterrados no solo, usando o efeito de gravidade, até estações elevatórias, que bombeavam esses esgotos para uma altura maior, permitindo assim reiniciar o percurso até alcançar as estações de tratamento e despejo dos efluentes.

A cidade de Santos tornou-se, então, uma cidade turística, com sua beleza natural e qualidade de vida. Os canais se transformaram, na linguagem cultural do santista:

- a) Canal 1 – Av. Senador Pinheiro Machado;
- b) Canal 2 – Av. Bernardino de Campos;
- c) Canal 3 – Av. Washington Luiz;
- d) Canal 4 – Av. Siqueira Campos;
- e) Canal 5 – Av. Almirante Cochrane;
- f) Canal 6 – Av. Coronel Joaquim Montenegro;
- g) Canal 7 – Av. General San Martin.

As localizações de cada um deles podem ser conferidas na figura abaixo:

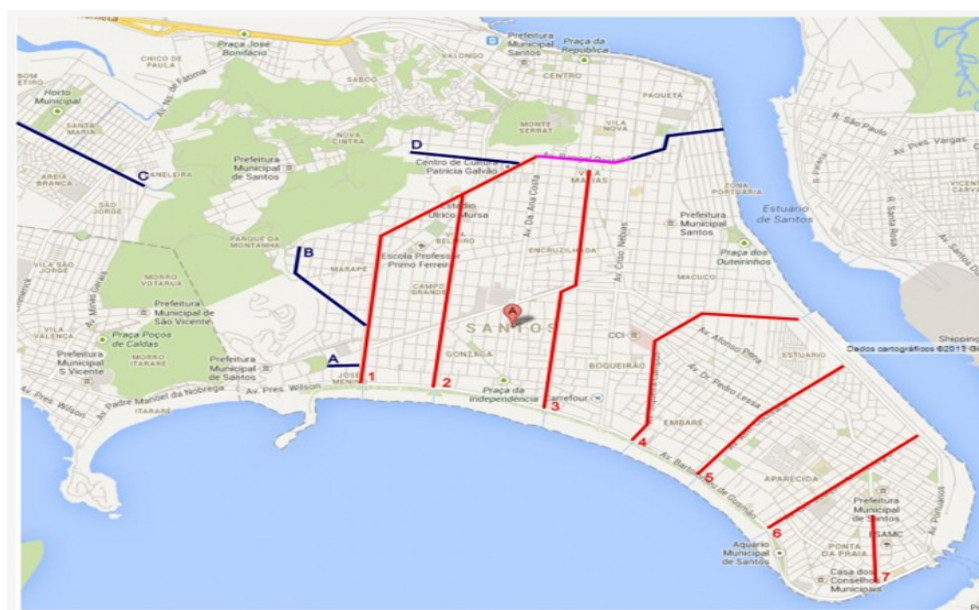


Figura 1 – Localizações dos canais de Santos

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Santos/SP (2013)

Com o crescimento da região santista em alta, em 1876 surgiu oficialmente a Zona Noroeste de Santos. No ano de 1920, começou a ser povoada. 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: Alemoa, Jardim São Manoel, Jardim Piratininga, Chico de Paula, Sabão, Jardim Bom Retiro, Jardim Santa Maria, Caneleira, Areia Branca, Jardim Rádio Clube, Jardim Castelo e Vila São Jorge.

1.2 De porto maldito a ponto turístico

Num país em que aproximadamente 49,8% da população, têm acesso à coleta de esgoto as iniciativas de apoio à educação ambiental são necessárias. A história da implantação dos canais de drenagem pluvial na cidade de Santos, (projeto de Saturnino de Brito), que também incluía um amplo sistema de esgotos sem ligações com a rede de drenagem pluvial, chamado por ele de Sistema Separador Absoluto, e que, por esta e outras características, foi considerado pioneiro no Brasil (BRITO, 1943).



Figura 2 – Inauguração de canal
Fonte: Brito (1943)

O projeto de Brito para Santos foi de intervenção à saúde da cidade-sede do maior porto de exportação da América Latina, sendo fundamental para a economia do Estado de São Paulo e para o Brasil. Em 1867, com a implantação da ferrovia São Paulo Railway, houve um incremento das exportações de café, o que causou uma superpopulação no final do século XIX.

