

UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

Raquel Barroso de Oliveira

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS ESTAURINAS NA PRAIA DA ENSEADA  
EM SÃO SEBASTIÃO – SP

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Francisco Beltrão, PR  
2021

**Raquel Barroso de Oliveira**

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS ESTAURINAS NA PRAIA DA ENSEADA  
EM SÃO SEBASTIÃO – SP**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Claudia Eugenia Castro Bravo.

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivane Benedetti Tonial.

Francisco Beltrão, PR  
2021



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Francisco Beltrão



## **Curso de Engenharia Ambiental**

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

#### **Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2**

**Caracterização das águas estaurinas na praia da enseada em São Sebastião - SP**

por

**Raquel Barroso de Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 09:30 horas, do dia 17 de maio de 2021, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Claudia Eugênia Castro Bravo

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ivane Benedetti Tonial

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Adir Silvério Cembranel

\_\_\_\_\_  
Denise Andréia Szymczak

(Professora Responsável pelo TCC)

\_\_\_\_\_  
Wagner de Aguiar

(Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental)

“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho a minha irmã Rhanay Benetelli Barroso Oliveira que é, e sempre será minha fonte de inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que me forneceu todo o suporte, amor e apoio. Principalmente a minha mãe e ao meu pai que não mediram esforços para com os meus estudos sempre me incentivando e sendo motivo de nunca desistir, sem eles nada seria possível sem todo apoio e paciência.

Agradeço aos meus amigos de graduação, mas principalmente a Gracieli Mapelli a qual acompanhou toda a minha trajetória ao longo de todo o curso, me apoiando e me fortalecendo nos momentos mais difíceis.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudia Eugenia Castro e Coorientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivane Benedetti Tonial pela orientação, confiança, paciência e dedicação visando sempre o sucesso deste trabalho e me ajudando sempre que busquei seu auxílio.

Ao membro da banca Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Adir Silvério Cembranel, pela disponibilidade e pelas contribuições com meu trabalho.

Aos meus amigos de infância, Iris França, Leticia Sayuri, Karina Falkowski e Bruna Pereira que mesmo distantes, sempre estiveram presentes me ouvindo e apoiando.

Meu muito obrigado a todos que de alguma forma me ajudaram e me apoiaram durante a realização deste trabalho.

## RESUMO

OLIVEIRA, Raquel Barroso. **Caracterização das águas estaurinas na praia da enseada em São Sebastião – SP.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão. 2021.

No litoral de São Paulo, as populações caiçaras e comunidades de pescadores dependem da pesca e de festividades locais para o sustento de suas famílias. A preservação dos recursos hídricos é de suma importância, porém a ausência de saneamento básico e falta de estruturas adequadas de drenagem acarretam na descarga de efluentes contaminados e com resíduos sólidos em cursos de água, ocasionando a poluição hídrica. Na cidade de São Sebastião, as galerias pluviais que cruzam a cidade são as responsáveis pela coleta de águas de chuva que são dispensadas no mar. Estas galerias deveriam somente coletar águas de chuvas, porém muitas vezes efluentes domésticos são lançados clandestinamente nas mesmas, devido às construções irregulares, ou então, a dificuldade de acesso da empresa de saneamento a imóveis localizados em áreas de relevo acidentado. Neste trabalho buscou-se verificar as condições de qualidade do corpo hídrico receptor de águas de duas galerias de água pluviais na praia da enseada, no município de São Sebastião, Estado de São Paulo. O estudo avaliou os parâmetros de pH, temperatura, DQO, sólidos totais, COT, Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total e OD. Os resultados mostraram que alguns parâmetros se encontram em desacordo com as legislações vigentes. Além disso, a irregularidade dos parâmetros de compostos nitrogenados e de oxigênio dissolvidos são o suficiente para constatar contaminação orgânica recente, mas não o suficiente para uma contaminação hídrica constante, uma vez que o contato dessas descargas com a água do mar dilui a carga contaminante.

**Palavras-chaves:** caiçaras; qualidade de saneamento galeria de águas pluviais; contaminação hídrica.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Raquel Barroso. **Characterization of staurine waters in the enseada beach in São Sebastião – SP.** Course Completion Paper (undergraduate) - Bachelor of Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná, Francisco Beltrão 2021.

On the coast of São Paulo, the local residents and fishing communities depend on fishing and local festivities to support their family's expenses. Preserving water resources is very important, however, the lack of basic sanitation and adequate drainage structures results in the discharge of contaminated effluents and solid waste into water courses, which causes water pollution. In the city of São Sebastião, the rain galleries that cross the city are responsible for collecting the rainwater dispensed in the sea. These galleries should only collect rainwater, but often domestic effluents are discharged into them, due to irregular constructions, or even, the difficulty of the sanitation company to access properties located in rugged relief areas. This Project aimed to check the conditions of the water body that receives water from two rainwater galleries located on Enseada's beach, in the municipality of São Sebastião, State of São Paulo. The study included the evaluating of Ph's parameters, its temperature, DQO, total solids, COT, Total Ammoniacal Nitrogen, Nitrite, Nitrate, Total Phosphorus and OD. The results showed that some parameters doesn't fit with current legislation. In addition, the irregular parameters of nitrogenous compounds and dissolved oxygen are enough to contact recent organic contamination, but not enough for constant water contamination, once the contact of these discharges with seawater dilutes the contaminating load.

**Keywords:** local residents; sanitation quality rainwater gallery; water contamination.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de Domicílios de São Sebastião Ligados à rede coletora de esgotos ou de águas pluviais. ....	16
Figura 2 - Mapa da cidade de São Sebastião- SP. ....	30
Figura 3 - Vista área da praia da enseada com os respectivos pontos de coleta.....	31
Figura 4 - Ponto de coleta 1 .....	32
Figura 5 - Ponto de coleta 2. ....	33

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estimativa da população flutuante da unidade de gerenciamento de recursos hídricos 3...	11
Quadro 2 - Principais processos de poluidores das águas. ....	14
Quadro 3 - Conseqüências de poluentes encontrados nos esgotos. ....	14
Quadro 4 - Porcentagem de Ocorrência em cada categoria e qualificação anual.....	26
Quadro 5 - Critérios microbiológicos para a classificação das praias, abrangendo 5 amostragem. ....	28
Quadro 6 - Parâmetros, métodos e referências utilizados para avaliação das águas estuarinas na praia da Enseada- São Sebastião – SP.....	34
Quadro 7 - Resultados da caracterização Físico-química das águas estaurinas relacionado ao ponto de coleta 1. ....	35
Quadro 8 - Resultados da caracterização Físico-química das águas estaurinas relacionado ao ponto de coleta 2. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>10</b>
3.1 ASSOCIAÇÃO DO MAR COM A ECONOMIA DA POPULAÇÃO LOCAL .....	10
3.2 BALNEABILIDADE.....	11
<b>3.2.1 Fatores que Influenciam a Balneabilidade</b> .....	<b>12</b>
3.3 CLASSIFICAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO E PRINCIPAIS PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO NA ÁGUA.....	13
3.4 SISTEMA DE ESGOTO E O ESGOTO SANITÁRIO NO ESTADO DE SÃO PAULO .....	15
3.5 RAZÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO .....	17
3.6 A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DE SÃO PAULO E AS CARACTERÍSTICAS DOS CORPOS HÍDRICOS .....	19
3.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EM RELAÇÃO AS AMOSTRAS .....	21
3.8 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AO PH E TEMPERATURA .....	22
3.9 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AO FÓSFORO TOTAL E NITROGÊNIO .....	22
3.10 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) .....	23
3.11 CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD).....	24
3.12 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AOS SÓLIDOS TOTAIS .....	25
3.13 CONTAMINAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS .....	26
3.14 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA .....	28
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	29
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	31
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No século XX, iniciou-se o processo de urbanização brasileira, nesta época as cidades tinham o intuito de possibilitar o avanço e modernidade. Contudo, junto com a implantação das cidades veio a desigualdade sócio espacial, verificada mais nitidamente com a expansão das periferias urbanas que se localizam em regiões de pobreza e expressam a segregação espacial e ambiental (MARICATO, 2003).

No período do desenvolvimento do Brasil as questões relacionadas ao saneamento básico e esgotamento sanitário, estiveram sempre em segundo plano, sendo por muito tempo menosprezados também o ponto de vista social. No Brasil, a maior parte da população está inserida em centros urbanos, entando o planejamento e serviços de saneamento básico não são oferecidos amplamente, excluindo muitas vezes as classes menos favorecidas (VAZ, 2009).

Pereira (2003), firma que as infraestruturas de saneamento básico estão diretamente relacionadas com a preservação do meio físico, com a saúde da população e ainda é um direito previsto na Constituição do país no artigo 255º.

Assim, o planejamento e o desenvolvimento de um esgotamento sanitário, é essencial para a preservação de recursos naturais. A ausência da coleta e tratamento do esgoto doméstico contribui para a contaminação do meio e para a proliferação de doenças, que interfere na qualidade de vida das pessoas (VAZ, 2009).

Sperling (2014) refere-se à poluição das águas como a ocasionada pela adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

As fontes de poluição podem ser classificadas em dois tipos: as localizadas/pontuais ou não localizadas/difusas. Os esgotos domésticos e industriais são fontes de poluição pontuais das águas superficiais, que são coletados pelas galerias pluviais e descartados nos corpos hídricos, estes efluentes são as principais responsáveis pela contaminação dos corpos hídricos já que essas águas não passam por tratamento residual e possuem uma alta carga de poluente, como resíduos sólidos, pesticidas, fertilizantes, detergentes e excreções de animais de sangue quente (MOTA, 2006; BRASIL, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Águas (2017), a cidade de São Sebastião - SP possui cerca de 75,05% do seu esgoto gerenciado de acordo com a legislação por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou soluções individuais. Assim, restam 24,95% do esgoto que não é tratado e nem coletado pela empresa responsável pelo serviço.

As edificações que são contempladas pelo serviço sanitário de São Sebastião-SP, têm suas águas residuais coletadas por redes coletoras. Esse esgoto é conduzido às tubulações de grande porte, conhecidas como coletores-tronco e interceptores. Desta forma, o resíduo é transportado até uma estação de tratamento de esgoto para que passem por todo o processo de tratamento com a eliminação dos poluentes, após esses processos essa água é devolvida aos cursos d'água (SABESP, 2020).

As edificações que não são acolhidas pelo serviço sanitário, despejam seus efluentes em corpos hídricos conhecidos como valas, ou galerias que desaguam no Mar. Estes lançamentos comprometem a qualidade e usos das águas, causando implicações danosas a saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

Durante a balneabilidade existe o contato direto das pessoas com a água, tornando corriqueira a ingestão voluntária, ou até a ingestão por animais. Acontece que nem sempre a água está adequada para ser ingerida mesmo que acidentalmente, devido a degradação dos recursos hídricos que podem estar contaminados por esgotos, aumentando o risco de transmissão de doenças ao utilizar atividades de banho e lazer (LUSTOSA e BALDUÍNO, 2018).

A fim de resguardar a qualidade dos corpos hídricos devem ser seguidos alguns padrões de lançamento de efluentes além de padrões de qualidade de corpos de água que devem ser respeitados. Estes padrões facilitam a fiscalização dos poluidores e a detecção e autuação dos responsáveis pela degradação de corpos receptores (FREITAS, 2016).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB é o órgão responsável pela verificação da balneabilidade das praias do seu litoral. A balneabilidade se trata da qualidade das águas destinadas à recreação. A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274 de 29 de novembro de 2000 classifica essas águas em doces, salobras e salinas em própria e imprópria, pensando na saúde e bem-estar do ser humano que for entrar em contato com essas águas. Ou seja, contribui para a prevenção da comunidade de doenças devido a contaminação das águas (CONAMA, 2000).