De acordo com a prof. Wilma T. F. Andrade (1989), isso agravou ainda mais os problemas urbanos já existentes na cidade de Santos (MAIA, 1950, p.37-38).

Assim, o deficiente abastecimento de água, a falta de um sistema de esgoto encanado, o acúmulo de lixo nas ruas e córregos, a existência de alagadiços devido à característica do solo plano e impermeável aliados ao clima quente e chuvoso, foram fatores que permitiram o surgimento de epidemias fatais, como as de febre amarela e malária (Piza, 1964)..

Essas doenças começavam a avançar pelo interior do Estado, ameaçando a mão de obra utilizada na lavoura do café. Na década de 1890, morreram mais de 22 mil pessoas, vítimas destas epidemias, mais da metade da população da cidade de Santos. Por conta disso, as companhias armadoras europeias anunciavam que os seus navios não paravam no porto de Santos, conforme afirma Dantas (2003).

As tripulações das embarcações estrangeiras, que chegavam ao porto, eram enviadas para lugares distantes e quem fazia o carregamento das mercadorias eram brasileiros e imigrantes. Só quando os navios estavam prontos para zarpar, suas tripulações voltavam. Santos tornou-se “o porto maldito”. Para resolver o problema, o governo estadual interveio no município por meio de comissões para a realização de obras de engenharia sanitária e campanhas de combate às epidemias (CARRIÇO, 2002).

Foi então que, em 1898, o engenheiro Saturnino de Brito apresentou um projeto de rede de canais a céu aberto para drenar o solo da cidade, mas sua proposta foi rejeitada por ser considerada utópica na época. Em meio a debates de vários estudos e planos de diferentes autores, as poucas obras que saíram do papel não conseguiram solucionar os problemas de saneamento.

Porém, em 1905, assumindo o cargo de engenheiro-chefe da Comissão de Saneamento de Santos, Saturnino reapresentou seu projeto, acrescido de melhoramentos, e conseguiu realizá-lo com verba do governo estadual (TEIXEIRA; PEIXOTO, 2014).

Oliveira (2010) acrescenta que a capacidade, tanto das galerias da cidade quanto dos canais, foi avaliada para esgotar as águas que vêm desde a linha de topo da montanha, descendo as encostas vertentes até os bairros futuramente formados, com suas superfícies revestidas pelo calçamento ou cobertas pelos telhados das casas. O primeiro trecho de canal pluvial foi

inaugurado em 1907 e as obras seguiram até 1927, enfrentando muitas resistências dos proprietários de terras em aceitar cedê-las para a abertura dos canais.



Figura 3 – Canal em obras

Fonte: Postal digitalizado do acervo de Luiz A. P. Nunes

São nove os canais de Saturnino em Santos. Posteriormente, a prefeitura construiu mais seis canais, sendo quatro deles na Zona Noroeste da cidade. O sistema de esgotos foi inaugurado em 1914, com o uso, pela primeira vez no Brasil, de bombas centrífugas elétricas com comando automático nas estações elevatórias, em substituição aos ejetores de ar comprimido, então mundialmente empregados. O projeto de esgotos abrangeu a substituição total da rede de esgotos sanitários existente e o tratamento dos efluentes antes do despejo no mar.

Um longo emissário em tubos de ferro fundido de 70 centímetros de diâmetro foi construído desde a usina terminal – ainda hoje existente – no bairro do José Menino, em Santos, passando por São Vicente até a Ponta do Itaipu, na parte continental, hoje município de Praia Grande. Para sustentar os tubos do emissário, foi construída a Ponte Saturnino de Brito ou Ponte Pênsil – cartão-postal de São Vicente –, inaugurada em 1914 e considerada a segunda do gênero no País.

A partir de 1915, o serviço de esgoto domiciliar de São Vicente foi ligado ao de Santos e a Ponte Pênsil acabou sendo utilizada como principal ligação entre São Vicente e Praia Grande por muitos anos. Com a abertura da Rodovia Anchieta – pista norte em 1947 e pista sul em 1953 – e posteriormente, da Rodovia dos Imigrantes em 1976, o tráfego de veículos aumentou muito e a ponte apenas não foi interditada porque os prejuízos ao litoral paulista seriam catastróficos. Mas, a solução veio com a construção da Ponte do Mar Pequeno, aberta em 1981, no último trecho da Rodovia dos Imigrantes.