O CONAMA por meio de sua Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, dispõem 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, fixando valores de concentração de parâmetros orgânicos e inorgânicos a serem seguidos por qualquer corpo hídrico devido a sua classificação e tipo de águas, além de que

uma fonte poluidora que lance seus efluentes diretamente em corpos receptores não podem alterar os padrões descritos na Conama nº357/2005 (MORAIS e SANTOS, 2017).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as águas estaurinas na praia da enseada em São Sebastião – SP.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar o corpo hídrico receptor de águas proveniente de galerias pluviais despejado na praia da enseada na cidade de São Sebastião, São Paulo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar a coleta das amostras nas regiões estuarinas entre as águas das galerias e águas do mar;
- Determinar a temperatura e pH das águas estuarinas na praia da Enseada;
- Quantificar Carbono Orgânico Total (COT), oxigênio dissolvido (OD); fósforo total (Ptotal) e DQO das águas estuarinas na praia da enseada; Quantificar compostos nitrogenados nitrogênio amoniacal total; nitrito e nitrato;
- Determinar a quantidade de sólidos totais presentes nas águas estuarinas;
- Comparar os resultados dos parâmetros avaliados com a Legislação Nacional e Estadual.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ASSOCIAÇÃO DO MAR COM A ECONOMIA DA POPULAÇÃO LOCAL

O mar representa para muitas civilizações um meio atrativo para a obtenção de alimentos, que com o aumento da população mundial vem sendo utilizado para pesca em larga escala a fim de suprir a necessidade global em obter alimentos (MARQUES, 1998).

Na pesca costeira, ocorrem pescarias artesanais de peixes marinhos e estuarinos de fundo e, nas mais afastadas da costa as pescarias industriais de camarões e pargos

Nas cidades litorâneas costumam-se destacar as populações que exploram o ambiente aquático, chamados de caiçaras. Essas comunidades adquiriram conhecimentos sobre a natureza ao longo das realizações dessas práticas, a fim de obterem alimentos, tanto para consumo, como fonte de renda familiar. Esta cultura também estabelece interações humanas com o meio ambiente através da grande diversidade ofertada pelo mesmo (SOUZA, 2004).

Segundo Diegues e Arruda (2001), a palavra caiçara é hoje a denominação utilizada para população que vive no litoral e utilizam a pesca do mar para subsistência. De acordo com Adams (2000), o termo caá-içara de origem tupi guarani referenciava às estacadas, cercados ou trincheiras que serviam para cercar os peixes na água. Posteriormente o termo passou a ser usado como palhoças que eram cabanas construídas nas praias para armazenamento de instrumentos, canoas utilizadas para a atividade pesqueira (DIEGUES e ARRUDA, 2001).

No litoral norte de São Paulo o turismo apresenta um papel de grande importância na geração de emprego e renda no ramo das atividades econômicas da região. Como o litoral oferta inúmeras praias e cachoeiras de belezas cênicas a região atrai em torno de 650 mil pessoas no auge do verão e outras 300 mil ao longo da baixa temporada. Conforme o aumento da população neste período impacta negativamente a demanda de recursos naturais como, o consumo de água e a geração de resíduos líquidos e sólidos. No Quadro 1 é possível comparar a população residente com a população flutuante das cidades litorâneas (CBH, 2017).

Quadro 1 - Estimativa da população flutuante da unidade de gerenciamento de recursos hídricos 3.

<b>Município</b>	<b>PR</b>	<b>PF</b>	<b>PF (P)</b>	<b>PR + PF</b>	<b>PR +PF (P)</b>
Caraguatatuba	100.840	110.594	229.040	211.434	340.880
Ilhabela	28.196	18.727	38.899	46.923	73.617
São Sebastião	73.942	66.146	137.396	140.088	223.038
Ubatuba	78.801	117.901	244.174	196.702	322.975
<b>Total</b>	<b>281.779</b>	<b>313.368</b>	<b>649.509</b>	<b>595.147</b>	<b>960.510</b>

PF: População Flutuante de uso ocasional; PF(P): População Flutuante de pico (réveillon e carnaval); PR + PF: População residente + População Flutuante de uso ocasional; PR + PF (P): População residente + População Flutuante de pico (réveillon e carnaval).

Obs. A população flutuante indica o movimento temporário de pessoas para uma determinada região por um curto período com o objetivo de recreação, lazer e/ou turismo.

Fonte: CBH-LN – base IBGE/ Sabesp. PR: População residente (IBGE 2010);

### 3.2 BALNEABILIDADE

Segundo Cetesb (2020), o termo balneabilidade refere-se “à qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como o contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.” Sendo assim, o vocabulário de balneabilidade está relacionado ao banho. Como contato secundário é entendido atividades que envolvam contato esporádico ou acidental com a água, onde a probabilidade de ingestão desta água é pequena, como por exemplo, na realização da pesca e na navegação.

Os programas de monitoramento da balneabilidade no país contam com a participação de órgãos como o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) que segue resoluções do Conama, código da vigilância sanitária de estados, municípios e federais, além de organizações de meio ambiente (BERG et al., 2013).

Para a avaliação da balneabilidade são estabelecidos critérios baseados na densidade de microrganismos indicadores de contaminação fecal, onde os valores são monitorados e comparados com padrões preestabelecidos para assim verificadas condições de balneabilidade das praias do estado de São Paulo (CETESB, 2020).

O órgão ambiental ainda cita que diante da relação direta da balneabilidade das praias com a possibilidade de risco à saúde dos frequentadores é recomendável evitar entrar em contato direto com águas do mar quando sinalizado com a bandeira vermelha significando

Imprópria, como também evitar contato no prazo de 24 horas após chuvas intensas, engolir água do mar, banhar-se em canais, córregos ou rios que afluem às praias, pois os mesmos estão sujeitos ao aporte de cargas difusas e lançamentos irregulares de esgotos domésticos, ainda como levar cachorros à praia (CETESB, 2020).

A impropriedade de uma praia não significa necessariamente que a pessoa que tiver contato com a água, de fato apresentará sintomas ou doenças, isto dependerá das condições imunológicas de cada indivíduo, e do tempo de exposição (BERG et al., 2013).

### **3.2.1 Fatores que Influenciam a Balneabilidade**

A Cetesb (2020), dispõem que o principal parâmetro para a balneabilidade de uma praia é dada pela densidade de bactérias fecais. Como os esgotos contêm coliformes/bactérias fecais, podemos dizer que a balneabilidade se dá pela presença ou ausência de esgotos nos mares. Diversos fatores influenciam a presença de esgotos nas praias entre eles, pode-se citar:

- 1- Abrangência de sistemas de coleta e disposição dos efluentes domésticos gerados nas proximidades;
- 2- A existência de rios ou córregos afluindo ao mar, o aumento da população durante os períodos de temporada;
- 3- A fisiografia da praia;
- 4- A ocorrência de chuvas e as condições de maré.

Os esgotos acabam afluindo ao mar de forma direta ou indireta, na maioria das vezes em momentos de chuvas como cargas difusas. Outro motivo do destino final do esgoto ser o mar é devido às construções e operações de sistemas de tratamentos irregulares, tendo como lançamento de esgotos diretamente em córregos e rios ou em galerias de drenagem pluviais. Parte da população de São Sebastião mesmo havendo um sistema público de esgotamento sanitário disponível não efetua a ligação à rede pública de esgotamento sanitário, seja por fatores culturais ou econômicos (CETESB, 2020).

A Sabesp informa que vários imóveis poderiam conectar seus esgotos às redes coletoras, para assim destinar para um tratamento adequado, mas que por algum motivo ainda não foram conectadas, esta situação é chamada de ligações factíveis. Outro motivo seria as residências em locais irregulares que legalmente a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo não pode fornecer seus serviços (SABESP, 2021).

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO E PRINCIPAIS PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO NA ÁGUA

Esgoto pode ser definido como aquele oriundo principalmente de residências, comércios, e quaisquer edificações que utilizam água e assim geram resíduos líquidos, que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos (KOLM, 2002).

De acordo com a Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul (Sanesul, 2020), o esgoto sanitário é constituído de água (99,9%) e materiais sólidos (0,1%) junto com organismos vivos, como bactérias, vírus, vermes e protozoários. Já o esgoto industrial provém de qualquer atividade para fins industriais, e adquirem características próprias de acordo das características da indústria, do sistema de tratamento utilizado pela empresa e do processo industrial empregado (DAE, 2020; GIL, 2010).

A decomposição do esgoto é um processo demorado, que demanda vários dias para seu produto final, portanto é um processo relativamente caro, com investimento de 0,04% do PIB nacional do Governo Federal (SANESUL, 2020).

De acordo com Nass (2002), o termo poluição se refere a uma alteração ecológica que prejudique suas características originais, de forma que: afete a saúde, a segurança e o bem estar da população, como também acarretar danos a flora, a fauna e a qualquer recurso natural, aos acervos históricos, culturais e paisagísticos.

Ainda, segundo os mesmos autores, são diversas as formas de poluição das águas, elas podem ser de origem natural ou antrópica como resultado de atividades humanas. Os autores firmam que essencialmente existem três situações para a poluição, cada uma com características do estágio de desenvolvimento social e industrial.

Primeiro estágio é a poluição patogênica, onde as exigências referentes à qualidade da água são relativamente pequenas, tornando-se comuns as enfermidades veiculadas pela água. Como prevenção neste estágio entra as estações de tratamento de água e sistemas de adução (GUIMARÃES et al. 2007; BRASIL, 2014).

Segundo estágio é a poluição total, que define os corpos receptores como aqueles que são afetados por uma carga poluidora contendo sólidos em suspensão e devido à algumas características aumentam o consumo de oxigênio. Este estágio acontece devido ao desenvolvimento industrial e ao aumento da área urbana. Para mitigar essas consequências

devido ao efluentes industriais devem-se implantar sistemas eficientes de tratamento de água e esgoto (GUIMARÃES et al., 2007).

O terceiro estágio ainda proposto por Guimarães et al. (2007) é a poluição química, causada pelo uso contínuo da água. Este consumo aumenta em proporção ao aumento da população e da produção industrial, sendo assim, aumento da retirada de água dos rios e aumento da diversa poluição neles descarregadas (BRASIL, 2014).

Ribeiro e Rooke (2010), descreve no Quadro 2 os principais processos de poluidores da água, dentre os processos vemos a Eutrofização e a Acidificação. Já o Quadro 3 apresenta as consequências dos poluentes em corpos hídricos.

Quadro 2- Principais processos de poluidores das águas.

<b>Processos</b>	<b>Definição</b>
<b>Contaminação</b>	Introdução na água de substâncias nocivas à saúde e a espécies da vida aquática (exemplo: patogênicos e metais pesados).
<b>Assoreamento</b>	Acúmulo de substâncias minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo) em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil.
<b>Eutrofização</b>	Fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo) de algas e plantas aquáticas.
<b>Acidificação</b>	Abaixamento de pH, como decorrência da chuva ácida (chuva com elevada concentração de íons H <sup>+</sup> , pela presença de substâncias químicas como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, amônia e dióxido de carbono), que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática.

Fonte: BARROS et al. 1995, citado por RIBEIRO e ROOKE, (2010).

Quadro 3- Consequências de poluentes encontrados nos esgotos.

<b>Poluentes</b>	<b>Parâmetros de caracterização</b>	<b>Tipo de efluente</b>	<b>Consequências</b>
<b>Sólidos em suspensão</b>	Sólidos em suspensão totais	Domésticos Industriais	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de

			poluentes Proteção de patogênicos
<b>Sólidos flutuantes</b>	Óleos e graxas	Domésticos Industriais	Problemas estéticos
<b>Matéria orgânica biodegradável</b>	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
<b>Patogênicos</b>	Coliformes	Domésticos	Doenças de veiculação hídrica
<b>Nutrientes</b>	Nitrogênio Fósforo	Domésticos Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes Doença em recém-nascidos (nitratos)
<b>Compostos não biodegradáveis</b>	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	Toxicidade e espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade Maus odores

Fonte: Barros et al. (1995), citado por Ribeiro e Rooke, (2010).

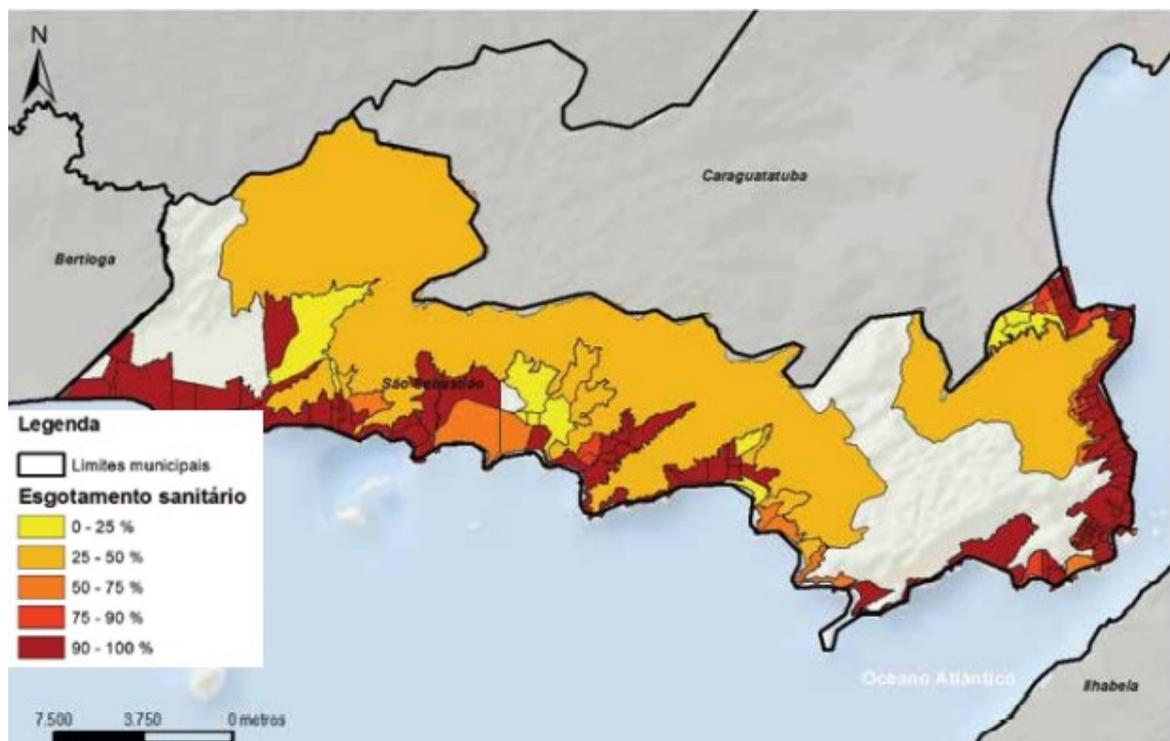
### 3.4 SISTEMA DE ESGOTO E O ESGOTO SANITÁRIO NO ESTADO DE SÃO PAULO

No estado de São Paulo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) é a empresa que detém a concessão dos serviços públicos de saneamento básico. É uma sociedade anônima de economia mista instaurada em 1973 e atualmente atende 375 municípios do estado de São Paulo. A empresa é considerada uma das maiores do seu ramo no quesito de população atendida, com 28,1 milhões de pessoas abastecidas com água e 24,5 milhões de pessoas com coleta de esgotos (SABESP, 2021).

O sistema de esgoto sanitário é um conjunto de obras e instalações que proporciona a coleta, transporte, tratamento e disposição final de águas residuais de forma adequada ao ponto de vista sanitário e ambiental (RIBEIRO e ROOKE, 2010). Este sistema visa afastar a possibilidade de haver um contato humano, com as águas de abastecimento, com vetores de doenças e alimentos com os dejetos humanos. Logo visa conservar recursos naturais, melhorar condições sanitárias, eliminar focos de contaminação e poluição, reduzir recursos aplicados ao tratamento de doenças e diminuir custos no tratamento de água para abastecimento (LEAL, 2008).

Na Figura 1 é possível identificar que a Costa Norte (região da divisa de Caraguatatuba até o centro da cidade) de São Sebastião é a região com os maiores índices de atendimento de coleta de esgoto, com 90% dos moradores. Apesar da existência de assentamentos precários, sem infraestrutura que são considerados não atendidos pela rede de esgoto. A Costa Sul (que seria a região do centro de São Sebastião até a divisa com Bertioga - região do canto esquerdo do mapa) e encontra-se com problemas na fragmentação da urbanização o que acarreta na descontinuidade nos sistemas de coleta e tratamento de esgoto (INSTITUTO PÓLIS, 2013).

Figura 1- Percentual de Domicílios de São Sebastião Ligados à rede coletora de esgotos ou de águas pluviais.



Fonte: Instituto Pólis, (2013).

O Instituto Pólís (2013), cita que os problemas relacionados às carências de planejamento urbano e infraestruturas do município se dão principalmente nas áreas de saneamento básico, onde há a insuficiência de rede de esgoto, se dá pela mobilidade urbana que contém transporte público de baixa qualidade, calçadas irregulares e falta de estrutura para ciclista, como também problemas relacionados aos resíduos sólidos, falta de políticas de educação ambiental, moradias irregulares, déficit em relação à saúde pública e falta de creches. Assim o instituto justifica estes problemas devido a extensão territorial e do relevo de São Sebastião.

### 3.5 RAZÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

O lançamento de esgoto tratado ou sem tratamento prévio nos ambientes aquáticos afeta a qualidade da água, que provoca a redução do oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, mudanças do pH e que proporciona mudanças nas condições ideais para a sobrevivência dos organismos e sobre a saúde humana. O conhecimento do mecanismo e grau de dispersão dos efluentes lançados em determinado corpo d'água é fundamental ao estabelecimento de medidas controladoras da poluição de origem doméstica (CARREIRA et al., 2001).

Os tratamentos de esgoto são feitos com finalidade de evitar tanto quanto possível, ou desejável, os inconvenientes da poluição. Segundo Kolm (2002), são cinco razões para realizar o tratamento das águas residuais, são elas: Saúde Pública, ecológicas, econômicas, estéticas e de conforto e legais.

O tratamento do esgoto sanitário evita a contaminação das águas receptoras, evadindo-se assim da contaminação direta dos usuários destas águas, como banhistas, desportistas, habitantes ribeirinhos e da contaminação indireta como, a pesca, irrigação de lavouras e consumo de animais, mantendo a saúde pública da sociedade. As razões ecológicas visa manter as condições do meio natural, evitando a degradação do meio ambiente e protegendo a flora e a fauna. Para a razão econômica de um tratamento do esgoto está relacionada ao valor de terras, a atividade econômica que pode ser a pesca, a caça, pecuária e indústrias que necessitam de um manancial de qualidade para seu abastecimento. Prejuízos consideráveis podem ser causados para as comunidades situadas a jusante, aumentando o custo de tratamento das águas para o abastecimento (KOLM, 2002; NORONHA et al., 2014).

Como razões de conforto enquadram-se aspectos indesejáveis de um mau tratamento, como desprendimento de gases, mau cheiro, a presença de sujeira e de materiais suspeitos e até outros prejuízos para a paisagem. Os cursos d'água muito poluídos podem causar corrosão, alterações de metais e irritação nos olhos. Já para as razões legais estão ligadas exigências quanto á proteção do homem, a propriedade, aos bens naturais, aos direitos de comunidade, de indústrias e proprietários marginais que podem ser prejudicados pelo lançamento de dejetos nas águas (KOLM, 2002). Por todos estes motivos, mostra-se de fundamental importância o tratamento de esgoto sanitário.

A ausência de saneamento e o não tratamento de esgoto contribuem para a proliferação de doenças parasitárias e infecciosas além de degradar o corpo d'água. A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública. Os esgotos, ou excretas, podem contaminar a água, o alimento, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou ser transportados por moscas, baratas, roedores, provocando novas infecções (BDTA, 2020).

Epidemias como de febre tifoide, cólera, disenterias, hepatite infecciosa e inúmeros casos de verminoses, além de esquistossomose, leptospirose, cólera e piodermites, podem ser transmitidas pela disposição inadequada dos esgotos. Estas doenças são responsáveis por elevados índices de mortalidade em países do terceiro mundo. As crianças são suas principais vítimas, já que a associação dessas doenças está ligada à subnutrição e é geralmente fatal. A elevação da expectativa de vida e a redução da prevalência das verminoses que, via de regra, não são letais, mas desgastam o ser humano, somente podem ser pretendidas através da correta disposição dos esgotos (BDTA, 2020; SANESUL, 2020).

Outro ponto importante para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente. Como o esgoto é composto por substâncias que exerce ação deletéria nos corpos de água, a matéria orgânica pode causar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (OD) provocando a morte de peixes e outros organismos aquáticos, escurecimento da água e exalação de odores desagradáveis.

Os detergentes presentes nos esgotos podem provocar a formação de espumas em locais de maior turbulência da massa líquida, que os defensivos agrícolas determinam a morte de peixes e outros animais e existe a possibilidade de ocorrer a eutrofização da água pela presença de nutrientes, provocando o crescimento acelerado de algas que conferem odor, gosto e biotoxinas à água (CETESB, 1988; BDTA, 2020).

O tratamento de esgoto é realizado em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Esses locais são projetados mediante dos processos químicos e biológicos de decomposição, impostos pelo padrão de saúde da Resolução CONAMA nº 357/2005 e nº430/2011.

Como o esgoto é composto por sedimento e microrganismos, o mesmo pode desequilibrar o ecossistema da região, como assoreamento rios e mares, que nada mais é do que o aumento de sedimentos (sólidos) em sua base, provocando aumento do nível da água e, conseqüentemente, enchentes. O esgoto também pode contaminar mananciais e locais que servem como fonte de água potável para a população. Os mais prejudicados são os peixes, espécies inteiras podem ser extintas do local onde o esgoto doméstico é jogado. Além deles, as vegetações aquáticas e ribeirinhas podem acabar morrendo. O mau cheiro também é uma consequência perigosa do esgoto doméstico jogado na natureza (SANESUL, 2020).

Devido à sua natureza dinâmica, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição devido à quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação (CETESB, 2014).

### 3.6 A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DE SÃO PAULO E AS CARACTERÍSTICAS DOS CORPOS HÍDRICOS

Os órgãos ambientais competentes devem permitir apenas o lançamento de efluentes que não exceda as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos de acordo com as classes e seus respectivos usos (FREITAS, 2016).

O enquadramento dos corpos hídricos deve ser utilizado como instrumento a fim de fornecer um parâmetro de valores máximos de qualidade de acordo com a classe em que o corpo hídrico for enquadrado. Com isto a legislação preconiza que os valores máximos dos parâmetros regulamentados serão estabelecidos a partir dos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos (FREITAS, 2016).

A resolução do CONAMA nº357/2005 define as águas em classes de água doce, águas salobras e águas salinas. Onde águas doces são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 %, as águas salobras são águas com salinidade superior a 0,5 % e inferior a 30 % e águas salinas são águas com salinidade igual ou superior a 30 %.