Em 1914 foi inaugurada a Ponte Pênsil para ligar São Vicente à sua área continental. A Ponte Pênsil era uma estrutura para sustentar uma dutovia que lançaria ao mar o esgoto produzido na Ilha a partir da Ponta do Itaipu (GITAHY, 1992). A inauguração dessa ponte abriu amplo debate quanto a outras ligações insulares, uma delas, entre Santos e Guarujá.

Saturnino de Brito ficou em Santos até 1910 e depois foi trabalhar num projeto em Recife. A construção dos canais ficou nas mãos do engenheiro Miguel Presgreave, seu parceiro na execução das primeiras obras. Ambos utilizaram os recursos públicos disponíveis com tal excelência que, ao final da execução e prestação de contas, sobrou parte da verba destinada ao projeto. Brito, posteriormente, trabalhou em várias outras cidades do país que reuniam características semelhantes a Santos com grandes áreas planas, solos arenosos, argilosos e impermeáveis (ANDRADE, 1991).

Na obra pioneira de Santos, várias soluções novas, peças sanitárias e preceitos técnicos foram criados e experimentados com sucesso e depois repetidos pelo próprio Saturnino de Brito em suas outras obras, e finalmente transformados em prática usual no Brasil. O Brasil importou uma ponte de aço da Alemanha, véspera da Primeira Guerra Mundial (ARAÚJO, 1965). Brito e Presgrave não tinham a tecnologia dos dias de hoje e, tampouco a fartura dos cofres públicos. Não se pode afirmar, também, que tinham apoio da opinião pública, seguramente muito menos informada e instruída, para opinar decidir sobre a importância de tubulações de esgoto sobre pontes e para escolher entre a Ponte Pênsil ou Túnel Subaquático (SANTOS, 2008).

1.3 Histórico das legislações ambientais Nacionais

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. Eles 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 23 de janeiro de 1986 entra em vigor a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, Publicado no D. O . U de 17 /2/86

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais

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 (BRASIL, 2005). Posteriormente, 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. Segundo essa decisão, elas podem ser destinadas à: a) Pesca amadora; e b) Recreação de contato secundário. Devido às 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 e Unger (2002), definiram 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 do canal de drenagem da Avenida Jovino de Melo na Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil) durante o mês de agosto de 2018.

1.5.2 Objetivos específicos

Emprego de ensaios ecotoxicológicos é de suma importância para avaliar os efeitos biológicos causados por efluente industriais e domésticos, por amostras ambientais e substâncias químicas, dentre eles os fármacos (Yamamoto et al., 2012). Eles fornecem dados qualitativos e quantitativos sobre os efeitos adversos de estressores ambientais (COONEY, 1995). Além disso, segundo Costa et al. (2008) a utilização de padrões de ensaios é vantajosa, pois permite a seleção de um ou mais ensaios uniformes e úteis para uma variedade de laboratórios, facilitando a comparação de dados e a reprodução dos mesmos. Embora, os detalhes específicos dos ensaios de toxicidade com os organismos possam se diferenciar entre si, o princípio básico para todos é semelhante. Os organismos-testes (peixes, microcrustáceos, algas, e outros), são expostos a várias concentrações da amostra a ser testada em recipientes (frasco-teste) por um determinado tempo. Em todos os ensaios são utilizados frasco-controle com água de diluição. Assim, após o período de exposição, são analisados os efeitos da amostra sobre os parâmetros 27 biológicos, como mortalidade, crescimento, reprodução e comportamento dos organismos (ARAGÃO & ARAÚJO, 2006).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta

Foram realizadas as coletas no dia 14 agosto de 2018, em alta pluviosidade, em três pontos a serem estudados, neste dia a maré tinha mínima de 0,2m e máxima de 1,4m. conforme figura a seguir:

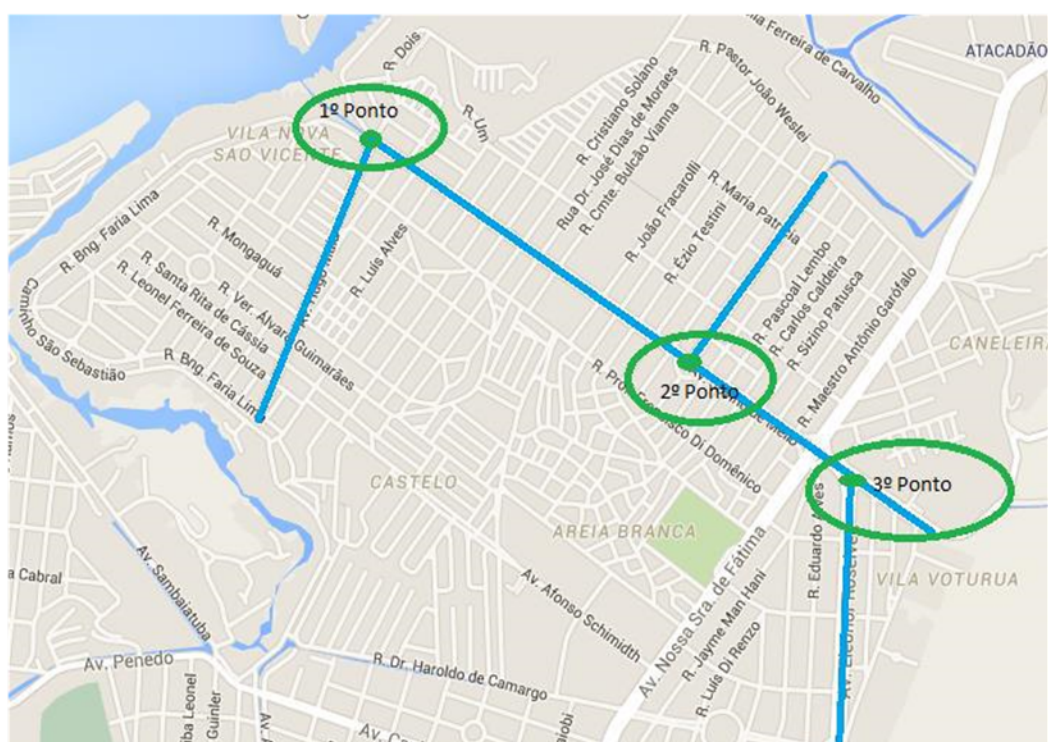


Figura 4 – Pontos de Coleta

Fonte: Google Maps

1º Ponto de Coleta é a zona de mistura das águas dos canais das avenidas Jovino de Melo com a Hugo Maia (Figura 5). É uma área residencial, início da Vila Telma, uma área de ocupações irregulares sobre o manguezal.

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 6). É uma área residencial mista.

3º Ponto de Coleta é a zona de mistura das águas dos canais das avenidas Francisco Ferreira Canto com a Eleanor Roosevelt (Figura 7). É uma área residencial, em frente ao campo do Jabaquara Futebol Clube.



Figura 5 - Local da coleta de água do ponto 1
Fonte: Google Maps



Figura 6 - Local da coleta de água do ponto 2
Fonte: Google Earth



Figura 7 - Local da coleta de água do ponto 3
Fonte: Google Earth

Para cada ponto de coleta foram coletadas 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 (+/-5°C) até o momento de análise no laboratório de microbiologia.

2.2 Determinação das análises físico-químicas

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:

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

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

Análises feitas no laboratório de microbiologia da Universidade Santa Cecília.

2.3 Determinação de *Escherichia coli* e outros coliformes

Para a determinação de *Escherichia coli* e outros coliformes nas amostras, o método adotado foi da técnica da filtração em membranas.

As amostras coletadas foram homogeneizadas 25 vezes, inclinando-se o frasco de modo a formar um ângulo de aproximadamente 45° entre o braço e o antebraço. Foi utilizado 100 ml da amostra onde foi filtrada através de uma membrana estéril quadriculada com porosidade de 0,45 µm, sendo as mesmas dispostas, com o auxílio de uma pinça estéril, em placas 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 destilada 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.

Após as filtrações, 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)/100 ml.