Para padrões e condições de qualidade de água de tipo salinas de classe 1, Art. 18º citam:

I - Condições de qualidade de água:  
h) Carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;  
i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;  
j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.  
II - Padrões de qualidade de água:  
Fósforo total até 0,062 mg/L;  
Nitrato 0,40 mg/L;  
Nitrito 0,07 mg/L;  
Nitrogênio amoniacal total 0,40 mg/L (BRASIL, 2005, p.14).

Para padrões e condições de qualidade de água de tipo salobras de classe 1, Art.21º citam:

I - Condições de qualidade de água:  
b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;  
c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;  
d) pH: 6,5 a 8,5;  
II - Padrões de qualidade de água:  
Fósforo total até 0,124 mg/L;  
Nitrato 0,40 mg/L;  
Nitrito 0,07 mg/L;  
Nitrogênio amoniacal total 0,40 mg/L (BRASIL, 2005, p. 18).

Em nível Estadual, o estado de São Paulo mantém o decreto nº8.468/1976 que determina como deve ser o descarte de efluentes nos corpos hídricos, e ainda classifica as águas em:

I - Classe 1: águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;  
II - Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);  
III - Classe 3: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais,  
IV - Classe 4: águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística, ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes (BRASIL, 1976, p. 3).

Para a classe 2 no Art. 11 não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes parâmetros ou valores:

I – Virtualmente ausentes: a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais; b) substâncias solúveis em hexana; c) substâncias que comuniquem gosto ou odor; d) no caso de substâncias potencialmente prejudiciais, até os limites máximos abaixo relacionados:  
Nitrato - 10,0 mg/L de N;  
Nitrito - 1,0 mg/L de N;  
IV - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em 5 (cinco) dias, a 20 °C (vinte graus Celsius) em qualquer amostra, até 5 mg/L;  
V - Oxigênio Dissolvido (OD), em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L (BRASIL, 1976, p. 3).

No Art. 12 que trata das águas de Classe 3 não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes parâmetros ou valores:

I - Virtualmente ausentes: a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais; b) substâncias solúveis em hexana; c) substâncias que comuniquem gosto ou odor; d) no caso de substâncias potencialmente prejudiciais, até os limites máximos abaixo relacionados:

Nitrato - 10,0 mg/L de N;

Nitrito - 1,0 mg/L de N;

IV - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), em 5 (cinco) dias, a 20°C (vinte graus Celsius), até 10 mg/L em qualquer dia;

V - Oxigênio Dissolvido (OD), em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L (BRASIL, 1976 p. 4).

Art. 13 - Nas águas de Classe 4 não poderão ser lançados efluentes, mesmos tratados, que prejudiquem sua qualidade pela alteração dos seguintes valores ou condições:

I - Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais virtualmente ausentes;

II - Odor e aspecto não objetáveis;

IV - Oxigênio Dissolvido (OD), superior a 0,5 mg/l (cinco décimos de miligrama por litro) em qualquer amostra.”(BRASIL, 1976, p. 5).

No âmbito municipal, a Lei Orgânica de São Sebastião no. Art. 172º cita que fica vedado o lançamento de afluentes e esgotos urbanos e industriais, sem o devido tratamento, em qualquer corpo de água ou local inadequado.

A lei cita também no Art. 175º que é vedada a ligação clandestina de esgoto residual, comercial e industrial à rede de drenagem pública de águas pluviais, sujeitando-se a infrator a sanções definidas em lei. Em um parágrafo único a legislação dispõe que o Município obrigará a interligação de esgotos residuais, comerciais e industriais à rede de captação de esgotos responsável pelo sistema de destinação final, onde houver.

### 3.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS EM RELAÇÃO AS AMOSTRAS

Pode-se separar as características de águas contaminadas por esgoto doméstico em físicas, químicas e biológicas. As principais características físicas são: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão.

Como características químicas são divididas em dois grupos: matéria orgânica e a matéria inorgânica. Cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica e geralmente, esses esgotos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e, algumas vezes, com nitrogênio. Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos por compostos de: proteínas (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e Óleos (10%) e ureia, sulfatos, fenóis e outros (BRASIL, 2004).

### 3.8 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AO PH E TEMPERATURA

De acordo com Chagas (2000), a temperatura de esgotos domésticos é em geral um pouco superior em relação às águas de abastecimento. Normalmente a faixa de temperatura do esgoto é entre 20 a 25 °C, isso nos meses mais quentes. Já nos processos de tratamento de natureza biológica as temperaturas costumam ser entre 25 a 35 °C, em razão da velocidade de decomposição dos esgotos que aumenta a temperatura.

A temperatura da água é um dos fatores ecológicos mais importantes para a sobrevivência dos peixes, onde a tolerância de temperaturas extremas depende do estágio de desenvolvimento e do período de aclimação. As tilápias são resistentes a temperaturas acima de 35 °C mas não resistem a exposição prolongada a temperaturas abaixo de 10 °C. As trutas costumam viver em águas mais frias sendo a temperatura ideal entre 10 e 20 °C (CETESB, 2021).

Segundo Sutti et al. (2016) e Eschrique (2011), as águas estuarinas sofrem influência da matéria orgânica em decomposição, a qual interfere no sistema de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e no Oxigênio Dissolvido (OD). Os clorofilados consomem o CO<sub>2</sub> para a produção de energia (Fotossíntese) e liberam o Oxigênio dissolvido, assim aumentando o pH. A redução do pH se dá no período noturno, pois há a liberação de CO<sub>2</sub> reagindo com a água formando ácido carbônico, que este é dissociado, liberando íons hidrogenocarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) e íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>). A oxidação da matéria orgânica também reduz os valores do pH no meio aquático (CAVALCANTI, 2003).

O pH e o OD são influenciados pelos ciclos das marés e taxas de fotossíntese, porém a capacidade de neutralização existentes no ecossistema aquático devido ao efeito buffer (tampão) que impede uma variação ampla de pH (MACEDO et al., 2000).

### 3.9 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AO FÓSFORO TOTAL E NITROGÊNIO

A constatação do nitrogênio pode ser efeito natural como decomposição de proteínas, por meio de esgotos domésticos e industriais, excreções de animais e fertilizantes. Para a justificativa da presença do fósforo por meio natural são o processo de intemperismo das rochas e decomposição da matéria orgânica, já por meio artificial consta o efluente industrial, esgotos sanitários e fertilizantes, ainda há uma ressalva importante que os sabões e

detergentes são os maiores responsáveis pela inserção de fosfatos nas águas (SPERLING, 2014; PESSOA e JORDÃO, 2009).

A presença do nitrogênio e do fósforo nas águas criam condições favoráveis ao crescimento desenfreado de microrganismos autótrofos, como as algas. Esta situação acarreta na depleção do oxigênio em corpos hídricos, ocasionando a morte de muitos organismos, este processo é chamado de eutrofização (PESSOA e JORDÃO, 2009).

O nitrogênio pode estar presente nos efluentes sanitários na forma de amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio orgânico ou gás nitrogênio. Quando na forma de nitrato, se houver a ingestão, no trato intestinal é reduzido ao nitrito e assim reage com a hemoglobina, convertendo-a em meta-hemoglobina, esta molécula então não possui a capacidade de transportar oxigênio pela corrente sanguínea. O nitrato ainda pode ser convertido em nitrosaminas, que é um composto cancerígeno. A amônia livre é tóxica aos peixes, sua concentração acima de 0,25 mg/L afeta o crescimento da ictiofauna e ultrapassando 0,50 mg/L levam a morte. O nitrogênio orgânico e o amoniacal são determinados laboratorialmente sob determinação de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e faz parte do ciclo do nitrogênio. Segundo Barbieri et al. (2014), a concentração de Nitrogênio Amoniacal total é dada pela soma de  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ . Por Nitrogênio Total (NT) é compreendido a soma do nitrito e do nitrato (LINS, 2010).

De acordo com Lins (2010), o fósforo no efluente sanitário está presente principalmente na forma de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Ele pode ser apresentado na sua forma total ou solúvel. O componente químico é imprescindível para o crescimento de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e para o crescimento de algas. O Fósforo presente nas águas na forma de polisfosfatos vem diminuindo devido a substituição de sabões de polisfosfatos para os sabões de base de ácidos graxos de longa cadeia (KOLM, 2002).

### 3.10 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) E CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)

A matéria Orgânica pode ser classificada quanto á forma e ao tamanho, em suspensão e dissolvida, à biodegradabilidade, em inerte e biodegradável. Para determinar há métodos diretos (COT- Carbono Orgânico Total) ou indiretos (DQO e DBO). Os métodos mais utilizados para determinação de matéria orgânica são a DBO e DQO (LINS, 2010).

A DQO quantifica o oxigênio dissolvido consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica, sendo biodegradável ou não. Ou seja, mede a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica biodegradável (BARCELLA, 2016). Outro parâmetro químico para caracterizar efluentes é o COT, Carbono Orgânico Total, pois o teor de carbono é um indicador de presença de matéria orgânica no efluente (SANT'ANNA, 2010).

Segundo Fonseca (2006), o carbono é um indicador de matéria orgânica no efluente, pois o mesmo faz parte de estruturas moleculares das substâncias orgânicas. O COT é considerado um parâmetro direto, pois abrange todos os compostos orgânicos de uma amostra.

Em águas superficiais o COT varia entre 1 a 20 mg/L, já em águas residuais pode estender a faixa até 1000 mg/L. Na sua forma dissolvida o carbono atua como papel fundamental para o desenvolvimento de comunidades de algas, além de estar presentes na cadeia trófica de bactérias e algas como agente precipitador de nutrientes para bentônicos a produção primária, e ainda atua no processo de fotossíntese, por meio das radiações solares em corpos de águas (SPERLING et al., 2000).

Alguns compostos orgânicos excretados pelas algas conferem odor e sabor e em concentrações, toxicidade às águas. A ingestão de águas com toxinas produzidas pelas algas pode acarretar em distúrbios orgânicos e de naturezas distintas, em caso de acesso direto à corrente sanguínea, a situação da vítima é fatal (LINS, 2010).

As concentrações de carbono orgânico em ambientes aquáticos contribuem, significativamente para o aumento da matéria orgânica ocorrendo uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido em águas estuarinas e costeiras, principalmente em águas com grande proximidade de centros urbanos (CORRÊA, et al., 2019).

### 3.11 CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

O oxigênio da atmosfera se dissolve nas águas naturais devido a diferença de pressão parcial, temperatura e sais dissolvidos, a concentração de saturação está em torno de 8 mg/L a 25 °C na faixa de 0 e 1.000 m de altitude (CETESB, 2021).

A queda do oxigênio nos corpos de água é a causa mais frequente contribuinte para a mortalidade dos peixes. Segundo a Conama 357/2005 a concentração de OD é de 5,0 mg/L, porém existe uma variação de tolerância para algumas espécies. Tem espécies que conseguem

sobreviver com 3 mg/L de OD como no caso de Carpas, porém as trutas precisam de concentrações mais altas de OD (8 mg/L) (CETESB, 2021).

O oxigênio dissolvido é o parâmetro que melhor caracteriza a qualidade de um corpo hídrico, pois ele é fundamental para a respiração dos microrganismos aeróbios que realizam a degradação da matéria orgânica. Assim se a quantidade de OD na água for baixo a vida no corpo hídrico deixa de ser viável (LINS, 2010).

Geralmente os níveis de OD são reduzidos na presença de matéria Orgânica biodegradável encontrada nos esgotos domésticos. Esta relação é justificada pela interferência direta da presença de matéria orgânica com a presença de microrganismos decompositores, aumentando a quantidade de oxigênio consumido. A concentração de OD pode determinar impactos ambientais (ALVARADO et al., 2009; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2021).

### 3.12 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO AOS SÓLIDOS TOTAIS

Os Sólidos Suspensos Totais (SST) representa a concentração de sólidos orgânicos e inorgânicos presentes em uma amostra, podendo estar em suspensão ou decantados (TAKIYAMA et al., 2003).

Segundo chagas (2000), a matéria sólida total do esgoto é o material resultante após a evaporação a 103 °C. Se o resíduo for submetido à uma temperatura de 600 °C, as substâncias orgânicas se volatizam e os minerais se transformam em cinzas, este processo então, separa os sólidos voláteis e os sólidos fixos. A fração dos sólidos voláteis é importante para saber a estabilidade biológica do esgoto.

Há diversidades em questões de legislações para padrão de Sólidos Suspenso Totais, pois não existe uma legislação federal, deixando em aberto aos municípios determinarem suas concentrações. Apenas 6 estados Brasileiros adotam valores de concentrações limites de 100 mg/L (MORAES e SANTOS, 2017).

Na caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, é determinado as partículas de sólidos em relação ao tamanho (sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos) e em relação á natureza (fixos ou voláteis). Assim os contaminantes da água com exceção de gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos (CETESB, 2018).

Para cursos d'água, os sólidos presentes podem ocasionar danos a ictiofauna e a vida aquática, pois os sólidos podem sedimentar no leito, assim retendo bactérias e resíduos

orgânicos no fundo dos rios, estimulando a decomposição anaeróbia, ou prejudicando o local de desova dos peixes (CETESB, 2018).

### 3.13 CONTAMINAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS

De acordo com a CETESB (2019) os corpos de água que deságuam no litoral paulista são os responsáveis pela variação na qualidade das águas das praias em resultado de receberem esgotos domésticos não tratados. A CETESB mantém um “Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas” que busca indicar a qualidade sanitária dessas águas além dos resultados desse programa ser úteis para definir medidas corretivas. Este programa monitora as fontes de poluição fecal tem como objetivo fornecer subsídios para o Programa de Balneabilidade das Praias. No sentido de manter a balneabilidade das praias do litoral paulista, a CETESB mantém desde 1984 duas campanhas por ano com a finalidade avaliar o grau de contaminação dos diversos rios, córregos e canais que afluem às praias monitoradas. Atualmente estão cadastrados e são amostrados, cerca de 600 cursos de água em todo o litoral (CETESB, 2019).

Em São Sebastião, a CETESB mantém 30 pontos de amostragem estando eles em 27 praias. O Quadro 4 mostra as praias monitoradas e a porcentagem da condição em que a praia se encontra anualmente.

Quadro 4- Porcentagem de Ocorrência em cada categoria e qualificação anual.

<b>Praia- Local de Amostragem</b>	<b>Excelente (%)</b>	<b>Muito Boa (%)</b>	<b>Satisfatória (%)</b>	<b>Imprópria (%)</b>	<b>Qualificação Anual</b>
<b>Prainha</b>	19	12	27	42	Ruim
<b>Cigarras</b>	25	25	8	42	Ruim
<b>São Francisco</b>	0	10	38	52	Péssima
<b>Arrastão</b>	23	15	40	21	Regular
<b>Pontal da Cruz</b>	2	23	13	62	Péssima
<b>Deserta</b>	8	21	19	52	Péssima
<b>Porto Grande</b>	6	17	17	60	Péssima
<b>Preta do Norte</b>	21	17	13	48	Ruim
<b>Grande</b>	56	15	19	10	Regular
<b>Barequeçaba</b>	71	17	4	8	Regular
<b>Guacá</b>	73	21	4	2	Regular
<b>Toque- Toque pequeno</b>	54	21	25	0	Boa
<b>Santiago</b>	46	19	35	0	Boa
<b>Paúba</b>	35	33	25	8	Regular
<b>Maresias</b>	37	29	15	19	Regular

<b>Maresias totem</b>	90	10	0	0	Boa
<b>Boiçucanga</b>	50	23	15	12	Regular
<b>Camburizinho</b>	92	8	0	0	Boa
<b>Camburi</b>	63	12	12	13	Regular
<b>Baleia</b>	92	8	0	0	Boa
<b>Saí</b>	48	29	13	10	Regular
<b>Preta</b>	79	12	2	8	Regular
<b>Juqueí (Trav. Simão Faustino)</b>	60	27	13	0	Boa
<b>Juqueí (R. Cristiana)</b>	81	13	6	0	Boa
<b>Uma</b>	38	35	23	4	Regular
<b>Engenho</b>	62	27	12	0	Boa
<b>Jureia do Norte</b>	81	17	2	0	Boa
<b>Boraceia- Norte</b>	15	25	33	27	Ruim
<b>Boraceia-R. Cubatão</b>	37	29	23	12	Regular

Fonte: Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo, (2018).

A CETESB enquadra os corpos de águas que desaguam no mar como Classe 2 segundo o Decreto Estadual nº 10.755/77 e segundo a Resolução do Conama nº 430/2011. Neste decreto estabelece que a bactéria termotolerante *Escherichia coli* possa ser utilizada para determinar os limites que deverão ser estabelecidos pelo órgão ambiental competente de 600 UFC/100 mL para águas doces Classe 2. Então, desde 2013, a CETESB utiliza a análise microbiológica para indicar a presença ou ausência da *E. coli* e determinar se o corpo hídrico se enquadra no que é exigido pela lei (CETESB, 2018).

Para a determinação da balneabilidade das praias a CETESB coleta as amostras em locais onde já ocorreram a misturas das águas do mar com as provenientes de corpos de água possivelmente poluídos, posteriormente então é realizado a determinação de coliformes termotolerantes. Para a comparação do resultado da balneabilidade das praias a CETESB busca atender às especificações da Resolução CONAMA – nº 274/2000, que define critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário, seguindo os critérios da resolução e classificando as praias em categorias como: Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria de acordo com os resultados obtidos de coliformes termotolerantes (CETESB, 2018).

No Quadro 5 é possível comparar os resultados obtidos de acordo com a classificação. Quando a classificação for imprópria significa que a qualidade sanitária da água está comprometida implicando em um aumento no risco de contaminação de banhistas e de organismos aquáticos presentes no local tornando assim desaconselhável a utilização da praia para recreação. Uma praia ainda pode ser considerada imprópria se ocorrer presença de óleo

provocada por derramamento acidental de petróleo, ocorrência de maré vermelha ou de doenças de veiculação hídrica que desaconselhem a recreação de contato primário (CETESB, 2018).

Quadro 5- Critérios microbiológicos para a classificação das praias, abrangendo 5 amostragem.

	<b>Categoria</b>	<b>Coliforme Termotolerante (100 mL)</b>	<b>Escherichia coli (100 mL)</b>	<b>Enterococos (100 mL)</b>
<b>Própria</b>	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo (*)	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
<b>Imprópria</b>	-	Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
	-	Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Fonte: Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo, (2018).

### 3.14 DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Doenças de veiculação hídricas oriundas de bactérias, vírus, protozoários, helmintos e outros micro-organismos patogênicos são os problemas de saúde públicas mais comuns dos países em desenvolvimento. O principal transmissor dessas doenças é por meio de fezes, sendo o grupo mais utilizado como indicador desta contaminação fecal o grupo de bactérias coliformes (BRASIL, 2014).

A transmissão dessas doenças ocorre tanto de forma direta, como indireta: ingestão da água, no preparo de alimentos, higiene pessoal, lazer e consumo de alimentos produzidos na água. Algumas bactérias apresentam formas resistentes, esporuladas e que podem permanecer inativas em condições inadequadas. Geralmente as bactérias são importantes para o processo de degradação de matéria orgânica, tratamento de águas residuais, porém são mais conhecidas devido ao seu caráter patogênico, causando doenças, em vegetais, homens e animais. Os patógenos são os principais agentes de doenças de veiculação hídrica, os principais microrganismos patogênicos são *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli* e *Vibrio*

*cholerae*, que geralmente causam diarreias e doenças epidêmicas, como a febre tifoide (BRASIL, 2014).

A presença de patógenos na água indica uma contaminação a partir do solo, por descarga de esgoto ou da liberação de matéria orgânica de animais em decomposição. A contaminação por bactérias do grupo de coliformes apresentam um curto período de sobrevivência, assim quando constatadas a contaminação é associada a uma contaminação recente, porém alguns efluentes são tão poluídos com matéria orgânica que as bactérias coliformes não apenas sobrevivem, mas podem se manter como populações significativas à custa de uma lenta multiplicação (BRASIL, 2014; CETESB, 2013).

A contaminação referente à presença de protozoários e helmintos causam infecções parasitárias no homem, dentre elas estão citadas a amebíase (*Entamoeba histolytica*), giardíase (*Giardia lamblia*) e a balantidíase (*Balantidium coli*) (BRASIL, 2014).

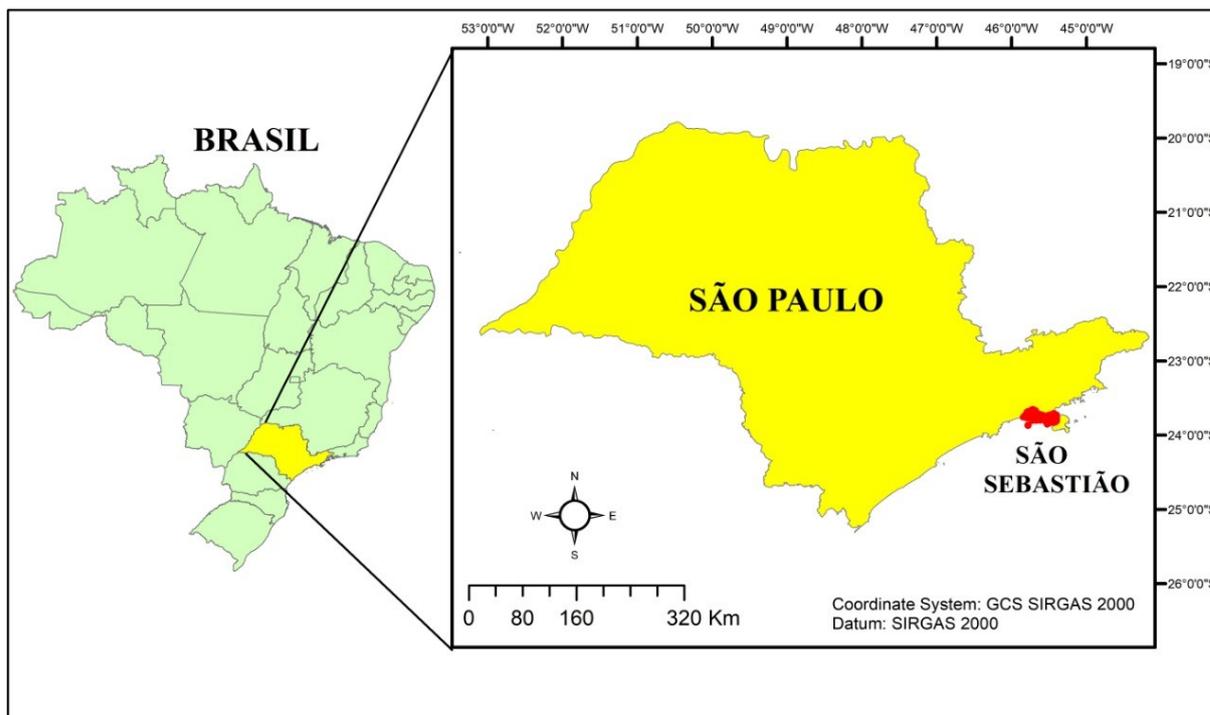
As bactérias do grupo coliforme indicam a contaminação por patógenos já que este grupo pode estar presente em fezes de animais de sangue quente. Ao atingir ambientes aquáticos pode vir a contaminar pessoas que obtiveram contato com esta água, assim as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras desta contaminação (CETESB, 2013).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Município de São Sebastião está situado no litoral norte de São Paulo e limita-se a norte com o Município de Caraguatatuba, a Leste com Oceano Atlântico (Canal de São Sebastião) e Ilhabela, a sul com o Oceano Atlântico, a oeste com Bertioga e a noroeste com Salesópolis. São Sebastião encontra-se nas coordenadas 23° 48' 45" S e 45° 26' 15 W (Figura 2).