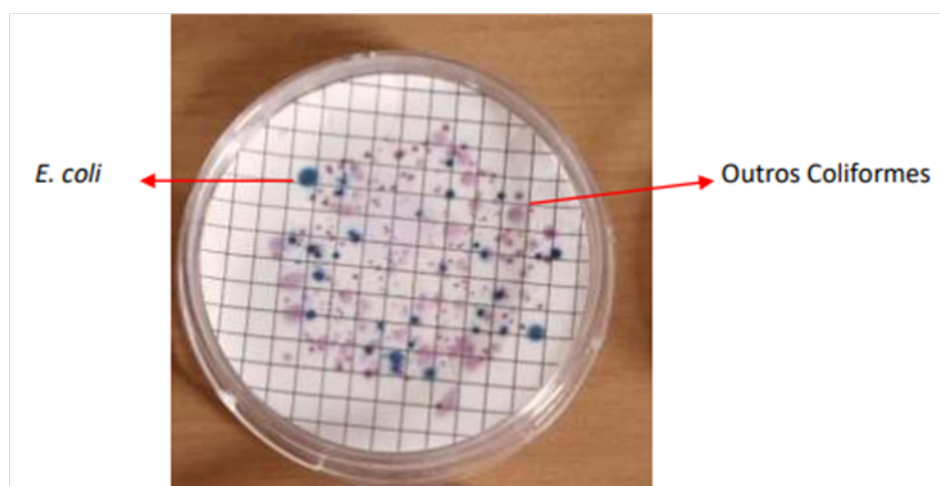


Figura 8 - Placa de Petri destacando colônias de *Escherichia coli* outros coliformes

Fonte: Arquivo pessoal

Materiais utilizados para a análise microbiológica:

a) Sistema de Filtragem; b) Proveta de 100 ml; c) Bomba a vácuo; d) Pinça; e) Água destilada estéril; f) Membrana filtrante; g) Luva; h) Máscara; i) Meio de cultura Ágar Biochrome Coliformes (Biolog); j) Bico de Bunsen.

2.4 Determinação das análises ecotoxicológicas

Echinometra lucunter tem forma elíptica, aproximadamente 8 centímetros e cresce mais em cima 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).



Figura 9 – *Echinometra lucunter*

Fonte: Arquivo pessoal

Na figura 10, a seguir, pode-se conferir os procedimentos da análise. À esquerda, a fêmea liberando óvulos em béquer e à direita o preparo de solução de espermatozoide após o estímulo com KCl. Para utilização nos ensaios, os óvulos deviam 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. O objetivo era reter espinhos e fezes que podiam 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 –Procedimentos do experimento
Fonte: Arquivo pessoal

No momento da fecundação, foi preparada uma solução na proporção de 0,5 ml de espermatozoide para 25 ml de água do mar. Esta solução foi misturada de modo a proporcionar a dissolução de possíveis grumos. Em seguida, acrescentou-se 1 ml a 2 ml da solução de esperma ao recipiente contendo os óvulos e aguardou-se 10 minutos com leve agitação.

Após este período, três subamostras de 10 μl 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 RedSea®) de maneira a atender a faixa exigida (30‰ a 37‰ UPS) pela 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 das 100 primeiras larvas conforme o estágio de desenvolvimento visto em microscópio. A figura 11, logo abaixo, é composta por três imagens: A) temos um embrião normal de *Echinometra lucunter*; B) Visão do microscópio; C) observa-se um embrião retardado de *Echinometra lucunter*. Para que os valores de salinidade estivessem equivalentes aos da água do mar, a alíquota P3 foi corrigida com sal marinho, pois este organismo teste vive em ambiente marinho.

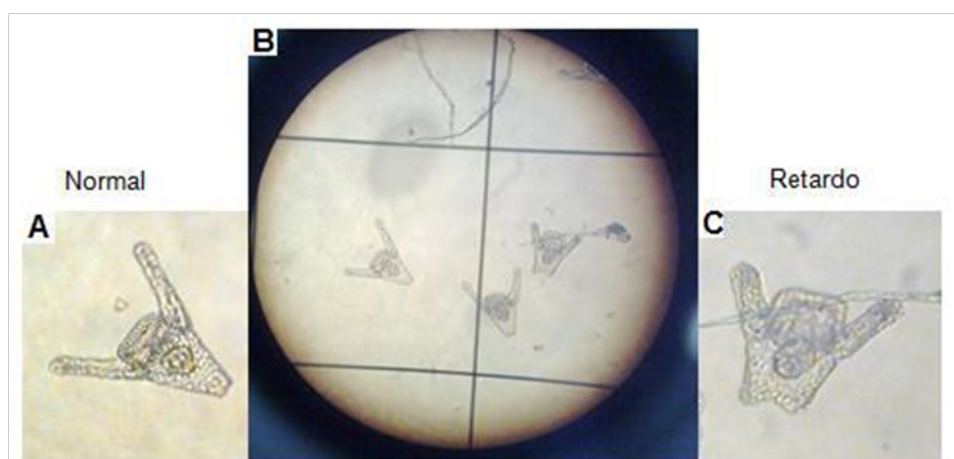


Figura 11 –Visões de embriões de *Echinometra lucunter*

Fonte: Arquivo pessoal

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns estudos demonstram que as condições climáticas podem influenciar na toxicidade do escoamento superficial de vias urbanas. A existência de longos períodos secos ou úmidos podem impactar significativamente no potencial tóxico das descargas de águas pluviais urbanas (LEE et al., 2004).

Os parâmetros das análises físico-químicas, ecotoxicológicas e microbiológicas nos pontos 1, 2 e 3 em AP dos canais de Santos na Zona Noroeste são apresentados a seguir. Além disso, os dados obtidos foram comparados com os critérios estabelecidos nas Resoluções CONAMA nº 274/2000, Resolução CONAMA nº 357/2005 .

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos das amostras coletadas

Parâmetros Físico-Químicos				
Amostra	Temperatura (°C)	Salinidade	Ph	OD
Ponto 1	20	35	8,21	5,9
Ponto 2	20	34	8,17	5,6
Ponto 3	20	03	7,79	4,9

A partir da contagem de colônias azul escuro/violeta em Ágar Biochrome Coliformes, selecionou-se a placa que apresentou contagens dentro da faixa ideal (20 a 80) e calculou-se a densidade de *Escherichia coli*. A contagem das colônias e cálculo foi feito com base na norma técnica CETESB L5.230 de 2012. Os resultados das amostras e a fórmula para os cálculos podem ser conferidos na tabela abaixo:

Tabela 2 – Fórmula de cálculo e resultado das análises físico-químicas

Fórmula de Cálculo Utilizado		$\text{UFC/100mL} = \frac{\text{NTC} \times \text{DE} \times 100}{\text{VFA}}$		
Ponto 1	Ponto 2	Ponto3 (1)	Ponto 3 (2)	Ponto 3 (3)
93 UFC/100ml (<i>E. coli</i>)	89 UFC/100ml (<i>E. coli</i>)	58 UFC/100ml (<i>E. coli</i>)	24 UFC/100ml (<i>E. coli</i>)	39 UFC/100ml (<i>E. coli</i>)
26 UFC/100ml (outros coliformes)				

Sendo: UFC = Unidade formadora de colônia; NTC = Número total de colônia; DE = Diluição empregada e VFA = Volume filtrado da amostra (ml).

3.1 Parâmetros físico-químicos

A temperatura apresentou valores em acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA n° 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 qual foi ambientado para evitar variação de temperatura. Os resultados da variação de temperatura são de aproximadamente 2°C.

A diluição dos sais presentes nas alíquotas teve maior concentração no ponto 1, com 35‰, e menor concentração com 3‰ no ponto 3. Já o ponto 2 apresentou 34‰. 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 1, de 5,9 mg/L, e menor no ponto 3, de 4,9 mg/L. Sendo assim, todos os valores estão em conformidade com a resolução.

O parâmetro pH é muito importante nos estudos de saneamento ambiental, tratamentos de esgotos e água. Os valores encontrados para o pH não tiveram diferenças significativas, mantendo-se entre 7,0 e 8,21. Portanto, estão de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/05. Diferentes classes de águas naturais têm suas faixas estabelecidas visando a proteção da vida aquática, com o valor de pH entre 6,0 a 9,0.

Conforme os resultados, apresenta concentração de amônia em todos os pontos de coletas da água dos canais de drenagem. O maior valor na

alíquota de P1 de agosto 0,84 mg N/L, ou seja, este parâmetro está em desacordo com a resolução CONAMA 357/2005, cujo limite é de 0,7 mg N/L.

De acordo com os resultados obtidos nas análises de amônia, com exceção do ponto 1, apresentaram valores de acordo com os níveis estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, cujo limite é de 0,7 mg N/L. A amostra de água coletada no ponto 1 apresentou valores de 0,84 mg/N/L. 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.