Figura 2- Mapa da cidade de São Sebastião- SP.



Fonte: Autora (2019).

O município de São Sebastião está inserido na Bacia Hidrográfica constituída pelo Rio Juqueriquerê, Rio São Francisco, Ribeirão Grande, Paúba, Rio Maresias, Rio Grande, Rio Cambury, Rio Barra do Sahy, Rio Juquehy e Rio Una. As principais sub-bacias do município onde ocorrem problemas de inundação são: Una, Juquehy, Sahy, Cambury, Maresias, Boiçucanga, Guaecá e Perequê-Mirim. As demais sub-bacias drenam planícies costeiras muito pequenas e são, em geral, representadas por apenas um canal ou vários canais dispersos e não convergentes no interior da planície (SÃO SEBASTIÃO, 2012).

O relevo do município é plano e interrompido diversas vezes pelas escarpas cristalinas festonadas e escarpas com espigões digitados da Serra do Mar, que dão origem a baías e praias isoladas. Sua vegetação é a Floresta Ombrófila Densa, bioma da Mata Tropical Atlântica, assim possui grandes áreas preservadas por parques e tombamentos de riqueza vegetal e animal. O clima de acordo com a Classificação Climática de Koeppen é o tropical chuvoso com precipitação total anual média maior que 1200 mm e precipitação do mês mais seco superior 44.2 mm. A média anual de temperatura é 24,8 °C, com o mês mais frio sendo julho com média 20,7°C e o mais quente como fevereiro com média 28,2 °C (SÃO SEBASTIÃO, 2012).

A praia da enseada está localizada no litoral norte de São Paulo, no município de São Sebastião, a praia faz divisa com Caraguatatuba, e está localizada a 12 km do centro do município, apresenta águas calmas e rasas, sua areia é escura e maior parte lamacenta.

Por apresentar estas características a praia é utilizada para pesca, caminhadas e por praticantes do esporte *kyte surf* e o *Wind surf*, mas também é procurada pelas famílias para a utilização de banho e recreação.

Na Figura 3 é possível identificar a localização dos locais de coletas, onde ao lado do ponto de coleta 2 há a presença de um condomínio privado identificado pela área em amarelo na Figura 3.

Figura 3- Vista área da praia da enseada com os respectivos pontos de coleta



Fonte: Google Earth (2019).

## 4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

As coletas das amostras da água foram realizadas na região onde há a mistura do conteúdo provenientes das galerias pluviais e da água do mar e foram realizadas no mês de março de 2020 no horário da manhã. Foram coletados 4 litros de amostra em cada ponto, seguindo os requisitos da Cetesb (2011) onde a metodologia de coleta é classificada como Grupo B- água bruta.

As coletas foram realizadas em frascos de vidros previamente esterilizadas onde o mesmo foi mergulhado contra a corrente de água em aproximadamente 20 cm de profundidade, após o enchimento do frasco até o bocal foi eliminado uma porcentagem da água a fim de sobrar espaço suficiente para a homogeneização do líquido para as análises laboratoriais. Para o transporte destas amostras foi realizada a identificação dos frascos contendo as amostras e acondicionados em caixa térmicas envoltas de papel alumínio e cobertas por gelo.

Foi realizada uma única coleta de amostras em dois pontos distintos, considerando a zona de mistura da descarga de águas pluviais no mar. A Figura 4 representa o ponto de coleta 1 e a Figura 5 o ponto de coleta 2. A amostragem em um único momento é justificada pelo ano atípico de 2020 em decorrência da quarentena instituída, devido a disseminação do Corona vírus, impossibilitando a realização das análises em laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

No ponto de coleta 1 há contribuição de duas galerias pluviais que cortam o bairro, já o ponto de coleta 2 há contribuição de um condomínio residencial instalado ao lado do ponto de descarga da tubulação de águas pluviais que também passa pelo bairro.

Figura 4- Ponto de coleta 1



Fonte: Do Autor (2020).

Figura 5- Ponto de coleta 2.



Fonte: Do Autor (2020).

#### 4.3 ANÁLISES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE ESCOADO DAS GALERIAS PLUVIAIS

As análises de Nitrogênio, Fósforo, Nitrato, Nitrito, COT e OD foram realizadas em um laboratório de análise de água no município de Francisco Beltrão no mês de Março de 2020 devido à paralisação da faculdade no período do covid-19. Já as análises de pH e temperatura foram realizadas no momento da coleta (*in loco*) e as análises de DQO e sólidos totais foram realizadas na UTFPR no laboratório do campus de Francisco Beltrão.

Os dados dos índices pluviométricos para o período de coleta foram obtidos pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

Os parâmetros selecionados para caracterização das águas estaurinas e as referências dos métodos aplicados para cada determinação são apresentados no Quadro 6. Todas as análises foram determinadas em triplicata, com exceção das análises de COT no qual o laboratório não disponibilizou o desvio padrão.

Quadro 6- Parâmetros, métodos e referências utilizados para avaliação das águas estuarinas na praia da Enseada-São Sebastião – SP.

<b>ANÁLISE</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
<b>pH</b>	pHmetro (Eletrométrico)	SMWW, Método 4500 H <sup>+</sup> B
<b>Temperatura</b>	°C	SMWW, Método 2550 B
<b>Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	Método espectrofotométrico	SMWW, Método 4500- NO3- B; PA-FQ 067 – REV 02
<b>Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b>	Método espectrofotométrico	SMWW, Método 4500- NO2- B; PA-FQ 068 – REV 02
<b>Nitrogênio Amoniacal Total</b>	Método espectrofotométrico	SMWW, Método 4500- NH3 F PA-FQ 074 – REV 02
<b>Carbono Orgânico Total</b>	Método espectrofotométrico	SMWW, Método PR-Tb-FQ 038
<b>Oxigênio dissolvido (OD)</b>	Método com eletrodo de membrana	SMWW, Método FQ- 070
<b>Fósforo</b>	Método Ácido Ascórbico	SMWW, Método 4500 P B
<b>Sólidos Totais</b>	Secagem a 103-105 °C	SMWW, Método 2540 B, C, F
<b>DQO</b>	Método do refluxo fechado seguido de espectrofotometria	SMWW, Método 5220 D

Fonte: Do Autor (2021).

Obs. SMWW- Standard Methods for the Examination of Water and Waster Water 23<sup>Rd</sup> Edition 2017.

Para a discussão e comparação dos resultados utilizou-se a legislação Conama 357/2011 onde cita condições e padrões da qualidade de corpos hídricos para águas de classe 1 do tipo salinas e salobras, além também de comparar com o decreto estadual n° 8.468/1976 que dispõem sobre a prevenção e o controle da poluição no meio ambiente, onde no capítulo 1 classifica as águas e cita que não poderão ser lançados efluentes, mesmo tratados, que prejudiquem a qualidade da água pela alteração de parâmetros.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados pluviométricos da região nos 7 dias anteriores da coleta indicaram um volume de precipitação acumulada menor que 2 mm. Não havendo, deste modo interferência de águas superficiais nos canais de drenagem.

Nos Quadros 7 e 8 são apresentadas as concentrações dos resultados quantitativos das análises avaliados em cada amostra, bem como os limites estabelecidos para cada parâmetros, segundo Conama 357/2005 para águas salobras; Conama 357/2005 para águas salinas e pelo Decreto Estadual nº 8.468/1976.

Quadro 7- Resultados da caracterização Físico-química das águas estaurinas relacionado ao ponto de coleta 1.

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade mg/L</b>	<b>Conama 357/2005 (salobras)</b>	<b>Conama 357/2005 (salinas)</b>	<b>Decreto nº 8.468/1976</b>
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	6,57 ± 0,11	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Abaixo do máximo permitido (10 mg/L)
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	1,92 ± 0,03	Acima do permitido (0,07 mg/L)	Acima do permitido (0,07 mg/L)	Acima do permitido (1 mg/L)
Nitrogênio Amoniacal Total	3,42 ± 0,02	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Acima do permitido (0,40 mg/L)	-
Carbono Orgânico Total	31,70	Acima do permitido (3 mg/L)	Acima do permitido (3 mg/L)	-
Oxigênio dissolvido	3,20 ± 0,13	Abaixo do mínimo permitido (5 mg/L)	Abaixo do mínimo permitido (6 mg/L)	Abaixo do mínimo permitido (5 mg/L)
Fósforo	<0,05 ± 0,01	Abaixo do máximo permitido (<0,124 mg/L)	Abaixo do máximo permitido (<0,062 mg/L)	-
Sólidos Totais	153,33 ± 20,54	-	-	-
DQO	14,85 ± 1,41x10 <sup>-3</sup>	-	-	-
pH	6,86 ± 0,09	No intervalo permitido	No intervalo permitido	-

		(6,5 a 8,5)	(6,5 a 8,5)	
Temperatura	23,3 °C ± 0,22	-	-	-

Fonte: Do autor (2021). Os valores estão apresentados na forma de média dos resultados em triplicata ± desvio padrão. Os valores de desvio padrão do COT não foram disponibilizados pelo laboratório.

Quadro 8- Resultados da caracterização Físico-química das águas estaurinas relacionado ao ponto de coleta 2.

Parâmetros	Unidade mg/L	Conama 357/2005 (salobras)	Conama 357/2005 (salinas)	Decreto nº 8.468/1976
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2,35 ± 0,11	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Abaixo do máximo permitido (10 mg/L)
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,99 ± 0,03	Acima do permitido (0,07 mg/L)	Acima do permitido (0,07 mg/L)	Abaixo do máximo permitido (1 mg/L)
Nitrogênio Amoniacal Total	2,00 ± 0,02	Acima do permitido (0,40 mg/L)	Acima do permitido (0,40 mg/L)	-
Carbono Orgânico Total	28,60	Acima do permitido (3 mg/L)	Acima do permitido (3 mg/L)	-
Oxigênio Dissolvido	2,9 ± 0,128	Abaixo do mínimo permitido (5 mg/L)	Abaixo do mínimo permitido (6 mg/L)	Abaixo do mínimo permitido (5 mg/L)
Fósforo	<0,05 ± 0,01	Abaixo do máximo permitido (<0,124 mg/L)	Abaixo do máximo permitido (<0,062 mg/L)	-
Sólidos Totais	416,67 ± 61,71	-	-	-

DQO	21,59 ± 6,44x10 <sup>-3</sup>	-	-	-
pH	6,35 ± 0,16	Abaixo do intervalo permitido (6,5 a 8,5)	Abaixo do intervalo permitido (6,5 a 8,5)	-
Temperatura	22,8°C ± 0,45	-	-	-

Fonte: Do autor (2021). Os valores estão apresentados na forma de média dos resultados em triplicata ± desvio padrão. Os valores de desvio padrão do COT não foram disponibilizados pelo laboratório.