Segundo a CETESB (2013), 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, 2008; Braga et al. 2000).

Os dados obtidos foram semelhantes aos dados levantados em estudos realizados por Miguel (2016), o qual avaliou a água dos mesmos pontos e obteve valores de pH ponto 1 - 7,8; ponto 2 - 7,9; ponto 3 - 8, OD ponto 1 - 7mg/L; ponto 2 - 6,8 mg/L; ponto 3 - 8 mg/L e temperatura de aproximadamente 20°C.

3.2 Parâmetros microbiológicos.

Para os parâmetros de *E. coli* e coliformes totais, todas as amostras apresentaram concentrações elevadas de coliformes nos três pontos, tendo as amostras no período de BP teve uma concentração mais elevada em relação ao período de AP.

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 ao abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2007).

Em estudo realizado por Coelho (2013), 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, devido à diluição dos materiais ocorridos pela chuva. A contaminação constatada indicou a presença de esgoto *in natura* devido a ligações de esgoto clandestino aos canais, afetando diretamente a balneabilidade das praias, ou seja, a qualidade da água da praia.

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. Essa torna-se uma fonte pontual de contaminação, havendo comprometimento da vida aquática e da saúde das pessoas que têm contato com a água.

De acordo com Rocha, Rosa e Cardoso (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 estatísticos utilizados foram o cálculo da média das quatro réplicas e desvio padrão. As amostras analisadas obtiveram resultados de toxicidade crônica que poderá causar comprometimento da vida aquática. Segundo a 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 têm 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. Ficou estabelecido a partir dessa

data que o efluente não deveria causar ou possuir potencial que causasse efeitos de toxicidade aos organismos aquáticos no corpo receptor.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No presente estudo, foram realizadas análises físico-químicas, microbiológica e ecotoxicológica das águas dos canais de drenagem do canal da Jovino de Melo, na Zona Noroeste de Santos (São Paulo, Brasil) em período de alta pluviosidade, onde foram analisadas três amostras de cada um dos pontos estudados durante o mês de agosto de 2018.

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 alta pluviosidade (AP).

Nas análises microbiológicas, os três pontos estudados estão totalmente em desconformidade às legislações CONAMA 274/00. Conforme CONAMA 357/05 e CONAMA 430/11, os testes microbiológicos e de amônia sugeriram que existe um aporte de esgoto e isso contribui como fonte crônica de contaminação, pois as análises ecotoxicológicas mostram que as águas são tóxicas para a larva de *E. lucunter*.

Os canais de drenagem superficial tiveram 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, o que pode afetar de forma significativa a área de escoamento dessas águas de estuário.

Submission File

Transitional Waters Bulletin

[ESE Publications](#)
[Publication Home](#)
[User Home](#)
[Advanced Search](#)
[Current](#)
[Archives](#)
[Editorial Board](#)
[Submissions](#)
[For authors](#)

[About](#)

[Publication Home](#) > [User](#) > [Author](#) > [Submissions](#) > [New Submission](#)

Step 2. Uploading the Submission

1. Start 2. Upload Submission 3. Enter Metadata 4. Upload Supplementary Files 5. Confirmation

To upload a manuscript to this publication, complete the following steps.

1. On this page, click Browse (or Choose File) which opens a Choose File window for locating the file on the hard drive of your computer.
2. Locate the file you wish to submit and highlight it.
3. Click Open on the Choose File window, which places the name of the file on this page.
4. Click Upload on this page, which uploads the file from the computer to the publication's web site and renames it following the publication's conventions.
5. Once the submission is uploaded, click Save and Continue at the bottom of this page.

Encountering difficulties? Contact [Coordinamento SIBA - Unversità del Salento](#) for assistance (tel. +39 0832 294261/2/3).

Submission File

File name: **20656-129007-1-SM.docx**
 Original file name: **Caracterização da qualidade das águas do canal da Avenida99 (4).docx**
 File size: **99KB**
 Date uploaded: **2019-06-27 09:32 PM**

Replace submission file: Nenhum arquivo selecionado



USER
 You are logged in as...
joao4385
 • [My Journals](#)
 • [My Profile](#)
 • [Log Out](#)

PUBLICATION CONTENT

Simple Search

Browse
 • [By Issue](#)
 • [By Author](#)
 • [By Title](#)

FONT SIZE

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. ; MARTÍNEZE. **Água: Umderecho human fundamental.** Quito: Abya Yala, 2010, p.18-23.

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.

ANDRADE, Carlos Roberto Monteiro de. **O Plano de Saturnino de Brito para Santos.** Espaço e Debates: São Paulo, n. 34, 1991, p. 55-63.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NB15350**. 2012.

BALL, J.E.; JENKS, R.D.; AUBOURG, D. **An assessment of the availability of pollutant constituents on road surfaces**. *The Science of the Total Environment*, 209,1998, p.243-254.

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

BRASIL. **Resolução CONAMA** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n.274, de 29de 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.430, de 13de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementar 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.

BRITO, F. R. S. de. **Projetos e Relatórios** – Saneamento de Santos. Obras Completas de Saturnino de Brito. v. VII. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. 513p.

CARRIÇO, José Marques. **Legislação urbanística e segregação espacial nos municípios centrais da Região Metropolitana da Baixada Santista**, 2002.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **L5.214:coliforme total 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<<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpuploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndic e-D-Significado-Ambiental-e-anit%C3%A1rio-das-Vans%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.

DANTAS, Ana Caroline de Carvalho Lopes. **Arquitetura e Urbanismo**, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2003.

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

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.

GLOBO. **Entenda como funciona o despejo de esgoto por emissários submarinos: Tecnologia é utilizada em diversos países para escoar efluentes tratados**. Globo Ecologia. 12 out. 2013. Disponível em: <<http://glo.bo/GQMmtW>>. Acesso em: 31 ago. 2016.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Sociais Municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. (Estudos e Pesquisas: informação demográfica e socioeconômica, n. 28).

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

LEE, H.; LAU, S.L.; KAYHANIAN, M. et al. **Seasonal first phenomenon of urban storm water discharges**. Water Research 38, 2004, 4153-4163.

MAIA, Prestes. **Plano Regional de Santos**. São Paulo. Edição do Autor, 1950.

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

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), 2016.

MICHELAKE, 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 domar** – 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**. 4ª.ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

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

OLIVEIRA, Carlos. **Os Canais de Saturnino**. Santos: Fundação Arquivo e Memória de Santos, 2010.

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

OPAS/OMS. Guia VETA - **Guia de Sistemas de Vigilância das Enfermidades Transmitidas por Alimentos (VETA) e a Investigação de Surtos** (em português). Buenos Aires, Argentina, 2001.

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.

PROVINELLI, J.; NETO, C. O. de A.; PINTO, D. L. et al. **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: Abes, 2009.

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, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2.ed. São Paulo. 2000.

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

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Início das obras do Programa Onda Limpa**. São Paulo, SP, 22 fev. 2008. Disponível em: Acesso em: 31 agosto 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 de Guaiuba, Guarujá- SP**: abordagem físico-química, microbiológica e ecotoxicológica. Dissertação (Mestrado), Universidade Santa Cecília Pós-Graduação em Ecossistemas Costeiros e Marinhos, 2015.

TEIXEIRA, Simonne; FARIA, Teresa de J. Peixoto. **Los conflictos entorno a la gestión privada del servicio de abastecimiento de água en Brasil: Saturnino de Brito versus la Compañía The Campos Syndicate Limited. TsT. Trasnportes, Servicios y Telecomunicaciones. 26. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, p. 246-268, marzo de 2014.**

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). **Ecotoxicologiaaquática: princípios e aplicações.** São Carlos/SP: RIMA Editora, 2006,p.269-346.

ANEXOS

ANEXO A - Doenças veiculadas pela água e seus agentes.

Origem	Doenças	Agentes patogênicos
BACTERIANA	Febre tifoide e paratifoide	<i>Salmonella enterica typhi</i>
	Disenteria bacilar	<i>Shigella</i>
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
	Diarreia	<i>Shigella</i>
	Gastroenterites agudas	<i>Escherichia coli</i> enterotoxigênica
VIRAL	Hepatite A e E	HAV e HEV
	Poliomielite	Poliovírus
	Gastroenterites agudas e crônicas	Rotavírus e Norovírus
PARASITÁRIA	Disenteria amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i>
	Gastroenterites	<i>Giardia intestinalis</i> e <i>Cryptosporidium parvum</i>

Fonte: OPAS (2001).