Os valores médios da temperatura foram de 23,3 °C para o ponto de coleta 1 e de 22,8 °C para o ponto de coleta 2. Estes valores estão de acordo com o proposto de Chagas (2000), enquadrando-se os valores referentes a temperaturas usuais dos esgotos domésticos que seriam de 20 a 25 °C nos meses mais quentes. A coleta foi realizada no final do verão (mês de março).

A Resolução CONAMA n° 357/2005 não especifica limites de temperatura da água para qualquer uma das Classes, porém a Cetesb (2021), cita que altas temperaturas diminuem a solubilidade dos gases, reduzindo assim a concentração de oxigênio dissolvido no meio aquático e baixas temperaturas podem ocasionar a mortandade da icitofauna.

Os valores de pH encontraram-se próximos a neutralidade, mas com caráter levemente ácido, que de acordo com Cavalcanti (2003) isso acontece em decorrência da liberação de CO<sub>2</sub> durante a noite que reage com o ácido carbônico liberando íons, baixando os níveis de pH. Outro fato importante de ressaltar é que os pontos de coleta estão próximos às áreas urbanas e às margens de avenida de alto movimento o que disponibiliza altas concentrações de CO<sub>2</sub> o que pode implicar no valor de pH do corpo hídrico (SOUZA et al., 2008).

Segundo a Conama n° 357/2005 de classificação de águas salinas determina concentrações máximas para concentração de nitrogênio amoniacal total de 0,40 mg/L, tendo como resultados das amostras valores de (3,42 mg/L) para o ponto de coleta 1 e (2,0 mg/L) para o ponto de coleta 2. Para a comparação da Conama 357/2005 de classificação de águas salobras temos as mesmas concentrações máximas de nitrogênio amoniacal total de 0,40 mg/L assim tendo os resultados acima do permitido para águas destas classificações.

Concentrações altas de nitrogênio contribuem para o processo de eutrofização e podem ainda facilmente serem assimilados nas formas de amônia e nitrato. Em condições

alcalinas ocorre o predomínio da forma do nitrogênio em amônia livre que é altamente tóxica a vários tipos de organismos tóxicos (BRASIL, 2014).

Ainda para compostos nitrogenados, a Conama n° 357/2005 estabelece padrões de qualidade de água para contato direto de água salobra e águas salinas, determinando um valor de 0,40 mg/L de nitrato, assim tendo resultados das amostras do ponto de coleta 1 (6,57 mg/L) e do ponto de coleta 2 (2,35 mg/L) valores acima do permitindo.

O Decreto Estadual – SP n° 8.468/1976 cita concentrações máxima de nitrato de 10 mg/L havendo enquadramento legal das amostras do ponto de coleta 1 (6,57 mg/L) e do ponto de coleta 2 (2,35 mg/L). Para as concentrações de nitrito o valor de referência é de 1 mg/L, sendo assim o enquadramento legal das amostras do ponto 2 (0,99 mg/L), mas não das águas estaurinas do ponto de coleta 1 (1,92 mg/L).

Apesar de serem nutrientes essenciais para as plantas, o nitrato em excesso leva a contaminação e influenciam negativamente a diversidade biológica, que junto com um nível elevado de fosforo aceleram a eutrofização de corpos de água. Os nitratos em si não são prejudiciais aos seres humanos, mas sua transformação para metahemoglobina que podem bloquear a passagem do oxigênio no sangue, desenvolvendo câncer (BRASIL, 2014; MARTIN, 2017).

Em relação às quantidades de nitrito os resultados das amostras apresentaram concentrações acima do determinado pelas legislações do Conama n° 357/2005 (0,07 mg/L) e do Decreto Estadual – SP n° 8.468/76 (1 mg/L), com exceção no nitrito da amostra do ponto de coleta 2 que se encontra de acordo com o decreto estadual.

As concentrações de nitrito devem ser controladas devido ao seu caráter de formação de nitrosaminas cancerígenas (metahemoglobinas), por meio de sua reação com aminas secundárias presentes no estômago de mamíferos (DUTRA et al., 2007).

A Conama n° 357/2005 é a única legislação citada no estudo que estabelece padrões para a quantidade de COT em águas salinas e salobras (3 mg/L). As concentrações de COT verificadas foram superiores à legislação.

O'higgins e Wilson (2005) justificam que valores elevados de COT pode ter contribuição da descarga fluvial, processos físicos de mistura devido a força da maré, temperatura e uso e ocupação do solo ao longo da bacia. Também pode ser justificada pelo processo de intemperismo de rochas, equilíbrio químico, transporte de nutrientes, metais ou outros materiais alóctones (EVANS, 2005; FILELLA e RODRÍGUEZ MURILLO, 2014; WOOD et al., 2011).

Segundo Sperling et al. (2000), o COT em águas superficiais, variam na faixa de 1 a 20 mg/L e para águas de esgoto pode abranger até 1000 mg/L. Com os resultados obtidos a concentração de COT está em níveis mais altos para concentrações permitidas para águas superficiais.

Para Calheiros e Oliveira (2010), a presença de materiais alóctones além de justificar os altos níveis de COT, justifica os baixos níveis de OD já que a decomposição destes materiais devido a ação de bactérias que desempenham a atividade de oxidar a matéria orgânica que consomem o OD e libera dióxido de carbono livre, aumentando a concentração de COT (ODUM, 2011).

Com as concentrações destes compostos descritos à cima em níveis altos podem acarretar no início do processo de eutrofização ou do aumento de toxinas aos organismos pela presença de amônia livre.

Os valores de OD encontrados (3,2 e 2,9 mg/L) foram quantificados abaixo das legislações vigentes, Conama n° 357/2005 para águas salinas (6 mg/L), Conama n° 357/2005 para águas salobras ( 5 mg/L) e decreto estadual (5 mg/L)). A quantificação do OD depende da influência de fatores ambientais como, temperatura, pressão e salinidade. Suas variações são justificadas por processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água (BRASIL, 2014).

A baixa concentração de Oxigênio pode ser justificada pela presença de matéria orgânica que desencadeia a proliferação de bactérias e assim, uma demanda de oxigênio maior devido a respiração das mesmas. A ausência de oxigênio dissolvido acarreta na mortandade de seres aeróbios provocando processos anaeróbios no ambiente que libera o gás sulfúrico e gás metano, gerando um mau odor e gases nocivos para a atmosfera (RIBEIRO, 2010; ORSSATTO, 2008). Assim, os níveis de concentração do OD podem aumentar na ocorrência de turbulência na água e diminuir na presença de matéria orgânica (ASCENCIO, 2008; PEREIRA et al., 2010).

Assim, as concentrações de OD encontradas são consideradas baixas, porém fornecem condições mínimas para a manutenção da vida aquática.

As concentrações de fósforo encontradas nas duas amostras foram menores que 0,053 mg/L estando de acordo com o valor máximo tanto da legislação Conama 357/2005 para águas salinas (0,062 mg/L) quanto para Conama n/357/2005 para águas salobras (0,124 mg/L).

As resoluções do Conama nº 357/2005 e o decreto estadual nº8.468/1976 não apresentam valores de referência para resultados de DQO.

As concentrações de DQO encontradas nas análises foram de 14,85 e 21,59 mg/L, estando, então, caracterizada como carga baixa de matéria orgânica (<90 mg/L), segundo o Pohling (2009). Assim, as concentrações encontradas não indicam uma contaminação por matéria orgânica do meio externo.

Para o parâmetro de sólidos totais as resoluções do CONAMA nº 357/2005 e o Decreto Estadual nº 8.468/1976 não citam concentrações máximas de sólidos totais e nem de sólidos sedimentáveis. Porém há municípios que determinam uma concentração máxima de 100 mg/L. As concentrações altas de sólidos totais, pode ter relação com a matéria orgânica presente na água (MORAES e SANTOS, 2017).

Os sólidos em corpos hídricos impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento das águas e conseqüentemente diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido no meio (LOUGON, 2009).

A entrada de sólidos nas águas, podem ocorrer por meio de processos erosivos, organismo e detritos orgânicos ou por meio de lançamento de resíduos líquidos ou resíduos secos (FONSECA e SALVADOR, 2005).

## 6. CONCLUSÃO

As concentrações de COT, nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal total apresentaram concentrações acima do permitido e a concentração de OD abaixo do mínimo exigido pelo Conama 357/2005, o que pode promover início do processo de eutrofização e aumento de toxinas.

Embora haja evidência de contaminações recentes de matéria orgânica, águas estaurinas as concentrações de fósforo estiveram dentro do limite máximo permitido pelas legislações, assim não identificando grandes problemas de contaminação por este nutriente. Contudo, é importante ressaltar que foi realizada apenas uma coleta de amostra demonstrando o estado da contaminação no momento da coleta além de que após as águas da região estaurinas entrarem em contato com as águas marinhas os valores podem apresentar outras características.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, C. **Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental**. São Paulo: Editora Annablume, 2000. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=489a7c74-45da-48a5-b6f0-f832871eb7c1>. Acesso em: 15 mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: Despolição de Bacias Hidrográficas**. 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br>. Acesso em 15 mar. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas**. 2009. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 25- abr. 2021.

ALVARADO, J.J; AGUILAR, J.F. Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto em aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, Costa Rica, v. 57, n.1, p. 19-29, 2009.

ASCENCIO, M.T.L. **Evaluación de la afectación de la calidad del agua em cuerpos de agua superficiales y subterráneos por efecto de la variabilidad y el cambio climático y su impacto em la biodiversidad agricultura, salud, turismo e indústria**. 2008.

BARBIERI, E; MARQUES, H. L. A; BONDIOLI, A. C. V; CAMPOLIM, M. B; FERRARINI, A. T. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananea - SP. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 38, n.1, p.105-115, 2014.

BARCELLA, R. A. **Estudo comparativo entre diferentes técnicas analíticas para determinação da demanda química de oxigênio (DQO) de rios que recebem efluentes**. 2016. Universidade federal do rio grande do sul instituto de química. Porto alegre. 2016.

BERG, C. H; GUERCIO, M. J; ULBRICHT, V. R. Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da world health organization. **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 25 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras**. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **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.** Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em: 26 abr. 2021.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico.** Brasília. 2018. Disponível em: [funasa.gov.br/documents/20182/23919/TR\\_PMSB\\_Revisado\\_marco\\_2018.pdf/17b783a9-84a0-429c-b52d-1edd849d07ba](http://funasa.gov.br/documents/20182/23919/TR_PMSB_Revisado_marco_2018.pdf/17b783a9-84a0-429c-b52d-1edd849d07ba). Acesso em: 25 fev. 2020

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento.** 3º ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2004. 408p. ISBN: 85-7346-045-8. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo\\_3.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/capitulo_3.pdf). Acesso em: 25 abr. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos.** Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p. ISBN 978-85-334-1718-2. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_doencas\\_alimentos.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf). Acesso em: 02 nov. 2019.

BDTA. Biblioteca Didática de Tecnológicas Ambientais. **A importância do tratamento de esgotos sanitários.** Módulo Saneamento Ambiental. Tratamento de esgoto. 2020. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/importancia.html>. Acesso em: 02 abr. 2021.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. O. Rio Paraguai e sua Planície de Inundação: O Pantanal Mato - Grossense. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 41, p. 113-130, 2010.

CARREIRA, R; WAGENER, A. de L. R; FILEMAN, T e READMAN, J.W. Distribuição de coprostanol (5β(h)-coleston-3β-ol) em sedimentos superficiais da baía de guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 37-42, 2001.

CAVALCANTI, L. B. **Variações das condições hidrológicas e da clorofila associadas ao cultivo de camarão marinho *litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), na região estuarinas do Rio Paraíba do norte (Paraíba- Brasil).** 2003. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CBH. Litoral Norte. Plano de bacias hidrográficas do litoral norte UGRHI 03. **Relatório II.** 2017. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-LN/13694/relatorio-2-ugrhi3.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.

CETESB; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. 224p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Praias-Litoraneas-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mortandade dos peixes**. São Paulo: CETESB .2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB. 1988. 182p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/relatorio-aguas-superficiais-1988.pdf>. Acesso em 24 mar. 2021.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais**. São Paulo: CETESB, 2013. 56p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2015/01/manual-cianobacterias-2013.pdf>. Acesso em 25 abr. 2021.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fundamentos do Controle da Poluição das águas**. Modulo II. Prevenção da poluição Ambiental e controle de fontes. São Paulo: CETESB. 2018. 220p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2018/07/Apostila-Fundamentos-do-Controle-de-Polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas salinas e salobras no estado de São Paulo**. Série relatórios. São Paulo: CETESB 2014. 154p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/salinas-salobras-2014-parte2.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2021.

CHAGAS, W. F. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro**. Tese (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, São Paulo. 2000.

CORRÊA, M. C; SEREJO, J.H. F; RANGEL, T. P; OLIVEIRA, B. C.V; ALMEIDA, M. G; DIAS, F. J. S; REZENDE, C. E. Caracterização biogeoquímica da matéria orgânica em um estuário de macromaré localizado na interface Amazônia-semiárido no nordeste do Brasil. **Geochimica Brasiliensis** v.33, n.1, p.107 - 120, 2019.

DAE. **Departamento de Água e Esgoto de Bauru**. 2020. Disponível em:<http://www.daebauru.sp.gov.br/2021/ambiente.php>. Acesso em: 02 out. 2020.

DIEGUES, A.C.S; ARRUDA, R.S.V. 2001. **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo, USP. (Biodiversidade 4). Disponível em:

<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22DIEGUES,%20A.%20C.%22>. Acesso em: 15 abr. 2021.

DUTRA, C. B.; RATH, S; REYES, F. G. R. Nitrosaminas voláteis em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p.111-120, 2007.

ESCHRIQUE, S. A. **Estudo do Balanço Biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do nordeste e sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

EVANS, C. D.; MONTEITH, D. T.; COOPER, D. M. Long-term increases in surfasse water dissolved organic carbon: Observations, possible causes and environmental impacts. **Environmental Pollution**, Reino Unido, v.137, p.55-71, 2005.

FILLELA, M.; RODRIGUEZ-MURILLO, J. C. Long-term trends of organic carbono concentrations in freshwaters: Strengths and weakness of existing evidence. **Water**, v.6, p.1360-1418, 2014.

FONSECA, J.C.L; SILVA, M. R. A; BAUTITZ, I. R; NOGUEIRA, R. F. P; MARCHI, M. R. R. Avaliação de confiabilidade analítica das determinações de carbono orgânico total (COT). **Eclética química**, Araraquara, v. 31, n. 3, p.47-52. 2006.

FONSECA, H. S; SALVADOR, N. N. B. Estudo integrado da qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Bonito em Descalvado – SP. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64n. 2, p.179-185, 2005.

FREITAS, R. P. M. Lançamento de efluentes em corpos hídricos. **Hydro**, São Paulo, n.121, 2016.

GARBOSSA, L.H.P. et al. **Moluscos bivalves: metodologia utilizada no Inquérito Sanitário das baías da Grande Florianópolis**. Florianópolis: Epagri. Boletim Técnico, n° 165, 2014. 44p. ISSN 0100-7416.

GIL, A. S. L. Caracterização do efluente de ete de abatedouro visando o reúso. Trabalho de concussão de Curso. 2010. Universidade de passo fundo faculdade de engenharia e arquitetura, Passo Fundo, 2010.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. 2007. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/capitulo1-saneamento-basico/4757924/>. Acesso em: 05 fev. 2021.

HIGGINS, T. G.; WILSON, J. G. Impact of the river Liffey discharge on nutrient and chlorophyll concentrations in the Liffey estuary and Dublin Bay (Irish Sea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, p. 323-334, 2005.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 25 ago. 2019.

INSTITUTO PÓLIS. **Resumo executivo de São Sebastião- litoral sustentável – desenvolvimento com inclusão social**. 2013. 23p. Disponível

em:<https://polis.org.br/publicacoes/resumo-executivo-de-sao-sebastiao-litoral-sustentavel-desenvolvimento-com-inclusao-social/>. Acesso em: 27 abr. 2021.

JORDÃO, E. P; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1050 p.

KOLM, V. **Relatório de estagio analise de esgoto doméstico**. Universidade Federal de Santa Catarina — UFSC. Florianópolis. 2002.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento**. Curso de Especialização em análise Ambiental. 2008. Notas de Aula. Juiz de Fora. 2008.

LINS, G.A. **Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs)**. Rio de Janeiro. 2010. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

LOUGON, M. S; ROCHA, S. A; GUIMARÃES, H. F; LOUZADA, F. L. R. O; GARCIA, G. O. **Caracterização dos sólidos totais, fixos e voláteis nas águas residuais geradas pela lavagem dos frutos do cafeeiro**. XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E IX ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO. 2009. Jerônimo Monteiro, ES.

LUSTOSA, R. O; BALDUÍNO, A.R. **Avaliação da qualidade das águas para balneabilidade na praia do querer no município de Santa Rosa Tocantins**. Revista focus in scientiae. 2018.

MACEDO, S. J; CASTRO, P.F; SANTANA, M. F.A. Condições hidrológicas e resultados de cultivo experimental do camarão *marinho litopenaeus vannamei* (BOONE,01931), em viveiros estaurinos da Ilha de Etamaracá (Pernambuco – Brasil). **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal Pernambuco**, Recife, v. 28, n. 2. p. 209-222. 2000.

MARTIN, W. Contaminação por nitrato deve encarecer água na Alemanha. **DW**. 07 ago. 2017; Disponível em: <https://www.dw.com/ptbr/contamina%C3%A7%C3%A3o-por-nitrato-deve-encarecer-%C3%A1gua-na-alemanha/a39999044>. Acesso em 30 abr. 2021.

MARICATO, E. Metrópole, Legislação e Desigualdade. **Estudos Avançados**, v.17, n.48, 2003.

MARQUES, H. L. A. **Criação comercial de mexilhões**. NBL Editora. São Paulo: Nobel. 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças transmitidas por alimentos: causas, sintomas, tratamento e prevenção**. 2019. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos#:~:text=O%20que%20s%C3%A3o%20doen%C3%A7as%20transmitidas,toxinas%2C%20v%C3%ADrus%20e%20outros%20parasitas>. Acesso em: 25 out. 2019.

MORAIS, N. W.S; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE**, v.67, n.215, 2017.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 388 p. ISBN 85-7022-139-8.

NASS, D. P. O Conceito de Poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**. n. 13, 2002.

NORONHA, E. C; PEREIRA, H. F. B; ASSUNÇÃO, D. S. **Diagnóstico do esgotamento sanitário e possíveis impactos no meio ambiente e na saúde dos moradores do bairro nova república em Santarém, Pará**. XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. 2014. Poço de Caldas. Minas Gerais.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5ªed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 612p. ISBN: 13-978-853210541-0.

ORSSATTO, F. Avaliação do oxigênio dissolvido do Córrego Bezerra a montante e a jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v.6, p. 27-28, 2008.

PESSOA, C.A; JORDÃO, E.P. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª ed. Rio de Janeiro, ABED, 2009.

PEREIRA, J. A. R. **Saneamento em áreas urbanas: esgotamento sanitário na região metropolitana de Belém**. In: Pereira, J. A. R. (org). Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas. Belém: UFPA, 2003. 205p. ISBN: 85-88998-05-X.

PEREIRA, L.C.C; MONTEIRO, M.C; GUIMARÃES, D.O; MATOS, J.B; COSTA, R.M. Seasonal effects of wastewater to the water quality of Caeté River estuary, Brazilian, Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro v.82, n.2 , p. 467-478, 2010.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água**, Fortaleza: Arte Visual, 2009.

RIBEIRO, J. W; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Análise Ambiental).- Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de fora. 2010.

RIBEIRO, E.V. Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora – MG: índice de contaminação. **Geonomos**, Minas Gerais,v. 20, n. 1, p.49-63. 2010.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **A Sabesp no município**. 2021. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaoId=18&id=609>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SANESUL. Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul. **Importância do Tratamento de Esgoto**. 2020. Disponível em: <http://www.sanesul.ms.gov.br/importancia-do-tratamento-de-esgoto>. Acesso em: 25 fev. 2021.

SÃO PAULO. **Decreto nº8.468 de 8 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, [1976]. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>. Acesso em 25 abr. 2021.

SÃO PAULO. **Decreto Estadual nº 10.755 de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, [1977]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/01/DECRETO-N%C2%BA-10.755-DE-22-DE-NOVEMBRO-DE-1977.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

SÃO SEBASTIÃO (município). Litoral sustentável: desenvolvimento com inclusão social. **Resumo Executivo de São Sebastião**. 2012. Disponível em: <https://polis.org.br/wp-content/uploads/2020/03/Resumo-Executivo-SAO-SEBASTIAO-Litoral-Sustentavel.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2020.

SÃO SEBASTIÃO (municipal). **Lei orgânica do município de São Sebastião**. Câmara Municipal de São Sebastião. 2018. Disponível em: <http://www.saosebastiao.sp.leg.br/pdf/lei-organica-2018.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SANT'ANNA, G. L. J. **Tratamento Biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: v.16 n.2, 2010. 424 p. ISSN 1413-4152.

SOUZA, M. R. **Etnoconhecimento caiçara e uso de recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale do Ribeira**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SOUZA, R. V.; PETCOV, H. F. D. **Comércio legal de moluscos bivalves**. Florianópolis - SC: Epagri, Boletim Didático, nº 95, 2013. 58 p. ISSN 1414-5219.

SOUZA, F.F.P; NASCIMENTO, E.L; MENEZES, J.M; MIYAI, R.K. **Comportamento da temperatura, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio, pH, vazão afluente e defluente do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel – Candeias do Jamari – RO – Brasil**. In: 48º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. 2008. Rio de Janeiro – RJ. Química na Proteção do Meio Ambiente e à Saúde.

SPERLING, V.M. **Introdução a qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais: Editora UFMG, 2014. 452p. ISBN: 9788542300536.

SPERLING, E. V. LIBÂNIO, M; LIBÂNIO, P. A. C; COSTA, B. M. P. Avaliação da relevância do carbono orgânico total como parâmetro de caracterização de águas de abastecimento. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.5 n.4, p. 41-55, 2000.

SUTTI, B.O; BORGES, R.P; GUIMARÃES, L.L; SCHMIEGELOW, J.M.M. Nitrogênio e matéria orgânica em dois rios com diferentes graus de impactos no sistema estuarino de

Santos (São Paulo, Brasil). **Brazilian journal of aquatic science and technology**, v. 20, n.1, 2016.

TAKIYAMA, L.R. ; SILVA, A.Q. ; COSTA, W.J.P. ; NASCIMENTO, H.S. Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. Macapá - AP, 2003, p.81-104. ISBN: 85-89765-04-0.

VAZ, A. J. A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental. **In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina**, Montevideo. egal, 2009. Disponível em:  
<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/71.pdf> . Acesso em: 05 fev. 2020.

WOOD, C. M.; AL-REASIA, H. A.; SMITCHE, D. The two faces of DOC. **Aquatic Toxicologic**, v. 105, ed.3-4, p.3-8, 2011.